پایش تغییرات مکانی و زمانی تولید گیاهی از طریق محاسبه و تعمیم شاخص‌های گیاهی مبتنی بر ماهواره لندست ۸ (مطالعه موردی: مرتع مرجن بروجن)

فاطمه پردل*[۱]، عطاالله ابراهیمی[۲] و زهرا عزیزی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۶/۳۰ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۱۱/۱۳

چکیده

برآورد زی‌توده گیاهی از متغیرهای کلیدی مورد نیاز برای درک سیستم‌های زیست‌محیطی می‌باشند. در این راستا و با هدف بررسی تغییرات زمانی تولید گیاهی در واحدهای مدیریتی مختلف در مرتع مرجن بروجن این تحقیق انجام شد. در این تحقیق سعی شد اثر دوره رویشی گیاه و در نتیجه اثر زمان در مدل برآورد تولید گیاهی از بین رود، در نتیجه مدلی ارائه شد که در تمام فصل رویش و برای زمان‌هایی هم که نمونه زمینی در دست نبود دارای قدرت برآورد مناسبی می‌باشد. بدین منظور، تولید گیاهی در ۱۹ نقطه نمونه برداری در طول ترانسکتی به طول ۱۰ کیلومتر اندازه‌گیری شد. در هر نقطه ۵ کوادرات به صورت کوادراتی مرکزی و چهار کوادرات در چهار جهت اصلی اطراف کوادرات مرکزی بود (در مجموع ۹۵ کوادرات در یک دوره) و نقاط نمونه‌برداری با فواصل ۴۰۰-۱۰۰۰متر از یکدیگر قرار داشتند. اندازه‌گیری‌ها در طی ۴ دوره عملیات صحرایی (مجموعاً ۳۸۰ کوادرات)، تکرار شد. در مرحله بعد با استفاده از روابط رگرسیونی بین تولید زمینی که در ۴ دوره اندازه‌گیری شده بود و شاخص‌های گیاهی حاصل از داده‌های لندست ۸ مدل برآورد تولید منطقه به‌دست آمد. این مدل علاوه بر ۴ زمان برای ۴ زمان دیگر که نمونه زمینی در دست نبود تعیمم یافت و نقشه تولید گیاهی در ۸ زمان طی فصل رویش تهیه شد. در این تحقیق نتایج آنالیر آماری به‌منظور تعیین مناسب‌ترین شاخص‌های گیاهی حاصل از داده‌های لندست ۸ در برآورد تولید گیاهی نشان داد، شاخص ARVI، با ضریب تبیین ۰/۶۱ مناسب‌ترین شاخص گیاهی بود. نهایتاً با استفاده از نقشه‌های تهیه شده، تولید گیاهی برای تمام دوره‌ها به‌تفکیک واحد مدیریتی محاسبه شد. نتایج نشان داد مرتع مرجن در اردیبهشت ماه در اوج رویش بوده و بیشترین مقدار تولید گیاهی را دارا می‌باشد. در این منطقه تغییرات تولید گیاهی طی فصل رویش در تمام واحدهای بهره‌برداری هماهنگ می‌باشد و تولید گیاهی دارای ناهمگنی مکانی می‌باشد. به‌علاوه یکی از واحدهای بهره‌برداری که دارای یک بهره‌بردار مستقل می‌باشد دارای تفاوت به نسبت چشم‌گیر در مقدار تولید گیاهی در تمام زمان‌ها نسبت به واحدهای بهره‌برداری دیگر می‌باشد. به‌علاوه پایداری بیشتری در تولید طی فصل رویش در این واحد بهره‌برداری داشتیم.

واژه‌های کلیدی: شاخص گیاهی، فصل رویش مرتع، تغییرات تولید گیاهی، لندست ۸.

[۱]- دانش آموخته کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشگاه شهرکرد

*: نویسنده مسئول: F.pordel@stu.sku.ac.ir

[۲]- دانشیار دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد

[۳] - استادیار گروه سنجش از دور، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-12-01]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.4.3]

مقدمه

مراتع در اکوسیستم‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک، به‌عنوان یک مؤلفه اساسی، در تهیه علوفه قابل دسترس دام‌های اهلی و حیات وحش (۹)، تعادل چرخه محلی و جهانی کربن، ترسیب کربن و چرخه مواد (۱۷) و توسعه پایدار این مناطق (۳) نقش مهمی ایفا می‌کنند. اندازه‌گیری زی‌توده گیاهی اکوسیستم‌های طبیعی به‌منظور ارزیابی تغییرات مکانی و زمانی به وجود آمده توسط عوامل زنده و غیرزنده (۳۶ و ۴۰) و پیش‌بینی تغییرات جهانی آب و هوا (۴۴) به‌عنوان یک مبحث اساسی در مطالعات اکولوژیک مطرح می‌باشد. برآورد صحیحی از تولید برای مدیریت مراتع زمانی که نیازمند پیش‌بینی آثار تصمیمات مدیریتی هستیم حیاتی می‌باشد (۱۲). در نتیجه اهمیت تولید گیاهی به‌عنوان یک عامل پویا و مؤثر بر شرایط زیستی، ایجاب می‌کند که همواره اطلاعات کمی و کیفی صحیحی از آن تهیه و تغییرات مربوط به آن در بازه‌های زمانی کوتاه مدت تعیین گردد (۲۹). تغییر در توزیع پوشش گیاهی تحت تأثیر تغییر اکوسیستم در ساختار و ترکیب پوشش گیاهی به‌وجود می‌آید، به‌علاوه اثرگذاری عوامل انسانی و مدیریتی بر پراکنش مکانی پوشش گیاهی غیر قابل اغماض است. تولید گیاهی یا ANPP[1] در مناطق خشک و نیمه‌خشک با داشتن تنوع بالا ازنظر مکانی و زمانی منعکس‌کننده تفاوت در مدیریت، آب در دسترس و پویایی پوشش گیاهی و به‌طور کلی مجموعه‌ای از کنش‌ها و واکنش‌ها از عوامل زنده و غیرزنده است (۲۱). زی‌توده گیاهی میزان توده گیاهی یا انرژی انباشته شده است که به‌صورت وزن یا انرژی در واحد سطح ($kj.m^{-2}$ یا $gr.m^{-2}$) بیان می‌شود (۱۷). در تعریفی دیگر تولید گیاهی شامل رشد سال جاری تمام اندام‌های سبز اعم از ساقه‌ها، شاخه‌های گلزا، گل یا خوشه و بذر یا میوه می‌باشد (۳۴). ازآنجا که تخریب مراتع با کاهش در تولید همراه است، پایش ANPP به‌عنوان یک ابزار با ارزش، تخریب اراضی را در مقیاس‌های زمانی و مکانی مختلف نشان می‌دهد (۱۰). روابط بین زمان وقوع پدیده‌های فنولوژیکی (ظهور غنچه، پیری و ...) با شرایط آب و هوایی و شاره کربن اخیراً موضوع تحقیقات متعددی بوده است، درحالی‌که تغییرات فصلی توسعه تاج پوشش یا تولید گیاهی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری تولید وجود دارد علاوه بر اندازه‌گیری‌های زمینی تولید مراتع را می‌توان با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای به‌دست آورد. بدین منظور، می‌توان با استفاده از شاخص‌های گیاهی همچون NDVI[2] (۳۱) یا ARVI[3] (۲۷) و ارتباط این شاخص‌ها با داده‌های حاصل از اندازه‌گیری‌های زمینی به توسعه مدل‌هایی باهدف برآورد تولیدگیاهی پرداخت (۱۱، ۲۶، ۳۸ و ۴۹). پوشش گیاهی در مراحل مختلف رویشی خود از نظر ترکیب شیمیایی و مورفولوژی دچار تغییر می‌شوند (۳۵). به‌عنوان مثال در گیاهان بالغ نسبت ساقه به برگ، مقدار لیگنین و سلولز آن‌ها در طول دوره رویشی افزایش می‌یابد و این افزایش به‌طور همزمان با یک کاهش در مقدار کلروفیل همراه است (۱۵). در نتیجه پاسخ طیفی گیاهان در مراحل مختلف رشد رویشی تغییر می‌یابد (۲۸)؛ بنابراین توسعه روش‌هایی با دقت بیشتر و به‌صورت غیر مخرب به‌منظور حصول اطمینان از پایداری تولید، چرا و حفاظت خاک برای تولید انرژی زیستی طی فصل رویش حیاتی است (۴۰). در مطالعه جباری و همکاران (۲۰۱۶) با استفاده از شاخص SAVI[4] بدست آمده از سنجنده A WiFS نقشه تاج پوشش گیاهی منطقه سمیرم تهیه شد در همین منطقه در مطالعه‌ای دیگر به همبستگی بیشتر بین بعضی از شاخص‌های گیاهی بین تیپ‌های مختلف تأکید شده است (۱۹)، همچنین در مطالعه‌ای که باهدف بررسی تغییرات زمانی و مکانی پوشش بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰ در غرب ایالت ماهاراشترا انجام شد شاخص NDVI به چهار گروه که نماینده مقدار پوشش بودند طبقه‌بندی شد، نتایج نشانگر افزایش ارزش در تمام طبقات NDVI به جز طبقه خاک لخت در این بازه زمانی بود (۱). همچنین در مطالعه یگانه و همکاران (۲۰۰۸) نتیجه گرفته شد شاخص‌های طیفی از سنجنده MODIS که در آنها از باندهای SWIR به کار رفته همبستگی بسیار بالایی با تولید گیاهی دارند. اغلب مطالعات انجام گرفته تا کنون تنها در یک زمان خاص در فصل رویش به ارتباط بین داده‌های ماهواره‌ای و تولید گیاهی و ارائه

[1]- Aboveground Net Primary Production
[2] -Normalized Difference Vegetation Index
[3]- Atmospheric Resistant Vegetation Index
[4]- Soil Adjusted Vegetation Index

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-12-01]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.4.3]

مدل برآورد و تهیه نقشه تولید منطقه پرداخته‌اند که مدل ارائه شده بعلت تاثیر مرحله رویشی و سبزینگی گیاه بر ارتباط بین داده‌های ماهواره‌ای و زمینی قابل تعمیم به زمان‌های دیگر فصل رویش نخواهد بود. در تکمیل مطالعات انجام گرفته در مطالعه حاضر سوال اصلی تحقیق این است که آیا تنها با یک مدل برآورد تولید با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای می‌توان تولید مرتع را در کل زمان‌ها طی فصل رویش برآورد نمود و نقشه تولید را در فواصل کوتاه در فصل رویش تهیه نمود؟ د این راستا تحقیق حاضر با اهداف زیر در مرتع مرج بروجن انجام شد:

۱- تعیین شاخص گیاهی مناسب برای برآورد تولید گیاهی، ارائه مدل رگرسیونی مناسب برای برآورد تولید گیاهی طی فصل رویش

۲- بررسی تغییرات مکانی و زمانی تولید گیاهی طی فصل رویش

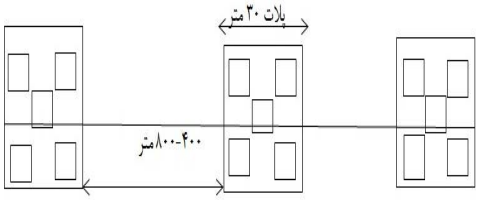
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

مرتع مرجن در ۲ کیلومتری شهرستان بروجن با مساحتی معادل ۵۶۹۴ هکتار در استان چهارمحال و بختیاری واقع‌شده است. از نظر جغرافیایی در حدفاصل "۳۰ ´۱۷°۵۱ تا "۳۰ ´۲۳ °۵۱ طول شرقی و "۳۰ ´۶ °۳۲ تا "۰ ´۰ °۳۲ عرض شمالی قرارگرفته است. ارتفاع متوسط از سطح دریا در این رویشگاه ۲۲۰۰ متر از سطح دریای آزاد است. متوسط بارندگی طبق آمار ۲۵ ساله برابر ۲۵۵ میلی‌متر و در سال ۱۳۹۲ میانگین بارش در این منطقه برابر ۲۶۸/۲ میلی‌متر بوده است. طبق تقسیم‌بندی کوپن این منطقه دارای اقلیم معتدل و سرد با تابستان‌های گرم و خشک است. پوشش غالب مرتع گراس‌های چندساله و گونه‌های بوته‌ای (۱۴) است. لازم به ذکر است در این منطقه واحدهای مدیریتی مختلف وجود دارد (شکل ۲). همچنین در فصل چرا مورد چرا واقع می‌شود ولی شدت بهره‌برداری بالا نیست و قسمت اعظم منطقه دارای شرایط پوشش مناسبی می‌باشد.

نمونه‌برداری زمینی

در این تحقیق پس از تعیین محدوده موردمطالعه به‌منظور اندازه‌گیری تولید گیاهی، این پارامتر به تفکیک ۵ فرم رویشی گندمی بلند، فورب بلند، فورب کوتاه، بوته‌ای و گندمی کوتاه اندازه‌گیری شد. که در این تحقیق با توجه به تحقیق آندرسون و همکاران (۱۹۹۳) در برآورد تولید گیاهی با استفاده از داده‌های لندست کوادرات‌ها در امتداد یک ترانسکت ۱۰ کیلومتری با در نظر گرفتن تیپ‌های گیاهی موجود در منطقه مستقر شدند. به‌طوریکه ۹۵ کوادرات به‌صورت سیستماتیک - تصادفی در ۱۹ پلات مستقر شدند. اندازه‌گیری‌ها در ۱۹ نقطه نمونه برداری (شامل ۵ کوادرات) که هر نقطه نماینده یک پلات بود انجام شد. با توجه به نتایج تحقیق طهماسبی و همکاران (۲۰۱۲) باهدف تعیین شکل و اندازه کوادرات مناسب در مراتع نیمه‌استپی، اندازه و شکل کوادرات، (۲*۲) در نظر گرفته شد. اندازه‌گیری‌های فوق در ۴ دوره رویشی (اواسط اردیبهشت، اواخر خرداد، اویل مرداد و اواسط شهریور) در سال ۱۳۹۳ تکرار شد. مختصات پلات‌های موجود در عرصه توسط دستگاه مکان‌یاب با دقت زیاد ثبت شد و با پیکه چوبی برای نمونه‌برداری دوره‌های بعد علامت‌گذاری شد. برای اندازه‌گیری زی‌توده بالای سطح زمین از روش نمونه‌گیری مضاعف استفاده شد (۷). بدین منظور در ۲۰ درصد از تعداد کل کوادرات‌ها پوشش سرپا از ارتفاع ۱ سانتی‌متری بریده و بخش فتوسنتز کننده گیاهان در هر دوره رویشی تفکیک شده و پس از خشک شدن در هوای آزاد توزین شدند.



شکل ۱- شماتیک از ۳ نقطه نمونه برداری هر نقطه شامل ۵ کوادرات با ۴ متر فاصله ازکوادرات مرکزی

همچنین در تمام کوادرات‌ها وزن زی‌توده گیاهی تخمین زده شد. سپس با استفاده از رابطه رگرسیونی بین مقادیر نظری (متغیر مستقل) و وزن شده (متغیر وابسته)،

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-12-01]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.4.3]

مقادیر زی‌توده در مابقی پلات‌ها که زی‌توده گیاهی فقط تخمین زده شده بود برآورد شد.

پیش پردازش و پردازش تصاویر ماهواره‌ای

در این تحقیق از تصاویر ماهواره لندست ۸ اخذ شده از منطقه مورد مطالعه در تاریخ‌های ۲۳ فروردین، ۲۴ اردیبهشت، ۹ خرداد، ۲۵ خرداد، ۲۶ تیر، ۱۱ مرداد، ۱۲ شهریور، ۲۸ شهریور سال ۱۳۹۳ استفاده شد. جهت بررسی، دقت هندسی تصاویر مورد استفاده در تحقیق از نقشه ۱:۲۵۰۰۰منطقه مختصات چندین نقطه کنترل استخراج و استفاده شد. به‌علت تطابق هندسی تصاویر و نقاط کنترل و درنتیجه دقت بالای تصاویر لندست ۸ از نظر هندسی، نیازی به انجام تصحیح هندسی تصاویر ماهواره‌ای نبود. به‌منظور بررسی تغییرات و کاهش اثر جو و عوامل دیگر در بررسی تصاویر چندزمانه با مروری بر منابع موجود در این زمینه از روش تصحیح اتمسفری FLAASH استفاده شد. پس از انجام تصحیحات و پیش پردازش‌های لازم شاخص‌های گیاهی به شرح جدول ۱ محاسبه گردید.

جدول ۱- شاخص‌های گیاهی مورداستفاده در این تحقیق

شاخص گیاهی	رابطه	منبع
Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)	(NIR-Red)/(NIR+Red)	(۳۱)
Ratio Vegetation Index (Ratio)	NIR/Red	(۶)
Perpendicular Vegetation Index (PVI)	$\sqrt{(Rgg-NIR)^2+(Rgg-Red)^3}$	(۴۱)
Perpendicular Vegetation Index 1 (PVI1)	$\frac{(bNIR-Red)+a}{\sqrt{b^2+1}}$	(۳۷)
Perpendicular Vegetation Index 2 (PVI2)	$\frac{(NIR-a)*(Red+b)}{\sqrt{1+a^2}}$	(۵)
Perpendicular Vegetation Index 3 (PVI3)	$aNIR-bred$	(۳۹)
Ratio Vegetation Index (RVI)	Red/NIR	(۴۱)
Difference vegetation index (DVI)	$aNIR-Red$	(۴۱)
Weighted Difference vegetation index (WDVI)	$NIR-aRed$	(۴۱)
Atmospheric Resistant Vegetation Index (ARVI)	$\frac{NIR-(2*Red-Blue)}{NIR+(2*Red-Blue)}$	(۲۷)
Enhanced Vegetation Index (EVI)	$G\frac{NIR-Red}{NIR+C_1Red-C_2B+L}$	(۲۳)
Soil & Atmospheric Resistant Vegetation Index (SARVI)	$(1+L)*\frac{NIR-(Red-(Blue-Red)}{NIR+\left(Red-(Blue-Red)\right)+L}$	(۳۰)

NIR = باند مادون‌قرمز نزدیک، R = باند قرمز، B = باند آبی، a = شیب خط خاک، b = عرض از مبدأ خط خاک، C_1= ۶ و C_2= ۷/۵، G برابر ۲/۵ م همچنین L برابر ۰/۵. Rgg= خط خاک

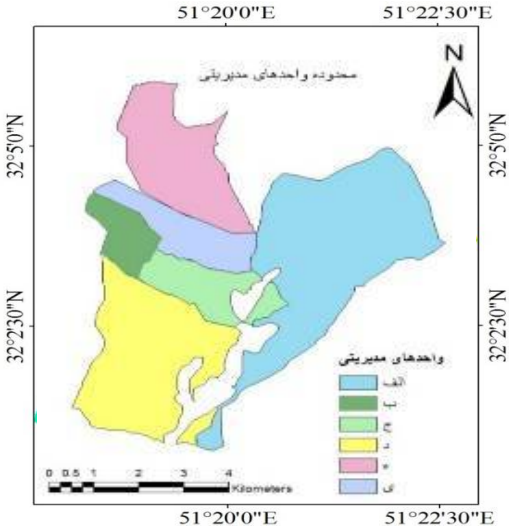
رابطه بین تولید گیاهی با داده‌های ماهواره‌ای و اعتبار سنجی مدل برآورد تولید و تهیه نقشه‌های تولید

به‌منظور بررسی رابطه بین تولید زمینی با داده‌های ماهواره‌ای از تحلیل رگرسیون استفاده شد. در این قسمت سعی شد مناسب‌ترین شاخص گیاهی برای برآورد تولید گیاهی در منطقه مورد مطالعه معرفی شود. به این منظور ارزش هر شاخص گیاهی محاسبه‌شده از تصاویر ۲۴ اردیبهشت، ۲۵ خرداد، ۱۱ مرداد و ۱۲ شهریور (تاریخ‌هایی از تصاویر که هم زمان نمونه‌برداری زمینی هم انجام شده بود) در محل پیکسل‌های نمونه‌برداری استخراج شد و به‌عنوان متغیر مستقل و مقادیر محاسبه‌شده تولید زمینی در هر دوره به‌عنوان متغیر وابسته وارد رابطه رگرسیونی

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-12-01]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.4.3]

شدند. به این صورت که مجموع مشاهدات در ۴ دوره برای ساخت یک معادله در نظر گرفته شدند. در این تحقیق مقادیر زمینی تولید گیاهی میانگین ۵ کوادرات در هر پلات است که نماینده ارزش یک پیکسل در نظر گرفته شد. در مطالعات مختلفی (۳۳ و ۳۸) یک کوادرات ۱ مترمربعی نماینده پیکسل ۹۰۰ متر مربعی لندست در نظر گرفته شده است ولی در تحقیق حاضر با توجه به تنوع گونه‌های گیاهی در طول دوره رویش، اختلاف در به اوج رسیدن تولید در فرم‌های رویشی مختلف طی فصل رویش، الگوی مکانی پراکنش گیاهان، ناهمگنی‌های موجود و در نهایت برای اطمینان بیشتر میانگین ۵ کوادرات نماینده یک پیکسل در نظر گرفته شد. قبل از ایجاد مدل‌های رگرسیونی نرمال بودن توزیع متغیر وابسته بررسی شد و پس از اطمینان از نرمال بودن توزیع این متغیر، تجزیه و تحلیل رگرسیون انجام شد. از شاخص ضریب همبستگی (R) ضریب تبیین (R^2)، انحراف از استاندارد و سطح معنی‌داری برای تعیین مناسب‌ترین شاخص گیاهی و ارائه مدل برآورد تولید گیاهی استفاده شد. پس از رسیدن به مدل برآورد تولید آزمون صحت سنجی مدل رگرسیونی ایجادشده، انجام شد. بدین ترتیب که در ۳۰ درصد از داده‌هایی که در ایجاد مدل رگرسیونی وارد نشده بودند مقادیر تولید اندازه‌گیری شده در عملیات صحرایی در برابر مقادیر برآورد شده از رابطه رگرسیونی توضیح داده‌شده در بالا، قرارگرفته و با آزمون تی جفتی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین این دو ارزش مورد بررسی قرار گرفت. در ضمن مقدار ۳۰ درصد ذکر شده به صورت کاملاً تصادفی به تعداد برابر از مشاهدات مربوط به هر ۴ دوره انتخاب شد. سپس به منظور بررسی تغییرات زمانی طی فصل رویش در بازه‌های زمانی کوتاه‌تر، پس از تعیین شاخص مناسب این شاخص برای تصاویر تاریخ‌های ۲۳ فروردین، ۹ خرداد، ۲۳ تیر و ۲۸ شهریور، یعنی تصاویرِ دوره‌ها با تولید مجهول محاسبه‌شد. برای تهیه نقشه تولید گیاهی منطقه در زمان‌های مختلف طی فصل رویش پس از دستیابی به مدل برآورد تولید گیاهی به‌وسیله شاخص‌های گیاهی، این معادله علاوه بر تصاویری که نمونه زمینی در دست بود بر تصاویر ۴ دوره دیگر که تولید مجهول بود نیز اعمال و تعمیم داده شد. در نتیجه نقشه تولید گیاهی برای تمام منطقه مورد مطالعه در ۸ زمان طی فصل رویش آماده شد. در مرحله بعد با استفاده از ارزش تولید گیاهی در نقشه‌های ایجاد شده میانگین تولید به تفکیک تمام واحدهای مدیریتی آورده شده در شکل ۲ برای ۸ زمان محاسبه شد.



شکل ۲- محدوده واحدهای مدیریتی در منطقه

نتایج

نتایج آنالیز رگرسیونی شاخص‌ها و تولید گیاهی

در این تحقیق آنالیز رگرسیونی خطی ساده جهت تعیین ارتباط بین تولید گیاهی و شاخص های گیاهی نیز انجام شد ولی بعلت ارتباط قوی ر در رگرسیون درجه دوم در نهایت از رابطه خطی استفاده نشد و تنها نتایج مربوط به رابطه درجه دوم آورده شد است. توجه به نتایج جدول ۲ شاخص‌های SARVI، ARVI، EVI ، RVI و Ratio در رابطه رگرسیونی درجه دوم به ترتیب با ضرایب همبستگی ۰/۷۷، ۰/۷۹، ۰/۷۸، ۰/۷۷، و ۰/۷۷ بیشترین ارتباط را با تولید گیاهی دارند. ضرایب تبیین برای شاخصهای ذکرشده به ترتیب برابر ۰/۶، ۰/۶۱، ۰/۶۱، ۰/۵۹، ۰/۵۹ است. در این تحقیق شاخص‌های گیاهی PVI3 و DVI دارای کمترین ارتباط با تولید گیاهی می‌باشند. ضرایب همبستگی این شاخص‌ها برابر ۰/۵۷ و ۰/۵۹ و همچنین دارای ضریب تبیین ۰/۳۳ و ۰/۳۵ می‌باشند. چند شاخص باقی‌مانده

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-12-01]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.4.3]

بینابین دودسته ذکرشده قرار گرفتند. باید ذکر شود داده‌های زمینی و شاخص‌های گیاهی متناظر در هر دوره در مجموع برای تشکیل یک معادله در نظر گرفته شدند.

جدول ۲ - نتایج حاصل از رگرسیون درجه دوم بین تولید گیاهی و شاخص‌های طیفی داده‌های سنجنده لندست ۸ در تاریخ‌های ۲۴ اردیبهشت، ۲۵ خرداد، ۱۱ مرداد و ۱۲ شهریور

شاخص	R	R2	Std. Error	Sig.	رابطه
Ratio	۰/۷۷	۰/۵۹	۳۲/۵۱	۰	Y=-۱۵۴۱/۸۷+۱۹۷۴/۴۹(Ratio)-۵۳۵/۱۳(Ratio)^{۲}
NDVI	۰/۷۷	۰/۵۹	۳۲/۵۲	۰	Y=-۱۳۵/۸۳+۲۳۹۹/۱۱(NDVI)-۳۲۹۰/۴۸(NDVI)^{۲}
RVI	۰/۷۷	۰/۵۹	۳۲/۵۵	۰	Y=۲۴۷/۱۳۶+۶۵۳/۹۲(RVI)-۱۰۶۲/۶۷(RVI)^{۲}
PVI	۰/۶۴	۰/۴۱	۳۹/۱۵	۰	Y=۸۶/۹۲+۳۷۶۶/۶۹(PVI)-۱۴۹۹۱/۱(PVI)^{۲}
PVI1	۰/۶۴	۰/۴۱	۳۹/۰۲	۰	Y=۹۱/۷۴+۳۶۴۸/۶۴(PVI1)-۲۵۵۸۲/۴۸(PVI1)^{۲}
PVI2	۰/۶۸	۰/۴۷	۳۷	۰	Y=۶۷/۷۴-۵۸۸/۱۳(PVI2)+۸۰۶۵/۰۳ (PVI2)^{۲}
PVI3	۰/۵۷	۰/۳۳	۴۱/۷۵	۰	Y=۱۳۶۸/۶۳+۱۰۷۶۱/۲۱ (PVI3)+۴(PVI3)^{۲}
DVI	۰/۵۹	۰/۳۵	۴۰/۹۷	۰	Y=-۹۱/۹۳-۶۳۹/۸۸(DVI)+۱۶۰۳۷/۱۵(DVI)^{۲}
WDVI	۰/۶۹	۰/۴۷	۳۶/۹۵	۰	Y=-۰/۳۱+۱۲۵۲/۷۸(WDVI)+۷۳۱/۴۴(WDVI)^{۲}
ARVI	۰/۷۹	۰/۶۱	۳۱/۹۴	۰	Y=۲۰۸/۲۵+۸۸۶/۳۹(ARVI)-۲۲۱۸/۶(ARVI)^{۲}
EVI	۰/۷۸	۰/۶۱	۳۲/۳۰	۰	Y=-۱۰۶/۲۳+۲۸۲۶/۲۲(EVI)-۵۱۱۷/۹۱(EVI)^{۲}
SARVI	۰/۷۷	۰/۶۰	۳۲/۳۰	۰	Y=-۱۰۶/۲۳+۱۸۸۴/۱۴(SARVI)- ۲۲۷۴/۶۲(SARVI)^{۲}

معنی‌داری در سطح ۹۵٪، (p≤۰/۰۵)

با توجه به نتایج حاصله شاخص ARVI که دارای بیشترین ارتباط با پارامتر تولید گیاهی بود به‌عنوان شاخص موردنظر در برآورد تولید گیاهی در منطقه موردمطالعه در نظر گرفته شد و مبنای محاسبه تولید گیاهی در دوره‌های مختلف قرار گرفت.

اعتبار سنجی مدل برآورد تولید گیاهی

به‌منظور بررسی اعتبار مدل‌های به‌دست‌آمده، مقادیر تولید برآورد شده توسط مدل با شاخص گیاهی ARVI با تولید واقعی در ۳۰ درصد از داده‌هایی که از هر دوره وارد مدل نشده بودند با آزمون تی جفتی مورد مقایسه قرار گرفتند.

تفاوت معنی‌داری بین تولید برآورد شده با تولید واقعی وجود ندارد (جدول۳).

نقشه تولید گیاهی منطقه و استخراج میانگین تولید گیاهی به تفکیک واحدهای بهره‌برداری

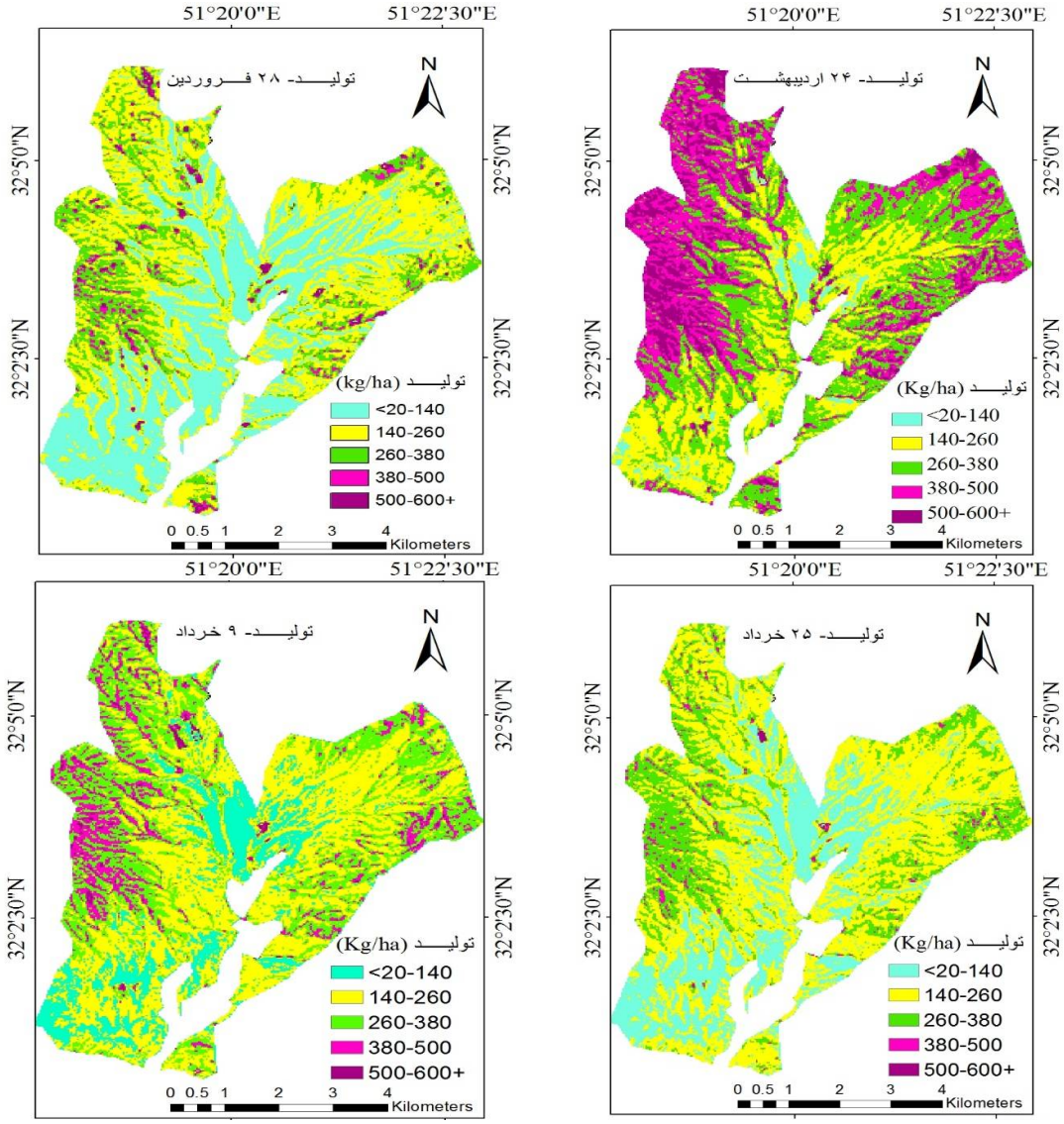
مدل برآورد تولید حاصل شده برای تهیه نقشه تولید گیاهی برای تاریخ‌های ۲۳ فروردین، ۹ خرداد، ۲۶ تیر و ۲۸ شهریور علاوه بر تصاویر اصلی (۲۴ اردیبهشت، ۲۵ خرداد، ۱۱ مرداد و ۱۲ شهریور) استفاده شد (شکل ۳ و ۴). پس از آن مقادیر میانگین تولید به دست آمده از نقشه‌های تولید شده به تفکیک واحدهای بهره‌برداری (شکل ۲) برای تمام دوره‌ها محاسبه شد.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-12-01]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.4.3]

جدول ۳- تولید واقعی در برابر تولید برآورد شده (Kg/ha) در ۳۰ درصد از داده‌های تست

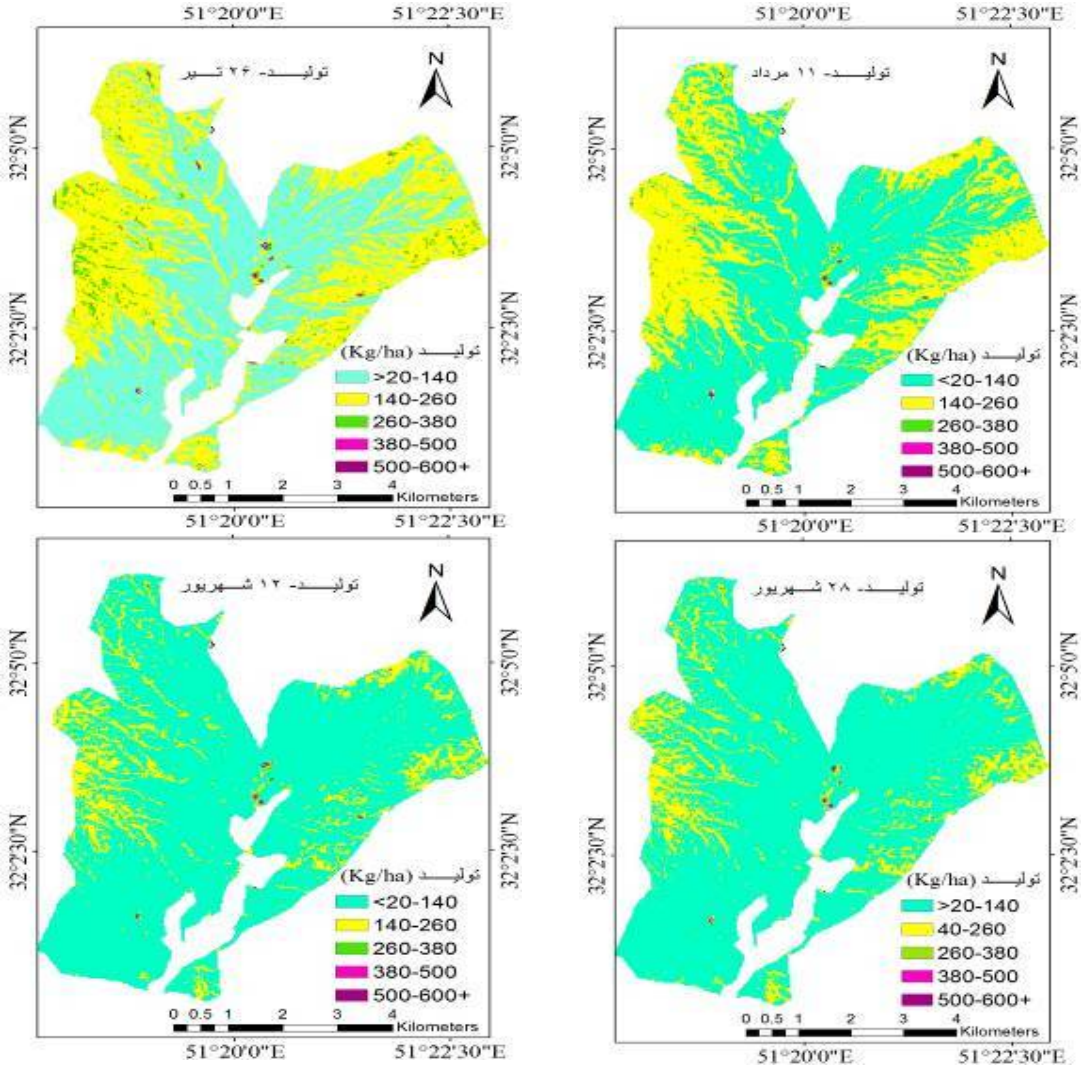
تاریخ	وزن واقعی (Kg/ha)	وزن تخمین زده شده (Kg/ha)	تفاوت معنی‌دار
۲۴ اردیبهشت	۳۳۴/۴۶	۳۰۰/۱۲	NS
۲۵ خرداد	۲۴۰/۴۳	۱۹۶/۱۱	NS
۱۱ مرداد	۱۳۵/۵۷	۱۷۳/۸۹	NS
۱۲ شهریور	۸۳/۱۷	۸۶/۲۵	NS



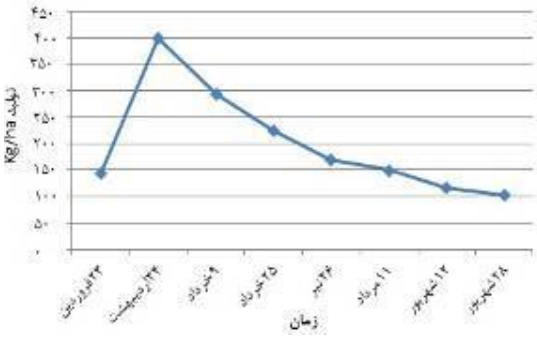
شکل ۳- نقشه تولید گیاهی منطقه موردمطالعه

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-12-01]

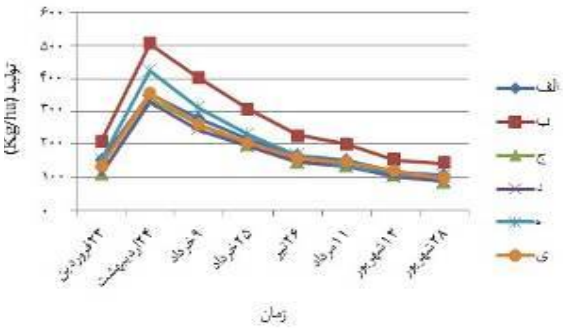
[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.4.3]



ادامه شکل ۳- نقشه تولید گیاهی منطقه موردمطالعه



شکل ۴- میانگین تولید در کل منطقه مرجن در طی فصل رویش.



شکل ۴- میانگین تولید طی فصل رویش به تفکیک واحدهای مدیریت

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-12-01]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.4.3]

با توجه به ارزش‌های استخراج شده از نقشه‌ها تولید بالاترین میزان تولید گیاهی در تمام منطقه با میانگین ۴۰۱ کیلوگرم در هکتار مربوط به تاریخ ۲۴ اردیبهشت است. به ترتیب ارزش تولید گیاهی پس از ماه اردیبهشت در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد، فروردین و شهریور است (شکل ۳). با استفاده از نقشه‌های تولید گیاهی تهیه شده میانگین تولید برای هر دوره به تفکیک واحدهای بهره‌برداری استخراج شد. واحد بهره‌برداری که با علامت اختصاری (ب) مشخص‌شده است در تمام دوره‌ها دارای بیشترین ارزش در میانگین تولید گیاهی است. این واحد بهره‌برداری در اردیبهشت ماه دارای میانگین تولید ۵۰۶ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. واحدهای بهره‌برداری با علامت‌های اختصاری (ه)، (الف)، (ی)، (ج) و (د) در رتبه‌های بعدی از نظر میزان تولید گیاهی در منطقه می‌باشند (شکل ۴). همچنین در اشکال ۳ و ۴ شاهد شیب صعودی تغییرات پوشش تا اردیبهشت ماه و شیب نزولی از اواخر اردیبهشت تا آخر فصل رویش هستیم. همچنین شیب تغییرات تولید طی فصل رویش در واحدهای مدیریتی مختلف نسبتاً یکسان است.

بحث و نتیجه‌گیری

دراستفاده از تصاویر ماهواره‌ای با هدف برآورد پارامترهای زمینی باید با استفاده از روش‌های مختلف به ارتباط بین این داده‌ها و پدیده‌های زمینی پی برد. محققان زیادی بر اساس این رابطه اقدام به بررسی تولید و تغییرات آن نمودند (۳۸، ۴۶ و ۴۹). طبق نتایج این تحقیق (جدول۲) شاخص گیاهی ARVI با ارتباط قوی‌تری با پارامتر تولید گیاهی با استفاده از باندهای ۲، ۴ و ۵ در ماهواره لندست ۸ است. در تحقیقی مشابه با استفاده از شاخص ARVI با ضریب تبیین ۰/۸۶ به برآورد مناسبی از پوشش گیاهی دست یافتند (۴۸). این نتیجه با نتایج تحقیقی درمنطقه سمیرم (۴) در خصوص برآورد تولید گیاهی همخوانی دارد استفاده شد (۲۰). در مطالعات مشابه نیز از یک شاخص گیاهی به‌عنوان متغیر مستقل در برآورد تولید گیاهی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای استفاده شده است؛ بنابراین در مناطق خشک و نیمه‌خشک یک شاخص مناسب به همراه نمونه‌برداری زمینی می‌تواند تولید گیاهی را برآورد کند. در این تحقیق شاخص EVI هم دارای ضریب تبیین بالا با تولید گیاهی (R^2= ۰/۶۱) در رابطه رگرسیونی درجه دوم بود (جدول ۲)، ولی به‌علت اینکه طبق تعریفی که برای این شاخص آمده است، این شاخص با حساسیت به مناطق با زی‌توده بالا توسعه یافته است (۲۲)، شاخص گیاهی ARVI بر این شاخص ارجحیت داده شد. شاخص گیاهی SARVI هم دارای ارتباط بالایی با تولید گیاهی (R^2=۰/۶) در رابطه رگرسیونی است (جدول ۲) که پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی با شاخص ARVI مورد مقایسه قرار گیرد. بررسی تغییرات ماهانه تولید گیاهی در این مطالعه نشانگر حداکثر در مقدار ارزش‌های تولید گیاهی در اردیبهشت‌ماه است (شکل۳) . همچنین در این مطالعه حداکثر ارزش تولید گیاهی در تمام واحدهای مدیریتی در ماه اردیبهشت اتفاق افتاده است (شکل ۴). طبق نمودارهای مستخرج از ارزش نقشه‌ها میزان تولید گیاهی در منطقه موردمطالعه در اواخر فروردین از (Kg/ha) ۱۴۳ بوده است، سپس از (Kg/ha) ۴۰۱ در اوج فصل رویش (اواخر اردیبهشت) به میزان (Kg/ha) ۱۰۲/۷ در اواخر شهریور کاهش‌یافته است (اشکال ۳ و ۴) . این روند با شیب نسبتاً یکنواختی از مرحله اول به مرحله آخر کاهش‌یافته است. این امر در مناطق نیمه‌استپی که بارشی را در طول تابستان تجربه نمی‌نمایند امری طبیعی است که از اواخر اردیبهشت پوشش گیاهی رو به کاهش گذارد، در چنین منطقه‌ای که شدت بهره‌برداری نسبتاً در حد معقولی است و پوشش گیاهی آن از گندمیان چندساله و بوته‌ای‌ها تشکیل‌شده است، روند کاهشی تولید گیاهی با شیب نسبتاً یکنواخت و ملایم از اواخر اردیبهشت‌ماه به شهریورماه دور از انتظار نیست. نگاهی به شکل۳ و ۴ نیز گویای این واقعیت است که تولید گیاهی با شیب کاملاً ملایمی به‌ویژه از اواسط خرداد به بعد کاهش می‌یابد. در منطقه‌ای که بارش آن معادل ۲۵۵ میلی‌متر است چنین روند کاهشی ملایم پوشش گیاهی و تولید آن علی‌رغم بارش کم و متوسط تولید گیاهی کم ۱۹۹/۲ کیلوگرم در هکتار طی شش ماه فصل رویش تا حدودی می‌تواند گویای پایداری پوشش گیاهی باشد. . نقشه‌های تولید گیاهی که در شکل ۳ ارائه شده است نمایانگر ارزش بیشتر تولید گیاهی در قسمت غرب و مقداری هم در شمال غربی و شرق منطقه مورد مطالعه است که ناشی از ناهمگنی‌های مکانی تولید گیاهی در این منطقه

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-12-01]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.4.3]

است. ارزش بیشتر تولید گیاهی مربوط به واحد بهره‌برداری (ب)، قسمت غربی واحد (ی)، قسمت‌هایی از غرب و شمال غرب واحد (د) و همچنین قسمت‌هایی از واحد (ه) و (الف) است (شکل ۲). در شکل ۴ که ارزش‌های تولید گیاهی به تفکیک واحدهای مدیریتی آمده است می‌توان به تفاوت نسبتاً چشمگیر تولید گیاهی و همچنین پایداری بیشتر در تولید طی فصل رویش در برخی واحدهای بهره‌برداری (واحد بهره‌برداری (ب)) نسبت به واحدهای دیگر (به‌عنوان‌مثال واحد بهره‌برداری (د) پی برد (شکل۴). با توجه به اینکه واحد بهره‌برداری (ب) دارای یک بهره‌بردار مستقل می‌باشد و مدیریت مناسبی در عرصه مذکور در رعایت فصول چرا و همچنین رعایت شدت و مدت بهره‌برداری صورت می‌گیرد چنین نتیجه‌ای قابل تفسیر می‌باشد که در واحدهایی که مدیریت چرا به نحو مطلوب‌تری صورت می‌گیرد از پایداری بیشتری برخوردار است. بحث نقش رعایت شدت و مدت بهره‌برداری بر میزان پایداری عرصه در مطالعات والنتاین به‌خوبی اشاره شده است (۴۴). با توجه به شکل ۴ می‌توان دریافت روند تغییرات افزایشی و کاهشی در مقادیر تولید گیاهی در تمام واحدهای بهره‌برداری یکسان است. درنتیجه سیاست‌های مدیریتی که منجر به افزایش تولید گیاهی منطقه خواهد شد، به‌علت یکسان بودن روند در مقادیر تولید گیاهی در واحدهای بهره‌برداری مختلف طی فصل رویش چندان پیچیده نخواهد بود. شکل۳ نمایانگر ناهمگنی مکانی نسبتاً بالا در تولید گیاهی است، به‌طوری که این ناهمگنی بیشتر از آنچه که در شکل ۴ (نمایانگر نمودار مقادیر تولید گیاهی در واحدهای بهره‌برداری مختلف) آمده است به نظر می‌رسد. شاید دلیل این امر این باشد که بیشتر واحدهای بهره‌برداری لحاظ شده در این مطالعه هرکدام به واحدهای فرعی‌تر با تعداد بهره‌بردارهای بیشتر تقسیم شده است، ولی مرز واحدهای فرعی ذکر شده به‌علت در دسترس نبودن محدوده‌های عرفی آن‌ها در این مطالعه لحاظ نشده است. در این تحقیق علاوه بر نتایج مطلوب در ضریب همبستگی، ضریب تبیین و خطای استاندارد برای سه شاخص ذکر شده (جدول ۲)، با توجه به جداول ۳ تولید برآورد شده توسط شاخص ARVI با استفاده از مدل رگرسیونی در برابر مقادیر واقعی در سطح احتمال ۹۵ درصد در هیچ‌کدام از دوره‌های رویشی در آزمون تی جفتی تفاوت معنی‌داری نداشته است ($P>0.05$). این عدم تفاوت معنی‌دار نشانگر برآورد خوب تاج پوشش سبز و تولید گیاهی توسط مدل ارائه شده می‌باشد. بر اساس نتایج این تحقیق که در منطقه خشک مرجن انجام شد و نمونه‌های زمینی و تصاویر در ۴ مرحله از فصل رویش مورد استفاده قرار گرفت، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که دست‌یابی به مدل برآورد تولید گیاهی که در تمام فصول رویش مورد استفاده قرار بگیرد با استفاده از داده‌های لندست ۸ در این مناطق امکان‌پذیر می‌باشد. تلفیق داده‌های دوره‌های مختلف رویشی و ساختن مدلی که بتواند تولید گیاهی را در فصول مختلف نشان دهد حائز اهمیت فراوانی است و از ایجاد مدلهای متعددی که می‌تواند خود منشاء ایجاد برآوردی اشتباه از تولید و پوشش گیاهی باشد جلوگیری به عمل می آورد، که نتایج این تحقیق نشان داد نه تنها رابطه معنی داری بین شاخص‌های گیاهی و پوشش گیاهی در مناطق خشک وجود دارد، همچنین این امکان وجود دارد که تنها یک مدل را برای داده های دوره‌های مختلف ایجاد کرد. همانطور که در این تحقیق مدل برآورد تولید به‌دست آمده برای دوره‌ها با تولید مجهول نیز تعمیم یافت و روند تغییرات طی فصل رویش منطقی بود.

References

1- Agon, V., & S. M. Bhamare, 2012. Change detection of vegetation cover Using Remote Sensing and GIS. Journal of Research and Development, 2:1-12.

2- Anderson, G. L., J. D. Hanson & R. H. Hanson, 1993. Ewaluating Landsat Thematic Mapper Derived Vegetation Indices for Estimating Above-Ground Biomass on Semiarid Rangelands. Remote sensing of environment, 45:165-175.

3- Ariapour, A., H. R. Mehrabi & A. Dehpahlavan. 2016. Effects of range reclamation projects on forage production, condition and trend in Khezel rangeladns, Nahvand region. Journal of Rangeland, 10:1-10.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-12-01]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.4.3]

4- Arzani, H., 1998. Using digital Landsat TM image data for estimate production and vegetation cover,. Iranian Jour. Natural Resources, 50:11-21.

5- Bannari, A., A. R. Huete., D. Morin & F. Zagolski, 1996 .Effets de la Couleur et de la Brillance du Sol Sur les Indices de Végétation,. International Journal of Remote Sensing, 17:1885-1906.

6- Birth, G. S. & G. Mc Vey, 1968. Measuring the color of growing turf with a reflectance spectroradiometer. Agronomy Journal, 60:640-643.

7- Bonham, C. D., 2013. Measurements for Terrestrial Vegetation. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication.

8- Brinkmann, K., U. Dickhoefer., E. Schlecht & A. Buerkert, 2011. Quantification of aboveground rangeland productivity and anthropogenic degradation on the Arabian Peninsula using Landsat imagery and field inventory data. Remote sensing of environment, 115:465–474.

9- Di Bella, C., R. Faivre., F. Ruget & B. Seguin, 2005. Using VEGETATION satellite data and the crop model STICS-Prairie to estimate pasture production at the national level in France. Physics and Chemistry of the Earth, 30:3-9.

10- Diouf, A. & E. F. Lambin., 2001. Monitoring land-cover changes in semi-arid regions: remote sensing data and field observations in the Ferlo,Senegal .Journal of Arid Environments, 48:129–148.

11- Drake, J. B., R. B. Knox., R. O. Dubayah & D. B. CLARK, 2003. Above-ground biomass estimation in closed canopy Neotropical forests using lidar remote sensing: factors affecting the generality of relationships .Global Ecology and Biogeography, 12:147–159.

12- Ebrahimi, A., B. Bossuyt & M. Hoffmann, 2007. Effects of species aggregation, habitat and season on the accuracy of double-sampling to measure herbage mass in a lowland grassland ecosystem. Grass and Forage Science, 63:79–85.

13- Ebrahimi, A., T. Miloti´c & M. Hoffmann, 2010. A herbivore specific grazing capacity model accounting for spatio-temporal environmental variation: A tool for a more sustainable nature conservation and rangeland management. Ecological Modelling, 221:900–910.

14- Esmaelli, N. & A. Ebrahimi, 2003. Necessity of Determining Animal Unit Requirmant Based on the Quality of Forage. Iranian Journal .Natural resources 55:569-579.

15- Fahey, G. C., M. Collins, D. R. Mertens, and L. E. Moser. 1994. Forage quality, evaluation, and utilization. American Society of Agronomy, Inc.

16- Farzadmehr, H., H. Arzani, A. Darvish Sefat, and M. Jafari. 2004. Study of Landsat TM image data for estimate production and vegetation cover in Hanna-Semirom. Iranian Journal Natural Resources 57: 339-350

17- Flombaum, P., and O. E. Sala. 2007. A non-destructive and rapid method to estimate biomass and aboveground net primary production in arid environments. Journal of Arid Environments 69:352–358.

18- Guido, A., R. D. Varela & P. Baldassini . 2014. Spatial and temporal variability in aboveground Net Primary Production of Uruguayan Grasslands. Rangeland Ecology Management, 67:30–38.

19- Hadian, F., R. Jaffari, H. Bashari & S. Soltani, 2012. Evaluation of diferent groups of vegetation idices in the study of rangelands aggregation. Journal of Rangeland 5 **:**420-425.

20- Hosseini, S. M., H. Shafei., M. R. Ekhtesassi & S. Mohtasham Nia, 2013. Drought effects on vegetation degradation of Sistan. Iranian Journal of Range and Desert reseach, 20:227-239.

21- Huenneke, L. F ,.J. P. Anderson., M. Remmenga & W. H. Schlesinger, 2002. Desertification alters patterns of aboveground net primary production in Chihuahuan ecosystems. Global Change Biology, 8:247−264.

22- Huete, A., R., C. Justice & W. van Leeuwen, 1999. MODIS Vegetation Index (MOD13) Algorithm Theoretical Basis Document, NASA Goddard Space Flight center.

23- Huete, A. R., 1988. A soil adjusted vegetation index (SAVI). Remote sensing of environment, 25:295-309.

24- Hyung Kim, D., J. O. Sexton., P. Noojipady., C. Huang., A. Anand & S. Channan, 2014. Global, Landsat-based forest-cover change from 1990 to 2000. Remote sensing of environment, 155:178–193.

25- Jabari , S., S. J. Khajedin., R. Jafari & S. Soltani, 2016. Application of AWIFS digital data to determine vegetation cover (Case Study: Semirom-Isfahan). Journal of Rangeland, 9:333-342.

26- Ji, L., B. K. Wylie., D. R. Nossov., B. Peterson., M. P. Waldrop., J. W. McFarland., J. Rover & T. N. Hollingsworth, 2012. Estimating aboveground biomass in interior Alaska with Landsat data and field measurements. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 18:451–461.

27- Kaufman, Y. J. & D. Tanre., 1996. Strategy for Direct and Inderect Methods for Correcting the aerosol effect on remote sensing: From AVHRR Remote Sensing of Environment, 55:65-79.

28- Knipling, E. B., 1970. Physical and physiological basis for the reflectance of visible and near-infrared radiation from vegetation. Remote Sensing of Environment, 1:155–159.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-12-01]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.4.3]

29- Koomen, E., J. Stillwell., A. Bakema & H. J. Scholten, 2007 .Modelling land-use change; progress and applications. Geojournal library Dordrecht: Springer 90.

30- Liu, H., Q. & A. Huete., 1995. A Feedback Based Modification of the NDVI to Minimize Canopy Background and Atmospheric Noise. IEEE Transactions On Geoscience And Remote Sensing, 33:457-465.

31- Lyon, J. G., D. Yuan., R. S. Lunetta & C. D. Elvidge, 1998. A Change Detection Experiment Using Vegetation Indices. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 64:143-150.

32- Mannschatz, T., B. Pflug., E. Borg., K. H .Feger & P. Dietrich, 2014. Uncertainties of LAI estimation from satellite imaging due to atmospheric correction. Remote sensing of environment, 153:24–39.

33- Maynard, C.L., R.L. Lawrence., G.A. Nielsen & G. Decker, 2006. Modeling vegetation amount using bandwise regression and ecological site descriptions as an alternative to vegetation indices. GIsci Remote Senings, 44 (1): 68-81

34- Mesdaghi, M., 2004. Range Management in Iran. Astan Ghods Razavi Press,Iran, Mashhad.

35- Morrison, I. M., 1980. Changes in the lignin and hemicellulose concentrations of ten varieties of temperate grasses with increasing maturity. Grass Forage Science, 35:93-287.

36- Olofsson, J., H. Kitti., P. Rautiainen., S. Stark & L. Oksanen, 2001. Effects of summer grazing by reindeer on composition of vegetation, productivity and nitrogen cycling. Ecography, 24:13-24.

37- Perry, C. R. & L. F. Lautenschlager., 1984. Functional Equvalence of Spectral Vegetation Indices. Remote Sensing of Environment, 14:169-182.

38- Porter, T.F., C. Chen., J.H. Long & R. L. Lawrence, 2014. Estimating biomass on CRP pastureland: A comparison of remote sensing techniques. biomas and bioenergy, 66:268-274.

39- Qi, J. A., A. Chehbouni., A. R. Huete & A. Sorooshian, 1994. A Modified Soil Adjusted Vegetation Index. Remote sensing of environment, 43:1541-1552.

40- Radloff, F. G. T. & M. Ladislav., 2007. A quick and robust method for biomass estimation in structurally diverse vegetation. Journal of Vegetation Science, 18:719-724.

41- Richardson, A. J. & C. L. Wiegand., 1997. Distinguishing Vegetation From Soil Background Information,. Photogramnetric Engineering and Remote Sensing, 43:1541-1552.

42- Sala, O. E. & A. T. Austin., 2000. Methods of estimating aboveground net primary productivity. Methods in Ecosystem Science, Springer, New York, 31-43.

43- Tahmasebi, P., A. Ebrahimi & N. A. Yarali, 2012. The Most Appropirate Quadrate Size and Shape for Determing Some Characteristics of a Semi-steppic Rangeland. Journal of Range and Watershed Management, Iranian Journal of Natural Resources, 65:203-216.

44- Vallentine, J., 2000. Grazing Management. elsevier.

45- Weiss, J. L., D. S. Gutzler., J. E. Allred Coonrod & C. N. Dahm, 2004. Long-term vegetation monitoring with NDVI in a diverse semi-arid setting, central New Mexico, USA. arid environments, 58:249–272.

46- Yang, J., P. J. Weisberg & N. A. Bristow, 2012. Landsat remote sensing approaches for monitoring long-term tree cover dynamics in semi-arid woodlands: Comparison of vegetation indices and spectral mixture analysis. Remote sensing of environment, 119:62–71.

47- Yeganeh, H., S. J. Khajeddin & A. R. Soffianian, 2008. Evaluating the Potentials of Spectral Indices of the MODIS in Estimating the Plant Production in Semirom Pastures. Journal of Rangeland, 2: 63-77.

48- Zehtabian, G., H. Azarnivand., H. Ahmadi & S. Kalantari, 2013. Presentation of Suitable Model to Estimate Vegetation Fraction Using Satellite Images in Arid Region (Case Study: Sadough-Yazd, Iran). Journal of Rangeland Science, 3:108-117.

49- Zhu, X. & D. Liu., 2015. Improving forest aboveground biomass estimation using seasonal Landsat NDVI time-series. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 102:222–231.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-12-01]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.4.3]