



## برآورد درصد پوشش و زی توده گیاهی با استفاده از شاخص های سنجش از دور (مطالعه موردی: منطقه حفاظت شده البرز مرکزی - شهرستان کرج)

چوقی بایرام کمکی<sup>۱\*</sup>، رضا اسدی کیا<sup>۲</sup>، حمید نیکنهادقرماخر<sup>۳</sup>

۱. استادیار گروه مدیریت مناطق بیابانی، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲. دانش آموخته کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۳. استادیار گروه مرتع داری، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

### مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:

دریافت: ۱۵ مرداد ۱۳۹۷

پذیرش: ۳ فروردین ۱۳۹۸

دسترسی اینترنتی: ۳۰ اردیبهشت ۱۳۹۸

واژه های کلیدی:

شاخص گیاهی

لندست

درصد پوشش گیاهی

بیوماس

البرز مرکزی

### چکیده

پوشش گیاهی یکی از معیارهای معرف توان تولید سرزمین به شمار می رود. به طوری که میزان کیفیت و کمیت پوشش گیاهی هر منطقه معیار تعیین توان تولید آن است. در این تحقیق جهت برآورد درصد پوشش و زی توده گیاهی منطقه حفاظت شده البرز مرکزی (شهرستان کرج) در تیرماه ۱۳۹۵ با استفاده از شاخص های گیاهی، از داده های رقومی لندست ۸ استفاده گردید. جهت بررسی همبستگی بین درصد پوشش و بیوماس گیاهی با داده های ماهواره، ۲۷ واحد نمونه برداری در منطقه تعیین و اطلاعات استخراج شد. رابطه درصد پوشش و زی توده گیاهی با شاخص های گیاهی از رگرسیون خطی برآورد گردید. نتایج نشان داد از میان شاخص های گیاهی انتخابی، شاخص گیاهی نسبت ساده (VR) و شاخص گیاهی بهبود یافته (EVI) دارای بیشترین ضریب تبیین با درصد پوشش گیاهی به ترتیب ۰/۵۳ و ۰/۵۲ است. بنابراین، این شاخص های گیاهی برای برآورد درصد پوشش گیاهی در سطح اطمینان ۵ درصد مناسب هستند. در مرحله اعتبارسنجی میزان ضریب تبیین شاخص پایش محیطی جهانی (GEMI)، VR و EVI با مقدار وزن تر گیاهی به ترتیب ۰/۴۳، ۰/۴۱ و ۰/۴۱ بود. با وجود این، مقادیر برآوردی در مرحله واسنجی ناموفق بودند. با توجه به نتایج این تحقیق، توصیه می گردد جهت تخمین میزان کیفیت و کمیت پوشش گیاهی از شاخص هایی استفاده شوند که در آنها نسبت اثر جو و خاک لحاظ شده باشد.

## مقدمه

مراعات با تأمین علوفه دام جزو منابع مهم زیست‌بوم به شمار می‌روند؛ به دلیل این‌که پوشش گیاهی در تولید زیستی پایه مهم است، ارزیابی و پایش زمانی و مکانی آن ضروری است (۱ و ۶). به علت وسعت عرصه‌های مراعات، استفاده از روش‌های سنجش‌ازدور کمک بسزایی در تعیین خصوصیات گیاهی می‌نماید که این امر از لحاظ کاهش هزینه اقتصادی و دسترسی زمانی به صرفه است (۳ و ۱۹). از این طریق، می‌توان کمیت پوشش گیاهی از قبیل درصد پوشش گیاهی و حتی بیوماس گیاهی را تخمین زد (۱۲ و ۱۵). به طوری‌که بررسی تصاویر ماهواره لندست ۷ در برآورد زی‌توده در مراعات طالقان نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری را با نمونه میدانی وجود ندارد (۴). مضاف بر آن، این تحقیق بیانگر آن است که شاخص گیاهی مبتنی بر باندهای ۵ و ۷ ماهواره لندست با تولید گیاهی، همبستگی معنی‌داری دارند. همچنین، صباغ‌زاده و همکاران (۱۲ و ۱۳) با بررسی برآورد بیوماس گیاه تاغ در منطقه خشک بیرجند با شاخص‌های گیاهی لندست ۷ نتیجه گرفتند که شاخص گیاهی تعدیل‌شده خاک (SAVI) و شاخص گیاهی متعامد IPVI و شاخص گیاهی نسبتی (RVI) برای تشخیص بیوماس مناسب‌تر است و به علت تأثیر انعکاس طیفی خاک در منطقه خشک، شاخص SAVI بهترین عملکرد داشته است. سپهری و متقی (۱۰) اظهار نمودند در هنگام ارزیابی شاخص‌ها، ارزش‌های حاصله بر مبنای داده‌های میدانی باید در طبقات مجزا از لحاظ انحراف معیار قرار گیرند تا تفاوت عملکردی بهتر نمایش داده شود. همچنین، بررسی وضعیت شاخص گیاهی در حوزه آب ماهی-شیراز با بارش سالانه ۵۲۸ میلی‌متر نشان داده است که SAVI با ضریب مثبت و معیار VI03 (نسبت حاصل‌ضرب باند ۳ و ۵ به باند ۷ در لندست ۷) با ضریب منفی در مدل رگرسیون خطی (ضریب تبیین ۰/۶۱) وارد شده است (۱۸) و این امر نشانگر آن است که درصد پوشش گیاهی با شاخص گیاهی سنجش‌ازدور رابطه مثبت و ضریب اهمیت بیشتری داشته، ولی با باندهای مرتبط با

خاک (باندهای غیر از باند مادون‌قرمز نزدیک) رابطه منفی و ضریب اهمیت کمتری دارد. با وجود معناداری کارایی حاصله، در صورت صفر بودن هر دو معیار، با در نظر گرفتن عرض مبدأ مثبت، مقدار درصد پوشش گیاهی برابر آن خواهد بود؛ بنابراین، اکثر مدل‌های ارائه‌شده در تحقیقات مختلف یک مدل منطقه‌ای است. عبدالهی و همکاران (۱۴) بیان داشتند که شاخص NDVI براساس لندست ۷ به‌خصوص برای مناطق خشک و نیمه‌خشک (با درصد پوشش گیاهی کمتر از ۲۰ درصد) مناسب نیست و برای تخمین بهتر از سایر شاخص‌ها از قبیل مدل ارتفاع رقومی، جهت و شیب برای تخمین بهتر کمک گرفت. علاوه بر تصاویر لندست، سایر تصاویر ماهواره‌ای از قبیل سنجنده LISS3 ماهواره IRS-P6 (۹)، ASTER (۵) و سنجنده‌های WiFS و AWiFS ماهواره هندی RESOURCESAT-1 (۸) نیز درصد پوشش گیاهی را با رگرسیون خطی ساده در حد مقبولی برآورد نمودند. لازم به ذکر است در به‌کارگیری تصاویر ماهواره‌ای چندطیفی سطح نمونه‌برداری و نوع گونه گیاهی بر میزان همبستگی پوشش گیاهی و شاخص گیاهی NDVI مؤثر است. در صورت کاهش تراکم گیاه در اثر تخریب پوشش گیاهی، سطح نمونه‌برداری افزایش می‌یابد (۱۹). علاوه بر برآورد درصد پوشش گیاهی، از داده‌های تصاویر ماهواره‌ای چندطیفی از قبیل لندست می‌توان در برآورد کمیت پوشش گیاهی و حتی تراکم تاج پوشش نیز سود جست (۷، ۹ و ۱۱). با شناخت وضعیت پوشش گیاهی حتی می‌توان از کمیت زی‌توده گیاهی (بیوماس) نیز اطلاعاتی به دست آورد (۲، ۳، ۳۷ و ۴۳).

در محاسبه شاخص‌های گیاهی می‌توان وضعیت کیفی و مقادیر کمی گیاهی (درصد پوشش، سطح برگ و زی‌توده) را با ایجاد تمایز بین خاک و گیاه و کاهش اثرات توپوگرافی و جوی، بررسی و تعیین نمود (۱۶). در این راستا، با مشاهده انعکاس طیفی در یک محدوده طیف الکترومغناطیس و بررسی تغییرات آن‌ها می‌توان دریافت که انعکاس طیفی خاک همانند پوشش گیاهی سبز در طیف مادون‌قرمز، روشن (و در خاک خشک، روشن‌تر) است ولی اختلاف بین طیف مادون‌قرمز

تعیین نقشه پوشش گیاهی به کار خواهد رفت.

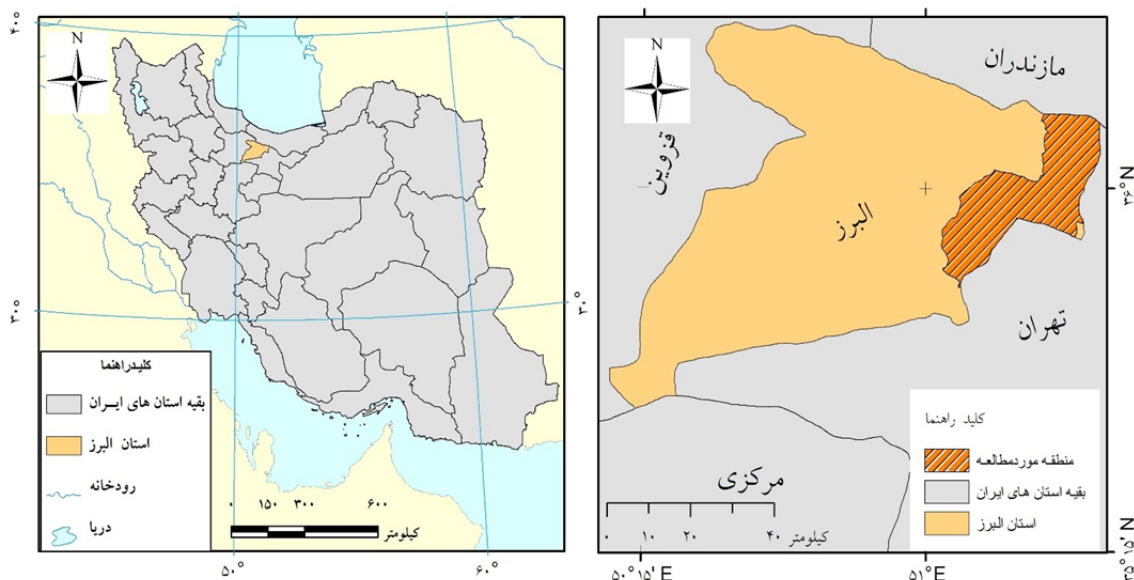
## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

منطقه حفاظت‌شده البرز مرکزی (در شمال شرق کرج) به مساحت ۶۳۹۰۰ هکتار است. محدوده مورد مطالعه در مابین عرض جغرافیائی "۳۵° ۵۳' ۱۳" تا "۳۶° ۰۴' ۱۱" شمالی و طول جغرافیائی "۵۱° ۰۵' ۲۴" تا "۵۱° ۲۷' ۴۸" شرقی قرار گرفته است (شکل ۱). اقلیم منطقه برحسب داده ایستگاه باران‌سنجی سد کرج (در دوره ۱۳۶۴-۱۳۹۴)، به روش طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن نیمه‌خشک است، میانگین بارندگی سالانه منطقه ۳۸۷ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه حدود ۱۴/۹ سانتی‌گراد بوده، دامنه تغییرات ارتفاعی منطقه مورد مطالعه نیز ۱۴۰۰ تا ۴۰۰۰ متر از سطح آزاد دریا است.

نزدیک و قرمز برای پوشش گیاهی خیلی بیشتر از مقدار اختلاف آن‌ها برای خاک لخت است (۱۷).

هدف اصلی از این تحقیق امکان‌سنجی برآورد درصد پوشش و زی توده گیاهی در منطقه حفاظت‌شده البرز مرکزی (شهرستان کرج) با استفاده از شاخص‌های گیاهی حاصل از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ است که پارامتر آستانه‌ای برای هر یک از شاخص‌های سنجنش‌ازدور تعیین می‌گردد. لازم به ذکر است در این مطالعه شاخص مبتنی بر دو باند طیفی مادون‌قرمز نزدیک و قرمز مدنظر است که براساس روش‌های مختلف از قبیل شیب‌خطی این دو باند و در صورت نیاز براساس سایر باندها جهت حذف اثر خاک و اثر اتمسفر (جو) مورد بررسی قرار می‌گیرد و از باند طیفی معمول در شاخص‌های معمول استفاده خواهد شد. در صورت معناداری رابطه به‌دست‌آمده برای برآورد میزان سطح پوشش حد آستانه برای سطوح خاک و پوشش گیاهی محاسبه خواهد شد. لازم به ذکر است که پارامتر آستانه پوشش گیاهی و سطح خاک در

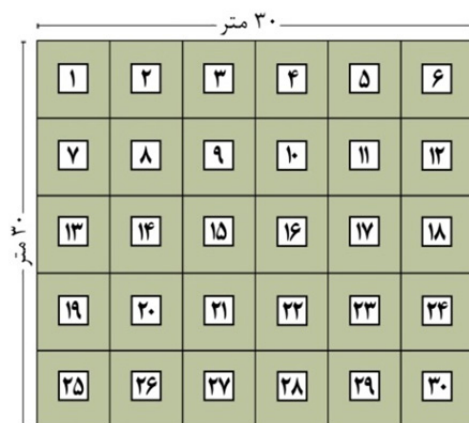


شکل ۱. موقعیت جغرافیائی منطقه حفاظت‌شده البرز مرکزی - شهرستان کرج در استان البرز و ایران و نقاط نمونه‌برداری

### نمونه برداری میدانی و داده‌های مورد استفاده

در منطقه مورد مطالعه ۲۷ واحد نمونه برداری به صورت کاملاً تصادفی تعیین و در هر واحد، در منطقه کلید (با پوشش گیاهی همگن) یک نقطه به صورت تصادفی مشخص و با استفاده از پلات یک مترمربعی (۱×۱ متر) نمونه برداری اولیه صورت گرفته مختصات جغرافیایی آن نقطه به عنوان مختصات آن واحد یادداشت شد سپس پلات‌های بعدی با فواصل منظم

تعداد ۳۰ پلات در یک مربع با اضلاع ۳۰×۳۰ متری (معادل یک پیکسل تصویر ماهواره‌ای، شکل ۲) انداخته و نمونه برداری انجام شد و اطلاعات هر پلات شامل درصد تاج پوشش گیاهی، درصد خاک لخت به همراه میزان وزن زی توده گیاهی کلیه اندام‌های گیاهی سطح خاک (بیوماس؛ که با توجه به غلبه گیاهان یک ساله در منطقه، منظور بیوماس گیاهی یک ساله است) در اوایل تیرماه (۱۳۹۵) اندازه گیری و یادداشت شد (۴).



شکل ۲. نحوه استقرار پلات‌ها در نمونه برداری میدانی

در این تحقیق از تصاویر سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ استفاده شد. با توجه به پوشش گیاهی مناسب منطقه مورد مطالعه در اوایل تیرماه و نیز، ضرورت هم‌زمانی داده‌های میدانی و ماهواره‌ای، از تصویر منطقه در تاریخ ۲۱ ژوئن ۲۰۱۶ (۱ تیرماه ۱۳۹۵)، پس از پیش‌پردازش اولیه و اعمال اقدامات اصلاحی چون تصحیح اتمسفری ساده و تبدیل انعکاس استفاده شد (۴۲). به منظور تبدیل داده‌های لندست به انعکاس از نرم‌افزار سامانه اطلاعاتی مکانی QGIS با استفاده از پکیج SCP (پلاگین طبقه‌بندی نیمه خودکار) استفاده شد، و برای تصحیح اتمسفری نیز از روش ساده تعبیه شده در این پکیج یعنی حذف جسم سیاه استفاده شد (۲۶). برای باندهای طیفی مجموعه‌ای از حالت ترکیبی و محاسبات ریاضی وجود دارد تا خصوصیات طیفی گیاهان سبز از سایر پوشش‌های سطحی

زمین تشخیص داده شود (جدول ۱).

با مقایسه مقادیر طیف قرمز (R) و مادون قرمز نزدیک (NIR) در اراضی با پوشش گیاهی تنک و کم تراکم یا بدون پوشش گیاهی (خاک لخت)، یک خط برازش به عنوان خط خاک  $(NIR_{soil} = s \times R_{soil} + a)$  تعیین (S شیب خط و a عرض از مبدأ در این تحقیق در جدول ۲ و ۳ قید شده است) که به عنوان یک مرجع در برخی شاخص استفاده گردید (۲۴). بر این اساس در این تحقیق، از سه نوع شاخص گیاهی؛ شاخص نسبت ساده (NDVI، SAVI و MSAVI)، شاخص مبتنی بر خط خاک (حالت عمومی عمود بر آن GVI و براساس شیب خاک PVI و شاخص نسبتی براساس شیب خط خاک TSAVI) و شاخص اصلاح شده جوی (ردیف ۱ تا ۷ در جدول ۱) استفاده شد (۱۲، ۲۸ و ۳۶).

جدول ۱. شاخص گیاهی اصلاح شده اتمسفری و نسبت، مبتنی بر شیب خاک

رابطه	شاخص گیاهی	نام انگلیسی
$AFRI1600 = NIR - 0.66 \frac{SWIR1}{NIR + 0.66SWIR1}$	شاخص گیاهی بدون اثر ذرات معلق (۳۴)	Aerosol Free Vegetation Index 1600
$ARVI = \frac{NIR - R - y(R - B)}{NIR + R - y(R - B)}$	شاخص گیاهی مقاومت جوی (۲۰)	Atmospherically Resistant Vegetation Index
$EVI = \frac{2.5(NIR - R)}{(NIR + 6R - 7.5B) + 1}$	شاخص گیاهی بهبودیافته (۳۱)	Enhanced Vegetation Index
$EVI2 = \frac{2.5(NIR - R)}{NIR + 2.4R + 1}$	شاخص گیاهی بهبودیافته ۲ (۳۳)	Enhanced Vegetation Index 2
$GARI = \frac{NIR - (G - (B - R))}{NIR - (G + (B - R))}$	شاخص گیاهی مقاومت جوی سبز (۲۹)	Green Atmospherically Resistant Vegetation Index
$GEMI = n(1 - 0.25n) - \frac{R - 0.125}{1 - R}$ $n = \frac{2(NIR^2 - R^2) + 1.5NIR + 0.5R}{NIR + R + 0.5}$	شاخص پایش محیطی جهانی (۳۸)	Global Environment Monitoring Index
$VARI = \frac{G - R}{G + R - B}$	شاخص مقاومت جوی مرئی (۳۰)	Visible Atmospherically Resistant Index
$VR = \frac{NIR}{R}$	شاخص گیاهی نسبت ساده (۲۳)	Simple Ratio
$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$	شاخص گیاهی اختلاف نرمال (۴۱)	Normalized Difference Vegetation Index
$IPVI = \frac{NIR}{NIR + R} (NDVI + 1)$	شاخص گیاهی درصد مادون قرمز (۲۷)	Infrared Percentage Vegetation Index
$GVI = -0.2848B - 0.2435G - 0.5436R + 0.7243NIR + 0.084SWIR1 - 0.18SWIR2$	شاخص گیاهی سبز (۳۵)	Green Vegetation Index
$PVI = \frac{NIR - sR - a}{\sqrt{1 + s^2}}$	شاخص گیاهی متعامد ۲ (۴۰)	Perpendicular Vegetation Index
$SAVI = \frac{(1 + L)(NIR - R)}{NIR + R + L}$	شاخص گیاهی متعادل با خاک (۳۲)	Soil Adjusted Vegetation Index
$TSAVI = \frac{s(NIR - sRED - a)}{R + s(NIR - a) + 0.08(1 + s^2)}$	شاخص گیاهی متعادل با خاک تبدیلی (۲۱)	Transformed Soil Adjusted Vegetation Index
$MSAVI = \frac{2NIR + 1 - \sqrt{(2NIR + 1)^2 - 8(NIR - Red)}}{2}$	شاخص گیاهی متعادل با خاک (۳۹)	Modified Soil Adjusted Vegetation Index
$WDVI = NIR - sRed$	شاخص گیاهی تفاوت وزنی (۲۵)	Weighted Difference Vegetation Index

### برآورد درصد پوشش گیاهی و زی توده

در منطقه مورد مطالعه به صورت نمونه برداری تصادفی به تعداد ۲۷ نمونه جمع آوری (شکل ۲) و برای هر نمونه مقدار درصد پوشش گیاهی و بیوماس برآورد شد. سپس در محیط نرم افزار برنامه نویسی پایتون، شاخص پوشش گیاهی محاسبه که با مقایسه این دو، مقدار نسبی پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه محاسبه می شود؛ براساس موقعیت نمونه برداری میدانی، مقادیر شاخص های پوشش گیاهی سنجنش از دور در محیط نرم افزار سامانه اطلاعات مکانی ArcMap<sup>®</sup> 10.4.1 به

روش دوخطی استخراج شد. بعد از آن بین مقادیر برداشت میدانی و مقادیر شاخص های موجد در جدول ۱ رابطه رگرسیونی (رابطه ۱۷) محاسبه گردید.

$$fc = a \times VI + b \quad [17]$$

در این رابطه؛  $a$  شیب خط رگرسیون و  $b$  عرض از مبدأ است. لازم به ذکر است این مدل رگرسیونی برای محاسبه داده پرت مورد استفاده قرار گرفت. سپس، داده ها به دو گروه تقسیم بندی می گردند، گروه اول ۷۰٪ کل داده آماری است که

برای داده گروه اول برآورد گردید. همچنین، داده‌های گروه دوم نیز جهت واسنجی مدل استفاده شد. برای صحت درستی رابطه خطی از معیار ضریب تبیین ( $r^2$ ) استفاده شد (رابطه ۱۹) که  $r^2$  نشانگر همبستگی دو داده، دامنه آن بین ۰ تا ۱ است که به ترتیب عدم موفقیت و تطابق کامل را نشان می‌دهد؛ به عبارت دیگر، ضریب تبیین نشان‌دهنده این است که چگونگی تغییرپذیری متغیر وابسته بر اثر متغیر مستقل را نشان می‌دهد.

$$r^2 = \left[ \frac{1}{N} \times \frac{\sum_{i=1}^N [(x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})]}{\sigma_x * \sigma_y} \right]^2 \quad [19]$$

در این رابطه؛  $N$  تعداد مشاهدات بوده،  $\bar{x}$  میانگین ارزش  $x$  برای مشاهده مستقل  $i$ ،  $\bar{y}$  میانگین ارزش  $y$  متغیر وابسته  $i$  است.  $\sigma_x$  و  $\sigma_y$  به ترتیب انحراف معیار متغیر  $x$  و متغیر  $y$  است. آماره  $t$ ، به‌عنوان نسبت ضریب تخمینی به خطای استاندارد آن، برای آزمون این فرض است که ضریب خط رگرسیون برابر صفر است. برای تفسیر این آماره باید احتمال مشاهده آماره  $t$  بررسی شود. آماره  $p$  برای هر عبارت نشان می‌دهد که فرض صفر (ضریب خط رگرسیون برابر صفر است؛ به معنای نبودن اثر یا شیب خط صفر است) را مورد آزمون قرار می‌دهد که آماره  $p$  کمتر از ۰/۰۵ نشان می‌دهد که شما می‌توانید فرض صفر را رد نمایید. به عبارت دیگر، در یک مدل پیش‌گوینده اگر آماره  $p$  کمتر بود، احتمال افزودن برای معناداری مدل وجود دارد؛ چون که ارزش متغیر وابسته به تغییرات متغیر پاسخ (مستقل) مرتبط است. آماره  $F$  آزمونی است که برای بررسی این فرض، ضرایب شیب (به‌جز عرض از مبدأ) در خط رگرسیون صفر است، برای مدل حداقل مربعات به‌صورت رابطه ۲۰ است.

$$F = \frac{r^2 / (k-1)}{(1-r^2) / (N-k)} \quad [20]$$

در این رابطه؛  $k-1$  درجه آزادی برای صورت و  $N-k$  درجه آزادی برای منخرج معادله است ( $N$  تعداد مشاهدات و  $k$  تعداد متغیر سمت راست). اگر آماره  $p$  برای آزمون  $F$  از سطح معناداری موردنظر کمتر باشد (کمتر از ۰/۰۵) فرض صفر رد می‌شود (فرض صفر؛ مدل موردنظر با مدل فقط عرض از مبدأ

برای حل معادله رگرسیونی (رابطه ۱۷) در مرحله اعتبارسنجی استفاده می‌شود و ۳۰٪ بقیه نیز برای واسنجی صحت بکار گرفته می‌شود. برای تعیین معادله برآورد درصد پوشش گیاهی منطقه، معادله تعیین درصد پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه (رابطه ۱۸) تعیین شد که در آن شاخص گیاهی  $VI$  متغیر مستقل (جدول ۱) و درصد پوشش گیاهی  $fc$  متغیر وابسته در نظر گرفته می‌شود. با استفاده از شاخص گیاهی موجود در جدول ۱ در اراضی مرتعی، البته با تعیین حد آستانه مقدار عددی شاخص گیاهی مربوط به مناطق پوشش گیاهی ( $VI_{veg}$ ) و اراضی لخت ( $VI_{soil}$ ) می‌توان درصد پوشش گیاهی یا زی‌توده محاسبه نمود.

$$fc = \begin{cases} 0 & VI \leq VI_{soil} \\ c \times \frac{VI - VI_{soil}}{VI_{veg} - VI_{soil}} & VI_{soil} < VI \end{cases} \quad [18]$$

در این رابطه؛  $VI$  شاخص گیاهی موردنظر مطابق جدول ۱ است و  $fc$  می‌تواند میزان پوشش گیاهی (درصد با عامل مقیاس  $c=100$ ) و یا زی‌توده (کیلوگرم در هکتار، عامل مقیاس  $c=10000$ ) باشد. در این رابطه براساس  $VI_{soil}$  مقدار شاخص گیاهی برای منطقه خاک با حداقل درصد پوشش گیاهی و تراکم پوشش گیاهی تنک است؛ این منطقه حد مرز بین خاک لخت و پوشش گیاهی است. ولی  $VI_{veg}$  مقدار شاخص گیاهی برای یک منطقه با پوشش گیاهی خوب را نشان می‌دهد. ژانگ و همکاران (۴۳) و بین‌فانگ و همکاران (۲۲) برای تخمین حداقل و حداکثر شاخص گیاهی  $NDVI$  برای پوشش گیاهی تنک (حد آستانه خاک)  $VI_{veg}$  و  $VI_{soil}$  پیشنهادهایی داشتند، ولی با توجه به محدودیت دو مدل فوق‌الذکر، در این تحقیق، این دو حد آستانه  $VI_{veg}$  و  $VI_{soil}$  با بهینه‌سازی رگرسیون خطی بین درصد پوشش گیاهی (یا زی‌توده) و شاخص گیاهی محاسبه می‌گردد. برای تخمین این پارامتر، ابتدا داده‌ها به‌صورت تصادفی به دو گروه تقسیم شدند که داده گروه اول که شامل ۷۰٪ داده آماری است برای اعتبارسنجی و بقیه داده نیز جهت واسنجی، مورد استفاده قرار گرفت. با نوشتن تابع بهینه‌سازی در پایتون افزونه `optimize` و تابع `least_squares` از کتابخانه `scipy` پایتون بکار گرفته شد که این مجهولات تابع

خط خاک)، استفاده از عامل تعدیل اثر خاک و جو به عنوان ابزار تشخیص پوشش گیاهی بیان شده است و با میزان درصد پوشش گیاهی و زی توده مقایسه شد. برای بررسی دقت و کارایی داده‌های لندست ۸ در پایش پوشش گیاهی، این تحقیق با نمونه برداری میدانی برای منطقه معرف (۲۷ نمونه هرکدام ۳۰ تکرار مطابق شکل ۲) در اراضی مرتعی منطقه حفاظت شده البرز جنوبی - کرج اجرا شد تا با انطباق آن با داده‌های زمینی میزان دقت ارزیابی گردد. مقدار برآورد درصد پوشش گیاهی توسط شاخص‌های گیاهی لندست ۸ انطباق خوبی با داده میدانی داشت (جدول ۲). جهت بررسی ارتباط مقدار درصد پوشش گیاهی با شاخص‌های گیاهی لندست ۸ رگرسیون خطی محاسبه شد (۱۳) که ارتباط آن با شاخص‌های EVI، VR، MSAVI، WDVI، PVI، EVI2، GEMI و AFR1600 با درصد پوشش گیاهی میدانی بالاترین همبستگی (بیش از ۰/۵) را داشتند (جدول ۲). نمودار شاخص‌های گیاهی EVI، GEMI، VR و PVI در شکل ۳ آورده شده است.

برابر است) یعنی مدل مورد نظر انطباق بهتری از مدل فقط با عرض از مبدأ نشان می‌دهید.

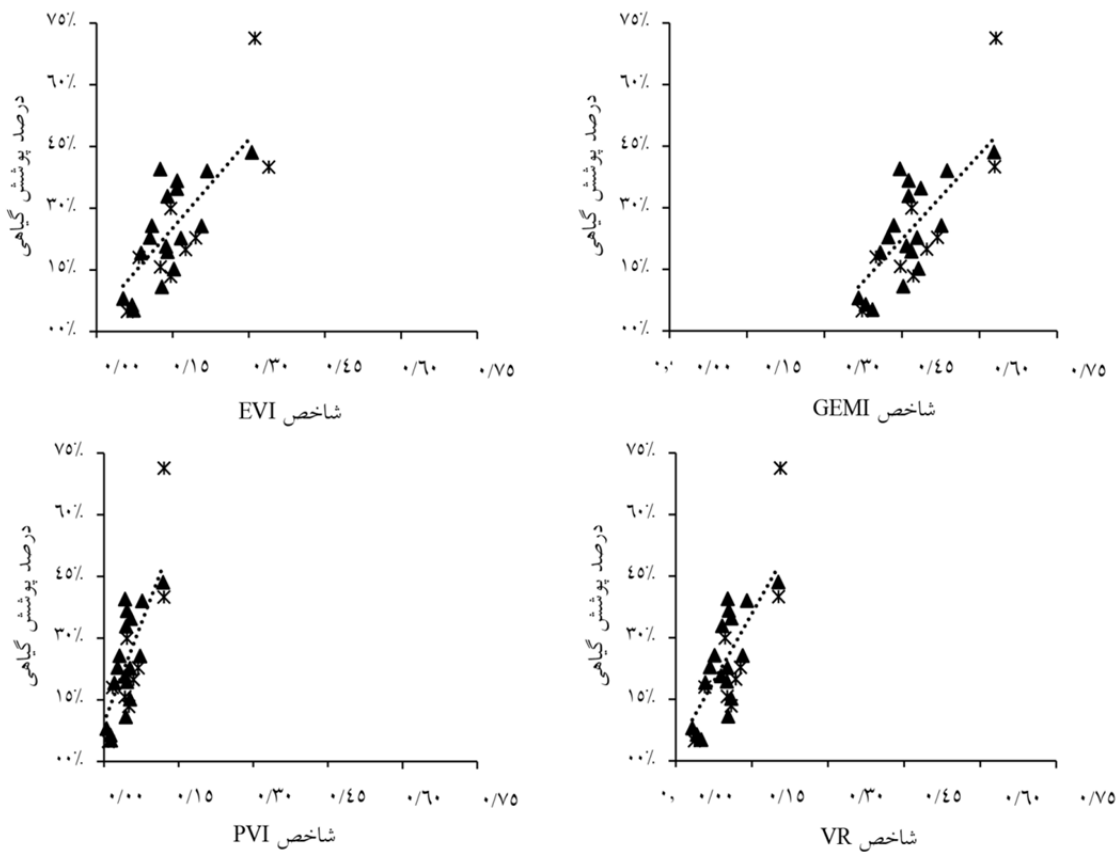
## نتایج

در این تحقیق در ابتدا میزان همبستگی شاخص‌های سنجش از دور به صورت رابطه خطی رگرسیونی مقایسه شد که معیار خوبی برای تخمین درصد پوشش گیاهی براساس لایه‌های اطلاعاتی مبتنی بر پیکسل پایه در یک منطقه نیمه‌خشک می‌دهد و به صورت مطلوبی قابلیت داده‌های چندطیفی لندست ۸ در فرایند پایش دینامیک پوشش گیاهی را نشان می‌دهد. در بخش ابتدای این تحقیق داده‌های لندست ۸ با استفاده از پکیج Semi-automatic Classification نرم‌افزار Q پس از تصحیح اتمسفری تبدیل به انعکاس شد. در محیط نرم‌افزار پایتون با استفاده از پکیج GDAL شاخص‌های مختلف محاسبه گردید. در قسمت بعد نیز انواع شاخص‌های گیاهی براساس سه دیدگاه مختلف شاخص گیاهی (جدول ۱) مبتنی بر اختلاف دو داده طیفی قرمز و مادون قرمز (شیب و فاصله از

جدول ۲. برآورد میزان همبستگی درصد پوشش گیاهی (متغیر وابسته) با شاخص‌های گیاهی لندست ۸ (متغیر مستقل)

شاخص گیاهی	ضریب شیب (a)	عرض از مبدأ (b)	r <sup>2</sup> cal	F آماره	p آماره	r <sup>2</sup> val
AFR1600	۱/۳۳	۰/۴۵	۰/۵	۱۶/۱۳	۰/۰۰۱	۰/۵۱
ARVI	۰/۵۸	۰/۲۱	۰/۴۸	۱۴/۶۲	۰/۰۰۱۵	۰/۶۲
ATSAVI	۱/۱۲	۰/۱	۰/۴۸	۱۴/۵۱	۰/۰۰۱۵	۰/۶۳
EVI	۱/۴۴	۰/۰۴	۰/۵۲	۱۷/۵۹	۰/۰۰۰۷	۰/۶۵
EVI2	۱/۳۶	۰/۰۴	۰/۵۱	۱۶/۵	۰/۰۰۰۹	۰/۶۵
GARI	۰/۸۷	۰/۱	۰/۴۵	۱۳/۲۳	۰/۰۰۲۲	۰/۶
GEMI	۱/۳۸	۰/۴-	۰/۵۱	۱۶/۴۹	۰/۰۰۰۹	۰/۶۶
GVI	۲/۶۴	۰/۱۴	۰/۴۸	۱۴/۴۸	۰/۰۰۱۶	۰/۶۴
IPVI	۲/۵۷	۰/۷۲-	۰/۳۷	۹/۲۶	۰/۰۰۷۸	۰/۵۱
MSAVI	۱/۴۲	۰/۰۴	۰/۵۱	۱۶/۸۸	۰/۰۰۰۸	۰/۶۵
NDVI	۰/۸۷	۰/۰۳	۰/۴۵	۱۳/۳	۰/۰۰۲۲	۰/۶۲
PVI	۳/۲۱	۰/۰۹	۰/۵۱	۱۶/۶۳	۰/۰۰۰۹	۰/۶۶
SAVI	۱/۰۷	۰/۰۳	۰/۴۹	۱۵/۱۹	۰/۰۰۱۳	۰/۶۴
VARI	۱/۲۷	۰/۶۱	۰/۱	۱/۶۹	۰/۲۱۲۵	۰/۲۲
VR	۲/۲	۰/۰۳	۰/۵۳	۱۸/۲۹	۰/۰۰۰۶	۰/۶۵
WDVI	۲/۰۸	۰/۱	۰/۵۱	۱۶/۶۳	۰/۰۰۰۹	۰/۶۶

r<sup>2</sup> val و r<sup>2</sup> cal ضریب تبیین در مرحله اعتبارسنجی با ۱۸ نمونه و واسنجی با ۹ نمونه.



خط نقطه‌چین رابطه رگرسیونی در حالت اعتبارسنجی را نمایش می‌دهد.

شکل ۳. ارتباط شاخص‌های گیاهی EVI، GEMI، VR و PVI با درصد پوشش گیاهی

نمایش داده شده است. برای هر کدام از شاخص‌های گیاهی با بهینه‌سازی حداقل مقدار شاخص به عنوان شاخص گیاهی خاک (VIsoil) و پوشش گیاهی (VIveg) محاسبه شده است (جدول ۴؛ شکل‌های ۵ و ۶).

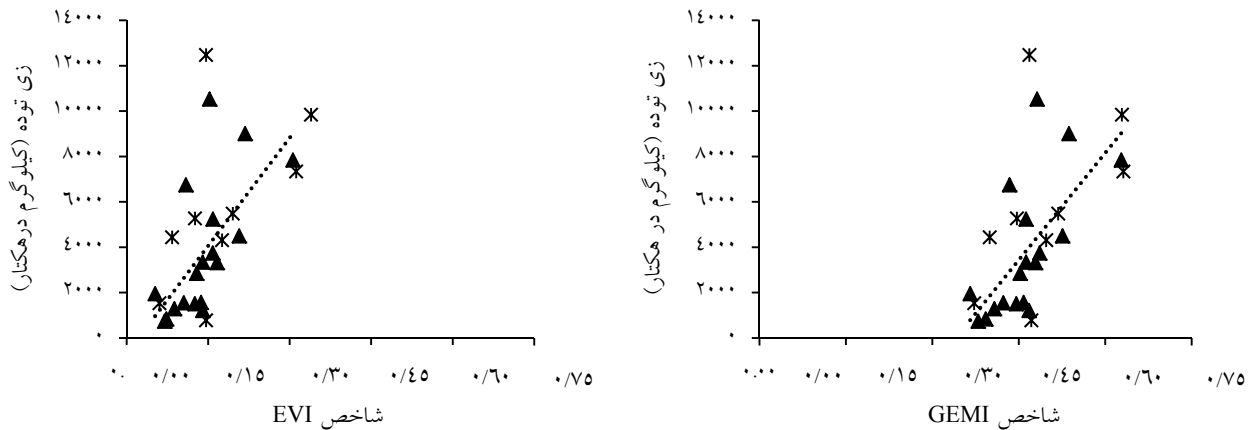
برای ارزیابی ارتباط میزان زی‌توده با شاخص‌های گیاهی لندست ۸ رگرسیون خطی محاسبه شد که با شاخص‌های VR، EVI، MSAVI، WDVI، PVI، EVI2، GEMI و AFR1600 بالاترین همبستگی (بیش از ۰/۴) دارند (جدول ۳). در شکل ۴ نیز نمودار شاخص‌های گیاهی EVI، GEMI، VR و PVI



جدول ۳. مقدار برآورد زی توده (متغیر وابسته بر حسب کیلو گرم در هکتار) براساس شاخص های گیاهی لندست ۸ (متغیر مستقل)

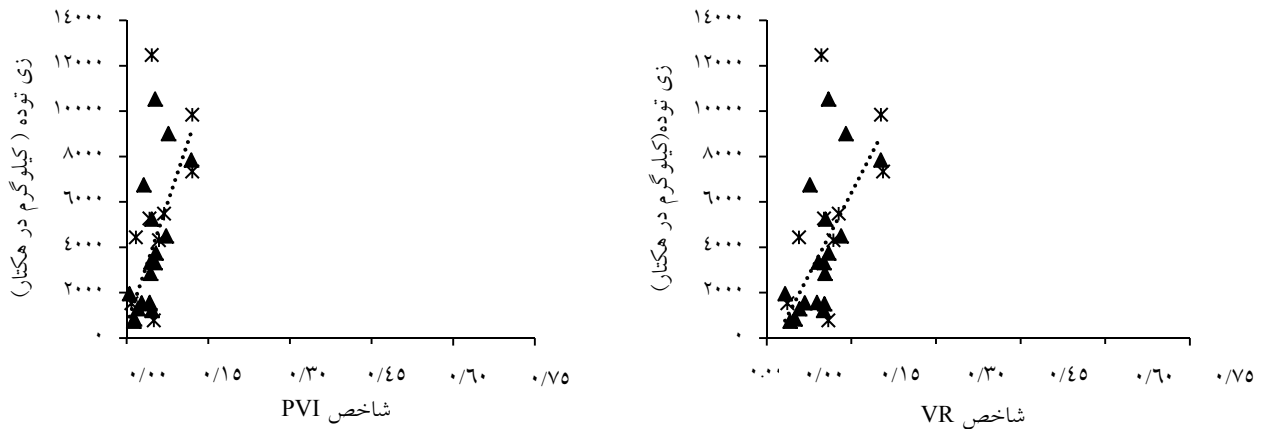
شاخص گیاهی	ضریب شیب (a)	عرض از مبدأ (b)	$r^2$ cal	آماره F	آماره p	$r^2$ val
AFRI1600	۲۹۸۸۱	۸۴۵۲	۰/۴۱	۱۱/۲	۰/۰۰۴	۰/۰۲
ARVI	۱۲۶۷۱	۳۱۷۵	۰/۳۷	۹/۴۶	۰/۰۰۷	۰/۲
ATSAVI	۲۵۰۱۹	۶۱۲	۰/۳۸	۱۰/۰۲	۰/۰۰۶	۰/۱۴
EVI	۳۱۷۵۱	-۷۰۱	۰/۴۱	۱۱/۲۵	۰/۰۰۴	۰/۱۳
EVI2	۳۰۱۸۱	-۶۸۶	۰/۴	۱۰/۸۴	۰/۰۰۵	۰/۱۲
GARI	۱۹۲۵۰	۶۴۴	۰/۳۶	۸/۹۴	۰/۰۰۹	۰/۱۵
GEMI	۳۱۴۶۹	-۱۰۷۲۵	۰/۴۳	۱۱/۸۷	۰/۰۰۳	۰/۱۲
GVI	۵۹۲۷۳	۱۴۹۰	۰/۳۹	۱۰/۰۹	۰/۰۰۶	۰/۰۶
IPVI	۵۸۱۶۲	-۱۷۹۹۹	۰/۳	۶/۹۶	۰/۰۱۸	۰/۰۴
MSAVI	۳۱۵۴۷	-۶۷۰	۰/۴۱	۱۰/۹۴	۰/۰۰۴	۰/۱۲
NDVI	۱۹۴۵۹	-۸۵۳	۰/۳۷	۹/۲۸	۰/۰۰۸	۰/۱۵
PVI	۷۱۵۴۸	۵۸۴	۰/۴۱	۱۱/۰۴	۰/۰۰۴	۰/۱۱
SAVI	۲۳۹۴۲	-۹۲۶	۰/۳۹	۱۰/۲۵	۰/۰۰۶	۰/۱۴
VARI	۲۵۸۳۴	۱۱۴۰۲	۰/۰۶	۱/۱	۰/۳۱۱	-۰/۰۳
VR	۴۷۹۱۵	-۷۸۷	۰/۴۱	۱۱/۰۵	۰/۰۰۴	۰/۱
WDVI	۴۶۳۱۸	۶۰۵	۰/۴۱	۱۱/۰۴	۰/۰۰۴	۰/۱۱

$r^2$  val و  $r^2$  cal به ترتیب ضریب تبیین در مرحله اعتبارسنجی و واسنجی.



خط نقطه چین رابطه رگرسیونی در حالت اعتبارسنجی را نمایش می دهد.

شکل ۴. میزان ارتباط شاخص گیاهی EVI، GEMI، VR و PVI با زی توده گیاهی (کیلوگرم در هکتار)

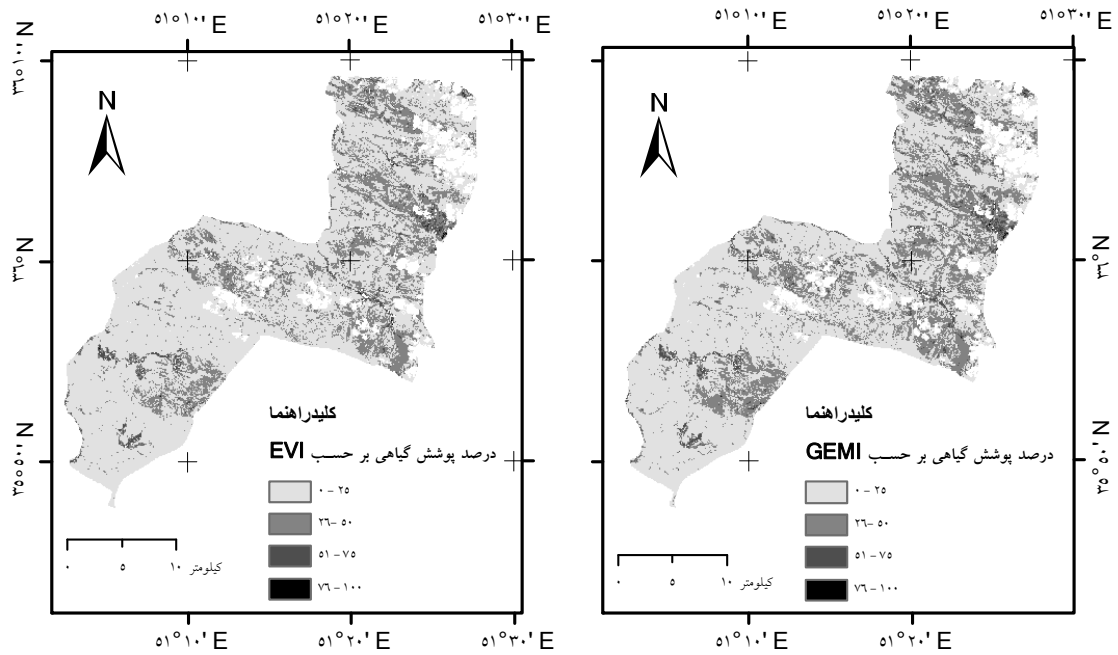


خط نقطه چین رابطه رگرسیونی در حالت اعتبارسنجی را نمایش می دهد.

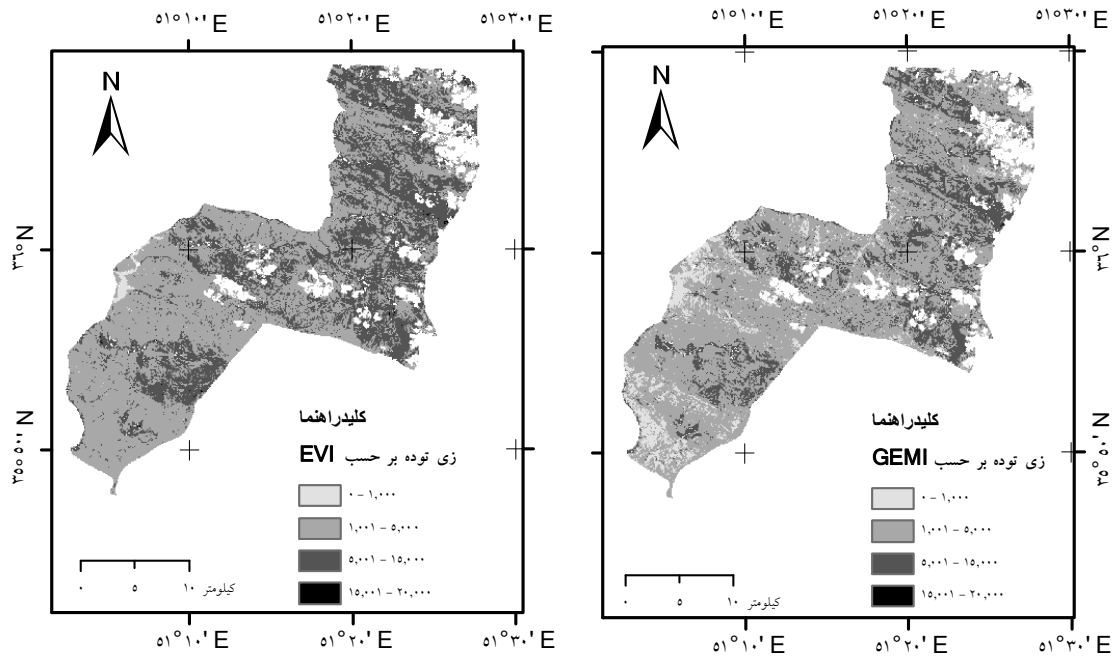
ادامه شکل ۴. میزان ارتباط شاخص گیاهی EVI، GEMI، VR و PVI با زی توده گیاهی (کیلوگرم در هکتار)

جدول ۴. ثابت های شاخص گیاهی خاک (VISOIL) و پوشش گیاهی (VIVEG) برای درصد پوشش و زی توده

نام شاخص	زی توده (کیلوگرم در هکتار)				درصد پوشش گیاهی			
	r <sup>2</sup> val	r <sup>2</sup> cal	VISOIL	VIVEG	r <sup>2</sup> val	r <sup>2</sup> cal	VISOIL	VIVEG
AFRI1600	۰/۰۲	۰/۴۱	-۰/۲۸	۰/۰۵	۰/۵۴	۰/۴۷	-۰/۳	۰/۳۲
ARVI	۰/۱۵	۰/۳۶	-۰/۲	۰/۴۸	۰/۶۲	۰/۲۷	-۰/۲	۰/۸۵
TSAVI	۰/۱۴	۰/۳۸	-۰/۰۲	۰/۳۸	۰/۶۷	۰/۴۳	-۰/۰۳	۰/۶۷
EVI	۰/۱۳	۰/۴۱	۰/۰۲	۰/۳۴	۰/۶۶	۰/۵۱	۰	۰/۶
EVI2	۰/۱۲	۰/۴	۰/۰۲	۰/۳۵	۰/۶۸	۰/۴۹	۰	۰/۶۳
GARI	۰/۱۲	۰/۳۵	-۰/۰۱	۰/۴۶	۰/۶۲	۰/۳۴	-۰/۰۱	۰/۷۸
GEMI	۰/۱۲	۰/۴۳	۰/۳۴	۰/۶۶	۰/۶۹	۰/۴۹	۰/۳۲	۰/۹۴
GVI	۰/۰۶	۰/۳۹	-۰/۰۳	۰/۱۴	۰/۶۴	۰/۴۸	-۰/۰۵	۰/۳۳
IPVI	۰/۰۴	۰/۳	۰/۳۱	۰/۴۸	۰/۵۱	۰/۳۷	۰/۲۸	۰/۶۷
MSAVI	۰/۱۲	۰/۴۱	۰/۰۲	۰/۳۴	۰/۶۸	۰/۵	۰	۰/۶۱
NDVI	۰/۱۴	۰/۳۷	۰/۰۵	۰/۵۵	۰/۶۶	۰/۳۷	۰/۰۵	۰/۸۸
PVI	۰/۱۱	۰/۴۱	-۰/۰۱	۰/۱۳	۰/۶۶	۰/۵۱	-۰/۰۳	۰/۲۸
SAVI	۰/۱۴	۰/۳۹	۰/۰۴	۰/۴۶	۰/۶۷	۰/۴۴	۰/۰۳	۰/۷۶
VARI	۰/۰۶	۰/۰۴	-۰/۳۸	-۰/۱۴	۰/۳۸	-۰/۰۲	-۰/۳۸	۰
VR	۰/۱	۰/۴۱	۰/۰۲	۰/۲۳	۰/۶۵	۰/۵۳	-۰/۰۱	۰/۴۴
WDVI	۰/۱۱	۰/۴۱	-۰/۰۱	۰/۲	۰/۶۷	۰/۵۱	-۰/۰۴	۰/۴۳



شکل ۵. برآورد درصد پوشش گیاهی در شاخص‌های گیاهی EVI و GEMI



شکل ۶. برآورد مقدار زی توده (کیلوگرم در هکتار) در شاخص‌های گیاهی EVI و GEMI

## بحث و نتیجه گیری

نقش شاخص‌های مختلف حاصل از دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک در برآورد کمیت و کیفیت گیاه سبز غیرقابل انکار است (۷). در این تحقیق نیز بررسی همبستگی درصد پوشش گیاهی و شاخص‌های گیاهی داده لندست نشان از معناداری رابطه بین آن‌ها است. میزان همبستگی تمامی شاخص‌ها با درصد پوشش گیاهی بین  $0/06$  تا  $0/43$  متغیر بود. باین وجود، مقادیر حاصله نسبت به پوشش گیاه خیلی کمتر بوده است، ولی ازلحاظ آماری، اختلاف معناداری در آزمون F نشان نداد. در مرحله اعتبارسنجی، شاخص گیاهی GEMI، EVI و VR بالاترین همبستگی را در سطح اطمینان ۵ درصد با میزان زی‌توده را نشان می‌دهد. این موضوع نشان می‌دهد که اصلاح شاخص گیاهی و حذف اثرات جو بر تشخیص زی‌توده مؤثر است، بخصوص در منطقه مورد مطالعه میزان ابرناکی و رطوبت نسبی در جو نسبتاً زیاد است ولی در واسنجی نتیجه خوبی حاصل نشد. با توجه به مقادیر عرض از مبدأ زیاد که نشان از دخالت برخی پارامترهای اکولوژیکی در ایجاد زی‌توده است، در استفاده از این مدل بایستی با احتیاط عمل شود. این نتیجه با نتایج تحقیقات صباغ‌زاده و همکاران (۱۲ و ۱۳) که بر روی برآورد زی‌توده گیاه تاغ در مناطق خشک انجام شد مطابقت دارد.

یکی از محدودیت این تحقیق این بود که اراضی به دو قسمت با پوشش گیاهی و بدون پوشش گیاهی تقسیم‌بندی شده است که همان‌طور که ژانگ و همکاران (۴۳) اظهار نمودند علائم طیفی خاک به علت دارا بودن مواد آلی و اجزای کانی مختلف ازلحاظ طیف و رنگ متفاوت است که نیازمند تفکیک سهم مشترک آن‌ها است؛ به عبارت دیگر، در بخشی از منطقه مطالعه، علائم طیفی گیاهی با علائم طیفی خاک مخلوط شده است یا ذرات موجود جو تأثیر داشته است، با حذف اثر این عامل میزان پوشش گیاهی بهتر تشخیص داده می‌شود. مطالعات ژانگ و همکاران (۴۳) برای شاخص NDVI در تصاویر HJ-1/HSI (ماهواره فراطیفی چینی Huanjing) مقادیر آن برای انواع کاربری اراضی مرتعی NDVI<sub>veg</sub> و NDVI<sub>soil</sub> به ترتیب  $0/045$  و  $0/093$  برآورد شده است. ولی مقادیر

نقش شاخص‌های مختلف حاصل از دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک در برآورد کمیت و کیفیت گیاه سبز غیرقابل انکار است (۷). در این تحقیق نیز بررسی همبستگی درصد پوشش گیاهی و شاخص‌های گیاهی داده لندست نشان از معناداری رابطه بین آن‌ها است. میزان همبستگی تمامی شاخص‌ها با درصد پوشش گیاهی بین  $0/06$  تا  $0/43$  متغیر بود. باین وجود، مقادیر حاصله نسبت به پوشش گیاه خیلی کمتر بوده است، ولی ازلحاظ آماری، اختلاف معناداری در آزمون F نشان نداد. در مرحله اعتبارسنجی، شاخص گیاهی GEMI، EVI و VR بالاترین همبستگی را در سطح اطمینان ۵ درصد با میزان زی‌توده را نشان می‌دهد. این موضوع نشان می‌دهد که اصلاح شاخص گیاهی و حذف اثرات جو بر تشخیص زی‌توده مؤثر است، بخصوص در منطقه مورد مطالعه میزان ابرناکی و رطوبت نسبی در جو نسبتاً زیاد است ولی در واسنجی نتیجه خوبی حاصل نشد. با توجه به مقادیر عرض از مبدأ زیاد که نشان از دخالت برخی پارامترهای اکولوژیکی در ایجاد زی‌توده است، در استفاده از این مدل بایستی با احتیاط عمل شود. این نتیجه با نتایج تحقیقات صباغ‌زاده و همکاران (۱۲ و ۱۳) که بر روی برآورد زی‌توده گیاه تاغ در مناطق خشک انجام شد مطابقت دارد.

یکی از محدودیت این تحقیق این بود که اراضی به دو قسمت با پوشش گیاهی و بدون پوشش گیاهی تقسیم‌بندی شده است که همان‌طور که ژانگ و همکاران (۴۳) اظهار نمودند علائم طیفی خاک به علت دارا بودن مواد آلی و اجزای کانی مختلف ازلحاظ طیف و رنگ متفاوت است که نیازمند تفکیک سهم مشترک آن‌ها است؛ به عبارت دیگر، در بخشی از منطقه مطالعه، علائم طیفی گیاهی با علائم طیفی خاک مخلوط شده است یا ذرات موجود جو تأثیر داشته است، با حذف اثر این عامل میزان پوشش گیاهی بهتر تشخیص داده می‌شود. مطالعات ژانگ و همکاران (۴۳) برای شاخص NDVI در تصاویر HJ-1/HSI (ماهواره فراطیفی چینی Huanjing) مقادیر آن برای انواع کاربری اراضی مرتعی NDVI<sub>veg</sub> و NDVI<sub>soil</sub> به ترتیب  $0/045$  و  $0/093$  برآورد شده است. ولی مقادیر

نقش شاخص‌های مختلف حاصل از دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک در برآورد کمیت و کیفیت گیاه سبز غیرقابل انکار است (۷). در این تحقیق نیز بررسی همبستگی درصد پوشش گیاهی و شاخص‌های گیاهی داده لندست نشان از معناداری رابطه بین آن‌ها است. میزان همبستگی تمامی شاخص‌ها با درصد پوشش گیاهی بین  $0/06$  تا  $0/43$  متغیر بود. باین وجود، مقادیر حاصله نسبت به پوشش گیاه خیلی کمتر بوده است، ولی ازلحاظ آماری، اختلاف معناداری در آزمون F نشان نداد. در مرحله اعتبارسنجی، شاخص گیاهی GEMI، EVI و VR بالاترین همبستگی را در سطح اطمینان ۵ درصد با میزان زی‌توده را نشان می‌دهد. این موضوع نشان می‌دهد که اصلاح شاخص گیاهی و حذف اثرات جو بر تشخیص زی‌توده مؤثر است، بخصوص در منطقه مورد مطالعه میزان ابرناکی و رطوبت نسبی در جو نسبتاً زیاد است ولی در واسنجی نتیجه خوبی حاصل نشد. با توجه به مقادیر عرض از مبدأ زیاد که نشان از دخالت برخی پارامترهای اکولوژیکی در ایجاد زی‌توده است، در استفاده از این مدل بایستی با احتیاط عمل شود. این نتیجه با نتایج تحقیقات صباغ‌زاده و همکاران (۱۲ و ۱۳) که بر روی برآورد زی‌توده گیاه تاغ در مناطق خشک انجام شد مطابقت دارد.

یکی از محدودیت این تحقیق این بود که اراضی به دو قسمت با پوشش گیاهی و بدون پوشش گیاهی تقسیم‌بندی شده است که همان‌طور که ژانگ و همکاران (۴۳) اظهار نمودند علائم طیفی خاک به علت دارا بودن مواد آلی و اجزای کانی مختلف ازلحاظ طیف و رنگ متفاوت است که نیازمند تفکیک سهم مشترک آن‌ها است؛ به عبارت دیگر، در بخشی از منطقه مطالعه، علائم طیفی گیاهی با علائم طیفی خاک مخلوط شده است یا ذرات موجود جو تأثیر داشته است، با حذف اثر این عامل میزان پوشش گیاهی بهتر تشخیص داده می‌شود. مطالعات ژانگ و همکاران (۴۳) برای شاخص NDVI در تصاویر HJ-1/HSI (ماهواره فراطیفی چینی Huanjing) مقادیر آن برای انواع کاربری اراضی مرتعی NDVI<sub>veg</sub> و NDVI<sub>soil</sub> به ترتیب  $0/045$  و  $0/093$  برآورد شده است. ولی مقادیر

می دهد که با توجه به عدم موجودیت اطلاعات از گذشته پوشش گیاهی در روش سنتی به راحتی با دقت قابل قبولی میزان پوشش گیاهی مراتع قابل برآورد است.

از تصاویر ماهواره ای در منطقه سمیرم اصفهان. بوم شناسی کاربردی، ۳(۱۰): ۲۷-۳۸.

۹. راهداری، و. و س. ملکی نجف آبادی. ۱۳۸۹. مقایسه شاخص های مختلف گیاهی جهت تهیه نقشه درصد تاج پوشش گیاهی مناطق خشک و نیمه خشک با استفاده از داده های ماهواره (مطالعه موردی: پناهگاه حیات وحش مونه). نشریه سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۱(۱): ۷۹-۸۶.

۱۰. سپهری، ع. و م. متقی. ۱۳۸۱. کاربرد شاخص های گیاهی سنجنده تی ام در برآورد درصد پوشش گیاهی مراتع حفاظت شده جهان نما- گرگان. مجله منابع طبیعی ایران، ۵۵(۲): ۱-۱۴.

۱۱. شاهولی کوه شور، ا. م. پیرباوقار و پ. فاتحی. ۱۳۹۳. تهیه نقشه تراکم تاج پوشش جنگل در جنگل های نیمه انبوه تا تنک با استفاده از مدل FCD (مطالعه موردی: جنگل های مریوان). نشریه سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۵(۲): ۴۹-۵۹.

۱۲. صباغ زاده، س. م. زارع، مختاری، م. و م. افخم الشعراء. ۱۳۹۵. برآورد بیوماس بالای سطح زمین در گیاه تاغ با استفاده از شاخص های پوشش گیاهی (مطالعه موردی: مرک، بیرجند). تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۳(۴): ۸۴۳-۸۵۵.

۱۳. صباغ زاده، س. م. زارع و م. مختاری. ۱۳۹۵. تخمین بیوماس با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست (مطالعه موردی: حوزه مرک، بیرجند). مرتع و آبخیزداری، ۶۹(۴): ۹۰۷-۹۲۰.

۱۴. عبدلهی، ج. ن. باغستانی میبدی، م. ثواقبی و م. رحیمیان. ۱۳۸۷. تعیین درصد پوشش گیاهی مناطق خشک با به کارگیری سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز ندوشن). علوم آب و خاک، ۱۲(۴۴): ۳۰۱-۳۱۴.

۱۵. غلامی باغی، ن. ۱۳۹۳. برآورد درازمدت زی توده گیاهان پایا در مراتع با استفاده از تصاویر سنجنده مودیس و داده های اقلیمی (مطالعه موردی: مراتع دشتی شمال استان گلستان).

NDVIveg و NDVIsoil برای اراضی زراعی این مقادیر به ترتیب ۰/۰۷۱ و ۰/۶۴۱ و برای اراضی جنگلی نیز ۰/۰۱۲ و ۰/۵۷۶ به دست آمده است. نتیجه این تحقیق کارایی داده های لندست ۸ در برآورد میزان پوشش گیاهی را به خوبی نشان

#### منابع مورد استفاده

۱. آرخی، ص.، ی. نیازی و م. ادیب نژاد. ۱۳۹۰. پایش تغییر پوشش گیاهی با استفاده از تکنیک های سنجش از دور در حوزه سد ایلام. مجله جغرافیا و توسعه، ۹(۲۴): ۱۲۱-۱۳۶.
۲. احمدی، ا. م. طاطیان، ر. تمرتاش، ح. یگانه و ی. عصری. ۱۳۹۵. بررسی پوشش گیاهی اراضی شور حاشیه دریاچه ارومیه با استفاده از تصاویر ماهواره ای. نشریه سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۷(۱): ۱-۱۲.
۳. احمدی، م. و م. نارنگی فرد. ۱۳۹۴. برآورد کیفیت و آشکارسازی تغییرات پهنه های جنگلی با استفاده از تصاویر ماهواره ای (مطالعه موردی: شهرستان رستم، فارس). نشریه سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۶(۳): ۸۷-۱۰۰.
۴. ارزانی، ح.، ز. حسینی و خ. میرآخورلو. ۱۳۹۳. کاربرد تصاویر سنجنده ETM<sup>+</sup> در تخمین میزان تولید و پوشش گیاهی مراتع منطقه طالقان. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۱(۱): ۲۴-۳۱.
۵. امیری، ف. و ح. یگانه. ۱۳۹۱. ارزیابی شاخص های گیاهی برای تهیه نقشه درصد پوشش گیاهی در اراضی نیمه خشک بخش مرکزی ایران (مطالعه موردی: حوزه آبخیز قره آقاج). مرتع و آبخیزداری، ۶۵(۲): ۱۷۵-۱۸۹.
۶. ایرانمهر، م.، س. پورمنافی و ع. ر. سفیانیان. ۱۳۹۴. پایش اکولوژیکی و بررسی تغییرات مکانی- زمانی پوشش اراضی با تأکید بر مقدار مصرف آب بخش کشاورزی در محدوده زاینده رود. اکوهیدرولوژی، ۲(۱): ۲۳-۳۸.
۷. ثنایی نژاد، س. ح.، ع. ر. آستارایی و م. قائمی. ۱۳۸۹. بررسی امکان استفاده از نسبت های بانندی و تجزیه و تحلیل مؤلفه های اصلی تصاویر ETM<sup>+</sup> برای پایش پوشش گیاهی در منطقه نیشابور. بوم شناسی کشاورزی، ۲(۱): ۱۰۳-۱۱۰.
۸. جباری، س.، س. ج. خواجه الدین، ر. جعفری و س. سلطانی. ۱۳۹۳. بررسی تغییرات درصد پوشش گیاهی مراتع با استفاده

- 34(1): 71-73.
28. Fox GA, Sabbagh G, Searcy S, Yang C. 2004. An automated soil line identification routine for remotely sensed images. *Soil Science Society of America Journal*, 68(4): 1326-1331.
29. Gitelson AA, Kaufman YJ, Merzlyak MN. 1996. Use of a green channel in remote sensing of global vegetation from EOS-MODIS. *Remote Sensing of Environment*, 58(3): 289-298.
30. Gitelson AA, Kaufman YJ, Stark R, Rundquist D. 2002. Novel algorithms for remote estimation of vegetation fraction. *Remote Sensing of Environment*, 80(1): 76-87.
31. Huete A, Liu H, Batchily K, Van Leeuwen W. 1997. A comparison of vegetation indices over a global set of TM images for EOS-MODIS. *Remote Sensing of Environment*, 59(3): 440-451.
32. Huete AR. 1988. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). *Remote Sensing of Environment*, 25(3): 295-309.
33. Jiang Z, Huete AR, Kim Y, Didan K. 2007. 2-band enhanced vegetation index without a blue band and its application to AVHRR data. In: *Remote Sensing and Modeling of Ecosystems for Sustainability IV*. International Society for Optics and Photonics, 667-905 pp.
34. Karnieli A, Kaufman YJ, Remer L, Wald A. 2001. AFRI-Aerosol free vegetation index. *Remote Sensing of Environment*, 77(1): 10-21.
35. Kauth RJ, Thomas G. 1976. The tasseled cap-a graphic description of the spectral-temporal development of agricultural crops as seen by Landsat. In: *LARS symposia*. 159 pp.
36. Lawrence RL, Ripple WJ. 1998. Comparisons among vegetation indices and bandwise regression in a highly disturbed, heterogeneous landscape: Mount St. Helens, Washington. *Remote Sensing of Environment*, 64(1): 91-102.
37. Mundava C, Helmholz P, Schut T, Corner R, McAtee B, Lamb D. 2014. Evaluation of vegetation indices for rangeland biomass estimation in the Kimberley area of Western Australia. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume II-7: 47-53.
38. Pinty B, Verstraete M. 1992. GEMI: a non-linear index to monitor global vegetation from satellites. *Vegetatio*, 101(1): 15-20.
39. Qi J, Kerr Y, Chehbouni A. 1994. External factor consideration in vegetation index development. *Proc of Physical Measurements and Signatures in Remote Sensing*, ISPRS: 723-730.
40. Richardson AJ, Wiegand C. 1977. Distinguishing vegetation from soil background information. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 43(12): 1541-1552.
41. Rouse Jr JW, Haas R, Schell J, Deering D. 1974. رساله دکتری علوم مرتع، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۲۵۰ صفحه.
۱۶. فرید حسینی، ع.، آستارایی، س. ثنایی نژاد و پ. میرحسینی موسوی. ۱۳۹۱. تخمین شاخص سطح برگ با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای IRS در منطقه نیشابور. پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۰(۳): ۵۷۷-۵۸۲.
۱۷. متین فر، ح. ر.، علوی پناه و ع. رفیعی امام. ۱۳۸۸. امکان‌سنجی داده‌های ماهواره‌ای به‌منظور مطالعه خصوصیات خاک‌های مناطق خشک (برآورد رنگ خاک). تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۶(۴): ۵۶۰-۵۷۳.
۱۸. نقیعی، س. ج.، س. ح. حبیبیان و س. م. ر. حبیبیان. ۱۳۸۸. تعیین شاخص‌های بهینه پوشش گیاهی جهت مدل‌سازی درصد پوشش گیاهی مرتعی با استفاده از بازتاب طیفی تصاویر ماهواره‌ای. اکوفیزیولوژی گیاهی، ۱(۳): ۶۳-۷۳.
۱۹. هادیان، ف.، ح. بشری و ر. جعفری. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر سطح نمونه‌برداری در میزان همبستگی تاج پوشش و شاخص گیاهی NDVI با استفاده از تصاویر سنجنده‌های TM و AWiFS در تیپ‌های مرتعی با وضعیت مختلف. نشریه سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۵(۲): ۲۵-۳۷.
20. Bannari A, Morin D, Bonn F, Huete A. 1995. A review of vegetation indices. *Remote Sensing Reviews*, 13(1-2): 95-120.
21. Baret F, Jacquemoud S, Hanocq J. 1993. The soil line concept in remote sensing. *Remote Sensing Reviews*, 7(1): 65-82.
22. Bingfang W, Miaomiao L, Changzhen Y, Weifeng Z, Changzhen Y. 2004. Developing method of vegetation fraction estimation by remote sensing for soil loss equation: a case in the upper basin of Miyun Reservoir. In: *IGARSS 2004. 2004 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*. Ieee, pp 4352-4355.
23. Birth GS, McVey GR. 1968. Measuring the Color of Growing Turf with a Reflectance Spectrophotometer 1. *Agronomy Journal*, 60(6): 640-643.
24. Chuvieco E. 2009. *Fundamentals of satellite remote sensing*. CRC press, 419 pp.
25. Clevers J. 1989. Application of a weighted infrared-red vegetation index for estimating leaf area index by correcting for soil moisture. *Remote Sensing of Environment*, 29(1): 25-37.
26. Congedo L. 2017. *Semi-automatic classification plugin documentation*. 268 pp.
27. Crippen RE. 1990. Calculating the vegetation index faster. *Remote Sensing of Environment*,

- Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. Goddard Space Flight Center 3d ERTS-1 Symp. NASA, Texas A&M Univ.; College Station, TX, United States, 317-309.
42. Zanter K. 2016. Landsat 8 (L8) data users handbook, 2nd Edition. Department of the Interior U.S. Geological Survey, Sioux Falls, South Dakota, 98 pp.
43. Zhang X, Liao C, Li J, Sun Q. 2013. Fractional vegetation cover estimation in arid and semi-arid environments using HJ-1 satellite hyperspectral data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 21: 506-512.



## Estimation of vegetation cover percentage and biomass using remote sensing indices (Case study: protected areas of Southern Alborz, Karaj)

Ch. B. Komaki <sup>1\*</sup>, R. Asadikia <sup>2</sup>, H. Niknahad Gharmakhar <sup>3</sup>

1. Assist. Prof. Department of Arid Zone Management, Faculty of Range Land and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources (GUASNR)
2. MSc. Graduated of Arid Zone Management, Faculty of Range Land and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources (GUASNR)
3. Assist. Prof. Department of Rangeland, Faculty of Range Land and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources (GUASNR)

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 6 August 2018

Accepted 23 March 2019

Available online 20 May 2019

#### Keywords:

Vegetation index

Landsat

Vegetation percentage

Biomass

Central Alborz

### ABSTRACT

Vegetation is one of the criteria indicating the production potential of the land. So that the quality and quantity of vegetation in each region is a criterion for determining its production potential. In this research, vegetation indices of Landsat 8 digital data were used to estimate vegetation cover and biomass in the protected area of the central Alborz in June 2016. To study the correlation between vegetation cover and biomass with satellite data, 27 samples were obtained randomly in the region. Linear regression was used to determine the relationship between cover percentage and biomass values with remotely sensed vegetation indices. The results showed that among selected vegetation indexes, Enhanced vegetation index (EVI) and Visible atmospherically resistant index (VAR) had the highest correlation coefficient with vegetation percentage 0.53 and 0.52, respectively. Therefore, these vegetation indices are appropriate for estimating vegetation cover at a 5% significance level. And in calibration, the correlation coefficient for the wet weight of vegetation and the indices of Global environment monitoring index (GEMI), Simple ratio (VR) and Enhanced vegetation index (EVI) were 0.43, 0.41 and 0.41, respectively even though their estimations were unsuccessful in the validation stage. According to the results of this research, it is recommended that the indicators for the estimation of the quality and quantity of vegetation should be used in which the atmosphere and soil impacts are considered.

\* Corresponding author e-mail address: [komaki@gau.ac.ir](mailto:komaki@gau.ac.ir)