تعیین درصد پوشش گیاهی مناطق خشک با به‌کارگیری سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز ندوشن)

جلال عبداللهی[1*]، ناصر باغستانی [1]، محمد حسین ثواقبی[1] و محمد حسن رحیمیان [2]

(تاریخ دریافت: ۸۵/۳/۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۵/۹)

چکیده

تحقیق حاضر با هدف تبیین مدل جهت استفاده اطلاعات ماهواره‌ای و فاکتورهای محیطی در راستای دسترسی به روشی برای ایجاد نقشه پوشش گیاهی در مناطق خشک صورت گرفته است. این مطالعه در منطقه‌ای به وسعت حدود ۶۰۰۰۰ هکتار در حوزه آبخیز ندوشن استان یزد انجام گرفت. سایت‌های مطالعاتی در ۵۰ نقطه از تیپ‌های گیاهی عمده منطقه مستقر و درصد پوشش گیاهی هر یک در تابستان سال ۱۳۸۱ اندازه‌گیری شد. با تعیین موقعیت سایت‌های زمینی روی تصویر ماهواره‌ای لندست ETM^+ با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر و مربوط به تیرماه همان سال، شاخص‌های مختلف گیاهی و خاک از تک باندهای آن ساخته شد. هم‌چنین نقشه‌های پارامترهای محیطی منطقه تهیه گردید. سپس از روی تمامی لایه‌های اطلاعاتی اعداد مربوط به ۵۰ سایت مطالعاتی استخراج گردید و از طریق رگرسیون خطی چند متغیره، هم‌بستگی و روابط بین درصد پوشش گیاهی با اطلاعات تمامی باندها، شاخص‌ها و فاکتورهای محیطی دیگر مورد آنالیز قرار گرفت و از مدل مناسب استخراج شده، ضرایب جهت ساخت نقشه نهایی مشخص و با استفاده از معادله رگرسیون، نقشه درصد پوشش گیاهی منطقه ترسیم گردید و دقت آن تعیین شد. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده هم‌زمان از چندین پارامتر منجر به نتیجه‌گیری بهتر برای تعیین درصد پوشش گیاهی مرتع در مناطق خشک می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پوشش گیاهی، سنجش از دور، سیستم اطلاعات جغرافیایی، رگرسیون چند متغیره، ندوشن

مقدمه

دست‌یابی به اطلاعات مراتع در سطوح وسیع، در شرایط سخت مناطق خشک و بیابانی و نیز عدم توانایی دسترسی بر برخی عرصه‌های کوهستانی و کویری شاید توجیهی برای استفاده از تکنیک سنجش از دور باشد که توانایی تولید اطلاعات لازم جهت ارزیابی پوشش گیاهی و اتخاذ شیوه مناسب مدیریتی در مناطق خشک را دارا می‌باشد. حدود ۵۴ درصد سطح کشورمان را مراتع پوشانیده‌اند(۷) و با توجه به این مهم که کشور ما

۱. به ترتیب اعضای هیئت علمی و کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یزد

۲. کارشناس مرکز ملی تحقیقات شوری، یزد

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: jaabdollahi@yahoo.com

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.44.24.9]

عمدتاً از شرایط آب و هوایی خشک و نیمه خشک برخوردار است، استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای در زمینه مطالعه پوشش گیاهی نیازمند به طراحی مدل‌هایی خاص در این نوع آب و هوا می‌باشد. قابلیت سیستم اطلاعات جغرافیایی در تلفیق لایه‌های اطلاعاتی حاصل از عملیات میدانی و یا سنجش از دور به مراتب بالاتر از روش‌های سنتی بوده و بدیهی است که نتیجه حاصله گویاتر و از دقت بالاتری برخوردار است(۶).

تنک بودن پوشش گیاهی در اکثر مناطق خشک کشور شرایط ویژه‌ای از لحاظ نوع بازتابش به‌وجود آورده است. ضعیف بودن پوشش گیاهی در چنین مناطقی باعث می‌شود خاک زمینه اثر بازتاب گیاه را تحت تأثیر قرار دهد و به آن چیره شود(۱۰). هم‌چنین انعکاس از سطحی که دارای پوشش گیاهی می‌باشد ترکیبی از انعکاس برگ‌های پوشش گیاهی و خاک زمینه است، (۲) که جداسازی این‌دو از همدیگر شرایط استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای را سخت‌تر نموده است.

تحقیقات زیادی در زمینه استفاده سنجش از دور برای تعیین درصد پوشش گیاهی در مناطق خشک انجام شده است. مطالعات اولیه بر پایه استفاده از اطلاعات تک باندها و تعیین بهترین آنها جهت نمایش درصد پوشش گیاهی بوده است. به‌عنوان مثال نتایج تحقیق انجام گرفته توسط واحدی نشان داد که درصد پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه با باندهای TM3 وTM4 رابطه معنی‌داری دارد و می‌توان نتیجه گرفت که با استفاده از باندهای فوق تخمین پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه امکان‌پذیر است (۸). این نتیجه در تحقیق صورت گرفته توسط ارزانی در کشور استرالیا نیز حاصل گردیده است (۱). هم‌چنین این نکته را باید مد نظر داشت که تأثیر فاکتورهای محیطی و اکولوژیکی هر منطقه در نوع رفتار طیفی گیاهان آن منطقه مؤثر می‌باشد. این نکته به محدودیت استفاده از اطلاعات تک باندها در شرایط حاکم بر مناطق خشک و نیمه خشک می‌انجامد. چنانکه بلود در مطالعه خود که به منظور طبقه‌بندی شش منطقه مختلف اکولوژیکی با استفاده از داده‌های TM انجام داده است، نتیجه گرفت که باندها به تنهایی در تشخیص بخش‌های اکولوژیکی مؤثر نیستند، بلکه زمانی که از شاخص‌های حاصل از ترکیب باندها استفاده می‌شود، باعث تشخیص بهتر هر کدام از مناطق اکولوژیکی می‌شود(۹ و ۱۷).

علاوه بر این، مطالعات گسترده‌ای جهت ساخت شاخص‌های مختلف پوشش گیاهی از تک باندهای ماهواره‌ای و یا اصلاح شاخص‌های موجود برای شرایط خاص محیطی هر منطقه صورت گرفته است. معروف‌ترین این شاخص‌ها NDVI بوده که توسط رز و همکارانش در سال ۱۹۷۴ معرفی گردیده و از آن در اکثر مطالعات پوشش گیاهی استفاده شده است(۲۰). خواجه الدین نقشه درصد پوشش 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٪ مقادیر NDVI ثابتی گزارش شده است. وی هم‌چنین اشاره کرد هنگامی که پوشش گیاهی 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 به‌طور معنی‌داری روی کاهش بازتاب نور مادون قرمز تأثیر می‌گذارد(۱۳). این مشکل از کمبود بارندگی و بالابودن میزان تبخیر و تعرق ناشی می‌شود که باعث کاهش سبزینه و به تبع آن کاهش فتوسنتز می‌گردد. غالب شدن میزان این گیاهان در بین پوشش گیاهی کل در مناطق خشک موجب بروز تغییرات طیفی درون گونه‌های گیاهی و از نقطه‌ای به نقطه دیگر می‌شود(۱۵ و ۱۶). تلاش‌های زیادی برای به حداقل رسانیدن اثرات خارجی محیطی روی مقادیر عددی میزان بازتابش طیفی ناشی از گیاه در مناطق خشک صورت گرفته است. به‌عنوان مثال هویت شاخص NDVI را اصلاح نمود و شاخصی به نام SAVI را معرفی کرد (۱۲). هم‌چنین قی و همکارانش به ایجاد شاخصی به نام MSAVI پرداخته‌اند که اثرات بازتاب خاک را تا حدود زیادی کاهش داده است(۱۸ و ۱۹). پیکاپ و همکارانش در مطالعات خود از داده‌های لندست MSS استفاده نمودند. آنها شاخص PD54=Band4-

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.44.24.9]

Band5را به‌کار گرفته‌اند و گزارش نموده‌اند که هم‌بستگی نزدیکی با درصد پوشش گیاهی در اراضی وسیع مرتعی در مناطق خشک داشته است و این شاخص باعث کاهش اثرات خاک زمینه در برآوردهای پوشش گیاهی می‌شود(۱۷).

در برخی از مطالعات استفاده هم‌زمان و تلفیقی از چندین شاخص مختلف نیز تجربه شده و به تولید نقشه پوشش گیاهی منجر گردیده است. به‌عنوان مثال حسینی و همکارانش در منطقه مازندران تحقیقی انجام داده‌اند که در آن از ۲۶ شاخص مختلف گیاهی، اطلاعات تک باندهای ماهواره‌ای لندست ETM^+ و هم‌چنین باندهای ترکیبی با پانکروماتیک (باند ۸) استفاده شده و به کمک رگرسیون چند متغیره، بهترین تلفیق آنها جهت تهیه نقشه پوشش گیاهی به‌دست آمده است(۱۱). هم‌چنین خوانین‌زاده در سال ۱۳۷۸ به ارزیابی شاخص‌های مختلف پوشش گیاهی(۱۸ شاخص) در منطقه نیر در استان یزد پرداخته است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داده است که به‌طور کلی شاخص‌هایی که شامل باندهای قرمز و مادون قرمز هستند هم‌بستگی بیشتری با تاج پوشش گیاهی دارند(۴).

تحقیق حاضر بر اساس ضرورت حل مشکلات و محدودیت‌های فوق الذکر، مدلی را مبتنی بر استفاده تلفیقی از شاخص‌های مختلف گیاهی و فاکتورهای محیطی مؤثر بر پوشش گیاهی مناطق خشک مطرح می‌کند. هدف از اجرای این تحقیق تبیین مدل جهت تهیه نقشه پوشش گیاهی با به‌کارگیری از تکنیک‌های سنجش از دور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) درمناطق خشک، هم‌چنین دست‌یابی به چگونگی پردازش اطلاعات ماهواره‌ای با توجه به درصد کم پوشش گیاهی درمناطق خشک با استفاده از شاخص‌های مناسب برای ترکیب گیاهی مورد نظر بوده است.

مواد و روش‌ها

موقعیت محل اجرای طرح

محل اجرای طرح حوزه آبخیز ندوشن واقع در بزرگ حوزه یزد – اردکان و دارای مساحت ۶۰۰۰۰ هکتار می‌باشد. منطقه مورد مطالعه در محدوده جغرافیایی ′۴۶ °۳۱ تا ′۰۴ °۳۲ عرض شمالی و ′۲۴ °۵۳ تا ′۴۷ °۵۳ طول شرقی واقع شده است .حداکثر ارتفاع از سطح دریا ۳۳۶۷ متر و حداقل آن ۱۷۰۰ متر می‌باشد و شیب منطقه از ۰/۱ تا ۷۵ درصد متغیر است. متوسط بارندگی سالیانه حوزه ندوشن ۱۶۷ میلی‌متر است، تقریباً تمام این نزولات مربوط به ماه‌های دی، بهمن، اسفند و فروردین می‌باشد. نزدیک به ۱۸ درصد بارندگی به‌صورت برف و بقیه نزولات حوزه را باران تشکیل می‌دهد. متوسط دمای منطقه بر حسب ارتفاع از ۱۲ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد متغیر می‌باشد. گرم‌ترین ماه سال تیر و سردترین آن دی‌ماه است .

روش کار

شکل ۱ مراحل مختلف انجام این کار را نشان می‌دهد. همان‌طوری که در این نمودار آمده است اطلاعات مورد نیاز در این تحقیق از سه منبع مختلف کسب شده است که شامل اطلاعات میدانی، نقشه‌های موجود از فاکتورهای محیطی منطقه و تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد. در ادامه نحوه تهیه و پردازش هر یک از این اطلاعات تشریح می‌گردد.

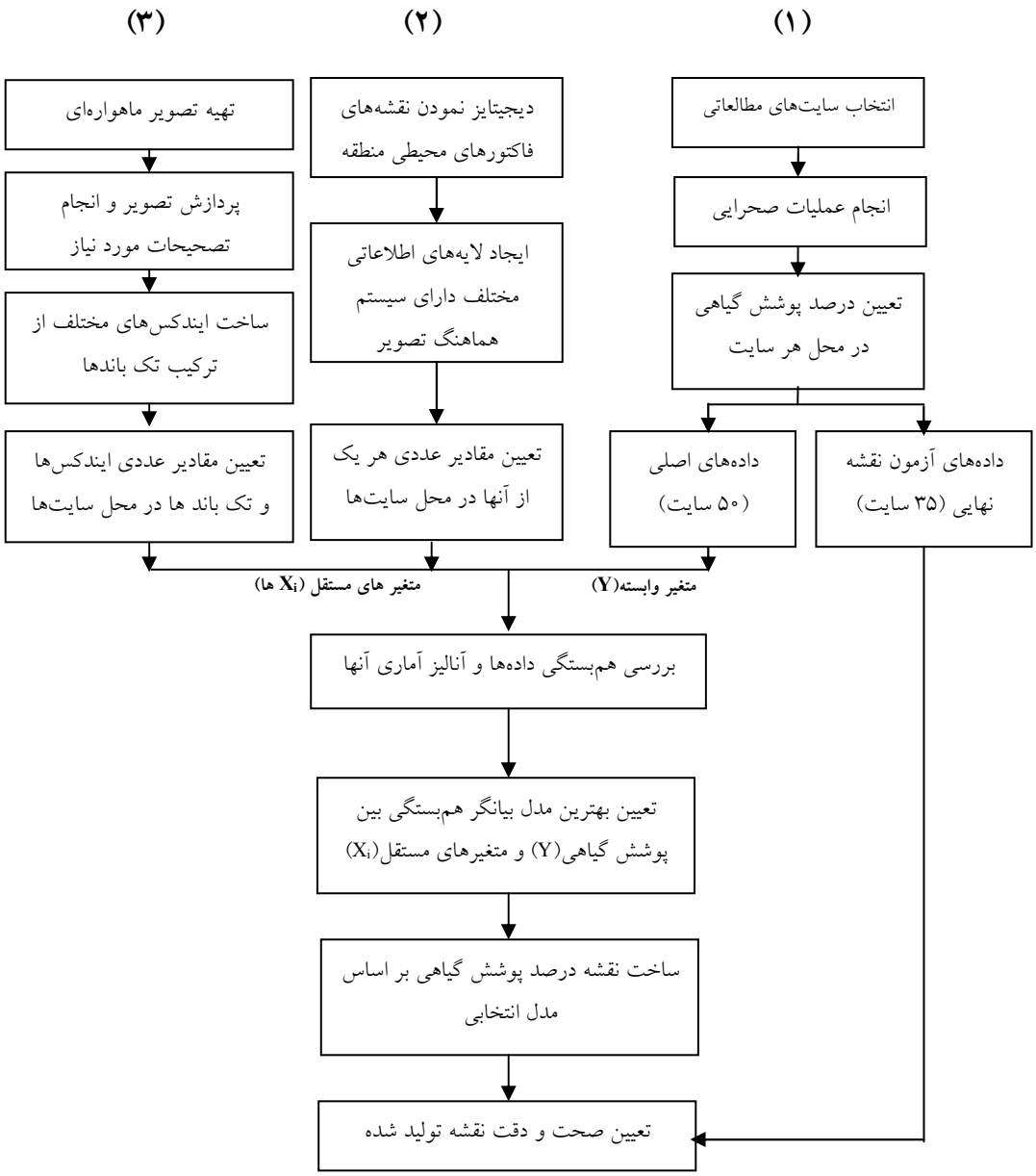
اطلاعات میدانی

جهت انجام کارهای صحرایی تحقیق در اواسط اردیبهشت تا اواسط تیر ماه سال۱۳۸۱، با استفاده از تجربیات موجود و بازدیدهای متعدد، پنجاه نقطه مناسب برای استقرار سایت‌های مورد نیاز مشخص گردید. هم‌چنین به‌صورت کاملاً مشابه، تعداد ۳۵ سایت دیگر نیز در منطقه مشخص شد تا از داده‌های این نقاط در تعیین صحت و دقت نقشه نهایی استفاده گردد. سپس با استفاده از یک دستگاه GPS مدل SP 24xc مختصات تمامی این نقاط جهت انتقال روی لایه‌های اطلاعاتی موجود در بانک اطلاعاتی ثبت شد (شکل ۲، الف) .

جهت استقرار هر سایت پس از تعیین نقطه مرکزی، ۲۵ قطعه نمونه‌برداری که هر یک از آنها دارای ۲۵ متر مربع مساحت بودند، ایجاد گردید و در مرکز هر یک آز آنها پیکه‌ای

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.44.24.9]



شکل ۱. مراحل مختلف انجام تحقیق

کوبیده شد. این قطعات نمونه به‌عنوان محل‌های آمار برداری لحاظ شدند. بدین‌وسیله ۲۵ نقطه آمار برداری در هر سایت مشخص گردید. شکل ۲ (ب) نحوه انتخاب محل‌های آمار برداری در هر سایت را نشان می‌دهد.

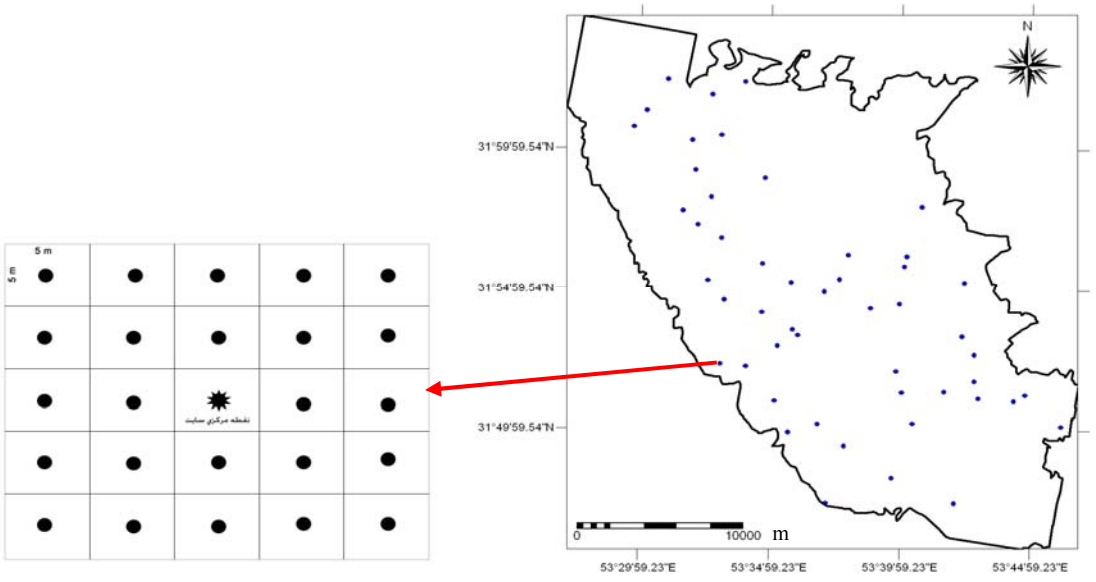
سپس درصد پوشش گیاهی در تمامی ۲۵ نقطه آمار برداری هر سایت و با استفاده از یک پلات ۲ مترمربعی اندازه‌گیری شده و معدل به‌دست آمده به‌عنوان درصد پوشش گیاهی برای هر سایت فرض و در بانک اطلاعاتی اکسل یادداشت گردید. این مجموعه داده به‌عنوان متغیر وابسته مورد مطالعه شناخته می‌شود.

فاکتورهای محیطی

به‌دلیل اثرات بارز فاکتورهای محیطی بر روی میزان پوشش گیاهی در مناطق خشک، انجام مطالعات پوشش گیاهی در چنین مناطقی می‌تواند با بررسی فاکتورهای محیطی حاکم بر آن

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.44.24.9]



(ب) (الف)

شکل۲. موقعیت سایت‌های مطالعاتی اصلی در مرتع ندوشن(الف) و نحوه انتخاب محل‌های آمار برداری در هر سایت(ب)

مناطق همراه باشد. بنابراین برای تعیین میزان تأثیر این فاکتورها بر روی درصد پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه، اقدام به تهیه نقشه‌های مربوط به فاکتورهای محیطی شد. بدین منظور ابتدا نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ از منطقه مورد مطالعه تهیه و دیجیتایز شد. سپس با به‌کارگیری این نقشه و استفاده از قابلیت‌های نرم‌افزاری الویس، نقشه‌های ارتفاع از سطح دریا (DEM)، شیب (Slope) و جهات جغرافیایی (Aspect) تهیه و هر یک دارای سیستم هم‌آهنگ جغرافیایی گردید. در نهایت با انجام عملیات کراسینگ (Crossing)، مقادیر عددی هر یک از این لایه‌هادر محل سایت‌های مورد مطالعه استخراج گردید و به‌عنوان مجموعه‌ای از متغیرهای مستقل وارد بانک اطلاعاتی اکسل شد. این داده‌ها تحت عنوان فاکتورهای محیطی مورد بررسی و آنالیز آماری قرار گرفته‌اند.

داده‌های سنجش از دور

برای اجرای این تحقیق از تصویر ماهواره لندست ۷ مربوط به ۱۷ اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۱ (منطبق بر زمان نمونه‌برداری‌های صحرایی) استفاده شد. هم‌چنین برای کسب اطمینان از صحت سیستم هم‌آهنگ جغرافیایی این تصویر (Coordinate system)، با انجام تصحیح هندسی آن در محیط نرم افزاری الویس و به روش affine مختصات جغرافیایی پیکسل‌های این تصویر بر موقعیت دقیق عوارض طبیعی زمین در منطقه مطالعاتی منطبق گردید و نهایتاً مقدار ریشه متوسط مربع خطا (RMSE) برابر ۰/۲۵۳ محاسبه شد. به‌دلیل این‌که منطقه مطالعاتی دارای کشیدگی اندکی در امتداد طول و عرض جغرافیایی بوده و مساحت کوچکی را شامل می‌شود، این روش تصحیح هندسی مناسب به‌نظر می‌رسد. هم‌چنین این روش از لحاظ حداقل تعداد نقطه مورد نیاز به تصحیح نیز ارجح می‌باشد. تصحیح طیفی صورت گرفته روی این تصویر از نوع اتمسفری بود که بر اساس بازتابش صفر از سطح آب زلال در باند هفت -که عاری از اثر خطای جوی است- صورت گرفت. به‌دلیل نبود آب زلال در محدوده مطالعاتی، نقطه مورد نظر جهت انجام این تصحیح در کل مساحت تحت پوشش یک سین کامل ماهواره‌ای (فریم ۳۸-۱۶۲) و در محل آب‌گیر طرح تغذیه مصنوعی دشت ابراهیم آباد مهریز جستجو شد. این محل در زمان اخذ تصویر دارای آب زلال حاصل از بارندگی در منطقه

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.44.24.9]

جدول۱. قسمتی از بانک اطلاعاتی ایجاد شده در نرم افزار اکسل و نحوه چیدمان اطلاعات در آن

نام سایت	متغیر وابسته(Y) [۱]	متغیرهای مستقل(X_iها) [۲]						
	پوشش گیاهی(درصد)	DEM (متر)	Slope (درصد)	Aspect (درجه)	Band1	NDVI [۳]	VI	...
۱	۱۸/۵	۱۹۵۳/۲	۱/۲۵	۲۲۵	۱۲/۶	۱۱۰/۴۶	۴۳۵/۵	...
۲	۱۴/۱	۲۲۰۰/۹	۲/۵۳	۱۲۳/۵	۱۹۲/۵	۱۰۹/۲۲	۳۳۶/۴	...
۳	۲۱/۳	۳۱۵۰/۲	۰/۴۳	۳۲۴	۵۴/۱	۱۱۳/۱۳	۳۳۹/۰	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...

۱. کسب شده از اطلاعات صحرایی ۲. استخراج شده از نقشه‌های مربوط به هر یک از متغیرهای مستقل مورد نظر

۳. علت زیاد بودن مقادیر NDVI در این جدول، اعمال تصحیح ۱۲۸+۱۲۷× بوده که برای مناطق خشک پیشنهاد شده است.

بود. هم‌چنین با استفاده از تکنیک نمونه‌برداری مجدد (Resampling) روی باندهایی با اندازه غیرمعمول، اندازه آنها نیز با باندهای معمولی (۳۰×۳۰ متر) تطبیق داده شد. با به‌کارگیری تک باندهای ماهواره‌ای و فرمول‌های مستخرج از منابع مورد استفاده در این تحقیق، شاخص‌های مختلف پوشش گیاهی و خاک ساخته شد. بنابراین لایه‌های متعددی از تک باندهای ماهواره‌ای و شاخص‌های مختلف به‌دست آمد. لذا با عملیات کراسینگ اعداد مربوط به پیکسل‌های هرکدام از سایت‌های ۵۰گانه بر روی تک‌باندها و نقشه شاخص‌ها استخراج و در بانک اطلاعاتی اکسل وارد گردید. داده‌های استخراج شده از این لایه‌ها تشکیل مجموعه‌هایی از متغیرهای مستقل می‌دهند. جدول ۱ قسمتی از بانک اطلاعاتی ایجاد شده در نرم افزار اکسل و نحوه چیدمان اطلاعات در آن را نشان می‌دهد.

پردازش و آنالیز داده‌ها

ابتدا با محاسبه ماتریس هم‌بستگی، وجود یا عدم وجود هم‌راستایی (Colinearity) بین متغیرهای مستقل در سایت‌های پنجاه‌گانه بررسی گردید. سپس برای بررسی چگونگی ارتباط بین متغیر وابسته مورد مطالعه (درصد پوشش گیاهی) و تمامی متغیرهای مستقل (فاکتورهای محیطی، تک باندها و شاخص‌ها) از روش رگرسیون خطی چند متغیره استفاده شد. شکل عمومی معادله رگرسیون خطی چند متغیره به‌صورت زیر است.

$$Y=\beta_1 X_1+\beta_2 X_2+\ldots\ldots+\varepsilon \qquad [1]$$

در این فرمول، Y متغیر وابسته مورد مطالعه است و Xهامتغیرهای مستقل می‌باشند. ضرایب متغیرهای مستقل (ضرایب رگرسیونی) با β بیان می‌شوند. مقدار ε عدد ثابت این معادله است. نتیجه آنالیز آماری با این روش شامل مجموعه‌ای از مدل‌هاست که هر یک دارای ضرایب تبیین تصحیح شده (R^2_{adj}) متفاوت می‌باشند. ارزیابی صحت و کفایت هرمدل با استفاده از همین ضریب صورت می‌گیرد(۵). در این تحقیق با استفاده از نرم افزار آماری spss و اعمال مدل رگرسیون خطی چند متغیره به روش حذف پس رونده (Backward)، مدل‌های مختلفی حاصل شد که بهترین مدل با توجه به مقدار بالاتر آماره R^2_{adj}، انتخاب گردید(مدل شماره۹).

پس از انتخاب مدل مناسب، متغیرهایی که می‌توانستند توجیه‌گر منطقه نسبت به درصد پوشش گیاهی باشند، با عنوان predictors جدا شده و ضرایب هر یک از آنها نیز با عنوان مقادیر β ثبت گردیدند. سپس با قرار دادن میزان عدد ثابت (ε) وضرایب رگرسیونی به‌دست آمده، فرمول رگرسیون خطی چند متغیره شکل گرفت و با داشتن تمامی پارامترهای فرمول (متغیرهای مستقل و ضرایب آنها)، نقشه نهایی درصد پوشش گیاهی درمحیط نرم‌افزاری الویس تولید گردید.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.44.24.9]

جدول ۲. ماتریس هم‌بستگی بین اطلاعات باندهای تصویر ماهواره‌ای لندست ETM^+ و درصد پوشش گیاهی در محل سایت‌های موجود در منطقه مطالعاتی

متغیر	درصد پوشش	باند ۱	باند ۲	باند ۳	باند ۴	باند ۵	باند ۱-۶	باند ۲-۶	باند ۷	باند ۸
درصد پوشش	۱	-۰/۳۴۶	-۰/۲۶۲	-۰/۲۰۴	۰/۰۲۱	-۰/۰۴۱	-۰/۱۵۹	-۰/۱۵۵	-۰/۰۲۵	-۰/۱۰۳
باند ۱		۱	۰/۹۴۰	۰/۸۶۷	۰/۶۴۶	۰/۶۰۸	۰/۰۹۳	۰/۰۹۹	۰/۶۳۷	۰/۷۸۳
باند ۲			۱	۰/۹۷۴	۰/۸۱۷	۰/۷۸۵	-۰/۱۳۳	-۰/۱۲۶	۰/۷۸۸	۰/۹۲۴
باند ۳				۱	۰/۸۷۷	۰/۸۵۰	-۰/۲۸۹	-۰/۲۸۳	۰/۸۴۱	۰/۹۵۷
باند ۴					۱	۰/۸۳۸	-۰/۴۱۱	-۰/۴۰۶	۰/۷۸۲	۰/۹۶۸
باند ۵						۱	-۰/۵۳۰	-۰/۵۲۷	۰/۹۷۹	۰/۸۵۷
باند ۱-۶							۱	۱/۰۰۰	-۰/۴۳۰	۰/۳۱۷
باند ۲-۶								۱	-۰/۴۲۷	-۰/۳۱۲
باند ۷									۱	۰/۸۲۳
باند ۸										۱

جهت تعیین دقت نقشه تولید شده، از روش کراس ولیدیشن (Cross validation) استفاده شد. بدین منظور از آمار برداشت شده میدانی در ۳۵ سایت مجزا از سایت‌های پنجاه‌گانه اصلی استفاده گردید. سپس محل‌های آنها روی نقشه پوشش گیاهی تولید شده مشخص و با عملیات کراسینگ اعداد مربوط به این نقاط از روی نقشه استخراج شد. سپس آمار به‌دست آمده از نمونه‌برداری صحرایی با اعداد مربوط به همان نقاط در نقشه تولیدی مقایسه شد. این مقایسه با برازش خط مستقیم بین این دو مجموعه از داده‌ها صورت گرفت و ضریب تبیین (R^2) حاصله به‌عنوان دقت نقشه تولید شده منظور گردید.

نتایج

در جدول ۲ ماتریس هم‌بستگی بین باندهای مختلف تصویر ماهواره‌ای لندست و نیز درصد پوشش گیاهی در محل سایت‌های مطالعاتی نشان داده شده است. در این ماتریس مقادیر متفاوتی از ضریب هم‌بستگی مشاهده می‌شود. بالا بودن این ضریب در برخی از المان‌های ماتریس ناشی از هم راستا بودن اطلاعات موجود در باندها می‌باشد. این باندها نمی‌توانند در مدل رگرسیونی نقشی ایفا کنند و بایستی از مدل حذف گردند. به‌عنوان مثال قرارگیری هم‌زمان باندهای ۱-۶ و ۲-۶ در مدل انتخابی ضرورتی ندارد و چنانچه هر دوی آنها در مدل انتخابی قرار گیرند، آن مدل فاقد کفایت لازم خواهد بود.

هم‌بستگی داده‌ها در سایر متغیرهای مستقل نیز محاسبه و بررسی گردید. نتایج این محاسبه به‌صورت ماتریس هم‌بستگی نشان داده شده در جدول ۳ است. به‌دلیل زیاد بودن تعداد متغیرها، فقط به ذکر تعدادی از آنها در این ماتریس اکتفا شده است.

هم‌چنین دو نمونه از نمودارهای پراکندگی نقاط مربوط به داده‌های زمینی و باندهای ماهواره‌ای و شاخص‌ها در شکل ۳ آورده شده است. در این نمودارها هم‌بستگی بسیار کمی بین نقاط مشاهده می‌گردد که دلیل بر عدم کارایی تک‌باندها و یا یک شاخص در تعیین درصد پوشش گیاهی می‌باشد.

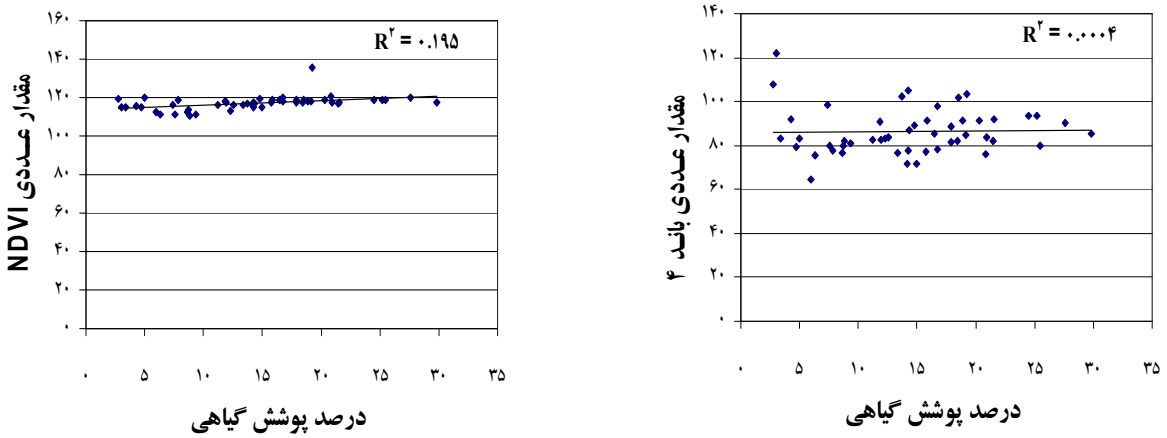
پس از انجام آنالیز هم‌بستگی، رگرسیون خطی چند متغیره روی متغیرهای مستقل اعمال شد و بهترین مدل با توجه به مقدار بالاتر R^2_{adj} انتخاب گردید. مشخصات مدل انتخابی

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.44.24.9]

جدول۳. ماتریس هم‌بستگی بین اطلاعات فاکتورهای محیطی، شاخص‌های مختلف و درصد پوشش گیاهی در محل سایت‌های موجود در منطقه مطالعاتی

متغیر	درصد پوشش	DEM	SLOPE	ASPECT	NIR	PD32	TVI	LWCI	MIND	MIRV	...
درصد پوشش	۱	۰/۴۹۵	-۰/۳۳۳	۰/۲۴۷	-۰/۰۷۳	۰/۰۲۹	۰/۴۵۴	۰/۱۰۹	۰/۴۵۴	۰/۲۳۹	
DEM		۱	۰/۳۰۳	۰/۲۹۹	-۰/۰۰۸	۰/۳۲۹	۰/۴۲۷	-۰/۲۱۳	۰/۳۷۷	۰/۴۲۰	
SLOPE			۱	-۰/۰۰۲	۰/۰۵۱	۰/۱۶۹	-۰/۱۲۹	-۰/۳۶۹	-۰/۱۱۹	۰/۱۴۴	
ASPECT				۱	۰/۱۹۴	۰/۵۸۱	۰/۴۲۸	-۰/۲۰۱	۰/۳۰۴	۰/۲۹۷	
NIR					۱	۰/۴۱۲	۰/۳۹۷	۰/۲۱۸	۰/۲۶۴	-۰/۲۲۸	
PD32						۱	۰/۱۱۹	-۰/۳۴۰	-۰/۰۷۶	۰/۱۹۴	
TVI							۱	۰/۳۲۴	۰/۹۷۰	۰/۱۴۷	
LWCI								۱	۰/۳۹۹	-۰/۸۰۰	
MIND									۱	۰/۱۰۹	
MIRV										۱	
...											۱



شکل۳. دو نمونه از نمودارهای پراکندگی بین درصد پوشش گیاهی و داده‌های ماهواره‌ای

(مدل شماره ۹) در جدول ۴ آمده است. جدول ۵ نیز تجزیه واریانس مدل انتخابی را نشان می‌دهد که در آن منابع تغییرات به دو بخش رگرسیون و مانده‌ها تقسیم شده است.

در مدل انتخابی چندین متغیر از بین تمامی متغیرهای مستقل گزینش شده‌اند و به‌عنوان مهم‌ترین فاکتورهای قادر به بیان درصد پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه انتخاب گردیده‌اند. سایر متغیرهای مستقل برای این کار ضعیف تشخیص داده و از مدل کنار گذاشته شده‌اند (جدول ۶).

هر کدام از این متغیرها دارای یک ضریب رگرسیون (β)می‌باشند که با قراگرفتن در فرمول، معادله رگرسیون خطی چند متغیره به‌صورت زیر را تشکیل می‌دهند:

درصد پوشش گیاهی=۰/۰۷۲۷ DEM+۴۲/۱۷۳RA-۰/۴۵۷Slope +۰/۰۳۹Aspect+۷۹/۴۵۲NIR+۸۳۰/۸۸۷MIR+...+۷۵۱۹۸/۶۸۹ [۲]

بر اساس این معادله و اعمال ضرایب رگرسیونی روی متغیرهای آن، نقشه درصد پوشش گیاهی برای مرتع ندوشن

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.44.24.9]

جدول۴. بهترین مدل آماری انتخاب شده به روش رگرسیون خطی چند متغیره

شماره مدل انتخابی	ضریب هم‌بستگی چند متغیره (R)	ضریب تبیین (R^2)	ضریب تبیین تصحیح شده (R^2_{adj})	برآورد خطای استاندارد (S.E)
۹	۰/۹۸۳	۰/۹۶۶	۰/۹۰۷	۲/۰۴۸۸

جدول۵. جدول تجزیه واریانس مربوط به مدل شماره ۹

شماره مدل انتخابی	منابع تغییرات (S.V.)	مجموع مربعات (S.S.)	درجه آزادی (d.f.)	میانگین مربعات (M.S.)
	رگرسیون	۲۱۳۸/۰۴۳	۳۱	۶۸/۹۶۹**
۹	مانده ها	۷۵/۵۵۴	۱۸	۴/۱۹۷
	کل	۲۲۱۳/۵۹۷	۴۹	--

** : معنی‌دار بودن در سطح اطمینان ۰/۰۱

جدول۶. اسامی متغیرهای مستقل گزینش شده (predictors) و کنارگذاشته شده (excludes) توسط مدل انتخابی

متغیرهای مستقل گزینش شده در مدل	متغیرهای مستقل کنارگذاشته شده از مدل
عدد ثابت(۷۵۱۹۸/۶۸۹) ، DEM(۰/۰۷۲۷), RA(۴۲/۱۷۳), Slope(-۰/۴۵۷), Aspect(۰/۰۳۹), NIR(۷۹/۴۵۲), MIR(۸۳۰/۸۸۷), PD32(-۵۷۵/۶۹۵), Band6-2(۳/۲۱۸), IPVI(۶۸۵/۲۵۸), LAI(۱۰۷/۷۸۲), IR(۳۱۳/۱۰۹), Band8(-۰/۶۱۹), SWCI(۱۱۹۴/۷۲۸), SR(-۴۵/۶۵۳), EVI(-۱۵۶۳/۵۴۰), GEMI(-۸/۴۶۸), TVI(-۷۸۲/۴۷۸).	LWCI, MIND, MINI, MIRV, MNDVI, NDVI, PVI, RVI, SARVI, SAVI, TNDVI, VI, VNIR, ARVI, Band1, Band2, Band3, Band4, Band5, Band6-1, Band7, BI, DVI, GVI, IR, PD31, VNIR.

- هر یک از متغیرهای این جدول بیانگر یک شاخص و یا فاکتور محیطی است که به‌صورت نقشه‌های مجزا ترسیم شده است. اعداد داخل پرانتز مربوط به ضرایب رگرسیون هر متغیر است که در معادله رگرسیون خطی چند متغیره قرار می‌گیرند.

ترسیم گردید. شکل ۴ این نقشه را نشان می‌دهد. هیستوگرام این نقشه نیز محاسبه گردید که به‌صورت نمودار ۱ می‌باشد. پارامترهای آماری این هیستوگرام در کنار آن درج شده است.

همان‌طوری که در هیستوگرام نقشه مشاهده می‌شود، درصدهای پوشش زیر میانگین بیشتر از درصدهای بالای میانگین می‌باشند. لخت بودن خاک منطقه از پوشش گیاهی در بسیاری از نقاط منجر به افزایش تعداد پیکسل‌های مربوط به مقادیر صفر و نزدیک به صفر شده است. این نقاط عملاً در تعیین میانگین نقشی ندارند اما در هیستوگرام حاصله قرار می‌گیرند. به همین دلیل است که هیستوگرام نقشه درصد پوشش گیاهی به‌صورت یک منحنی غیر نرمال ترسیم شده است.

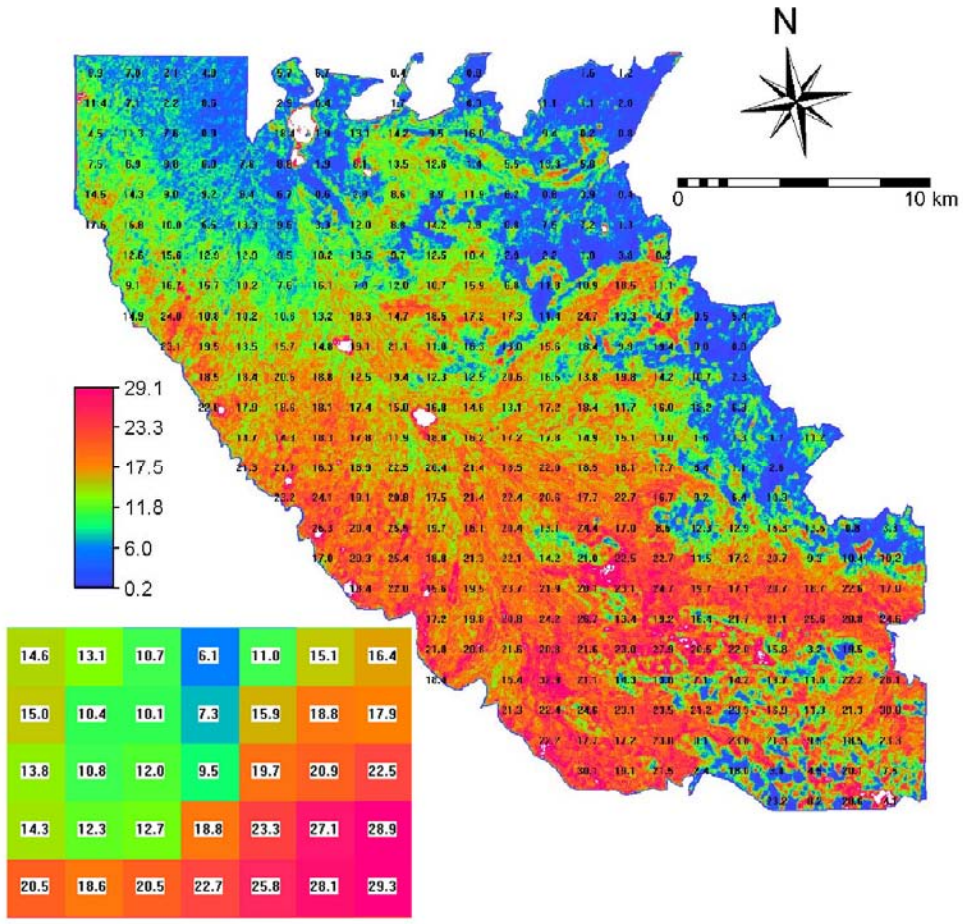
پس از ترسیم نقشه درصد پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه دقت آن با استفاده از داده‌های سایت‌های ۳۵گانه و روش کراس ولیدیشن تعیین شد. (نمودار ۲). برازش حاصله بر اعداد این نمودار دارای ضریب تبیین ۰/۸۹ می‌باشد که نشان دهنده هم‌بستگی قوی بین مقادیر مشاهده و تخمین است. بنابراین می‌توان دقت نقشه حاصله را منطبق بر نتایج آماری ذکر کرد و قابل قبول دانست.

بحث و پیشنهادها

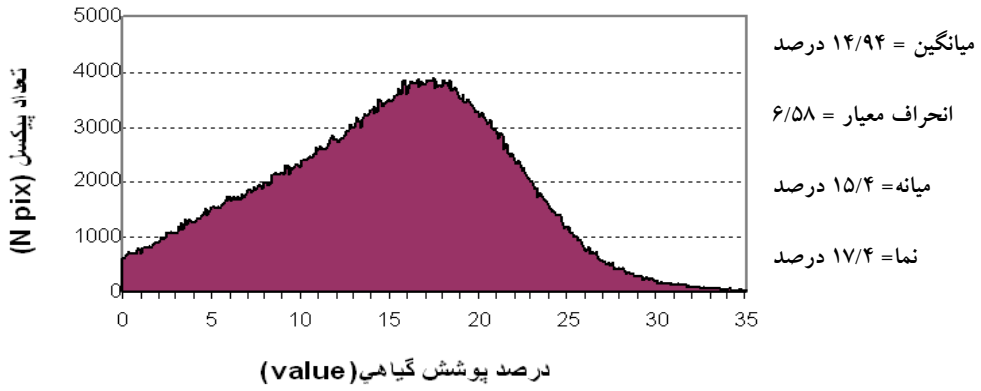
مهم‌ترین نتیجه کاربردی تحقیق حاضر در مراتع مناطق استپی و نیمه بیابانی این است که می‌توان با تهیه تصاویر در زمان بعد از

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.44.24.9]



شکل۴. نقشه درصد پوشش گیاهی مرتع ندوشن در سال ۱۳۸۱ به همراه پیکسل‌هایی از آن در گوشه تصویر، اعداد روی آنها بیانگر درصد پوشش گیاهی در محل آن پیکسل است



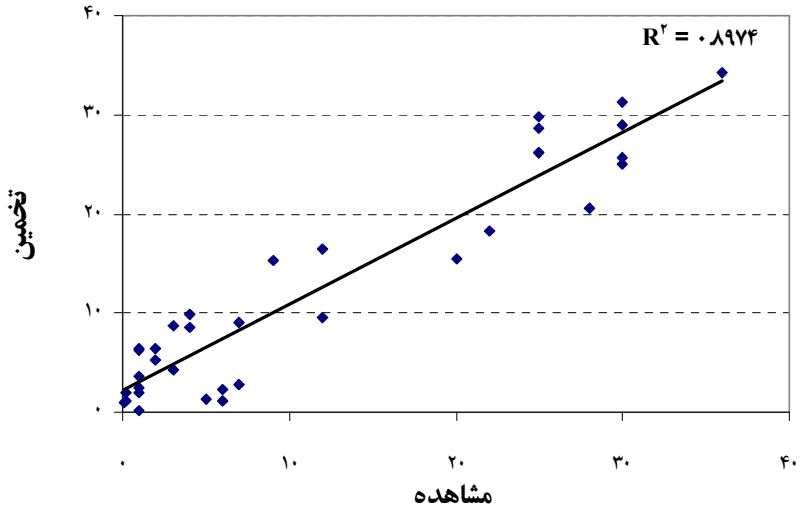
نمودار۱. هیستوگرام نقشه درصد پوشش گیاهی

رویش‌های سالیانه، مثلاً اواخر اردیبهشت هرسال برای شرایط مرتع ندوشن، در مدت زمان کوتاهی درصد پوشش گیاهی را برای اجرای مدیریت صحیح در چرا و بهره برداری تعیین نمود.

وجود هم‌بستگی ضعیف بین درصد پوشش گیاهی و اطلاعات تک باندها و شاخص‌ها در ماتریس‌های هم‌بستگی، نشان دهنده عدم کارایی روش‌هایی است که فقط از یک باند و

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.44.24.9]



نمودار۲. نمودار تعیین دقت نقشه درصد پوشش گیاهی به روش کراس ولیدیشن

یا شاخص در تعیین درصد پوشش گیاهی مناطق خشک استفاده می‌نمایند. این نکته در شکل ۳ نیز مشاهده می‌گردد. در این شکل هم‌بستگی درصد پوشش گیاهی با شاخص معروف NDVI نیز بسیار اندک است که دلیلی دیگر بر محدودیت به‌کارگیری روش‌های متداول برای تعیین درصد پوشش گیاهی مناطق خشک و نیمه خشک است.

وجود هم‌بستگی‌های معنی‌دار در برخی از المان‌های ماتریس‌های هم‌بستگی نشانه هم راستا بودن آنهاست و بیانگر این مفهوم است که اطلاعات موجود در یک باند یا شاخص توسط باند یا شاخص دیگری تکرار شده است. چنانچه دو متغیر با هم‌بستگی معنی‌دار در یک مدل قرار گیرند، آن مدل از کفایت لازم برخوردار نخواهد بود. در مدل انتخابی (مدل شماره ۹) اثری از متغیرهای نامتعامد نیست، لذا مدل آماری انتخاب شده دارای مشکل هم‌راستایی نخواهد بود. در صورت جدی بودن خطر هم‌راستایی در مدل رگرسیون و یا توجیه لزوم وارد ساختن متغیرهای همبسته در مدل، راه حل‌های زیادی وجود دارد که می‌توان به روش تبدیل متغیرها به ترکیبات جدید و یا استفاده از روش‌های برآورد اریب‌دار ضرایب رگرسیون مانند رگرسیون ریج برای آنالیز آماری داده‌ها اشاره کرد(۵).

در مطالعات رگرسیون چند متغیره نمی‌توان تنها به نتایج آنالیز آماری و میزان بالای ضریب تبیین اصلاح شده یک مدل اکتفا کرد. بلکه تنها ساخت نقشه با دقت قابل قبول است که می‌تواند صحت مدل آماری انتخاب شده را به اثبات برساند.

در مناطق خشک ونیمه خشک چون عمدتاً پوشش گیاهی ضعیف و پراکنده است، روش فوق می‌تواند روش مناسبی در استفاده از پارامترهای اکولوژیکی و محیطی جهت برآورد درصد پوشش در نقاطی باشد که پوشش گیاهی آن به اندازه‌ای نیست که خود مستقیماً بتواند DN هر پیکسل را تحت تأثیر جدی قرار دهد. ضعیف بودن پوشش گیاهی مناطق خشک باعث می‌شود خاک زمینه اثر بازتاب گیاه را تحت تأثیر قرار دهد یا به آن چیره شود. این نکته از مهم‌ترین مسائلی است که برای مطالعه پوشش گیاهی مناطق خشک باید حل شود. بر اساس شرایط ویژه حاکم بر پوشش گیاهی مناطق خشک، روش استفاده از کلاسه‌بندی معمولی روی تصاویر ماهواره‌ای در این مناطق مسلماً جواب نمی‌دهد و باید به مدل‌هایی دست یافت که از نظر مفهومی بتوانند سهم بازتاب‌های خاک و گیاه را به خوبی از هم جدا کنند. البته لازم به ذکر است درسال‌هایی که مرتع دچار خشک‌سالی شدید باشد این روش توصیه نمی‌گردد.

بسیاری از تحقیقات مشابه اذعان کرده‌اند که با کمک داده‌های لندست ۷ – حتی درصورتی که کالیبره شوند و عاری

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.44.24.9]

از خطاهای مختلف گردند- نمی‌توان درصدهای پوشش بین صفر تا بیست درصد را تعیین نمود. اما با وجود این برخی از محققین مانند المور و همکارانش، مک جیوایر و همکارانش و اوکین و همکارانش گفته‌اند که به‌صورت تئوری، و در برخی مواقع به‌صورت عملی، می‌توان درصدهای پوشش گیاهی پراکنده و ضعیف در مناطق خشک و بیابانی را سنجش نمود(۱۴ و ۱۶). روش ارایه شده در این تحقیق درصدهای پوشش بسیار اندک که عمده مراتع در مناطق خشک کشور دارا می‌باشند را مانیتور نموده است.

همان‌طور که در مقدمه ذکر گردید در زمینه پوشش گیاهی سبز زنده هرچه از بخش مرئی به طرف بخش مادون قرمز میانی از طیف الکترومغناطیس پیش برویم یک تفاوت معنی‌داری در انعکاس و جذب طیف‌ها رخ می‌دهد این تفاوت‌ها این امکان را برای ما فراهم می‌نماید که بتوانیم شاخص‌های مختلفی را از نسبت باندهای مختلف به‌دست آوریم که این شاخص‌ها در کمی وکیفی کردن پوشش زنده وکهنسال به ما کمک می‌کند. به‌نظر می‌رسد استفاده از شاخص‌های پوشش گیاهی و خاک به‌علت ایجاد تنوع در استفاده از اطلاعات موجود در باندهای طیفی، از بهترین راه‌حل‌ها برای مطالعه پوشش گیاهی مناطق بیابانی و خشک باشند. پس از یافتن شاخص‌ها و پارامترهای اکولوژیکی که بتوانند نحوه رفتار پارامتر مورد مطالعه را بیان کنند، در مناطق خشک و بیابانی هیچ یک از این شاخص‌ها و پارامترها قادر نیستند که به تنهایی نقشه نهایی برای پارامتر مورد مطالعه را تولید نمایند، بلکه باید در فرمول رگرسیون اثرات شاخص‌های زیادی که هم‌بستگی آماری قابل قبول با رفتار پارامتر مورد مطالعه داشته باشند را تلفیق کرد.

منابع مورد استفاده

۱. ارزانی، ح. ۱۳۷۶. کاربرد اطلاعات رقومی ماهواره لندست TM درتخمین تولید و پوشش گیاهی. مجله منابع طبیعی ایران ۵ (۱).

۲. حایز، ر. ۱۳۷۳. *اصول سنجش از دور*. مرکز سنجش از دور ایران، تهران.

۳. خواجه الدین، س. ج. ۱۳۷۵. استفاده از داده‌های ماهواره Landsat Mss 5 در بررسی جوامع گیاهی و تعیین اراضی شور منطقه جازموریان. مجموعه مقالات دومین همایش ملی بیابانزایی و روش‌های مختلف بیابانزدایی، وزارت جهادسازندگی، تهران.

۴. خوانین زاده، ع. ۱۳۷۸. بررسی امکان تهیه نقشه پوشش گیاهی با استفاده از داده‌های ماهواره لندست TM در منطقه نیر یزد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۵. رضایی، ع. و ا. سلطانی. ۱۳۷۷. *مقدمه‌ای بر تحلیل رگرسیون کاربردی*. مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان.

۶. فرزانه، ع. ۱۳۷۱. کاربرد GIS در منابع طبیعی. مجله جنگل و مرتع ۱۴ : ۱۲- ۱۵

۷. مصداقی، م. ۱۳۷۴. *مرتع‌داری در ایران*. چاپ دوم، دانشگاه امام رضا (ع)، مشهد.

۸. واحدی، ر. ۱۳۷۹. بررسی امکان تخمین درصد پوشش گیاهی با استفاده از داده‌های رقومی ماهواره لندست TM در منطقه سمیرم. پایان نامه کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

9. Bolude, Hernandez –R. 1988. Classification of ecological sectors in the sievra del negret and utiel (Valencia), usiag Thematic mapper sensor of Landsat Satellite. Anles- Edafologiay-Agrobiologia 47(5,6):1103-114.
10. Griffiths, G.H. 1985. Mapping rangeland vegetation in northern kenya from landsat data. PhD. Thesis, University of Aston in Birmingham.
11. Hosseini, S. Z., S. J. Khajeddin, H. Azarnivand. 2004. Application of ETM+ data for estimating rangelands cover percentage (Case study: Chamestan area, Iran), XXX ISPRS Congress, paper proceedings, Istanbul, Turkey.
12. Huete, A. R. 1988. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). Remote Sens. Environ. 25: 295-309.
13. Khajedin, S. J. 1995. A survey of the plant comunities of the Jazmorian, IRAN, using landsat Mss data. PhD. Thesis, Univ. of Reading, UK.
14. McGwire, K., T. Minor and L. Fenstermaker. 2000. Hyperspectral mixture modeling for quantifying sparse vegetation cover in arid environments. Remote Sens. Environ. 72: 360-374.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.44.24.9]

15. Okin, G. S., D. A. Roberts. 2004. Remote sensing in arid regions: Challenges and oportunities. of Remote Sensing, PP. 679-730. *In*: S. L. UStin (Ed.), Remote Sensing for Natural Resource Management and Environmental Monitoring. John Wiley and Sons Pub., New York.
16. Okin G. S., W. J. Okin B. Murray and D. A. Roberts. 2001b. Practical limits on hyperspectral vegetation discrimination in arid and semiarid environments. Remote Sens. Environ. 77: 212-225.
17. Pich up, G. and V.H. Chewings. 1997. A grazing gradient to land degradation assessment in arid area from remotely sensed data INT. J. Remote Sens. 5(3):597-617.
18. Qi, J., A. Chehbouni, A. R. Huete, Y. H. Keer and S. Sorooshian. 1994. A modified soil vegetation index. Remote Sens. of Environ. 48: 119-126.
19. Qi, J., R. Marsett, P. Heilman. 2000. Rangeland vegetation cover estimation from remotely sensed data, 2nd International conference on Geospatial Information in Agriculture and Forestry, Lake Buena Vista, Florida.
20. Rouse, J. W., H. R. Haas, J. A. Schell and D. W. Deering. 1974. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. Proceedings, Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium, Greenbelt: NASA SP-351, 301–317.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.44.24.9]