

## تخمین پوشش مراتع منطقه تنگ صیاد (استان چهارمحال و بختیاری) با

### استفاده از داده‌های ماهواره IRS-P6 LISS-III

اسلام زرینه<sup>۱</sup>، مهدی نادری خوراسگانی<sup>۲\*</sup>، اسماعیل اسدی بروجنی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مرتع، دانشگاه شهرکرد Zarineh2007@gmail.com

۲- استادیار گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

۳- استادیار گروه مرتع و آبخیز، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد asadi-es@agr.sku.ac.ir

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۱/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۰/۷/۱۶

#### چکیده

تنوع، پویایی و وسعت مراتع ایران پایش این منابع را اجتناب‌ناپذیر ساخته است. هدف از این تحقیق مطالعه رابطه شاخص‌های گیاهی ناشی از باندهای ماهواره IRS-P6 LISS-III با پوشش گیاهی در منطقه تنگ صیاد است. شاخص‌های گیاهی معیاری برای بررسی میزان پوشش به عنوان عامل حفاظت خاک، تولید، پیش‌بینی گستره گونه‌های گیاهی و مهمتر از همه تغییرات مکانی خشکسالی و بارندگی به شمار می‌روند. ۳۰ واحد نمونه‌برداری در منطقه به صورت تصادفی با در نظر گرفتن تیپ‌های گیاهی انتخاب شد. در هر واحد ۱۲ پلات به طور تصادفی انتخاب و پوشش گیاهی در هر پلات اندازه‌گیری شد. اطلاعات ماهواره‌ای از نظر رادیومتری و هندسی تصحیح شدند. ارزش رقومی پیکسل‌های مربوط به هر پلات نمونه‌برداری برای تجزیه و تحلیل آماری مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان دادند که از ۲۴ شاخص گیاهی، ۱۵ شاخص برای تخمین پوشش گندمیان و مجموع پوشش گندمیان و پهن‌برگان علفی و ۱۰ شاخص برای تخمین پوشش کل گیاهان مرتعی مناسب هستند. همچنین شاخص DVI مناسب‌ترین شاخص برای تخمین پوشش گندمیان و مجموع پوشش گندمیان و پهن‌برگان علفی و شاخص NDVI مناسب‌ترین شاخص برای تخمین پوشش کل گیاهان بود. نتایج نشان داد که درصد پوشش گندمیان، پهن‌برگان علفی، بوته‌ها و مجموع درصد پوشش گندمیان و پهن‌برگان علفی می‌توانند برای تخمین تولید مرتع و تعیین ظرفیت حیات وحش تنگ صیاد که بز و جیبر هستند مورد استفاده قرار گیرد. پوشش برآورد شده می‌تواند برای محاسبه ضریب پوشش از نظر فرسایش خاک مورد استفاده قرار گیرد.

#### کلیدواژه

پوشش گیاهی، ماهواره IRS-P6 LISS-III، تنگ صیاد، شاخص‌های گیاهی، مراتع

#### سر آغاز

میدانی پوشش با استفاده از کوادرات<sup>۱</sup> یا پلات<sup>۲</sup> و یا بدون استفاده از پلات انجام می‌شود. روش‌های متکی بر پلات شامل روش تخمین نظری (Kershaw, 1963; Lindsay, et al., 1958) و اندازه‌گیری دو قطر تاج پوشش (Muller and Ellenberg, 1974; Bonham, 1989) است. از روش‌های بدون استفاده از کوادرات، روش‌های خطی و نقطه‌ای هستند (مقدم، ۱۳۸۴، Fisser and Vandyne, 1966; Bonham, 1989). پوشش گیاهی و شاخص‌های گیاهی که مبین پوشش هستند به عنوان معیاری برای بررسی تغییرات مکانی بعضی از شاخص‌های محیطی استفاده می‌شوند. برای مثال Amaral و همکاران (2007) در کنار خصوصیات اقلیمی و توپوگرافی از شاخص گیاهی تفاضلی نرمال (NDVI) برای پیش‌بینی پراکنش پنج گونه گیاهی استفاده و

مراتع وسعتی در حدود ۵۵ درصد کشور را تشکیل می‌دهند. گستردگی، تنوع خاک، اقلیم و پوشش گیاهی، اعمال مدیریت خاصی را طلب می‌کند، خصوصاً این‌که در این گستره ساختار تولیدی روستایی و عشایری کشور قرار دارند. برای استفاده بهینه از مراتع و برنامه‌ریزی مدیریت آن منابع و جلوگیری از فرسایش خاک، آگاهی از مشخصه‌های گیاهی، بویژه پوشش سطحی مراتع حایز اهمیت است. پوشش گیاهی تصویر عمودی سطح تاج یا شاخ و برگ گیاه بر روی سطح زمین است که به صورت بخش یا درصدی از سطحی مشخص بیان می‌شود (مقدم، ۱۳۸۴). پوشش گیاهی معیاری برای اندازه‌گیری روند و گرایش ناشی از یک تیمار است و یکی از روش‌های غیرمخرب برآورد تولید نیز است. اندازه‌گیری

گزارش کردند که استفاده از این شاخص کارایی مدل‌ها را بالا برده است. مقایسه شاخص‌های گیاهی در بررسی وضعیت بارش‌ها، دوره‌های خشکسالی و سایر شرایط اقلیمی نیز مؤثرند. Firmino و همکاران (2009) رابطه بارش و شاخص تفاوت نرمال را مطالعه کردند و نتیجه گرفتند که این شاخص تابعی از تغییرات مکانی بارش و نشان‌دهنده حاصلخیزی خاک نیز است. همچنین معیاری از سیر قهقرایی شرایط محیطی و شرایط اقتصادی اجتماعی و کشاورزی ناحیه می‌تواند باشد. Jeyaseelan and Chandara Sekar (2002) توالی تاریخی شاخص‌های گیاهی را به کمک اطلاعات ماهواره NOAA بررسی و گزارش کردند که به کمک وسعت، فراوانی، توسعه و انحراف معیار پوشش گیاهی می‌توان اطلاعات مکانی خشکسالی را مشخص کرد. وسعت و ماهیت دینامیک پوشش گیاهی در طول سال و لزوم اطلاع از آن برای مقاصد گوناگون، استفاده از فناوری‌های جدید نظیر اطلاعات سنجش از دور را برای پایش این تغییرات اجتناب‌ناپذیر ساخته است.

استفاده از اطلاعات سنجش از دور عموماً همراه با محاسبه شاخص‌های گیاهی به کمک باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک طیف الکترومغناطیس است. این شاخص‌ها برای به حداقل رساندن تأثیر عوامل خارجی بر روی داده‌های طیفی و به دست آوردن خصوصیتی از قبیل میزان تاج پوشش و شاخص سطح برگ پیشنهاد شده‌اند (Guyot and Baret, 1991).

Taylor و همکاران (1985) گزارش کردند که تولید زنده و پوشش گیاهی گندمیان-کهوور همبستگی بالایی با شاخص گیاهی تفضلی نرمال (NDVI) و نسبت گیاهی (RVI) تهیه شده از داده‌های ماهواره NOAA-7 دارند.

Rondeaux و همکاران (1996) با مقایسه شاخص گیاهی SAVI, OSAVI, TSAVI, GEMI, NDVI, MSAVI با پوشش گیاهی گزارش کردند که MSAVI بیشترین میزان حساسیت را به پوشش گیاهی دارد.

Zhaa و همکاران (2003) رابطه درصد پوشش گیاهی گندمیان (گراسلندهای) مناطق نیمه‌خشک غرب چین را در ۶۸ پلات یک متر مربعی بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که شاخص NDVI همبستگی بالایی با درصد پوشش گیاهی نشان می‌دهد.

Madugundu و همکاران (2008) تولید زنده بالای سطح زمین و شاخص سطح برگ جنگل‌های خزان‌کننده منطقه وسترن چاتر هند را با استفاده از داده‌های IRS-P6 LISS-IV بررسی و گزارش

کردند که بین داده‌های این سنجنده و شاخص سطح برگ و تولید زنده همبستگی مثبتی وجود دارد.

منطقه تنگ‌صیاد یکی از زیستگاه‌های حیوانات وحشی در اقلیم نیمه خشک استان چهارمحال و بختیاری است. بررسی وضعیت پوشش گیاهی در این ناحیه در راستای مدیریت منابع طبیعی و محیط زیست است و حاصل مطالعات در این منطقه می‌تواند در نواحی اطراف این منطقه کاربرد داشته باشد. این مطالعه با اهداف:

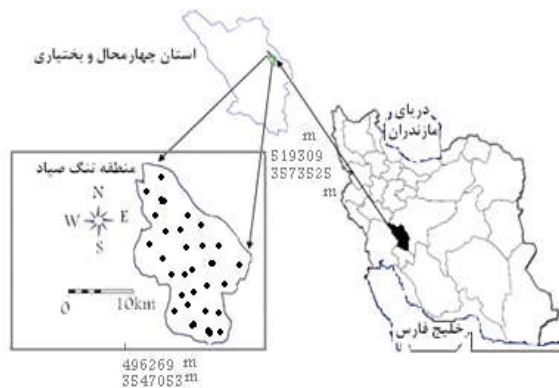
- (۱) بررسی رابطه شاخص‌های گیاهی معمول با میزان پوشش گیاهی موجود در منطقه تنگ صیاد استان چهارمحال و بختیاری و تعیین شاخص‌های حساس به پوشش گیاهی منطقه؛
- (۲) در این راستا توانایی سنجنده برای ثبت اطلاعات پوشش گیاهی گونه‌های مختلف در ابتدای فصل رشد بررسی می‌شود؛
- (۳) در صورت وجود رابطه منطقی بین پوشش و تولید، امکان برآورد تولید از طریق پوشش گیاهی بررسی می‌گردد.

## مواد و روش بررسی

### منطقه مورد مطالعه

منطقه پارک ملی تنگ صیاد ناحیه‌ای کوهستانی با مختصات  $59^{\circ} 50'$  تا  $51^{\circ} 9'$  طول شرقی و  $32^{\circ} 3'$  تا  $32^{\circ} 17'$  عرض شمالی با مساحتی حدود ۲۷۰۰۰ هکتار در شرق شهرکرد مرکز استان چهارمحال و بختیاری قرار دارد (شکل شماره ۱).

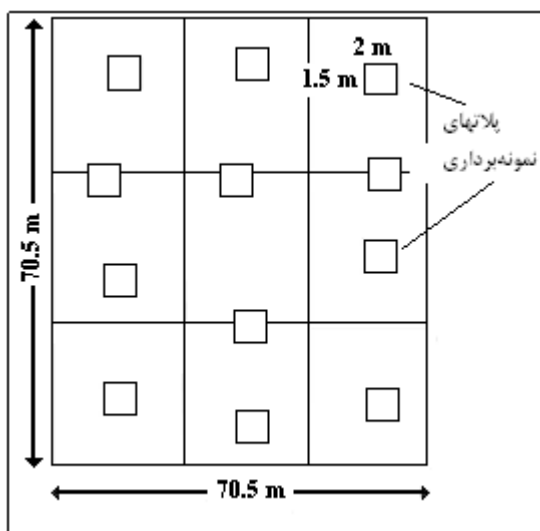
خاکهای منطقه بیشتر در گروه‌های Lithic Xerorthents و Typic Xerorthents قرار می‌گیرند که ناشی از تکامل پروفیلی کم و خاک کم عمق است (سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۸۱). بر اساس طبقه‌بندی اکولوژیکی Bobek (1951) پارک ملی تنگ‌صیاد جزء ناحیه اکولوژیک زاگرس و مکران محسوب می‌شود که مشخصه آنها تنوع زیاد پوشش گیاهی است.



شکل شماره (۱): موقعیت منطقه و مکان واحدهای نمونه برداری در استان چهارمحال و بختیاری و ایران

تعیین و درصد پوشش گیاهی فرم‌های مختلف رویشی با استفاده از ۱۲ پلات که به صورت تصادفی در واحد قرار گرفتند برآورد شد. سه تیپ گیاهی عمده منطقه شامل، *Astragalus myricanthus* و *Astragalus myricanthus*, *Cousini* Sp. *Stipa* Sp و *Astragalus susianus*, *Bromus tomentulus* هستند. پوشش‌های اندازه‌گیری شده عبارتند از پوشش گندمیان، پوشش پهن‌برگان علفی<sup>۳</sup>، پوشش بوته‌ها و پوشش کل که شامل مجموع پوشش هر گروه از گیاهان ذکر شده است.

با توجه به ابعاد پیکسل‌ها در سنجنده LISS-III که معادل ۲۳/۵×۲۳/۵ متر است، ابعاد واحدهای نمونه‌برداری ۷۰/۵×۷۰/۵ متر (۹ پیکسل) تعیین شد (شکل شماره ۲).



شکل شماره (۲): نمونه‌ای از واحد نمونه‌برداری و پراکنش پلات‌ها در آن (منبع: نگارندگان)

جدول شماره (۲) مختصات و میانگین پوشش تعدادی از پلات‌های نمونه‌برداری را در منطقه نشان می‌دهد. به منظور کاهش حجم نمونه‌برداری در هر واحد از ۱۲ پلات ۱/۵×۲ متری (در مجموع ۳۶۰ پلات) استفاده شد.

مختصات جغرافیایی پلات‌ها با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب تعیین شد. از ۱۲ پلات هر واحد نمونه‌برداری، داده‌های ۱۰ پلات برای مدلسازی و داده‌های ۲ پلات برای اعتبار سنجی مدل‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

متوسط بارش سالانه منطقه ۴۲۴ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت سالانه منطقه بر اساس ایستگاه سینوپتیک شهرکرد حدود ۱۱/۵ درجه سانتیگراد است. ارتفاع منطقه بین ۲۱۰۰ تا ۳۱۰۰ متر از سطح دریاست.

در منطقه ۲۰ تیپ گیاهی و حدود ۲۵۰ گونه گیاهی متعلق به ۵۲ تیره شناسایی شده‌اند و خانواده‌هایی از گیاهان مختلف نظیر:

Chenopodiaceae, Compositeae, Gramineae,

Euphorbiaceae, Caryophyllaceae,

Papilionaceae, Umbelliferae Labiatae

در سطح منطقه به‌وفور یافت می‌شوند. افزون بر این منطقه پارک ملی تنگ صیاد زیستگاه حیواناتی چون پلنگ، بز، جیبر، شغال، گرگ، کبک، جوجه‌تیغی، انواع مار، عقاب و سایر پرندگان است که بقای همه آنها مستقیم و غیرمستقیم به پوشش گیاهی وابسته است (سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۸۱).

### منابع اطلاعات

منابع داده‌ها شامل اطلاعات مکانی و توصیفی هستند و عبارتند از: (۱) نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور که برای عمل اصلاح هندسی تصاویر استفاده شدند. (۲) داده‌های ماهواره LISS-III IRS در چهار باند با قدرت تفکیک ۲۳/۵ متر مربوط به ۲۸ آوریل ۲۰۰۸ مطابق با ۹ اردیبهشت ۱۳۸۷ همزمان با برداشت اطلاعات میدانی (جدول شماره ۱).

### جدول شماره (۱): خصوصیات داده‌های ماهواره‌ای IRS

#### LISS-III

باند	دامنه طیف الکترومغناطیس (μm)	تفکیک مکانی (m)	دامنه ارزشهای رقمی
LISS2	۰/۵۲-۰/۵۹	۲۳/۵	۳۶-۱۷۷
LISS3	۰/۶۲-۰/۶۸	۲۳/۵	۲۰-۱۸۶
LISS4	۰/۷۷-۰/۸۶	۲۳/۵	۴۹-۱۴۹
LISS5	۱/۵۵-۱/۷۰	۲۳/۵	۳۵-۱۱۱

### داده‌های میدانی

داده‌های میدانی اندازه‌گیری شده شامل درصد پوشش هر یک از فرم‌های رویشی گندمیان، پهن‌برگان علفی و بوته‌هاست. مکان ۳۰ واحد نمونه‌برداری به صورت تصادفی در تیپ‌های گیاهی منطقه

جدول شماره (۲): مختصات و میانگین پوشش گیاهی تعدادی از پلات های نمونه برداری

نمونه	X	Y	میانگین پوشش گیاهی %	نمونه	X	Y	میانگین پوشش گیاهی %
۱	۵۰۹۵۰۴	۳۵۶۴۳۵۱	۳۱/۹	۱۶	۵۱۳۶۸۶	۳۵۵۹۷۲۵	۲۵/۳
۲	۵۰۹۵۹۱	۳۵۶۳۶۱۰	۳۵/۰	۱۷	۵۱۴۳۸۶	۳۵۵۹۸۵۷	۱۹/۲
۳	۵۰۹۶۹۵	۳۵۶۳۰۰۸	۲۸/۱	۱۸	۵۱۳۸۳۵	۳۵۶۰۷۱۵	۲۵/۷
۴	۵۰۹۹۹۷	۳۵۶۳۲۹۸	۳۴/۰	۱۹	۵۱۳۴۸۲	۳۵۶۱۲۲۳	۱۷/۱
۵	۵۱۰۴۲۵	۳۵۶۳۵۳۳	۲۵/۶	۲۰	۵۱۳۵۳۴	۳۵۶۱۷۲۸	۱۸/۱
۶	۵۱۰۸۰۹	۳۵۶۳۸۲۰	۲۱/۲	۲۱	۵۱۱۸۲۶	۳۵۶۲۹۰۴	۲۴/۷
۷	۵۱۱۱۵۶	۳۵۶۳۳۹۴	۲۰/۲	۲۲	۵۱۲۴۷۷	۳۵۶۲۶۵۹	۳۱/۲
۸	۵۱۱۲۷۷	۳۵۶۳۹۳۰	۲۴/۷	۲۳	۵۱۳۰۸۸	۳۵۶۲۳۳۶	۱۶/۹
۹	۵۱۱۸۵۲	۳۵۶۳۵۶۳	۲۳/۴	۲۴	۵۱۱۱۶۳	۳۵۵۸۴۹۶	۱۹/۴
۱۰	۵۱۱۶۹۵	۳۵۶۳۱۰۴	۲۲/۶	۲۵	۵۱۱۶۴۰	۳۵۵۸۵۲۵	۲۰/۳
۱۱	۵۰۹۹۸۲	۳۵۶۲۳۸۵	۳۸/۱	۲۶	۵۱۲۲۱۷	۳۵۵۸۴۹۳	۲۲/۱
۱۲	۵۱۰۴۷۷	۳۵۶۱۸۴۷	۳۳/۲	۲۷	۵۱۳۰۷۹	۳۵۵۸۵۲۸	۲۲/۶
۱۳	۵۱۱۳۴۹	۳۵۶۱۴۳۸	۳۰/۸	۲۸	۵۱۳۵۶۷	۳۵۵۸۶۴۳	۲۵/۸
۱۴	۵۱۲۰۲۰	۳۵۶۰۸۹۳	۳۲/۰	۲۹	۵۱۴۰۰۶	۳۵۵۸۴۸۰	۲۴/۱
۱۵	۵۱۲۸۷۷	۳۵۶۰۳۶۵	۲۰/۷	۳۰	۵۱۴۴۸۱	۳۵۵۸۶۲۶	۱۹/۶

## پردازش تصاویر ماهواره‌ای

با توجه به خام بودن تصاویر ماهواره‌ای، پردازش تصاویر در دو بخش انجام شد، در نخستین گام تصحیحات رادیومتری انجام شد و اطلاعات باندها به انعکاس تبدیل شدند. برای این تبدیل ابتدا میزان تشعشع<sup>۴</sup> دریافتی به وسیله هر باند ( $L_\lambda$ ) با استفاده از معادله شماره ۱ محاسبه شد (Lillesands, et al., 2004).

معادله شماره (۱)

$$L_\lambda = \left( \frac{L_{\max \lambda} - L_{\min \lambda}}{Q_{cal \max} - Q_{cal \min}} \right) (Q_{cal} - Q_{cal \min}) + L_{\min \lambda}$$

در این معادله:

$L_{\max \lambda}$ : میزان تشعشعی است که با  $Q_{cal \max}$  قیاس شده است  
( $m^2 \cdot sr \cdot \mu m$ )

$L_{\min \lambda}$ : میزان تشعشعی است که با  $Q_{cal \min}$  قیاس شده است  
( $m^2 \cdot sr \cdot \mu m$ )

$Q_{cal \max}$ : حداکثر رقم کمی شده

$Q_{cal \min}$ : حداقل رقم کمی شده

$Q_{cal}$ : رقم کمی تصویر

نتایج معادله شماره ۱ برای محاسبه میزان انعکاس<sup>۵</sup> ( $\rho_p$ ) مورد استفاده قرار گرفت. معادله شماره ۲ نحوه محاسبه انعکاس را نشان می‌دهد (Lillesands, et al., 2004):

معادله شماره (۲)

$$P_p = \frac{\prod L_\lambda \cdot d^2}{E_{sun \lambda} \cdot \cos \theta}$$

در این معادله:

$d$ : فاصله زمین تا خورشید (۱/۰۱ واحد نجومی)

$\theta$ : زاویه انحراف تابش خورشید از خط عمود (۲۳ درجه)

$E_{sun \lambda}$ : میزان تشعشع خورشید در خارج از اتمسفر

مقادیر مشخصه‌های معادلات ۱ و ۲ در جدول شماره (۴) ارائه شده‌اند.

جدول شماره (۳): شاخص‌های گیاهی مورد بررسی

شماره	شاخص گیاهی	معادله	منبع
۱	Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)	$(NIR^{\dagger} - RED) / (NIR + RED)$	(Rouse, 1974)
۲	Green Normalized Difference Vegetation Index (GNDVI)	$(NIR - GREEN) / (NIR + GREEN)$	(Gitelson, et al., 1996)
۳	Ratio Vegetation Index (RVI)	$NIR / RED$	(Jordan, 1969)
۴	Perpendicular Vegetation Index (PVI)	$(NIR - a^{\dagger\dagger} \times RED - b^{\dagger\dagger\dagger}) / \sqrt{a^2 + 1}$	(Richardson and Wiegand, 1977)
۵	Normalized Ratio Vegetation Index (NRVI)	$(RVI - 1) / (RVI + 1)$	(Baret and Guyot, 1991)
۶	Weighted Difference Vegetation Index (WDVI)	$NIR - a \cdot RED$	(Clevers, 1978)
۷	Transformed Soil Adjusted Vegetation Index (TSAVI)	$a \times (NIR - a \times RED - b) / a \times NIR + RED - ab$	(Baret, et al, 1989)
۸	Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI)	$[(NIR - R) / (NIR + R + 0.5)] \times 1.5$	(Huete, 1988)
۹	Optimized Soil-Adjusted Vegetation Index (OSAVI)	$(NIR - RED) / (NIR + RED + 0.16)$	(Rondeaux, et al., 1996)
۱۰	Modified Soil Adjusted Vegetation Index (MSAVI2)	$0.5 \times ((2 \times (NIR + 1)) - ((2 \times NIR + 1)^2 - 8(NIR - red)^{0.5}))$	(Qi, et al., 1994)
۱۱	Infrared Percentage Vegetation Index (IPVI)	$NIR / (NIR + RED)$	(Crippen, 1990)
۱۲	Infrared Index (IR)	$(NIR - MIR) / (NIR + MIR)$	(Arzani, 2002)
۱۳	Transformed Vegetation Index (TVI)	$(NIR - RED) / (NIR + RED) + 0.5$	(Broge and Leblanc, 2000)
۱۴	Modified Second Triangular Vegetation Index (MTVI2)	$1.5 \times [1.2 \times (NIR - Green) - 2.5 \times (RED - Green)] / \sqrt{(2 \times NIR + 1)^2 - (6 \times NIR - 5 \times \sqrt{RED}) - 0.5}$	(Haboudane, et al., 2004)
۱۵	Reflectance Absorbtion Index (RA)	$NIR / (RED + MIR)$	(Arzani, 2002)
۱۶	Modified Normalized Difference Vegetation Index (MNDVI)	$(NIR - (1.2 \times RED)) / (NIR + RED)$	(Arzani, 2002)
۱۷	Middle Infrared Vegetation Index (MIRV2)	$(MIR - RED) / (MIR + RED)$	(Arzani, 2002)
۱۸	Difference Vegetation Index (DVI)	$NIR - RED$	(Tucker, 1979)
۱۹	Renormalized Difference Vegetation Index (RDVI)	$(NIR - RED) / (NIR + RED)^{0.5}$	(Roujean and Breon, 1995)
۲۰	Nonlinear Vegetation Index (NLVI)	$(NIR^2 - RED) / (NIR^2 + RED)$	(Goel and Qin, 1994)
۲۱	Modified Simple Ratio (MSR)	$(NIR / RED - 1) / (NIR / RED + 1)^{0.5}$	(Chen, 1996)
۲۲	Greenness Index (GI)	$NIR / Green - 1$	(Gitelson, et al., 2004)
۲۳	Moisture Stress Index (MSI)	$MIR / NIR$	(Rock, et al., 1986)

†: †† و ††† به ترتیب به مفهوم باند فرورسرخ نزدیک، شیب خط خاک و محل برخورد خط خاک با محور y ها هستند.

پهن برگان علفی، بوته‌ها و پوشش گیاهی کل به منزله متغیر وابسته و شاخص‌های گیاهی به عنوان متغیر مستقل در مدل‌ها قرار گرفتند. مناسب‌ترین مدل رگرسیون از طریق سعی و خطا با در نظر گرفتن مقدار ضریب تبیین و خطای استاندارد معرفی شد. اعتبار سنجی مدل‌ها با محاسبه واریانس کاهش یافته<sup>۱۱</sup> (RV) و میانگین خطای تخمین<sup>۱۱</sup> (MEE) (معادله‌های ۳ و ۴) انجام شد (وبستر و الیور، ۱۹۹۰).

$$RV = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left\{ \frac{Z_{(X_i)} - Z^*_{(X_i)}}{(\sigma_{X_i})} \right\}^2 \quad \text{معادله شماره (۳)}$$

$$MEE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Z_{(X_i)} - Z^*_{(X_i)}) \quad \text{معادله شماره (۴)}$$

در این معادلات  $Z_{(xi)}$ ،  $Z^*_{(xi)}$  و  $\sigma_{(xi)}$  به ترتیب عبارتند از پوشش گیاهی اندازه‌گیری شده، پوشش گیاهی تخمینی و انحراف معیار پوشش گیاهی اندازه‌گیری شده. کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری به کمک نرم‌افزارهای اکسل و SPSS انجام گرفتند.

### نتایج و بحث پوشش گندمیان

جدول شماره (۵) ضرایب همبستگی معنی‌دار بین شاخص‌های گیاهی و پوشش گندمیان را به ترتیب صعودی نشان می‌دهد. از بین ۲۳ شاخص گیاهی مورد بررسی ۱۵ شاخص، همبستگی معنی‌داری با پوشش گیاهی گندمیان دارند. بیشترین ضریب همبستگی را شاخص PVI و کمترین ضریب همبستگی را شاخص MSI با پوشش گندمیان نشان می‌دهد. برای بررسی امکان برآورد پوشش گندمیان به کمک شاخص‌های گیاهی، مقادیر ضرایب تبیین<sup>۱۲</sup> و خطای استاندارد تخمین<sup>۱۳</sup> معادلات رگرسیون مورد توجه قرار گرفتند.

جدول شماره (۵): ضرایب همبستگی معنی‌دار شاخص‌های گیاهی و پوشش گندمیان

شماره	شاخص گیاهی	r	شماره	شاخص گیاهی	r
۱	MSR	۰/۲۵۹ <sup>ns</sup>	۱۳	NRVI	۰/۴۷۸ <sup>**</sup>
۲	TSAVI	-۰/۲۷۰ <sup>ns</sup>	۱۴	IPVI	۰/۴۷۸ <sup>**</sup>
۳	GI	-۰/۳۱۲ <sup>ns</sup>	۱۵	IRVI	۰/۴۷۸ <sup>**</sup>
۴	MIRV2	۰/۳۱۶ <sup>ns</sup>	۱۶	OSAVI	۰/۴۸۸ <sup>**</sup>
۵	MTVI2	۰/۳۲۰ <sup>ns</sup>	۱۷	TVI	۰/۵۰۴ <sup>**</sup>
۶	IR	۰/۴۰۷ <sup>ns</sup>	۱۸	SAVI	۰/۵۰۴ <sup>**</sup>
۷	MSI	-۰/۴۰۸ <sup>*</sup>	۱۹	RDVI	۰/۵۳۰ <sup>**</sup>
۸	WDVI	-۰/۴۴۹ <sup>*</sup>	۲۰	DVI	۰/۵۶۰ <sup>**</sup>
۹	MSAVI2	۰/۴۵۸ <sup>**</sup>	۲۱	GNDVI	۰/۵۶۳ <sup>**</sup>
۱۰	RVI	۰/۴۷۴ <sup>**</sup>	۲۲	NLVI	۰/۵۶۳ <sup>**</sup>
۱۱	MNDVI	۰/۴۷۶ <sup>**</sup>	۲۳	PVI	۰/۵۸۹ <sup>**</sup>
۱۲	NDVI	۰/۴۷۸ <sup>**</sup>			

\*\* , \* , ns به ترتیب به مفهوم معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ و ۰/۰۵ و معنی‌دار نبودن هستند

جدول شماره (۴): مشخصه‌های معادلات ۱ و ۲ (W/m<sup>2</sup>.sr.μm)

باند	L <sub>minλ</sub>	L <sub>maxλ</sub>	E <sub>sunλ</sub>
LISS2	۰	۱/۲	۱۸۴۶/۸
LISS3	۰	۱/۵	۱۵۷۵/۵
LISS4	۰	۱/۶	۱۰۸۷/۳
LISS5	۰	۰/۳۴	۲۳۶/۷

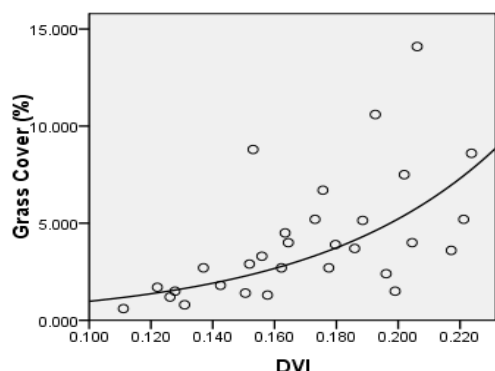
برای تصحیح هندسی<sup>۶</sup>، تصاویر از ۱۶ نقطه کنترل زمینی<sup>۷</sup> استخراج شده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و حاصل از سامانه موقعیت جهانی طی کار میدانی، استفاده شد. میزان خطا<sup>۸</sup> برای تصحیح هندسی تصاویر برابر ۰/۰۰۸ پیکسل است. کلیه عملیات پردازش تصاویر با نرم‌افزار ILWIS 3.4 انجام گرفت.

### محاسبه شاخص‌های گیاهی<sup>۹</sup>

در مطالعات مربوط به پوشش گیاهان مرتعی از شاخص‌های گیاهی متعددی استفاده شده است. انتخاب شاخص گیاهی مناسب برای هر منطقه از حساس‌ترین مراحل کار است. در این مطالعه به منظور برآورد پوشش گیاهی از شاخص‌های معمول و رایج ارائه شده توسط محققان مختلف استفاده شد. جدول شماره (۳) معادلات ۲۳ شاخص گیاهی را نشان می‌دهد که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفتند.

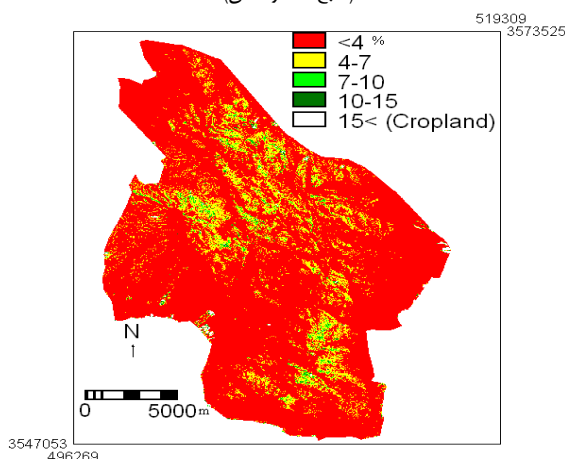
### تجزیه و تحلیل‌های آماری

برای بررسی توانایی داده‌های ماهواره‌ای برای برآورد پوشش، ابتدا ماتریس همبستگی بین داده‌های پوشش و شاخص‌های گیاهی محاسبه شد و سپس به کمک شاخص‌هایی که ضریب همبستگی معنی‌داری با پوشش‌های گیاهی داشتند مدل‌های رگرسیونی برای برآورد پوشش تشکیل شد. داده‌های پوشش شامل پوشش گندمیان،



شکل شماره (۳): رابطه شاخص DVI و درصد پوشش گندمیان

(منبع: نگارندگان)



شکل شماره (۴): نقشه درصد پوشش گندمیان

(منبع: نگارندگان)

با توجه به اهمیت ضریب تبیین برای برآورد مجموع پوشش گندمیان و پهن برگان علفی (CGF) نیز به جای شاخص PVI از شاخص DVI استفاده شد (معادله شماره ۶).

$$CGF = e^{(-0.216+14.404DVI)} \quad (معادله ۶)$$

$$R^2=0.479$$

معادله (۶) نیز مدل رگرسیونی رشد<sup>۱۴</sup> است. خطای استاندارد تخمین آن برابر ۰/۳۷۹ است و آماره F آن در سطح ۰/۰۰۱ < معنی دار است.

مقادیر واریانس تقلیل یافته (RV) و میانگین تخمین خطا (MEE) برای معادله فوق به ترتیب برابر ۰/۶۸ و ۰/۲۳- است.

شکل شماره (۶) رابطه بین شاخص DVI و مجموع درصد پوشش گندمیان و پهن برگان علفی را نشان می دهد. به کمک معادله ۶ و شاخص DVI نقشه مجموع پوشش این دو گروه از گیاهان مرتعی تهیه شد (شکل شماره ۷).

در این مورد Gong و همکاران (2003) و Haboudane و همکاران (2004) نیز برای تعیین مشخصه های کمی گیاهان از روش های رگرسیون استفاده کردند و ضریب تبیین را به عنوان معیاری از کیفیت روابط در نظر گرفتند.

Bork و همکاران (1999) نیز گزارش کردند که مناسب ترین روش تخمین پوشش گیاهی کل، پوشش گیاهان پهن برگ علفی، پوشش بوته ها، پوشش گندمیان، لاشبرگ و خاک تحت تأثیر چرا به کمک اطلاعات ماهواره لندست TM و یا اسپکترومتر استفاده از رگرسیون های ساده به جای رگرسیون های چندگانه است.

بر اساس معیارهای ذکر شده تلاش به عمل آمد تا به کمک شاخص های PVI و NLVI تخمین پوشش انجام گیرد، ولی ضرایب تبیین حاصل در قیاس با شاخص DVI پایین و خطای استاندارد تخمین نیز بالاتر بودند، در نتیجه شاخص DVI برای برآورد درصد پوشش گندمیان (C) مورد استفاده قرار گرفت (معادله ۵):

$$C = e^{(-1.698+16.756DVI)} \quad (معادله ۵)$$

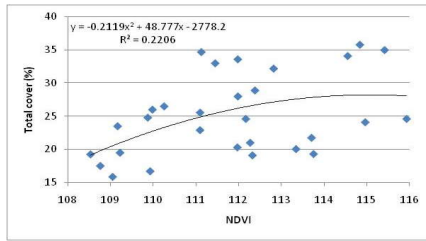
$$R^2 = 0.465$$

مطلوب ترین مدل رگرسیون، مدل رشد<sup>۱۴</sup> است و با افزایش شاخص DVI درصد پوشش افزایش می یابد (شکل شماره ۳). خطای استاندارد تخمین این مدل برابر ۰/۵۷۲ است و آماره F آن در سطح ۰/۰۰۱ < معنی دار است. علت افزایش نسبی خطای استاندارد تخمین مدل احتمالاً به دلیل وجود نمونه هایی با پوشش نسبتاً بالا (بیش از ۱۰ درصد) است.

با حذف این داده ها میزان خطا کاهش می یابد، ولی مؤلفان با آگاهی به موضوع با حفظ کلیه داده ها اقدام به مدل سازی کردند. همان طوری که شکل شماره (۳) نشان می دهد مدل توانسته است پوشش های پایین تر را بهتر نشان دهد.

با توجه به این که داده های میدانی در ابتدای فصل رشد (۹ اردیبهشت) برداشت شده اند در اکثر واحدهای نمونه برداری، درصد پوشش گندمیان پایین (۱۵٪) است.

میزان واریانس تقلیل یافته (RV) و میانگین تخمین خطا (MEE) برای معادله شماره ۵ به ترتیب برابر ۰/۵۰ و ۰/۲۴- است. به کمک معادله شماره (۵) و شاخص DVI نقشه پراکنش پوشش گندمیان تهیه شده است (شکل شماره ۴).

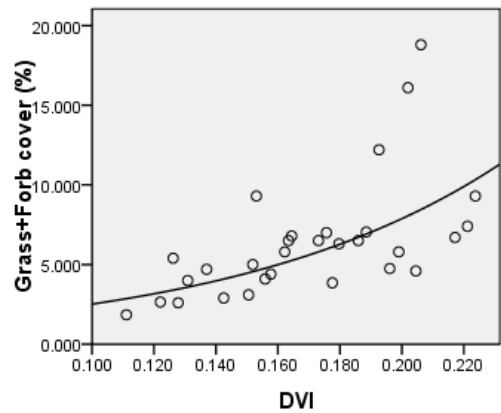


شکل شماره (۷): رابطه شاخص NDVI و درصد پوشش

کل گیاهان مرتعی (منبع: نگارندگان)

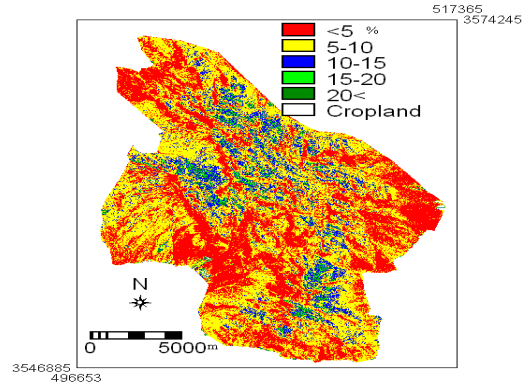
## مجموع پوشش گندمیان و پهن برگان علفی

همبستگی مجموع درصد پوشش گندمیان و پهن برگان علفی با شاخص گیاهی محاسبه شدند. در این مورد نیز چون درصد پوشش گندمیان ۱۸ شاخص از ۲۳ شاخص گیاهی همبستگی معنی داری را با مجموع درصد پوشش گندمیان و پهن برگان علفی نشان دادند (جدول شماره ۶). شاخص PVI در این مورد نیز چون پوشش گیاهان گرامینه بالاترین و شاخص IR کمترین ضریب همبستگی معنی دار را نشان می دهند. با توجه به این که ضریب همبستگی شاخص PVI بالاترین ضریب است تلاش به عمل آمد تا با عملیات آماری و سعی و خطا مناسب ترین معادله برای تخمین مجموع پوشش گندمیان و پهن برگان علفی از طریق شاخص PVI حاصل شود. ولی مناسب ترین رابطه معادله ای خطی بود که ضریب تبیین آن برابر ۰/۲۴ و میزان خطای استاندارد تخمین آن ۲/۲۹ بود.



شکل شماره (۵): رابطه شاخص DVI و مجموع درصد پوشش

گندمیان و پهن برگان علفی (منبع: نگارندگان)



شکل شماره (۶): نقشه مجموع درصد پوشش گندمیان و

پهن برگان علفی (منبع: نگارندگان)

## جدول شماره (۶): ضرایب همبستگی معنی دار شاخص های گیاهی و مجموع پوشش گندمیان و پهن برگان علفی

شماره	شاخص گیاهی	r	شماره	شاخص گیاهی	r
۱	MSR	۰/۳۴۶ <sup>NS</sup>	۱۳	NDVI	۰/۴۹۲ <sup>**</sup>
۲	TSAVI	۰/۲۵۶ <sup>NS</sup>	۱۴	NRVI	۰/۴۹۳ <sup>**</sup>
۳	GI	-۰/۳۰۳ <sup>NS</sup>	۱۵	IPVI	۰/۴۹۳ <sup>**</sup>
۴	MIRV2	۰/۳۰۴ <sup>NS</sup>	۱۶	IRVI	۰/۴۹۳ <sup>**</sup>
۵	GNDVI	۰/۳۳۰ <sup>NS</sup>	۱۷	OSAVI	۰/۵۰۳ <sup>**</sup>
۶	IR	۰/۴۰۶ <sup>*</sup>	۱۸	TVI	۰/۵۱۹ <sup>**</sup>
۷	MSI	۰/۴۱۱ <sup>*</sup>	۱۹	SAVI	۰/۵۱۹ <sup>**</sup>
۸	MTVI2	۰/۴۴۴ <sup>*</sup>	۲۰	RDVI	۰/۵۳۴ <sup>**</sup>
۹	MNDVI	۰/۴۶۷ <sup>*</sup>	۲۱	NLI	۰/۵۴۴ <sup>**</sup>
۱۰	WDVI	۰/۴۶۸ <sup>**</sup>	۲۲	DVI	۰/۵۶۳ <sup>**</sup>
۱۱	MSAVI2	۰/۴۷۴ <sup>**</sup>	۲۳	PVI	۰/۵۸۳ <sup>**</sup>
۱۲	RVI	۰/۴۸۹ <sup>**</sup>			

\*\* , \* , NS به ترتیب به مفهوم معنی دار در سطح (P < ۰/۰۱) و (P < ۰/۰۵) و عدم معنی دار بودن است.

## پوشش کل گیاهان مرتعی

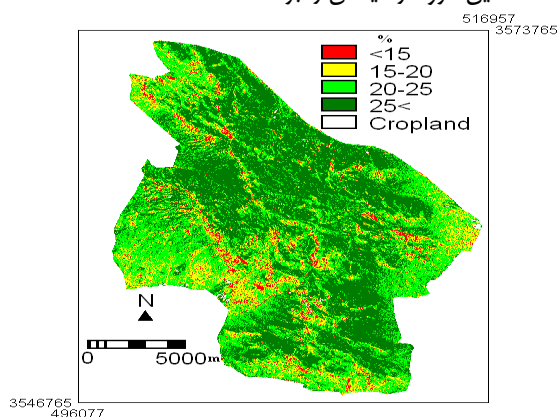
برای برآورد پوشش کل گیاهان مرتعی منطقه رابطه همبستگی بین پوشش کل گیاهان و ۲۳ شاخص گیاهی مورد بررسی قرار

همان طور که در شکل دیده می شود بیشترین پوشش گیاهی در

نواحی مرکزی و شمالی و کمترین میزان پوشش در حاشیه منطقه قرار دارند.



NDVI و پوشش کل گیاهی را نشان می‌دهد. Steven و همکاران (2006) علت خطی بودن رابطه شاخص NDVI و خصوصیات گیاهی را تیره بودن خاک پس زمینه و یا وجود سایه در جوامع گیاهی گزارش کردند. در این مطالعه وجود بوته‌ها در منطقه گاهی به صورت مترکم در تولید سایه و محفوظ ماندن لاشبرگ‌ها و پس زمینه تیره خاک ممکن است سبب غیرخطی بودن معادله شماره ۷ شده باشد. به کمک شاخص NDVI و معادله شماره (۷) نقشه پوشش گیاهی کل منطقه مطالعاتی تهیه شد (شکل شماره ۸). شکل شماره (۸) نشان می‌دهد که پوشش کم در حاشیه منطقه، نواحی سنگلاخی و مسیل‌ها قرار دارد و در نواحی مرکزی که در حفاظت بیشتر قرار دارند پوشش‌ها بالاتر از ۲۵ درصد است. پهن‌برگان علفی و بوته‌ها به‌طور مستقل هیچ‌گونه همبستگی معنی‌داری با شاخص‌های گیاهی ندارند. به احتمال قوی درصد پایین پهن‌برگان علفی در ابتدای فصل رویش و پایین بودن بخش‌های فعال بوته‌ها از نظر فتوسنتز در زمان مطالعه باعث شده که سنجنده‌ها نتوانند اطلاعات این گروه از گیاهان را برداشت کنند.



شکل شماره (۸): نقشه پوشش کل گیاهان مرتعی (منبع: نگارندگان)

با توجه به سهولت اندازه‌گیری پوشش که با عملیات محدود میدانی امکان پهنه‌بندی آن به کمک شاخص‌های گیاهی فراهم است، در صورتی که پوشش و تولید از نظر آماری همبستگی قابل قبول و معنی‌داری داشته باشند امکان تخمین تولید مراتع مورد بررسی از طریق اندازه‌گیری پوشش فراهم می‌شود. در قیاس با میزان تولید گیاهان مرتعی که برآورد آنها با هزینه زیاد همراه است، رابطه پوشش گیاهان مورد مطالعه و میزان تولید آنها بررسی شد. جدول شماره (۸) همبستگی بین پوشش و تولید گیاهان مورد مطالعه را نشان می‌دهد. همبستگی قوی و معنی‌دار پوشش گندمیان، پهن‌برگان علفی، بوته‌ها و مجموع گندمیان و پهن‌برگان علفی با میزان تولید آنها نشان می‌دهد که امکان تخمین تولید این گروه از

گرفت. همانطور که جدول شماره (۷) نشان می‌دهند فقط ۱۳ شاخص همبستگی معنی‌داری را با پوشش کل نشان می‌دهند که بالاترین و پایین‌ترین ضریب همبستگی را به ترتیب شاخص‌های MSAVI2 و SAVI با پوشش کل دارند.

#### جدول شماره (۷): ضرایب همبستگی معنی‌دار بین شاخص‌های

##### گیاهی و کل پوشش گیاهان مرتعی

شماره شاخص گیاهی	شاخص گیاهی	r	شماره شاخص گیاهی	شاخص گیاهی	r
۱	NLVI	-۰/۱۹۹ <sup>ns</sup>	۱۳	RVI	-۰/۳۶۴*
۲	GI	-۰/۰۵۳ <sup>ns</sup>	۱۴	WDVI	-۰/۳۶۴*
۳	TSAVI	-۰/۱۰۴ <sup>ns</sup>	۱۵	OSAVI	-۰/۳۶۷*
۴	PVI	-۰/۲۴۸ <sup>ns</sup>	۱۶	IPVI	-۰/۳۷۰*
۵	MSI	-۰/۱۴۹ <sup>ns</sup>	۱۷	IRVI	-۰/۳۷۰*
۶	MSR	-۰/۰۷۰ <sup>ns</sup>	۱۸	MIRV2	-۰/۳۷۰*
۷	RDVI	-۰/۳۵۳ <sup>ns</sup>	۱۹	MNDVI	-۰/۳۷۰*
۸	GNDVI	-۰/۲۰۰ <sup>ns</sup>	۲۰	NDVI	-۰/۳۷۰*
۹	IR	-۰/۱۰۰ <sup>ns</sup>	۲۱	NRVI	-۰/۳۷۰*
۱۰	DVI	-۰/۳۳۷ <sup>ns</sup>	۲۲	MSAVI2	-۰/۳۷۱*
۱۱	SAVI	-۰/۳۶۱*	۲۳	MTVI2	-۰/۳۷۱*
۱۲	TVI	-۰/۳۶۴*			

\* و ns به ترتیب به مفهوم معنی‌دار بودن ( $P < 0.05$ ) و معنی‌دار نبودن هستند.

برای پهنه‌بندی پوشش کل شاخص MSAVI2 بالاترین ضریب همبستگی با پوشش کل را نشان می‌دهد اما با توجه به اختلاف ناچیز ضرایب همبستگی این دو شاخص که ۰/۰۰۱ است و ضریب تبیین بالاتر، از شاخص NDVI استفاده شد. پرلو و گلاشیو (۱۹۹۴) نیز از مطالعات خود در مراتع آرژانتین گزارش کردند که به کمک شاخص NDVI امکان تخمین پوشش کل و پوشش گندمیان با دقت بالا امکان‌پذیر است. آنها میزان ضریب همبستگی شاخص NDVI را با پوشش کل و گندمیان به ترتیب ۰/۸۷ و ۰/۸۲ بدست آوردند. از بین مدل‌های مختلف، مدل رگرسیون درجه دوم مناسب‌ترین مدل برای برآورد پوشش کل گیاهی شناخته شد. معادله شماره ۷ رابطه درصد پوشش کل گیاهی ( $C_t$ ) و شاخص NDVI را نشان می‌دهد:

(معادله شماره ۷)

$$C_t = 2778 \cdot (NDVI) - 48778 \cdot (NDVI)^2 - 21 \cdot (NDVI) = (\% \text{ پوشش کل})$$

$$R^2 = 0.22$$

خطای استاندارد برای این معادله ۰/۲۳۱ و آماره F برابر ۵۷۴۳ است که در سطح کمتر از ۰/۰۰۱ معنی‌دار است. مقادیر واریانس تقلیل یافته (RV) و میانگین تخمین خطا (MEE) برای معادله فوق به ترتیب برابر ۰/۷۳ و -۰/۲۷ است. شکل شماره (۷) رابطه شاخص

### رابطه پوشش و تولید

جدول شماره ۹) رابطه بین پوشش (%) و تولید (کیلوگرم بر هکتار) گروه‌های مختلف گیاهی مورد مطالعه را نشان می‌دهد که همه روابط توانی<sup>۱۵</sup> هستند. ضریب تشخیص روابط جز برای تولید بوته‌ها، نسبتا بالا و خطای استاندارد تخمین کوچک هستند. با توجه به این که پارک ملی تنگ‌صیاد زیستگاه گیاهخواران بیشتر بز و جیبر است، بنابراین در موارد خطیر خشکسالی می‌توان ظرفیت حیات وحش پارک را تخمین زد.

### جمع‌بندی

این مطالعه نشان داد که با کار میدانی کمتر و استفاده از داده‌های ماهواره‌ای، امکان تخمین پوشش گیاهی مراتع در شروع فصل وجود دارد. داده‌های پوشش گندمیان به علت رشد سریع بخوبی با سنجنده‌های ماهواره هندی کسب می‌شوند و با دقت بسیار بالایی قابل تخمین هستند. تخمین پوشش پهن‌برگان علفی و بوته‌ها به علت عدم رشد کافی در ابتدای فصل در منطقه به‌طور مستقل قابل تخمین نیست. شاخص گیاهی DVI برای تخمین پوشش گندمیان توانایی بالایی دارد و شاخص NDVI برای تخمین پوشش کل گیاهی قابل استفاده است. این مطالعه نشان داد که با استفاده از پوشش گیاهی می‌توان میزان تولید مرتع و ظرفیت حیات وحش پارک ملی تنگ‌صیاد را تخمین زد.

### یادداشت‌ها

- 1-Quadrat
- 2-Plot
- 3-Forbs
- 4-Radiation
- 5-Reflectance
- 6-Geometric correction
- 7-Ground Control Point
- 8-Root Mean Square Error
- 9-Vegetation Indices
- 10-Reduced Variance
- 11-Mean Estimation Error
- 12-Coefficient of Determination
- 13-Standard Error of Estimation
- 14-Growth
- 15-Power

### تشکر و قدردانی

سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح جمهوری اسلامی ایران تصاویر ماهواره‌ای این تحقیق را تهیه کردند که از همکاری مسئولان و کارشناسان محترم آن سازمان سپاسگزاریم.

گیاهان مرتعی صرفا با اندازه‌گیری پوشش امکان‌پذیر است. پوشش کل گیاهان با تولید کل همبستگی معنی‌داری را نشان نمی‌دهد احتمالا این موضوع به دلیل عدم توسعه مناسب بوته‌ها و گیاهان پهن‌برگ علفی در هنگام نمونه‌برداری است. همچنین امکان دارد همپوشانی گونه‌های گیاهان در طبقات مختلف سبب به‌وجود آمدن پوشش محدودی شده باشد در صورتی که تولید گونه‌های مورد مطالعه متفاوت است. بنابراین رابطه پوشش و تولید کل گیاهان از نظر آماری معنی‌دار نشده است.

### جدول شماره ۸): ضرایب همبستگی پوشش و تولید گیاهان

شماره	نوع پوشش و تولید گیاهی	r
۱	پوشش گندمیان × تولید گندمیان	۰/۸۱**
۲	پوشش پهن‌برگان علفی × تولید پهن‌برگان علفی	۰/۸۹**
۳	پوشش بوته‌ها × تولید بوته‌ها	۰/۵۲**
۴	پوشش کل × تولید کل	۰/۳۵ <sup>n.s.</sup>
۵	مجموع پوشش گندمیان و پهن‌برگان علفی × مجموع تولید گندمیان و پهن‌برگان علفی	۰/۸۴**

\*\* و <sup>n.s.</sup> به ترتیب به مفهوم معنی‌دار ( $P < 0.01$ ) و معنی‌دار نبودن ضریب همبستگی در سطح ( $P < 0.05$ ).

Flombaum and Sala (2007) طی مطالعه خود در مناطق خشک به رگرسیون‌های ساده‌ای بین وزن توده زنده و پوشش گیاهی گندمیان و بوته‌ها دست یافتند و گزارش کردند که پوشش گیاهی می‌تواند در مناطق خشک برای تخمین وزن توده گیاهی استفاده شود. همچنین باربور و بیلینگز (۱۹۸۸) در امریکای شمالی و مک‌گینیز (۱۹۷۹) در مناطق خشک ترکستان و آسیای مرکزی و کاربررا (۱۹۹۴) در امریکای جنوبی به نتایج مشابهی دست یافتند.

### جدول شماره ۹): رابطه بین تولید و پوشش گیاهان مرتعی.

معادله	آماره F	Std.E. ‡	R <sup>2</sup>	رتبه
GY=6.839+0.782 ln(GC)	*** ۱۳۰/۶۹۳	۰/۲۸۳	۰/۸۲۴	۱
FY=2.988+1.005 ln(FC)	*** ۱۶۳/۹۱۲	۰/۳۱۰	۰/۸۵۴	۲
GFY=4.779+0.9441 n(GFC)	*** ۱۱۲/۷۸۳	۰/۲۴۷	۰/۸۰۱	۳
BY=5.718+0.667 ln(BC)	** ۱۱/۹۷۵	۰/۲۷۹	۰/۳۰۰	۴

(‡) GY, GC, FY, FC, GFY, GFC, BY, BC. \*\*\* و \*\* به ترتیب عبارتند از خطای استاندارد تخمین، تولید گندمیان، پوشش گندمیان، تولید فرب‌ها، پوشش فرب‌ها، مجموع تولید گندمیان و فرب‌ها، مجموع پوشش گندمیان و فرب‌ها، تولید بوته‌ها، پوشش بوته‌ها، معنی‌دار در سطح ( $P < 0.001$ ) و ( $P < 0.01$ ) هستند.

## منابع مورد استفاده

- سازمان حفاظت محیط زیست. ۱۳۸۱. طرح مدیریت پارک ملی و منطقه حفاظت شده تنگ صیاد. انتشارات سازمان محیط زیست کشور.
- مقدم، م. ر. ۱۳۸۴. اکولوژی گیاهان خاکروی. انتشارات دانشگاه تهران.
- Amaral, S., C., Bestetti Costa, C., Dales Reno .2007. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) improving species distribution models: an example with neotropical genus *Coccocypselum* (Rubiaceae). Anais XIII Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianopolis, Brasil, 21-26 April 2007, INPE, P. 2275-2282.
- Arzani, H. 2002. Examination of vegetation indices for vegetation parameters measurements in semi arid and arid area, The Third International Iran and Russia Conference Agriculture and Natural Resources, Vol. 2, pp. 596-603.
- Barbour, M.G. , W.D., Billings .1988. North American Terrestrial Vegetation. Cambridge University Press, New York.
- Baret, F., G., Guyot, D.J., Mojar .1989. TSAVI: A vegetation index which minimizes soil brightness effects on LAI and APAR estimation PP. 1355-1358. In Proc. IGARRS 89 Can. Symposium of Remote Sensing 12<sup>th</sup>, Vancouver, BC, Canada.
- Baret, F. and G., Guyot .1991. Potentials and limits of vegetation indices for LAI and APAR assessment, Remote Sensing of Environment, Vol. 35, pp. 161-173.
- Bobek, H. 1951. Die naturlichen Walder und Geholzfluren Iran. Bonner Geographische Abn. 8, Bonn.
- Bonham, C.D. 1989. Measurement for terrestrial vegetation, 2nd edition, John Wiley & Sons.
- Bork, E.W., et al .1999. Rangeland cover component quantification using broad TM and narrow band (1.4 micrometer) spectrometry. J. of Range Management Vol. 52 pp. 249-257.
- Broge, N.M., E., Leblanc .2000. Comparing predictive power and stability of broadband and hyperspectral vegetation indices for estimation of green leaf area index and canopy chlorophyll density, Remote Sensing of Environment, Vol. 76, pp. 156-172.
- Cabrera, A.L. 1994. Regiones Fitogeograficas Argentinas. Editorial ACME S.A.C.I., Buenos Aires.
- Chen, J.M. 1998, Optically-based methods for measuring seasonal variation of leaf area index in boreal conifer stands , Agricultural and Forest Meteorology, Vol. 80, pp. 135-163.
- Clevers, J.G.P.W. 1978. The deviation of simplified reflectance model for estimation of leaf area index. Remote Sensing of Environment, Vol. 25 pp. 53-69.
- Crippen, R.E. 1990. Calculating the Vegetation Index Faster. Remote Sensing of Environment Vol. 34 pp. 71-73.

Elvidge,C.D. , R.J.P.,Lyon.1985. Influence of rock soil spectral variation on the assessment of green biomass. *Remote Sensing of Environment*, Vol. 17 pp. 265-279.

Excel. 2007. Manual of Microsoft Office Excel, [www.microsoft.com](http://www.microsoft.com)

Firmino,J.L., et al.2009. Identificacao de impactos ambientais atraves da analise comparativa do indice vegetacao derivado do statellite Landsat-5 para a cidade de Sao Joao do Rio do Peixe na Paraiba com a precipitacao. *Revista Verda de Agroecologia e Desenvolvimento* Vol. 4 No. 2 pp. 17-22.

Fisser,H.G. , G.M.,Van dyne .1966. Influence of number and spacing of points on accuracy and precision of cover estimates, *J. Range Management*, Vol. 19 pp. 205-211.

Flombaum,P. , O.E.,Sala .2007. A non-destructive and rapid method to estimate biomass and aboveground net primary production in arid environments. *Journal of Arid Environment* Vol. 69 pp. 352-358.

Gitelson,A.A., et al .2004. Remote estimation of leaf area index and green leaf biomass in maize canopies, *Journal of Plant Physiology*, Vol. 161, pp. 165–173.

Goel,N.S., W.,Qin .1994. Influences of canopy architecture on relationships between various vegetation indices and LAI and FPAR: a computer simulation. *Remote Sensing Reviews* Vol. 10, pp. 309– 347.

Gong,P., et al .2003. Estimation of Forest Leaf Area Index Using Vegetation Indices Derived From Hyperion Hyper spectral Data, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 41 (6): 1355-1362.

Haboudane,D., et al .2004. Hyper spectral vegetation indices and novel algorithms for predicting green LAI of crop canopies: modeling and validation in the context of precision agriculture, *Remote Sensing of Environment*, Vol. 90, pp. 337-352.

Huete,A.R.1988. A soil adjusted vegetation index (SAVI), *Remote Sensing of Environment*, Vol. 25, pp. 295–309.

ILWIS Ver. 3.4. 2007. Users' Manual. ITC. Enschede, the Netherland.

Jeyaseelan,A.T. , K., Chandarra Sekar .2002. Satellite based identification for updating of grought prone area in India. ISPRS-TC-VII, International Symposium on Resource and Environmental Monitoring, Hyderabad.

Jordan,C.F.1969. Derivation of leaf area index from quality of light on forest floor. *Ecology* vol. 50: 663-666.

Kershaw,K.A. 1963. Pattern in vegetation and its causality, *J. Ecology*, Vol. 44 (2) pp. 377-388.

Lillesands,T.M., R.W.,Kiefer, J.W.,Chapman. 2004. *Remote Sensing and Interpretation*. 5<sup>th</sup> ed. John Wiley and Sons, New York.

- Lindsey, A.A., J.O., Barton, S.R., Miles .1985. Field efficiencies of forest sampling methods, *J. Ecology*, Vol. 39 (3) pp. 428-444.
- Madugundu, R., V., Nizalapur, C.S., Jha .2008. Estimation of LAI and above-ground biomass in deciduous forests: Western Ghats of Karnataka, India, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Vol. 10 pp. 211-219.
- McGinnies, W.G. 1979. Arid-land ecosystems—common features throughout the world. In: Goodall, D.W., Perry, R.A. (Eds.), *Arid-land Ecosystems: Structure, Functioning and Management*, vol. 1. Cambridge University Press, London, New York, Melbourne, pp. 299–316.
- Muller, D., D.H., Ellenberg. 1974. *Methods of vegetation ecology*. John Wiley and Sons.
- Paruelo, J.M., R.A., Golluscio. 1994. Range management using remote sensing in Northwest Patagonia (Argentina). *Journal of Range Management*, Vol. 47 pp. 489-502.
- Qi, J., et al .1994. A modified soil adjusted vegetation index. *Remote Sensing of Environment* 48 (2), pp. 119–126.
- Richardson, A.J., A.L., Wiegand .1977. Distinguishing vegetation from soil background information, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol. 43, No. 12, pp. 1541-1552.
- Rock, B.N., et al .1986. Remote detection of forest damage bioscience. Vol. 36 pp. 439-445.
- Rondeaux, G., M., Steven, F., Baret .1996. Optimization of soil- adjusted vegetation indices, *Remote Sensing of Environment*, Vol. 55, pp. 98-107.
- Roujean, J.L., F.M., Breon .1995. Estimating PAR absorbed by vegetation from bidirectional reflectance measurements. *Remote Sensing of Environment*, 51, pp. 375–384.
- Rouse, J. W. 1974. Monitoring the vernal advancement of retrogradation of natural vegetation. NASA/GSFS Type III, Final Report, Greenbelt, MD. 371 pp.
- Smith, M.O., et al .1990. Vegetation in deserts I. Regional measures of abundance from multispectral images. *Remote Sensing of Environment*, Vol. 31 pp. 1-26.
- SPSS Ver. 16.0.2008. Statistical Software Inc. Headquarters, 233 S. Wacker Drive, 11<sup>th</sup> Floor, Chicago, Illinois 60606, ([www.spss.com](http://www.spss.com)).
- Steven, M.D., T.J., Malthus, F., Bart .2006. Analysis of NDVI and scaled difference vegetation index retrievals of vegetation fraction. *Remote sensing of Environment* Vol. 101 pp. 366-378.
- Tucker, C.J. 1979. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation, *Remote Sensing of Environment*, Vol. 8, pp. 127-150.

---

Taylor, B. F., P. W., Dini, J. W., Kidson .1985. Determination of seasonal and international variation in New Zealand pasture growth from NOAA-7 data, *Remote Sensing of Environment* Vol. 17 pp. 177-192.

Webster, R., and M. A., Oliver .1990. *Statistical methods in soil and land resource survey*. Spatial Information Systems, Oxford University Press, Oxford, 316p.

Wiegand, C. L., A. J., Richardson, , E. T., Kanemasu .1979. Leaf area index estimates for wheat from Landsat and their implications for evapotranspiration and crop modeling, *J. Agronomy*, Vol. 71 pp. 336-342.

Zhaa, Y., et al. 2003. A spectral reflectance-based approach to quantification of grassland cover from Landsat TM imagery, *Remote Sensing of Environment*, Vol. 87 pp. 371-375.