کاربرد داده‌های رقومی سنجنده AWiFS در تهیه نقشه درصد پوشش گیاهی (مطالعه موردی سمیرم- اصفهان)

سمیه جباری*[۱]، سید جمال الدین خواجه‌الدین[۲]، رضا جعفری [۳] و سعید سلطانی [۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۱۳ تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۰۶/۲۰

چکیده

امروزه استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیای و تصاویر ماهواره‌ای از جایگاه ویژه‌ای در مطالعات مربوط به منابع طبیعی و محیط‌زیست برخوردار است. یکی از کاربردهای ماهواره، تهیه نقشه درصد تاج پوشش گیاهی است. هدف از این پژوهش، تهیه نقشه درصد پوشش گیاهی با استفاده از شاخص‌های گیاهی تهیه شده از داده‌های ماهواره‌ای برای سمیرم اصفهان می‌باشد. برای انجام این مطالعه از تصویر سنجنده AWiFS مربوط به سال ۱۳۸۸ استفاده گردید. به‌منظور بررسی همبستگی بین درصد تاج پوشش گیاهی و داده‌های ماهواره، داده‌های ۱۵۰ پلات (۱۰ در ۱۰ متر مربع) با پراکنش مناسب در منطقه برداشت شد و با استفاده از داده‌های موجود و شاخص‌های گیاهی تهیه شده با اعمال رگرسیون خطی درصد تاج پوشش گیاهی تخمین زده شد. میزان همبستگی بین شاخص‌های گیاهی و داده‌های میدانی محاسبه شد و برای هر شاخص، مدل پوشش گیاهی به‌دست آمد. با توجه به نتایج به‌دست آمده در این پژوهش شاخص گیاهی SAVI با همبستگی ۰/۷۴ دارای بیشترین همبستگی با تاج پوشش گیاهی بود و برای تهیه نقشه درصد پوشش گیاهی انتخاب شد. با استفاده ار مدل تهیه شده نقشه درصد تاج پوشش گیاهی در چهار طبقه کمتر از ۲۰، ۳۰-۲۰، ۴۰-۳۰ و بیشتر از ۴۰ درصد تهیه شد. نتایج این پژوهش نشان داد که بیشتر قسمت‌های منطقه توسط پوشش گیاهی کمتر از ۲۰ و ۳۰-۲۰ درصد پوشیده شده است. در این مطالعه شاخص‌های گیاهی NDVI، PVI، RVI، TSAVI و MSAVI نیز دارای ضرائب همبستگی بالایی بودند (۰/۶۴، ۰/۶۹، ۰/۷۱، ۰/۷۲ و ۰/۷۰).

واژه‌های کلیدی: درصد پوشش گیاهی، سمیرم، شاخص گیاهی، تصویر AWiFS.

۱- دانش آموخته کارشناس ارشد مرتعداری، دانشگاه صنعتی اصفهان

*: نویسنده مسئول: s.jabbari_62@yahoo.com

۲- استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳- استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۴- دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.4.3]

مقدمه

دست‌یابی به اطلاعات مراتع در سطوح وسیع، عدم توانایی دسترسی به برخی عرصه‌ها شاید توجیهی برای استفاده از تکنیک سنجش از دور باشد که توانایی تولید اطلاعات لازم برای ارزیابی پوشش گیاهی در تمام مناطق را دارا می‌باشد. مطالعات پوشش گیاهی از اولین تحقیقاتی است که با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در حوزه مدیریت منابع طبیعی انجام شد (۸). گیاه دارای الگوی بازتابی خاصی است که از این خصوصیات بازتابی برای تهیه شاخص‌های گیاهی استفاده می‌شود (جدول ۱).

زمانی که هدف، مطالعه خصوصیات پوشش گیاهی مخصوصاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک با پوشش پراکنده و کم‌تراکم باشد، میانگین بازتابی سطح زمین بیشتر از بازتاب خاک تأثیر می‌پذیرد (۷). بنابراین شاخص‌های گیاهی مناسبی باید انتخاب شوند تا به‌طور مؤثری از میزان اثر خاک بکاهند (۲ و۲۴). به‌طورکلی شاخص‌های پوشش گیاهی به دو دسته شاخص‌های نسبی[۱] مانند شاخص NDVI[۲]، TVI[۳]و RVI[۴] و شاخص‌های فاصله‌ای[۵] مانند شاخص‌های TSAVI[۶]، MSAVI[۷] و PVI[۸] تقسیم می‌شوند. شاخص SAVI[۹] 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 اکثر مطالعات ۰/۵ در نظر گرفته می‌شود (۲۴). مسعود و کویک (۲۰۰۶) برای تهیه نقشه درصد 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. راندوکس و بارت (۱۹۹۶) در بررسی‌های خود به این نتیجه رسیدند که شاخص MSAVI بیشترین حساسیت را به درصد پوشش گیاهی داشته و شاخص NDVI در رده بعدی قرار گرفته است. و بیان داشتند که خاک زمینه تأثیر بسیار زیادی در رفتار طیفی تاج پوشش گیاهی دارد. خواجه‌الدین (۱۹۹۵) نقشه درصد پوشش گیاهی را با استفاده از شاخص NDVI در منطقه جازموریان با دقت ۶۵ درصد گزارش نموده است. در این تحقیق برای پوشش گیاهی کمتر از ۱۵ درصد مقادیر NDVI ثابتی گزارش شده است. وی همچنین اشاره کرد هنگامی که پوشش ضعیف است خاک زمینه انعکاس پوشش گیاهی را می‌پوشاند و مانع از انعکاس پوشش گیاهی در تصویر می‌شود و در نتیجه NDVI کم می‌شود و یا مناطق مختلف دارای مقادیر NDVI مشابهی می‌شوند. وی به این نتیجه رسید که NDVI شاخص مناسبی برای مناطق خشک نمی‌باشد، زیرا پوشش گیاهی ضعیف به طور معنی داری روی کاهش بازتاب نور مادون قرمز تأثیر می‌گذارد. در برخی از مطالعات استفاده هم زمان و تلفیقی از چندین شاخص مختلف نیز تجربه شده و به تولید نقشه پوشش گیاهی منجر گردیده است. هدف از این مطالعه تهیه نقشه درصد پوشش گیاهی با استفاده از شاخص‌های گیاهی تهیه شده از داده‌های سنجنده AWiFS برای سمیرم اصفهان می‌باشد. این منطقه از لحاظ اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه خشک است.

مواد و روش‌ها

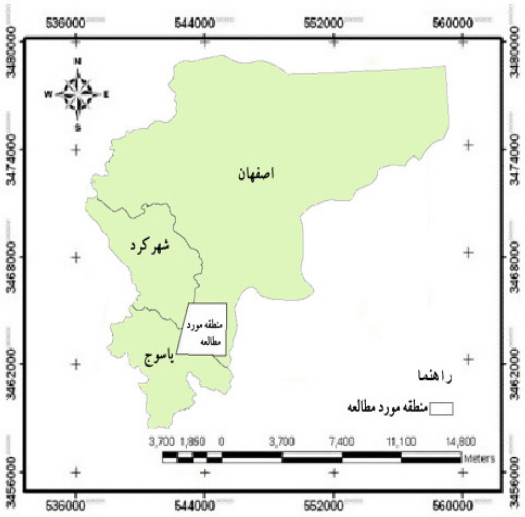
منطقه مورد مطالعه

منطقه منطقه مورد مطالعه به‌صورت چهار گوش از پنجره اصلی داده ماهواره‌ای جدا شده است که بخش اعظم شهرستان سمیرم، بخش کوچکی از مال خلیفه استان چهارمحال بختیاری و نیز بخش کوچکی از شمال استان کهکیلویه و بویراحمد را در بر می‌گیرد. منطقه مورد مطالعه بین طول جغرافیایی ´۱۷ °۵۱ تا ´۳ °۵۲ شرقی و عرض ´۴۲ °۳۰ تا ´۵۱ °۳۱ شمالی واقع شده است (شکل ۱). منطقه مورد مطالعه از نظر زمین‌شناسی در زون سنندج – سیرجان قرار گرفته است و تشکیلات دوره دوم زمین‌شناسی تا عهد حاضر در آن دیده می‌شود. آب و هوای منطقه مورد مطالعه بر اساس تقسیم‌بندی کوپن جزء مناطق معتدل سرد با تابستان‌های گرم و خشک و در ارتفاعات جنوبی جزء مناطق معتدل – سرد با تابستان‌های

[1]- Slope based
[2] -Normalized Difference Vegetation Index
[3] -Transform Vegetation index
[4] -Ratio Vegetation Index
[5] -Distance based
[6] -Transformed Soil Adjusted Vegetation Index
[7] -Modified Soil Adjusted Vegetation Index
[8]- Perpendicular Vegetation Index
[9] -Soil Adjusted Vegetation Index

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.4.3]

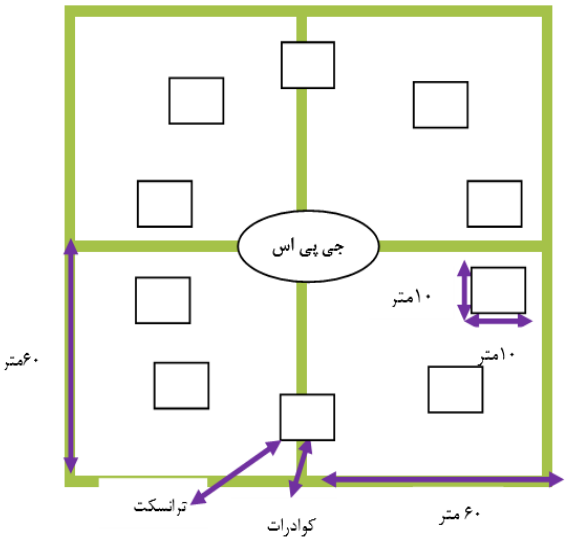
خنک و خشک می‌باشد. بارندگی سالانه منطقه از ۳۵۰ تا ۴۵۰ میلی‌متر در مناطق مختلف متغیر است. ارتفاع منطقه مورد مطالعه ۲۰۰۰ تا ۲۵۰۰ میلی‌متر بالاتر از سطح دریا قرار دارد و از نظر پوشش گیاهی جزء منطقه ایرانی و تورانی محسوب می‌شود (۳۲). مساحت منطقه مورد مطالعه ۱۵۴۱۰۰ هکتار می‌باشد.



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

نمونه‌برداری میدانی

در این تحقیق مناطق مناسب برای برداشت اطلاعات میدانی بر روی پوشش گیاهی با استفاده از بازدیدهای میدانی، مشخص شد. پس از تعیین منطقه‌ای یکنواخت از نقطه نظر پوشش گیاهی و خاک، نقطه‌ای تصادفی تعیین گردید. موقعیت این نقطه با استفاده از GPS مشخص شد. پس از این مرحله، به شعاع حدود ۶۰ متر از GPS فاصله گرفته و اقدام به استقرار پلات‌هایی به ابعاد ۱۰*۱۰ متر، در محیط دایره فرضی گردید. تعداد ۱۰ پلات برای هر نقطه نمونه گیری بر روی محیط مربع مستقر گردیدند (شکل ۲). در این مطالعه سعی شد پلات‌های نمونه‌برداری از عوارضی مانند جاده‌ها مناطق مسکونی و آبراهه فاصله حداقل ۲۰۰ متری را داشته باشند. اطلاعات هر پلات شامل درصد پوشش گیاهی برای تمام گونه‌های موجود در پلات، درصد سنگ و سنگ ریزه، خاک لخت برای ۱۵۰ پلات در اواخر اردیبهشت و اوایل خرداد ماه اندازه گیری و یادداشت گردید. ۶۸ عدد از این پلات‌ها جهت بررسی صحت نقشه‌های تهیه شده کنار گذاشته شدند.



شکل ۲: نحوه قرارگیری پلات‌های زمینی به مرکزیت جی پی اس

داده‌های مورد استفاده

پوشش گیاهی

مهم‌ترین گونه و تیپ‌های مرتعی مراتع منطقه مورد مطالعه بر اساس جدول ۱ می باشد.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.4.3]

جدول ۱- مهم‌ترین گونه‌ها و تیپ‌های مرتعی منطقه مورد مطالعه (۳۲)

ردیف	تیپ‌های مرتعی	اسامی فارسی
۱	*Bromus tomentellus, Astragalus mucronate*	گون و قیاق
۲	*Eremurus sp, Bromus tomentellus*	سریش و قیاق
۳	*Gundellia tournforti, Astragalus sp*	کنگر و گون
۴	*Daphnae mucronate, Eremurus sp, Bromus tomentellus*	خوشک، سریش و قیاق
۵	*Psathyrostachy fragilis, Bromus tomentellus*	جو وحشی و قیاق
۶	*Cachrys ferulaceae, Astragalus sp*	جاشیر و گون
۷	*Festuca ovinia, Bromus tomentellus*	علف گوسفندی و قیاق
۸	*Scariola orientalis, Stipa barbata*	جاز و استیپا
۹	*Astragalus sp, Daphnae mucronate, Bromus sp*	گون و خوشک و کتونرمه
۱۰	*Astragalus sp, Daphnae mucronate*	گون و خوشک
۱۱	*Astragalus sp, Cousinia sp*	گون و خار کوتاه
۱۲	*Astragalus sp, Festuca ovinia,*	گون و علف گوسفندی
۱۳	*Astragalus sp, Hordeum bulbous, Ferula sp*	گون، جو وحشی و کما
۱۴	*Astragalus sp, Bromus sp, Cousinia sp*	گون، کتونرمه و خار کوتاه

برای این تحقیق از تصویر سنجنده AWiFS ماهواره IRS-P6 استفاده شد. با توجه به وضعیت مناسب پوشش گیاهی در فصل بهار و همچنین ضرورت همزمان نمونه‌برداری با برداشت میدانی، از تصویر منطقه یک خرداد سال ۱۳۸۸ استفاده گردید. همچنین در این مطالعه از مدل رقومی ارتفاعی[1] ۱:۲۵۰۰۰ منطقه نیز استفاده شد. در جدول (۲) جزئیات تصویر مورد مطالعه آورده شده است.

جدول ۲- خصوصیات داده مورد استفاده در پژوهش

سنجنده	سکو	تاریخ		گذر	ردیف	تعداد باند طیفی	مکانی (متر)	قدرت تفکیک
		میلادی	شمسی					
AWiFS	IRS_P6	۲۰۰۹/۵/۲۲	۱۳۸۸/۳/۱	۱۸۱	۵۶	۴	۶۰	

پیش پردازش تصویر

در این تحقیق ابتدا تصحیح هندسی بر روی تصویر AWiFS با دقت مناسب و میانگین خطای مربعات[2] کمتر از ۰/۵ پیکسل انجام یافت. به این ترتیب که تصویر با استفاده از نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و ۳۵ نقطه کنترل با پراکنش مناسب زمین مرجع گردید. برای کنترل دقت تصحیح هندسی، موقعیت برخی عوارض مانند تقاطع جاده‌ها و آبراه‌ها بر روی تصویر و زمین کنترل شد. با توجه به کوهستانی بودن قسمتی از منطقه تصحیح توپوگرافی با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی منطقه و اطلاعات همراه تصویر بر روی آن‌ها اعمال گردید. همچنین تصحیح اتمسفریک و توپوگرافی بر روی تصویر انجام یافت جهت تصحیح توپوگرافی و اتمسفریک. از نرم‌افزار ERDAS استفاده شد. برای تصحیح توپوگرافی از اعداد زاویه و ارتفاع خورشید و همچنین نقشه DEM منطقه استفاده شد و برای تصحیح اتمسفریک از تکنیک کاهش پیکسل‌های تاریک استفاده شد. با این فرضیه که پیکسل تاریک با حداکثر احتمال، کمترین میزان انعکاس طیفی را دارد و متعلق به آب عمیق و سایه میان تصویر می‌باشد که انعکاس آن صفر است. زیرا در صورت وجود ذرات پراکنده در جو، پراکنش جوی باعث می‌شود که عملاً انعکاس طیفی پیکسل‌های تاریک صفر نباشد.

تهیه نقشه درصد تاج پوشش گیاهی

در مناطق مختلف، با توجه به خصوصیات سطح زمین و میزان تاج پوشش گیاهی شاخص‌های متفاوتی جهت توصیف وضعیت پوشش گیاهی انتخاب می‌شود (۱). شاخص‌های گیاهی استفاده شده در این مطالعه ترکیبات مختلفی از داده‌های ماهواره‌چند طیفی بوده که برای تولید نقشه وضعیت پوشش گیاهی منطقه مورد استفاده قرار گرفت. در جدول ۳ معادلات مربوط به شاخص‌های گیاهی مورد استفاده در این مطالعه آورده شده است.

[1] DEM
[2] RMSE

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.4.3]

جدول ۳- شاخص‌های مورد استفاده در این مطالعه (۶، ۳۱، ۱۴، ۱۷، ۱۸)

شاخص	فرمول
NDVI	$\frac{NIR-RED}{NIR+RED}$
TSAVI	$\frac{a.(NIR-a)(RED-b)}{RED+a.NIR-ab}$
SAVI	$\left(\frac{(NIR-R)}{(NIR+RED+L)}\right).(1+L)$
MSAVI	$2NIR+1-\sqrt{2(NIR+1)^2-8(NIR-RED)}$
RVI	$\frac{NIR}{RED}$
PVI	$\frac{b.NIR-RED+a}{\sqrt{1+b^2}}$

به‌منظور تهیه نقشه درصد تاج پوشش گیاهی، با استفاده از تصویر ماهواره‌ای موجود، شاخص‌های گیاهی جدول ۱ تهیه شد. در تهیه شاخص‌های گیاهی TSAVI, MSAVI و PVI 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 به‌عنوان متغیّر مستقل (X) و مادون قرمز نزدیک باند (۳) به عنوان متغیر وابسته (Y)، معادله خط خاک جهت تولید شاخص‌های PVI و TSAVI به‌ترتیب تهیه شد (۲۴):

Y =۶۴/۳X + ۱۵/۷۸

برای تهیه شاخص MSAVI رگرسیون خطی بین باندهای قرمز به‌عنوان متغیر وابسته و باند مادون قرمز نزدیک به‌عنوان متغیر مستقل انجام و معادله خط خاک، تهیه شد (۲۴ و ۱۷):

Y =۹۴/۸X + ۱۶/۷۶

با استفاده از شیب خط و عرض از مبدأ معادلات خاک تهیه و اقدام به تولید شاخص‌های گیاهی یاد شده با استفاده از دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک شد. به‌منظور بررسی میزان همبستگی درصد تاج پوشش هر پلات با شاخص‌های گیاهی تحلیل رگرسیون خطی بین درصد تاج پوشش پلات‌ها به‌عنوان متغیر وابسته (Y) و مقادیر متناظر هر پلات در شاخص‌های گیاهی به‌عنوان متغیر مستقل (X) در محیط نرم‌افزار Erdas imagine انجام شد و ضریب تشخیص (R^2) و همبستگی (r) آن‌ها محاسبه شد و مدل‌های درصد تاج پوشش جدول (۳) تهیه گردید. در بین شاخص‌های 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. به‌منظورتفسیر بهتر و راحت‌تر نقشه پوشش گیاهی مرتع سعی شد طبقه‌بندی مناسبی بر روی نقشه‌ها انجام شود برای انجام این طبقه‌بندی و تفکیک طبقات از یکدیگر از روش تفکیک تاری کمک گرفته شد، حدود آستانه متفاوتی مورد آزمایش قرار گرفت در نهایت بر اساس حد آستانه مناسب، پوشش گیاهی ۲۰-۰ درصد، ۳۰-۲۰ درصد و ۴۰-۳۰ درصد از یکدیگر تفکیک گردیدند. با توجه به فراوانی مقادیر به‌دست آمده از نمونه‌برداری میدانی، مقادیر درصد تاج پوشش گیاهی مراتع به ۳ طبقه (۰ تا ۲۰، ۲۰ تا ۳۰ و ۳۰ تا ۴۰ درصد) تقسیم شد. با استفاده از مدل تهیه شده، آستانه بالای هر کلاس در شاخص گیاهی محاسبه شد. نقشه پوشش گیاهی با استفاده از آستانه‌های به‌دست آمده و اعمال طبقه‌بندی مجدد[3] بر روی شاخص SAVI تهیه شد. در این مطالعه مزارع و باغات موجود در منطقه در طبقه چهار تاج پوشش گیاهی طبقه‌بندی شد برای تفکیک باغات و مزارع از سایر پوشش‌های گیاهی، ابتدا مقدار عددی آن ها در شاخص گیاهی SAVI مشخص شد و سپس با اعمال طبقه‌بندی مجدد بر روی شاخص SAVI این لایه‌ها 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 نقشه‌های 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 سوم تاج پوشش گیاهی کم شد. برای بررسی صحت دقت نقشه درصد تاج پوشش گیاهی سال ۱۳۸۸ تعداد ۶۸ پلات که در تهیه مدل تاج پوشش گیاهی از آن‌ها استفاده نشده بود به‌صورت تصادفی انتخاب شدند. سپس دقت نقشه‌های تولیدی با استفاده از این نقاط مورد بررسی قرار گرفت و ضریب کاپا[4] و صحت کلی[5] که در محیط نرم افزار SAS محاسبه شده بود مورد بررسی قرار گرفت.

[3]- Reclass
[4] -Kappa Coefficient
[5] -Total Accuracy

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.4.3]

نتایج

در منطقه کایوکا-کلمبیا برای تهیه نقشه پوشش زمین با داده‌های TM از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ستفاده کرده که خطای تصحیح هندسی برابر با ۰/۴۶ بوده است. با توجه به تغییرات شدید و ناگهانی پوشش گیاهی در مجاورت عوارضی مانند آبراهه‌ها و جاده‌ها، حداقل فاصله ۲۰۰ متری از آن‌ها رعایت شد. برای ایجاد همبستگی بین قدرت تفکیک مکانی سنجنده و برداشت‌های میدانی، نمونه برداری در مناطقی انجام گرفت که روند تغییرات درصد تاج پوشش گیاهی شیب کمی بود و منطقه نسبتاً وسیع و همگنی از لحاظ تاج پوشش گیاهی را در بر می‌گرفت. بنابراین درصد تاج پوشش پلات نمونه‌برداری شده را می‌توان به سطح وسیع‌تری از قدرت تفکیک مکانی ماهواره نسبت داد، که با رعایت موارد ذکر شده، پیکسل‌های مجاور محل نمونه‌برداری به حداقل رسید. بنابراین درصد تاج پوشش پلات‌های نمونه‌برداری شده را می‌توان به سطح وسیع‌تری از قدرت تفکیک مکانی ماهواره نسبت داد، که با رعایت موارد ذکر شده، پیکسل‌های مجاور محل نمونه‌برداری نیز دارای مقدار تاج پوشش مشابه با پلات نمون برداری بودند. در این حالت مقدار عددی پیکسلی که پلات در آن قرار گرفته است، معرف بازتاب درصد پوشش نمونه‌برداری شده در پلات مربوطه بود. خواجه‌الدین (۲۱) نیز در مطالعات خود بر تناسب روش نمونه‌برداری و قدرت تفکیک مکانی سنجنده تأکید نموده است. در این مطالعه به‌منظور کاهش اثر بازتاب خاک از شاخص‌هایی استفاده شد که در آن‌ها از اثر خاک کاسته می‌شود. به این منظور از شاخص‌های فاصله‌ای در تهیه معادله خاک استفاده شدند. جدول ۳ مدل پوشش گیاهی تهیه شده با استفاده از تصویر AWiFS را نشان می‌دهد. در این جدول متغیر Y مربوط به تاج پوشش گیاهی است.

جدول ۳- مدل‌های تولید شده با استفاده از شاخص‌های گیاهی

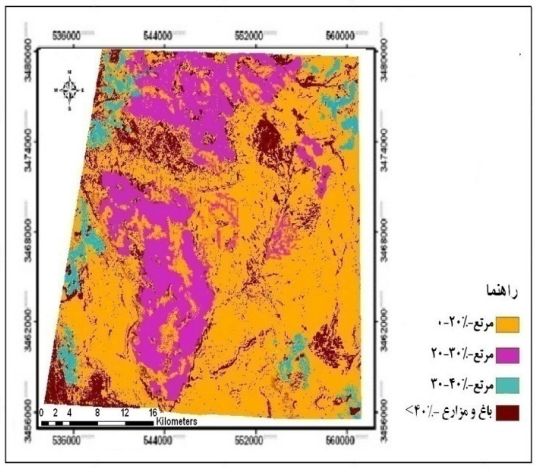
شاخص گیاهی	مدل پوشش گیاهی	ضریب توصیف R^2	Kappa.C
SAVI	$Y = ۸۰/۲۳X + ۲۲/۳۰$	۰/۷۴**	۰/۷۵
NDVI	$Y = ۷۲/۳X + ۱۲/۵۴$	۰/۶۴**	۰/۶۴
TSAVI	$Y = ۶۴/۳X + ۱۵/۷۸$	۰/۷۲**	۰/۷۳
MSAVI	$Y = ۵/۸X - ۱۶/۷۶$	۰/۷۰**	۰/۷۲
RVI	$Y = -۷۶/۲۰X + ۹۲/۶۵$	۰/۷۱**	۰/۷۰
PVI	$Y = ۱/۲۶X - ۷$	۰/۶۹**	۰/۲۱

*معنی داری در سطح احتمال ۰/۰۵ **معنی داری در سطح احتمال ۰/۰۱

شکل ۲، نقشه طبقات درصد تاج پوشش با استفاده از تصویر سنجنده AWiFS و شاخص SAVI را نشان می‌دهد. این نقشه با استفاده از مدل به‌دست آمده برای تخمین درصد تاج پوشش گیاهی و اعمال طبقه‌بندی مجدد بر روی شاخص SAVI به دست آمد. بر اساس این نقشه اکثر پوشش طبقه ۴ در بخش‌های مرکزی و شمالی منطقه مورد مطالعه قرار دارند. در این شکل باغ و مزارع به‌صورت یک طبقه جدا نشان داده شده است. نقشه تولید شده نشان می‌دهند که اکثر پوشش‌های ۴۰-۳۰ و ۳۰-۲۰ درصد در مناطق کوهستانی منطقه مورد مطالعه قرار گرفته است. در این سال، مناطق مرکزی دشتی منطقه اکثراً پوشش ۲۰-۰ درصد دارند. در جدول ۴ مساحت طبقات درصد تاج پوشش گیاهی با استفاده از شاخص‌های گیاهی برآورد شده است. نقشه‌های تهیه شده و بررسی‌های میدانی، نشان می‌دهد که در میان شاخص‌های استفاده شده در این مطالعه شاخص گیاهی MSAVI برآورد کمی از مقدار تاج پوشش طبقه صفر تا ۲۰ درصد دارد. این شاخص به همراه شاخص TSAVI عملکرد مناسبی در توصیف سطح طبقات تاج پوشش گیاهی نداشته‌اند. این مطلب نشان می‌دهد که این شاخص در بیان وضعیت پوشش‌های تنک (کمتر از ۲۰ درصد) کارایی ندارد. شاخص RVI در توصیف پوشش طبقه ۲ و ۴ مناسب بوده و پوشش طبقه ۱ را بیشتر و طبقه ۳ را کمتر نشان داد. در این میان شاخص SAVI بیشترین شباهت را با واقعیت زمینی داشت. زاهدی فرد (۲۰۰۴) نشان داد که شاخص‌های NDVI، SAVI، TSAVI1 و MSAVI دارای بیشترین همبستگی با درصد تاج پوشش گیاهی است که با نتایج حاصله از تحقیق مطابقت دارد. پس از تولید نقشه، به‌منظور تعیین صحت طبقه‌بندی، نقشه‌های واقعیت

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.4.3]

زمینی با پیمایش میدانی و به روش نمونه‌گیری تهیه شد. در این مطالعه، برای این منظور از کل منطقه بازدید به عمل آمد و تعداد ۶۸ نقطه کنترل زمینی به‌صورت تصادفی با استفاده از GPS برداشت گردید. پس از برداشت و کنترل نقاط بر روی لایه‌های حاصله نقاط به‌صورت پلی‌گون جدا شده و ماتریس خطا برای طبقات ایجاد شده تشکیل گردید. ماتریس خطای نقشه پوشش گیاهی تهیه شده در جدول ۵ آورده شده است.



شکل ۲: نقشه طبقات درصد تاج پوشش گیاهی با استفاده ازشاخص SAVI در سال ۱۳۸۸

جدول ۴- مساحت طبقات درصد تاج پوشش گیاهی در شاخص‌های مورد مطالعه

شاخص گیاهی	>۲۰٪	۲۰۰-۳۰٪	۳۰۰-۴۰٪	<۴۰٪
MSAVI	۶۶۴۲۳	۲۹۶۱۴	۱۴۸۰۷	۴۳۲۵۶
NDVI	۸۸۲۰۷	۲۵۷۵۶	۱۰۵۸۲	۲۹۵۵۵
RVI	۹۲۱۰۸	۳۲۱۶۵	۹۶۵۴	۲۰۱۷۳
PVI	۷۸۹۸۷	۳۵۶۷۸	۱۶۹۸۷	۲۲۴۴۸
SAVI	۱۰۹۶۰۹	۲۰۸۲۱	۵۱۱۵	۱۸۵۵۵
TSAVI	۹۶۲۳۵	۲۹۱۹۵	۸۰۰۰	۲۰۶۷۰

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

طبقات تولید	>۲۰٪	۲۰-۳۰٪	۳۰-۴۰٪	<۴۰٪	کل پیکسل	خطای اضافی
>۲۰٪	۲۲۶۹	۰	۰	۰	۲۲۶۹	۰
۲۰۰-۳۰٪	۰	۰	۳۷۴۴	۳۲	۳۷۷۶	۰/۰۰۸۵
۳۰۰-۴۰٪	۴۰۶	۵۹۴۵	۱	۱۲	۶۳۶۴	۰/۰۶۵۸
<۴۰٪	۲۲	۳۸۶	۳۲	۶۷۵۴	۷۱۹۴	۰/۰۶۱۲
کل پیکسل	۲۶۹۷	۶۳۳۱	۳۷۷۷	۶۷۹۸	۱۹۶۰۳	
خطای حذفی	/۱۵۸۷	۰/۰۶۱	۰/۰۰۸۷	۰/۰۰۶۵		۰/۰۴۵۴
۰						

ضریب کاپا ۹۳/۶۵ دقت کلی ۹۵/۴۵

بحث و نتیجه‌گیری

در اکثر بررسی‌های انجام شده در ایران، این نکته مورد تأکید واقع شده که نقاط زمینی کافی برای تصحیح هندسی داده‌های ماهواره‌ای وجود ندارد زیرا نقشه‌های توپوگرافی موجود در ایران قدیمی هستند: دماوندی (۱۰)، در دریاچه حوض سلطان قم با استفاده از داده‌های رقومی TM اقدام به تهیه نقشه شوری خاک کرده است ولی برای تصحیح هندسی دچار مشکل شده و در نهایت از سیستم GPS استفاده کرده است. در صورتی که در اکثر بررسی‌های خارج از کشور نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس مناسب و دقت زیاد استفاده شده است که متأسفانه در ایران نقشه‌های مذکور تولید نشده‌اند (۲۲). منطقه مورد مطالعه در یک منطقه خشک و نیمه‌خشک واقع شده است. بنابراین با توجه به سطح تاج پوشش گیاهی کم در اکثر قسمت‌های منطقه مورد مطالعه، بازتاب پس‌زمینه خاک در این مناطق بسیار زیاد می‌باشد به‌طوری که بازتاب پوشش گیاهی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این مطالعه به‌منظور کاهش اثر بازتاب خاک از شاخص‌های فاصله‌ای برای تهیه معادله خاک استفاده شد. استمان (۲۰۰۰) نیز جهت کاهش اثر بازتاب خاک از شاخص‌های فاصله‌ای جهت مطالعه خود استفاده کرد. با رعایت این نکته، واریانس میزان درصد تاج پوشش بین پلات‌ها در محل‌های نمونه‌برداری به حداقل رسید. جیمز و همکاران (۲۰۱۱) با توجه به سطح تاج پوشش گیاهی کم در اکثر قسمت‌های منطقه مورد مطالعه، به این نتیجه رسید که بازتاب پس زمینه خاک در این مناطق بسیار زیاد بوده و به طوری که بازتاب پوشش گیاهی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. گیاه در جذب طول موج‌های قرمز نور خورشید و انعکاس امواج مادون قرمز نزدیک، بسیار پرقدرت عمل می‌کند. از این خصوصیات بازتابشی گیاهان در تهیه شاخص‌های گیاهی با استفاده از دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک در داده‌های ماهواره‌ای می‌توان استفاده کرد. همان‌طور که نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد، شاخص TSAVI، RVI، MSAVI و PVI به‌ترتیب بعد از SAVI دارای بالاترین ضریب همبستگی را با درصد تاج پوشش گیاهی داشته اند. شاخص NDVI ضریب همبستگی کمتری را نسبت به شاخص‌های فوق‌الذکر داشته‌اند.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.4.3]

خواجه‌الدین (۱۹۹۵) نیز در مطالعات خود به این نتیجه رسید که هنگامی که پوشش ضعیف است خاک زمینه انعکاس پوشش گیاهی را می‌پوشاند و مانع از انعکاس پوشش گیاهی در تصویر می‌شود و در نتیجه NDVI کاهش می یابد و یا مناطق مختلف دارای مقادیر NDVI مشابهی می‌شوند. وی به این نتیجه رسید که NDVI شاخص مناسبی برای مناطق خشک نمی‌باشد، زیرا پوشش گیاهی ضعیف به‌طور معنی‌داری بازتاب مادون قرمزکمتری دارد. گورجل و فریرا (۲۰۰۳) در بررسی‌های خود به این نتیجه رسیدند که شاخص $MSAVI_2$ بیشترین حساسیت، ۹۸/۹ درصد در رده‌های بعدی قرار گرفته است. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که خاک زمینه مهم‌ترین عاملی است که رفتار طیفی تاج پوشش را تحت کنترل دارد. آپان (۱۹۹۷)، در منطقه میندوروی فیلیپین، برای تهیه نقشه پوشش گیاهی از خوشه بندی NDVI استفاده کرده و به ۵ طبقه رسیده است: ۱- اراضی بدون پوشش ۲- اراضی با پوشش کمتر از ۱۰ درصد ۳- اراضی با پوشش ۴۹-۱۰ ۴- اراضی با پوشش ۱۰۰-۵۰ درصد، ۵- آب. در طبقه ۱، که اراضی بدون پوشش، شامل خاک لخت، بستر رودخانه، جاده‌ها، اراضی سنگلاخی و نواحی مسکونی بوده است. دقت کلی این طبقه‌بندی ۹۷/۷۳ درصد و دقت کاپای آن ۹۰ درصد است. بنابراین آپان (۵) نیز مشابه پژوهش حاضر از شاخص‌های گیاهی برای تفکیک تاج پوشش گیاهی استفاده کرده و آن‌ها را گروه بندی نموده و نتایج مشابه ارائه نموده است. شاخص‌های NDVI که یک شاخص نسبی است و پوشش گیاهی متراکم و نیز مناطق با لاشبرگ و یا مناطقی که عاری از پوشش گیاهی هستند نیز به خوبی از طریق این شاخص قابل شناسایی هستند (۱۳). 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 تمام شاخص‌های تهیه شده با تاج پوشش گیاهی در سطح ۰/۰۱ دارای همبستگی معنی‌داری بودند. SAVI شاخصی است که به‌منظور به حداقل رساندن اختلاف انعکاس طیفی پوشش گیاهی که در اثر انواع مختلف پس زمینه خاک ایجاد می‌شود، ارائه شده است. هیوت و جانسون (۱۷ و ۲۰) نیز در مطالعات خود به نتایج مشابهی دست یافت. با توجه به ضریب بالای توصیف درصد تاج پوشش گیاهی منطقه توسط شاخص SAVI، از این شاخص جهت تهیه نقشه درصد تاج پوشش گیاهی منطقه برای سال ۱۳۸۸ استفاده شد. راندوکس و بارت (۲۷) در مطالعه خود برای تهیه نقشه تاج پوشش گیاهی و به‌منظور کاهش اثر بازتاب خاک، از شاخص‌های گیاهی فاصله‌ای استفاده کردند و این شاخص‌ها را در کاهش اثر یازتاب خاک، مؤثر بیان کردند. در تحقیق حاضر جمع‌آوری داده‌های 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. نحوه برداشت داده های میدانی و هم‌زمانی برداشت تصویر و جمع‌آوری داده‌های میدانی بر روی صحت نقشه‌های تهیه شده با استفاده از تصاویر ماهواره تاثیر مهمی دارد (۲۰). 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، پیکسل‌های مجاور محل نمونه‌برداری نیز دارای مقدار تاج پوشش مشابه با پلات نمونه‌برداری بودند. با رعایت این نکته، واریانس میزان درصد تاج بین پلات‌ها در هر محل نمونه‌برداری به حداقل رسید (۲۱). بنابراین این امکان فراهم شد تا درصد تاج پوشش پلات‌های نمونه برداری شده را به سطح وسیع‌تری از قدرت تفکیک مکانی ماهواره نسبت داد. اعمال تصحیح هندسی دقیق بر روی تصاویر در نتیجه این قبیل مطالعات بسیار تأثیرگذار می‌باشد، بنابراین اعمال یک تصحیح هندسی دقیق بر روی تصاویر جهت استقرار محل نمونه‌برداری در مکان واقعی خود بر روی تصویر بسیار مهم است (۳). در مطالعات پوشش گیاهی مراتع، استفاده از سنجنده‌ها با قدرت تفکیک مکانی بالا به صرفه نیست (۲). اگرچه دارویش و فاور (۲۰۰۸) رنجبر و همکاران (۲۰۱۱)، شاخص NDVI را عمومی‌ترین شاخص در ارزیابی پوشش گیاهی دانستند و محققان زیادی در مطالعات خود ار این شاخص استفاده کرده‌اند (۲۹، ۳۰، ۴ و ۱۶). اما نتایج این تحقیق نشان داد که شاخص SAVI با ضریب همبستگی ۷۴ درصد بالاترین همبستگی را با تاج پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.4.3]

دارد. چون در این شاخص شیب خط خاک به کار گرفته شده است و اثرات منفی خاک زمینه‌ای به‌خوبی حذف شده و در آن تفکیک پوشش گیاهی با دقت بالاتری انجام می‌شود (۹). در این مطالعه با توجه به پراکنده بودن پوشش گیاهی همانطور که انتظار می‌رفت، شاخص‌های فاصله‌ای که عامل خاک نیز در آن‌ها مورد توجه قرار می‌گیرد دارای ضریب توصیف بالا و بیشتر از شاخص‌های نسبی بودند (۲۴). شاخص SAVI به‌منظور به حداقل رساندن اختلاف انعکاس طیفی پوشش گیاهی که در اثر انواع مختلف پس زمینه خاک وجود دارد، ارائه شده است (۱۷). مسعود و کویک (۲۰۰۶) در مطالعه خود به توان این شاخص در بارز کردن پوشش گیاهی پراکنده مناطق بیابانی اشاره کرده‌اند. هیوت (۱۹۹۸) شاخص SAVI را یک شاخص هیبرید از شاخص‌های نسبی و فاصله‌ای معرفی می کنند. 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 ۱۳۸۸ استفاده شد. بررسی جدول ۲، نشان می دهد که شاخص‌های MSAVI , TSAVI، RVI، PVI و SAVI دارای مقادیر بالاتری از ضریب کاپا هستند. زاهدی فرد (۲۰۰۴) در مطالعه خود بیان می‌کند که شاخص‌های $TSAVI_1$، SAVI و NDVI دارای بیشترین همبستگی و شاخص گیاهی RVI, PVI و DVI دارای همبستگی پایینی با درصد تاج پوشش گیاهی بوده‌اند. کنترل میدانی نشان داد که شاخص‌های گروه PVI عملکرد مناسبی در توصیف سطح طبقات تاج پوشش گیاهی نداشته اند. شاخص MSAVI در بیان سطح مساحت طبقات مختلف تاج پوشش به مانند 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 توصیف کند. مقدار ضریب خاک در مناطق با پوشش گیاهی ۱۰۰ درصد 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 (۲۴). الکساندر و میلینگتون (۲۰۰۰) در مطالعات خود به نتایج مشابهی دست یافته‌اند و بیان کرده‌اند که ضریب توصیف معیار دقیقی جهت بررسی دقت نقشه‌های تولید شده نمی‌باشد. در این مطالعه با توجه به شباهت بازتابشی گز و نی با باغات و مزارع، زیر پنجره‌هایی بر روی باغات که دارای شکل هندسی منظم بودند اعمال شد و از تصویر ماهواره‌ای 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. همان‌طور که جدول ۴ نشان می دهد نقشه تهیه شده در این مطالعه از دقت نسبتاً قابل قبولی برخوردار است و واقعیت زمینی را به خوبی توصیف می‌کند. اولئف و فراسر (۲۰۰۶) بیان کردند که از میان معیارهای بیان دقت، دقت کاربر و تولیدکننده به‌همراه ضریب کاپا با محاسبه نمودن قسمت‌های اشتباه به‌همراه قسمت‌های صحیح، دارای توانایی بالایی برای برآورد دقت به‌ویژه به‌منظور مقایسه دقت نقشه‌های تولید شده را دارند. راهداری (۲۰۱۲) در مطالعه خود بیان کرد با توجه به در دسترس بودن داده‌های ماهواره‌ای از سال ۱۳۵۲ این امکان وجود دارد تا با تهیه سری زمانی نقشه های پوشش گیاهی روند تغییرات مراتع را بررسی کرد. در 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 داده‌های سنجش از دور این امکان را فراهم کرده است که اهمیت استفاده از این داده‌ها را در مطالعات مرتع نشان می دهد.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.4.3]

References

1. Alavipanah, S. k., A.H.Ehsani & P. Omidi, 2004. A study of Desertification and changes of Damghan Playa Lands Using multi-Spectral and multi-tempral Data, Biaban. 9(1).
2. Alexander, R. & A. C. Millington, 2000. Vegetation Mapping. John Wiley and sons, Inc New York.
3. Alrababah, M A & M. N. Alhamad, 2006. Land use/cover classification of arid and semi-arid Mediterranean landscapes using Landsat ETM+.. International Journal of Remote Sensing. 27(13): 2703-2718.
4. Anderson, G.L., J. D Hanson & R. H. Haas, 1993. Evaluating Landsat thematic map per derived vegetation indices for estimating above-ground biomass on semiarid rangelands. Remote Sensing of Environment. 45:165–175.
5. Apan, A. A., 1997. Land cover mapping for tropical forest rehabilitation planning using remotely sensed data. Int Journal Remote Sensing. 18(5):1029-1049.
6. Bannari, A., D. Morin, F.Bonn & A. R. Huete, 1995. A review of vegetation indices. Remote Sensing Reviews. 13: 95-120.
7. Bastin, G., N. & J. A. Ludwing, 2006. Problems and prospects for mapping vegetation condition in Australia arid rangelands. Ecological Management and Restoration. 7, S71-S74.Doi:10.1111/j.14428903.2006.2934.x.
8. Booth, D., T. & P. T. Tueller, 2003. Rangeland monitoring using remote sensing. Arid Land Research and Management. 17: 455-467.
9. Clevers, J.G.P.W, 1988. The derivation of a simplified reflectance model for the estimation of leaf area index. Remote Sensing of Environment, 35: 53- 70.
10. Damavandi, A., 2009. Investigate the possible use of satellite data in the identification and classification of saline soils using digital method. Sixth Congress of Surveying. Tehran. 238-254.
11. Darwish, T., & G. Faour, 2008. Rangeland degradation in two watersheds of Lebnon. Lebanese Science Journal, 9: 71-80.
12. Esteman, J, R., 2000. idrisi for windows user guid version 1/0. Clark University.
13. Esteman, J. R. 1995. Idrisi for windows user guid version 1/0, Clark University.
14. Gilabert, M. A., J. F. Gonza les – Piqueras, J. Garcia – Haro & J. Melia, 2002. A generalized soil –adjusted vegetation index. Remote Sensing of Environment. 82: 303-310.
15. Gurgel, H.C., & N.J. Ferreira, 2003. Annual and Interannual Variability of NDVI in Brazil and its Connections with Climate. International Journal of Remote Sensing. 24(18): 3595–3609.
16. Huang, C. & G.P.Asner, 2009. Applications of Remote Sensing to Alien Invasive Plant Studies. Sensors, 9: 4869-4889.
17. Huete, A. R. 1988. A Soil – adjusted vegetation index. Remote Sensing of environment. 25: 295-309.
18. Jafari, R. M., M. Lewis & B. Ostendorf, 2007. Evaluation of vegetation indices for assessing vegetation cover in southern arid lands in South Australia. The Rangeland Journal. 29: 39-49.
19. James. B., J. Campbell & H. Randolph, 2011. Introduction to remote sensing. Fifth Ed.
20. Johnson, R. D. 1998. Change vector analysis: A technique for multispectral monitoring of land cover and condition. Remote Sensing. 19 (3): 411-426.
21. Khajedin, S.J. 1995. A survey of the plant communities of the Jazmorian-Iran using Landsat MSS data.Ph. D. Thesis, University of Reading.
22. Langford, M., 1997. Land cover mapping in a tropical hillsides in environment a case study in the Caucau region of Clombia, International journal Remote Sensing. 18(6): 1307-1319.
23. Luna, A. R, & A. R. Cesar, 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.
24. Msoud, A. A & K. Koike, 2006. Arid land sanilization detected by remotely-sensed land cover changes: A case study in the siwa region, NW Egypt, Arid Environment. 66:151-167.
25. Olthof, I. & R. H. Fraser, 2006. Mapping northern land cover faction using land sat ETM+. Remote sensing of Environment. 107(3): 496-509.
26. Rahdari, V., S. Maleki, A. R. Soffianian, , S. J. Khajedin & A. Pahlevanravi, 2013. Change detection of canopy cover percentage using satellite data during 1972 to 2008 (Case study: Monteh Wild Life Refuge). Iranian Iournal of Range and Desert Research. 20, 3. 508-521.
27. Ranjbar, H., F. Masoumi, , & E. J. M. Carranza. 2011. Evaluation of geophysics and spaceborne multispectral data for alteration mapping in the Sar Cheshmeh mining area, Iran. International Journal of Remote Sensing, 32 (12): 3309-3327.
28. Rondeaux, G. & F. Baret, 1996. Optimization of soil – adjusted vegetation indices, Remote sensing of environment. 55: 98-107.
29. Running, S.W., T.R. Loveland, L.L. Pierce, R. Nemani, & E.R. Hunt, 1995. A remote-sensing based vegetation classification logic for global land-cover analysis. Remote Sensing of Environment. 51: 39–48.
30. Woodcock, C.E., S .A. Macomber, M. Pax-Lenney, & W.B. Cohen, 2001. Monitoring large areas for forest change using Landsat: generalization across space, time and Land sat sensors. Remote Sens. Environ. 78: 194–203.
31. Xiao, B. & J.M. Sha, 2007. A summary of the methods of remote sensing retrieving the soil moisture. Remote Sensing Information. 6: 94–99.
32. Yeganeh, H., S. J.Khajeddin, & A. R. Soffianian, 2008. Evaluating the Potentials of Spectral Indices of the MODIS in Estimating the Plant Production in Semirom Pastures, Rangeland. 2(1): 63-77.
33. Zahedi fard, N., S.J. Khajedin & A. Jalaliyan, 2004. Using TM images for preparation land use map Baz yaft River Basin. Journal of science and technology of Agriculture and Natural Resource.2: 91-107.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.4.3]