



دانشگاه گوارا، دانشکده منابع طبیعی

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک

جلد بیست و هفتم، شماره ششم، ۱۳۹۹

۱۳۶-۱۲۱

<http://jwsc.gau.ac.ir>

DOI: 10.22069/jwsc.2021.16537.3183

مقاله کامل علمی - پژوهشی

مقایسه شاخص‌های گیاهی در تخمین زی‌توده بقایای محصولات زراعی بهاره و پاییزه (در حوضه‌های آبخیز جنوب غرب استان گلستان)

محمد دشتی مرویلی^۱، * بهنام کامکار^۲ و حسین کاظمی^۳

^۱دانش‌آموخته دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

^۲استاد گروه آگروتکنولوژی، دانشگاه فردوسی مشهد و گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

^۳دانشیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۰۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۸/۱۲

چکیده

سابقه و هدف: زی‌توده بقایای گیاهی نقش مهمی در تأمین انرژی و چرخه جهانی کربن ایفا می‌کند و نظارت و پایش برای مدیریت آن یکی از امور مهم در بخش کشاورزی است. استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدور، ابزاری کارآمد برای برآورد زی‌توده به شمار می‌رود که از این طریق باعث کاهش مطالعات میدانی و صرفه‌جویی در وقت و هزینه می‌شود. امروزه می‌توان با تکیه بر فن‌آوری سنجش‌ازدور و شاخص‌های پوشش گیاهی روش‌های مدیریتی را بهبود بخشید. مناسب بودن آب‌وهوای استان گلستان برای تولید اغلب محصولات کشاورزی باعث شده که این استان از نظر تولید محصولات زراعی و زی‌توده دارای تنوع بالایی باشد. به همین منظور، در این پژوهش تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ و سنتینل ۲ برای برآورد زی‌توده بقایای محصولات زراعی در حوضه‌های آبخیز جنوب غرب استان گلستان (قره‌سو، زرین‌گل، محمدآباد و قرن‌آباد) مورد استفاده قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها: این پژوهش در زمستان ۱۳۹۴ و بهار ۱۳۹۵ در ۹۰ مزرعه گندم، ۷۰ مزرعه جو، ۶۵ مزرعه کلزا، ۶۷ مزرعه برنج و ۸۰ مزرعه سویا زیر کشت این محصولات انجام گرفت. بازدیدهای میدانی و نمونه‌برداری از مزارع در مراحل مختلف رشد گیاه انجام شد. داده‌های مربوط به زی‌توده بقایا نیز از مزارع با انداختن ۴ کوادرات ۰/۲۵ مترمربعی اندازه‌گیری و رطوبت آن‌ها به شکل وزنی تعیین شد. تصاویر ماهواره‌ای مورد نیاز از سایت ناسا در اوایل و اواسط فصل رشد اخذ گردید. پس از دریافت تصاویر چند زمانه از ماهواره‌های لندست ۸ و سنتینل ۲، شاخص‌های گیاهی (RVI، NDVI، DVI، SAVI و RDVI) بر اساس باندهای تصاویر ماهواره‌ای استخراج شد. با بررسی روابط رگرسیونی بین شاخص‌های استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای و زی‌توده بقایا در مزارع ثبت شده، نقشه زی‌توده بقایای مزارع تولید شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که شاخص گیاهی NDVI بهترین شاخص برای تخمین زی‌توده بقایای گندم، جو، کلزا برای فروردین‌ماه مطابق با اوج رشد رویشی محصول به ترتیب با ضریب تبیین ۰/۶۱، ۰/۶۵ و ۰/۶۵ و برای محصول سویا

* مسئول مکاتبه: behnam.kamkar@gmail.com

شهریورماه مطابق با اوج رشد رویشی با ضریب تبیین ۰/۶۵ و شاخص RVI بهترین شاخص برای تخمین زی‌توده بقایای برنج در مردادماه منطبق با اوج رشد رویشی در منطقه مورد مطالعه است. میزان کل بقایا در منطقه مورد مطالعه برای محصول گندم، جو، کلزا، برنج و سویا به ترتیب معادل ۷۵۱۶۵۷، ۱۷۵۶۳۷، ۱۴۹۷۹، ۴۲۶۲۸ و ۹۳۷۱۲ تن برآورد گردید. نتایج این مطالعه می‌تواند در راستای تعیین پتانسیل برای تولید محصولات کشاورزی و میزان بقایای آن‌ها مورد استفاده مدیران و تصمیم‌گیران بخش کشاورزی در استان به کار گرفته شود.

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش حاضر نشان داد که زی‌توده بقایای محصولات مختلف را می‌توان با استفاده از شاخص‌های گیاهی مستخرج از تصاویر ماهواره‌ای در منطقه مورد پژوهش با دقت قابل‌قبولی تخمین زد. در این پژوهش میزان همپوشانی برای تعیین سطح زیرکشت محصولات گندم و سویا به ترتیب ۹۷/۷۴ و ۹۷/۱۶ درصد می‌رسد. دقت این روش برای دوره‌های اوج سبزیگی بیشتر از دوره‌های ابتدای رشد گیاهان بود. هم‌چنین به‌جای استفاده از یک شاخص گیاهی از چندین شاخص گیاهی استفاده شد که شاخص گیاهی NDVI و RVI بهترین شاخص برای تخمین زی‌توده بقایای محصولات مختلف بودند.

واژه‌های کلیدی: زی‌توده بقایا، سنتیل ۲، سنجش‌ازدور، شاخص‌های پوشش گیاهی، گلستان

مقدمه

نظارت بر کشاورزی و محصولات زراعی برای امنیت غذایی و افزایش درک انسان از نقش کشاورزی بر تغییرات آب و هوایی امری ضروری و مهم است (۲۱). زی‌توده زمین یکی از مهم‌ترین پارامترهای بیوشیمیایی محصولات زراعی بوده و برآورد درست آن می‌تواند به بهبود نظارت دقیق بر رشد و پیش‌بینی عملکرد محصولات کمک نماید (۶).

علاوه بر این، به‌عنوان یک فاکتور مهم در چرخه جهانی کربن نقش دارد و بر همین اساس در پژوهش‌های زیست‌محیطی در مقیاس منطقه‌ای و جهانی مورد توجه قرار دارد (۲۳). داده‌های مبتنی بر سنجش از راه دور، می‌توانند تخمینی از میزان زی‌توده در هر زمان و مکانی را فراهم کنند (۲ و ۲۱). شاخص‌های سنجش‌ازدور که سبزیگی گیاهی را بر اساس بازتاب در طول موج‌های مادون‌قرمز نزدیک و مرئی اندازه‌گیری می‌نمایند، اغلب برای تخمین زی‌توده زمین استفاده می‌شوند. هم‌چنین می‌توانند برای اندازه‌گیری درصد پوشش گیاهی زمین مورد استفاده قرار گیرد (۵ و ۱۳). از آنجایی که شاخص‌های مختلف در محدوده‌های مختلفی از زی‌توده و پوشش زمین

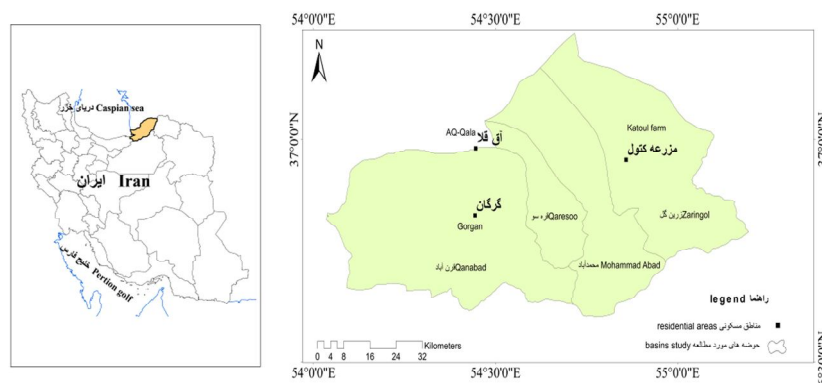
حساس هستند، بنابراین به‌کارگیری و مقایسه شاخص‌ها در این زمینه می‌تواند مفید باشد (۱۲). پژوهشگران مختلفی در طول دهه گذشته نقش شاخص‌های گیاهی را در بررسی پارامترهای گیاهی بررسی نموده‌اند (۱۸ و ۲۲). در پژوهش‌هایی اعلام شد که شاخص NDVI مناسب‌ترین شاخص برای برآورد عملکرد ارقام محلی و پرمحصول برنج و در مرحله گلدهی برنج است (۱۵ و ۲۰). در پژوهشی مشابه اعلام شد که شاخص‌های SAVI و DVI به‌ترتیب بهترین شاخص‌ها برای تخمین میزان زی‌توده گندم و کلزا می‌باشند (۳). با استفاده از داده‌های ماهواره لندست TM در منطقه اصفهان اقدام به برآورد درصد پوشش گیاهی شد (۸). برای این کار از شاخص‌های گیاهی مختلف از جمله TV، NDVI، RVI و DVI استفاده کرد که از میان این شاخص‌ها، شاخص NDVI بیش‌ترین همبستگی را با درصد پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه نشان داد. برای ارزیابی سطح زیرکشت محصولات برنج، سویا و ذرت از شاخص NDVI در تصاویر MODIS استفاده شد و طبق نتایج نقشه‌های پوشش گیاهی حاصل از تصاویر با آمار ارائه‌شده از سازمان خواربار

گستان به مساحت ۴۰,۴۸۹۱ هکتار واقع در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۲۳ دقیقه عرض شمالی و طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۳۳ دقیقه شرقی انجام شد (شکل ۱). در این ۴ حوضه، ۲۸۵ روستا و ۷ شهرستان (رامیان، گنبدکاووس، آق‌قلا، گرگان، بندرترکمن، کردکوی و علی‌آبادکتول) واقع شده است که در بخش شمالی به دشت و نقاط کم ارتفاع و در بخش جنوبی به دامنه‌ها و نقاط مرتفع‌تر منتهی می‌شود. ارتفاع آن در پایین‌ترین نقطه ۱۳ متر پایین‌تر و در بالاترین نقطه ۳۲۲۱ متر بالاتر از سطح ازاد دریا است. سطح عمده حوضه‌ها در جنوب توسط جنگل پوشیده شده و در شمال آن، دشت آبرفتی با کاربری زراعی و مسکونی قرار دارد (شکل ۱).

جهانی (FAO) برای برنج کم‌تر از ۴/۱ درصد، برای ذرت کم‌تر از ۶/۱ درصد و برای سویا ۹ درصد خطای نسبی داشتند (۳ و ۲۳). با استفاده از شاخص‌های NDVI و RVI مقدار عملکرد برنج در سال ۲۰۱۳ در مرحله اوج سبزیگی با ضریب تبیین (r^2) ۰/۹۴ و ۰/۸۷۵ برآورد شد (۱۹). در پژوهش حاضر تصاویر ماهواره لندست ۸ و سنتینل ۲ در برآورد زی‌توده بقایای محصولات زراعی مورد استفاده قرار گرفت. هدف اصلی این مطالعه تعیین میزان معنی‌داری شاخص‌های سنجش‌ازدور در برآورد دقیق درصد زی‌توده بقایای محصولات زراعی زمستانه و بهاره در منطقه است.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه: این پژوهش در سطح ۴ حوضه قره‌سو، زرین‌گل، محمدآباد و قرن‌آباد از استان



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه: چهار حوضه آبخیز زرین‌گل، محمدآباد، قره‌سو و قرن‌آباد از استان گلستان.

Figure 1. The study area: four watershed basins of Golestan province (Zaringol, Mohammad Abad, Qaresoo and Gharnabad).

محصول از طریق کوادرات‌های ۵/۰×۵/۰ مترمربع زی‌توده بقایا برداشت و عملکرد دانه و میزان زی‌توده کاه و کلش مربوط به هر محصول در ۹۰ مزرعه گندم، ۷۰ مزرعه جو، ۶۵ مزرعه کلزا، ۶۷ مزرعه برنج و ۸۰ مزرعه سویا زیرکشت این محصولات اندازه‌گیری گردید (۳۷۲ نمونه).

نمونه‌برداری و عملیات میدانی: پس از انتخاب منطقه مطالعاتی طی بازدیدهای میدانی نمونه‌برداری و شناسایی مزارع محصول شامل گندم، جو، کلزا، برنج و سویا انجام شد. نمونه‌برداری در بازه‌ی زمانی فصل رویش محصولات مورد مطالعه در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ و بر اساس اطلاعات و مطالعات پیشین انجام گردید و در انتهای فصل رشد مربوط به هر

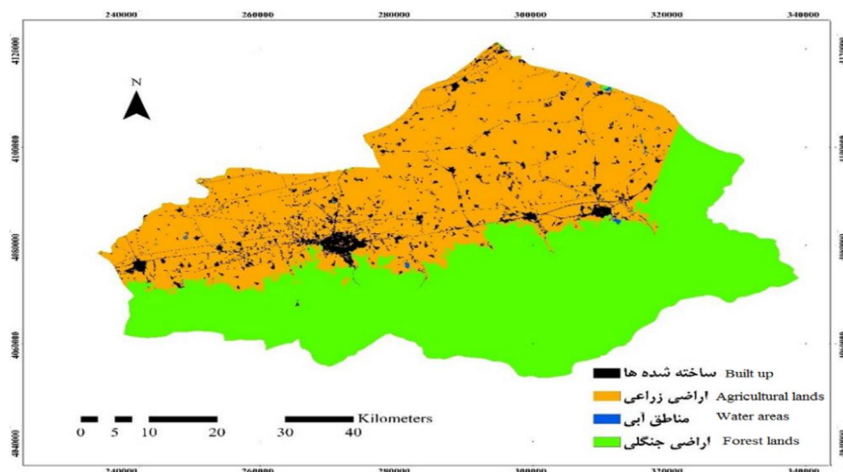
تعیین ارتباط بین زی‌توده بقایا و شاخص‌های پوشش گیاهی: پس از تهیه نقشه شاخص‌های پوشش گیاهی، میزان شاخص پوشش گیاهی متناظر هر نمونه از هر محصول در محیط GIS ARC استخراج شد. سپس روابط رگرسیون خطی بر اساس نقاط آموزشی بین شاخص پوشش گیاهی سنجش از دوری و میزان زی‌توده بقایا برای هر محصول تعیین گردید.

نتایج و بحث

کاربری اراضی و سطح کشت هر محصول: طبق نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه (شکل ۲)، مشخص گردید که در منطقه مورد مطالعه سطح زیرکشت اراضی زراعی، مناطق آبی، ساخته شده‌ها توسط انسان (مناطق مسکونی و صنعتی) و اراضی جنگلی به ترتیب معادل ۱۸۹,۹۸۴، ۱۶,۳۰۳,۵۰۵ و ۱۹۸,۰۹۹ هکتار است. جهت ارزیابی صحت نقشه کاربری اراضی از داده‌های گوگل‌ارث و بازدیدهای میدانی استفاده گردید که در این رابطه با به‌دست آمدن ضریب کاپای ۰/۸۹ که صحت و اعتبار نقشه به‌دست آمده تایید شد.

تهیه و آماده‌سازی داده‌ها و تصاویر ماهواره‌ای: در این مطالعه بازه زمانی مطابق با تقویم زراعی محصولات مورد مطالعه مدنظر قرار گرفت. بر این اساس داده‌ها و تصاویر دو ماهواره لندست ۸ و سنتینل ۲ جهت تهیه نقشه کاربری اراضی و تعیین سطح زیرکشت محصولات موردنظر انتخاب شدند. این تصاویر به انعکاس سطحی تبدیل شدند و از روش طبقه‌بندی نظارت شده استفاده گردید.

برای تهیه نقشه شاخص‌های پوشش گیاهی، علاوه بر شاخص گیاهی NDVI^۱، شاخص‌های دیگر مانند RVI^۲، RDVI^۳، DVI^۴ و SAVI^۵ به‌منظور تعیین میزان زی‌توده بقایا، مورد استفاده قرار گرفت (۲۱، ۲۲، ۱۷، ۱۰ و ۷). معادلات موردنظر در ادامه ذکر شده است. در این معادلات NIR، RED و L به ترتیب باند طیفی مادون قرمز نزدیک، باند قرمز و L ضریب تصحیح اثرات خاک است. دامنه L از یک تا صفر برای پوشش گیاهی متراکم و تنک متغیر است (۴ و ۱۰). با توجه به این‌که پوشش گیاهی منطقه مطالعاتی متوسط و نرمال است مقدار ۰/۵ برای آن اعمال شد.



شکل ۲- توزیع انواع کاربری اراضی در سطح چهار حوضه از استان گلستان (زرین‌گل، محمدآباد، قرن‌آباد و قره‌سو).

Figure 2. Land use distribution in four basins of Golestan province (Zaringol, Mohammad Abad, Qaresoo and Gharnabad).

1- NDVI: $NIR-RED/NIR+RED$

2- Ratio Vegetation Index: RED/NIR

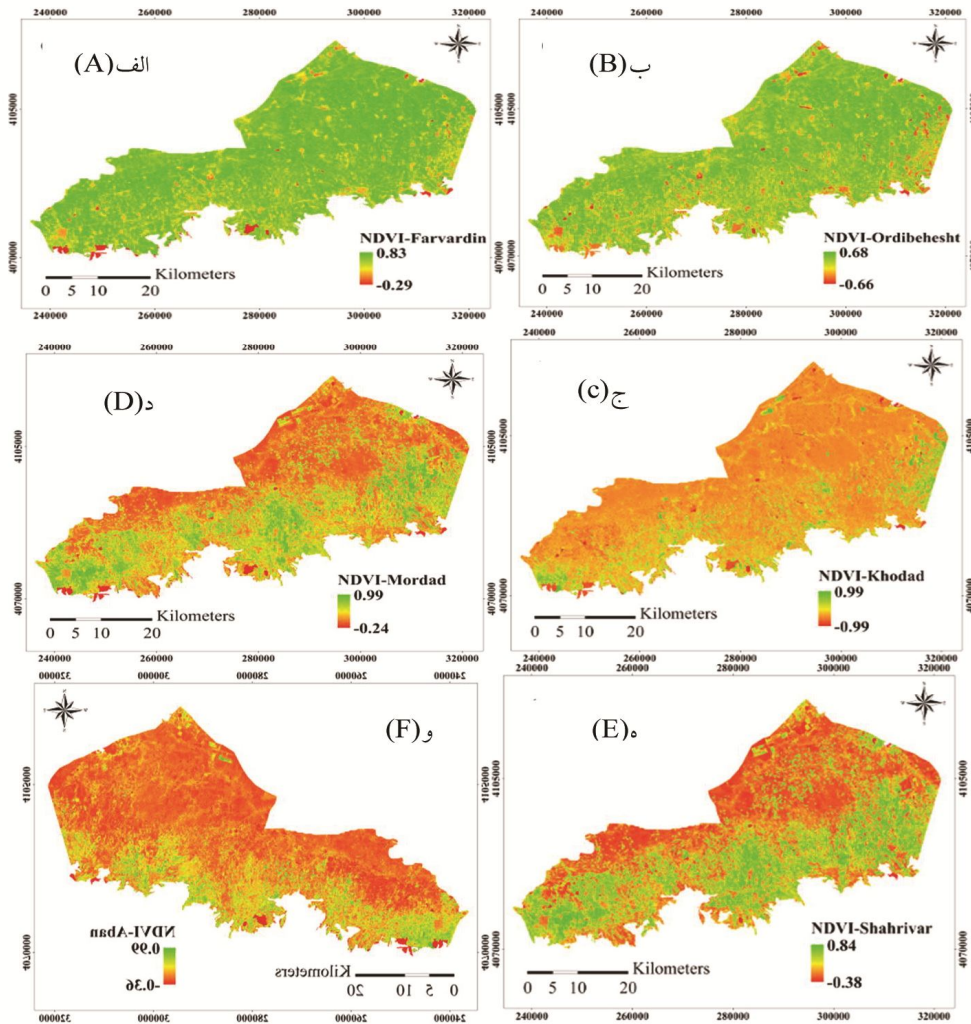
3- Ratio Difference Vegetation Index: $NIR-RED/\sqrt{NIR+RED}$

4- Difference Vegetation Index: $NIR-RED$

5- Soil Adjusted Vegetation Index: $NIR-RED/(NIR+RED+1) * (1+L)$

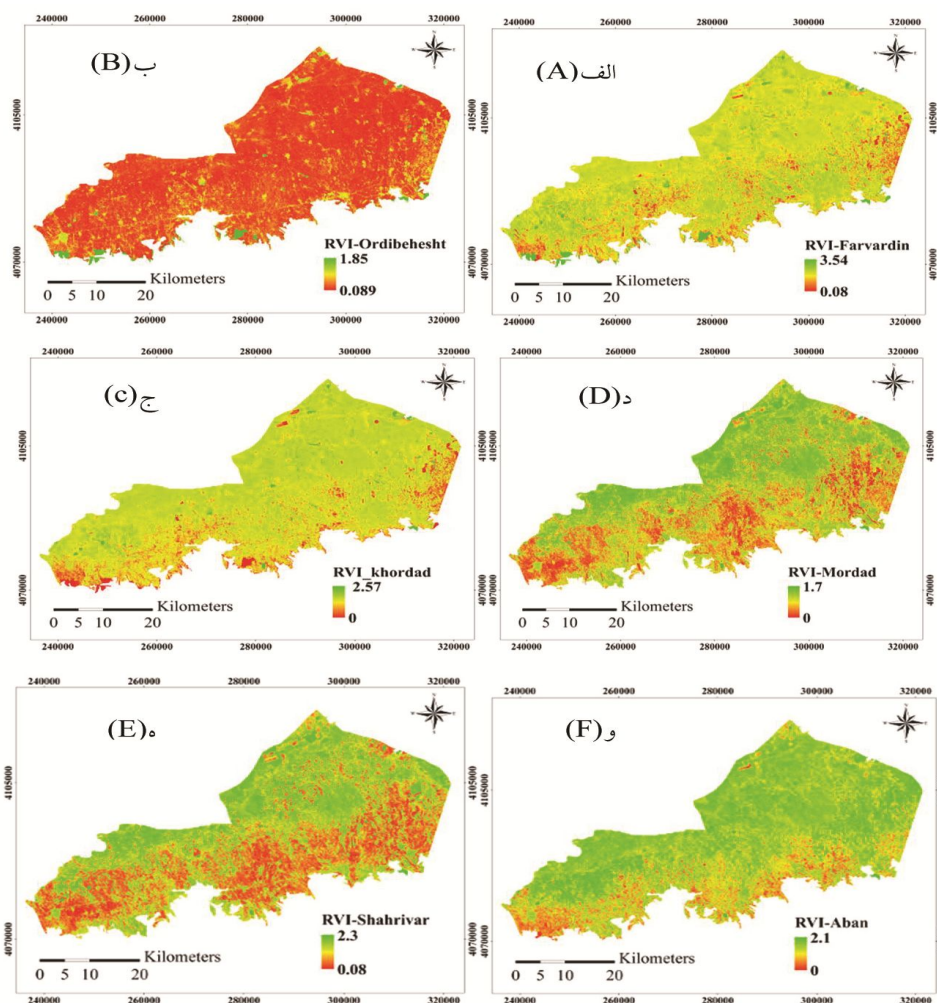
مذکور نشان داد که در فصول مختلف تغییرات پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه به ویژه در اراضی زراعی بسیار متفاوت است.

تهیه نقشه شاخص‌های پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه: پس از آماده‌سازی و انجام تصحیحات بر روی تصاویر نقشه شاخص‌های پوشش گیاهی برای هر تاریخ به دست آمد که در شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده شده‌اند. بررسی شاخص‌های پوشش گیاهی



شکل ۳- نقشه‌های شاخص NDVI برای ماه‌های (الف) فروردین، (ب) اردیبهشت، (ج) خرداد، (د) مرداد، (ه) شهریور و (و) آبان.

Figure 3. NDVI maps (A) April, (B) May, (C) June, (D) August, (E) September, (F) November.



شکل ۴- نقشه‌های شاخص RVI برای ماه‌های (الف) فروردین، (ب) اردیبهشت، (ج) خرداد، (د) مرداد، (ه) شهریور و (و) آبان.
Figure 4. RVI maps (A) April, (B) May, (C) June, (D) August, (E) September, (F) November.

نتایج تعیین مساحت زیر کشت محصولات زراعی: با تجزیه و تحلیل نقشه‌های NDVI و با در نظر گرفتن تقویم زراعی محصولات کشاورزی نقشه

سطح زیر کشت هر محصول تهیه گردید (۱۶ و ۱۹) و سطح زیر کشت هر محصول محاسبه گردید (جدول ۱).

جدول ۱- برآورد سطح زیر کشت ۵ محصول (گندم، جو، کلزا، برنج و سویا) در سطح چهار حوضه از استان گلستان (زرین‌گل، محمدآباد، قرن‌آباد و قره‌سو) در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴.

Table 1. Cover areas for wheat, barley, canola, rice and soybean in four basins of Golestan province (Zaringol, Mohammad Abad, Qaresoo and Gharnabad) in 2015-2016 years.

ردیف Row	نوع محصول Crop	مساحت برآورد شده (هکتار) Estimated Area (ha)	مساحت سطح زیر کشت بر اساس آمار جهاد کشاورزی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ (هکتار) cultivation Area based on Agricultural Jihad Statistics (2015-2016) (ha)
1	گندم Wheat	97442.48	99695.3
2	جو Barley	21929.10	17642.32
3	کلزا Canola	3079.77	2665
4	برنج Rice	29175.57	23534.3
5	سویا Soybean	24039.2	2474.96

گیاهی میزان زی توده بقایا برای هر محصول استخراج گردید. سپس در محیط اکسل بین زی توده واقعی بقایای محصولات و مقادیر متناظر هر کدام از شاخص‌های مستخرج از تصاویر ماهواره‌ای، رابطه رگرسیونی برآزش یافت. رابطه بین NDVI و میزان زی توده به صورت یک رابطه خطی و با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بین دو معیار یک رابطه مثبت و معنی‌دار برقرار است همان‌طور که در جدول ۲ ملاحظه می‌شود مقادیر ضریب تبیین علاوه بر این که بالای ۰/۶ می‌باشند، در سطح اطمینان ۹۹ درصد نیز معنی‌دار است که دقت این آماره‌ها را تعیین می‌کند.

بر اساس نتایج جدول ۱ مشاهده می‌شود که تعیین سطح زیرکشت محصولاتی نظیر گندم به دلیل پراکنش مناسب نقاط و برای محصول سویا به دلیل این که این محصول آخرین کشت منطقه بوده با حداقل تداخلات طیفی و اختلاطی با دیگر محصولات زراعی از امکان تفکیک مناسبی برخوردار هستند، بنابراین تعیین مساحت آن‌ها با دقت بسیار بالایی نسبت به آمار ارائه شده توسط سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان (۱۳۹۴-۱۳۹۵) انجام گرفت (۱).

ارتباط بین شاخص‌های پوشش گیاهی و میزان زی توده بقایا برای هر محصول: بر اساس نمونه‌های تعلیمی هر محصول و نقشه شاخص‌های پوشش

جدول ۲- آماره‌های ضریب تبیین r^2 و P value بین شاخص‌های پوشش گیاهی و زی توده اندازه‌گیری شده در ماه‌های مختلف.

Table 2. r^2 determinant coefficient and P value between vegetation index and measured biomass In different Month.

SAVI	RVI	RDVI	DVI	NDVI	ماه	محصول		
R^2	P	R^2	R^2	R^2	Month	Crop		
0.53	-	0.613	0.48	0.49	0.002	0.616**	فروردین April	گندم Wheat
0.08	-	0.02	0.07	0.13	-	0.60	اردیبهشت May	
0.07	-	0.09	0.07	0.07	-	0.09	خرداد June	
0.54	-	0.59	0.49	0.48	0.0011	0.65**	فروردین April	جو Barely
0.02	-	0.02	0.02	0.01	-	0.62	اردیبهشت May	
0.03	-	0.02	0.03	0.03	-	0.03	خرداد June	
0.29	-	0.50	0.18	0.17	0.001	0.65**	فروردین April	کلزا Canola
0.05	-	0.03	0.05	0.05	-	0.56	اردیبهشت May	
0.62	0.001	0.64**	0.63	0.59	-	0.60	مرداد August	برنج Rice
0.17	-	0.07	0.17	0.22	-	0.09	شهریور September	
0.008	-	0.006	0.008	0.01	-	0.005	آبان November	
0.37	-	0.37	0.37	0.36	-	0.36	مرداد August	سویا Soybean
0.62	-	0.62	0.63	0.58	0.001	0.65**	شهریور September	
0.01	-	0.009	0.01	0.02	-	0.009	آبان November	

قوی‌ترین رابطه رگرسیونی ($R^2=0/64$) به شاخص RVI مستخرج از تصاویر ماهواره سنتینل ۲ (مربوط به تصویر مردادماه و اوج سبزیگی برنج) تعلق داشت. سیال و همکاران (۲۰۱۵) با استفاده از شاخص‌های NDVI و RVI مقدار عملکرد برنج را در سال ۲۰۱۳ در مرحله اوج سبزیگی با ضریب تبیین (R^2) معادل ۰/۹۴ و ۰/۸۷۵ برآورد کردند (۲۲). سانچز و همکاران (۲۰۰۶) نیز به این نتیجه رسیدند که برای تخمین زی‌توده بقایای گیاهی دو شاخص NDVI و RVI بیش‌ترین همبستگی (۰/۷۰) را دارند (۲۰). در پژوهش یاقوتی و همکاران (۲۰۱۷) شاخص NDVI مناسب‌ترین شاخص برای برآورد عملکرد برنج بود (۲۲).

نتایج تعیین میزان زی‌توده بقایای محصولات زراعی: پس از تجزیه و تحلیل نمونه‌های برداشت‌شده از مزارع برای هر محصول میزان زی‌توده بقایا در واحد سطح محاسبه گردید که نتایج آن در جدول ۳ مشخص شده است.

بر اساس جدول ۲ از بین پنج شاخص پوشش گیاهی، شاخص NDVI قوی‌ترین رابطه رگرسیونی (با ضریب تبیین ۰/۶۱ و ۰/۶۵) با میزان زی‌توده بقایای محصول گندم و جو با تصویر فروردین‌ماه مصادف با اوج سبزیگی گندم و جو در منطقه مورد مطالعه به دست آمد که با نتایج کمالی و همکاران (۲۰۱۸) مبنی برداشتن بالاترین دقت شاخص NDVI برای تخمین عملکرد گندم، همخوانی دارد (۸). هم‌چنین، شاخص NDVI قوی‌ترین رابطه رگرسیونی را با ضریب تبیین ۰/۶۵ برای محصول کلزا با تصویر فروردین‌ماه مصادف با اوج سبزیگی کلزا در منطقه مورد مطالعه را به همراه داشت. در گیاه سویا از بین شاخص‌های گیاهی مورد مطالعه قوی‌ترین رابطه رگرسیونی ($R^2=0/65$) به شاخص NDVI مستخرج از تصاویر ماهواره سنتینل ۲ (مربوط به تصویر شهریورماه و اوج سبزیگی سویا) تعلق داشت. در گیاه برنج از بین شاخص‌های گیاهی مورد مطالعه

جدول ۳- میزان زی‌توده کل بقایای مربوط به ۵ محصول زراعی در سطح چهار حوضه از استان گلستان (زرین‌گل، محمدآباد، قرن‌آباد و قره‌سو).

Table 3. Total biomass amount in four watershed basins of Golestan province (Zaringol, Mohammad Abad, Qaresoo and Gharnabad).

ردیف Row	نوع محصول Crop	زی‌توده بقایا (تن در هکتار) Biomass (Ton/ha)
1	گندم Wheat	751657
2	جو Barley	175637
3	کلزا Canola	14979
4	برنج Rice	42628
5	سویا Soybean	93712

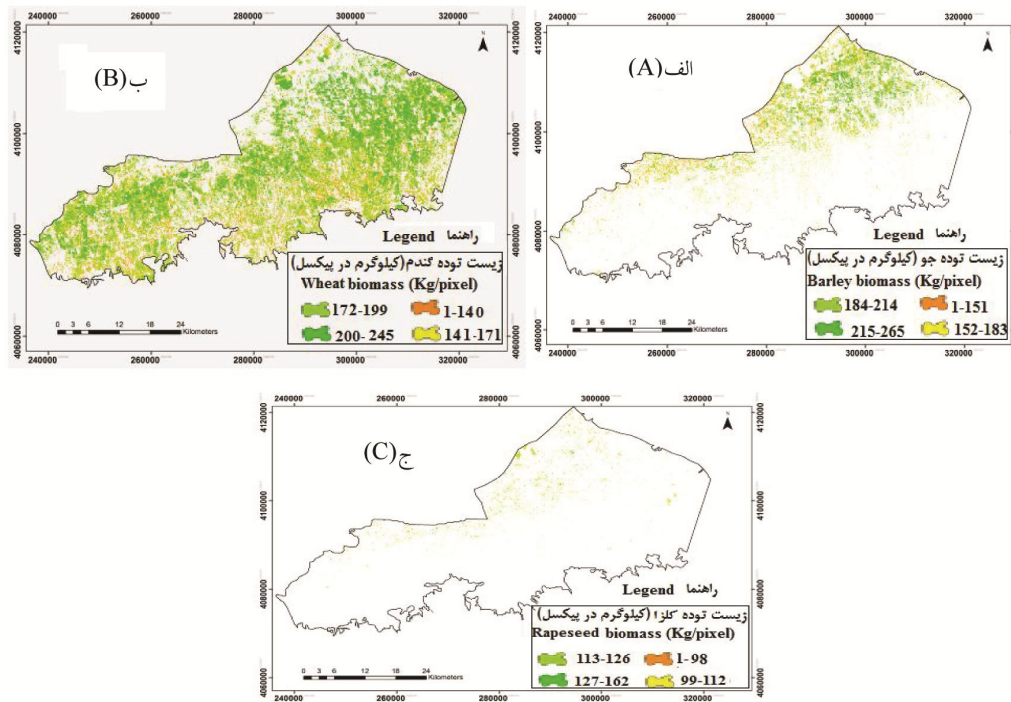
کردند که در اروپا ۱۸/۸ درصد از کل مواد اولیه استفاده‌شده برای تولید بیواتانول از گندم تهیه می‌شود که معادل ۳/۹ میلیون تن در سال ۲۰۱۲ بوده است (۱۹). اتحادیه اروپا نیز رویکرد جدیدی مبنی برافزایش بهره‌برداری از بقایای گندم را تا سال ۲۰۲۰ در دستور کار خود قرار داده است. کم‌ترین میزان زی‌توده بقایا بر اساس جدول (۳) به گیاه کلزا تعلق

نتایج نشان داد که دو محصول گندم و جو سهم بالایی در تولید زی‌توده بقایا در منطقه مورد مطالعه را دارند. نتایج این پژوهش با نتایج نووی و همکاران (۲۰۱۵) مبنی بر این‌که هر ساله مقدار زیادی از کاه و کلس گندم در مزرعه تولید می‌شود که پتانسیل مناسبی برای تولید سوخت زیستی دارند مطابقت دارد (۱۱). چیتزر و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهشی مشابه اعلام

گردید. نقشه زی توده بقایای برآورد شده در شکل های ۵ و ۶ نشان داده شده است. هم چنین ارزیابی صحت نتایج به دست آمده بر اساس نمونه های آزمایشی (تست) نتایج را تأیید کرد که نمودارهای یک به یک مربوط به آن ها در شکل های ۷ و ۸ نشان داده شده است.

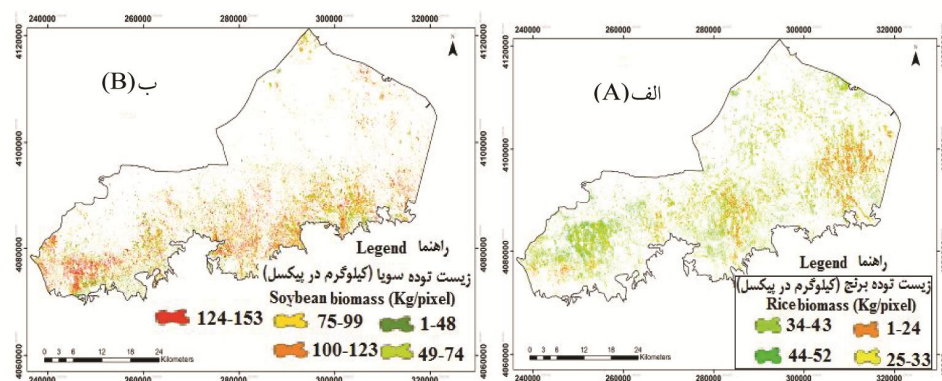
دارد که به دلیل سطح زیرکشت کم تر آن در حوضه مورد مطالعه است.

استخراج نقشه زی توده بقایا برای محصولات زراعی: میزان زی توده بقایا برای محصولات مورد مطالعه بر اساس شاخص NDVI و RVI برآورد



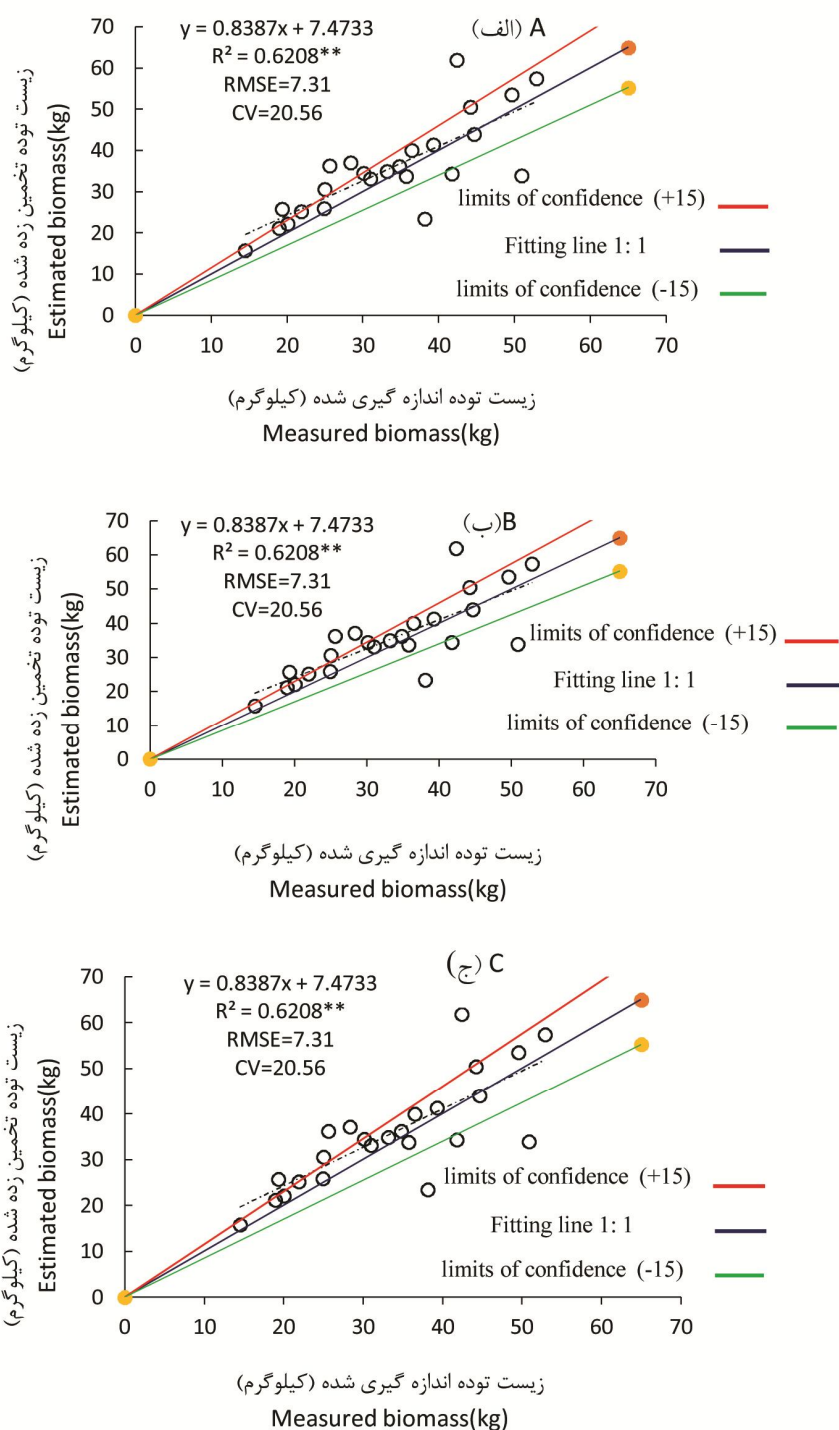
شکل ۵- نقشه زی توده بقایا الف) گندم، ب) جو و ج) کلزا با استفاده از شاخص NDVI در سطح چهار حوضه از استان گلستان (زرین گل، محمدآباد، قرن آباد و قره سو). کیفیت مکانی رسترها ۱۵ متر در ۱۵ متر.

Figure 5. Residue biomass map for (A) wheat, (B) barley, (C) canola, using NDVI in four watershed basins of Golestan province (Zaringol, Mohammad Abad, Qaresoo and Gharnabad). Spatial resolution of the rasters is 15×15 m.



شکل ۶- نقشه زی توده بقایای برنج با استفاده از شاخص RVI الف) و زی توده بقایای سویا با استفاده از شاخص NDVI ب) در سطح چهار حوضه از استان گلستان (زرین گل، محمدآباد، قرن آباد و قره سو). کیفیت مکانی رسترها ۱۵ متر در ۱۵ متر.

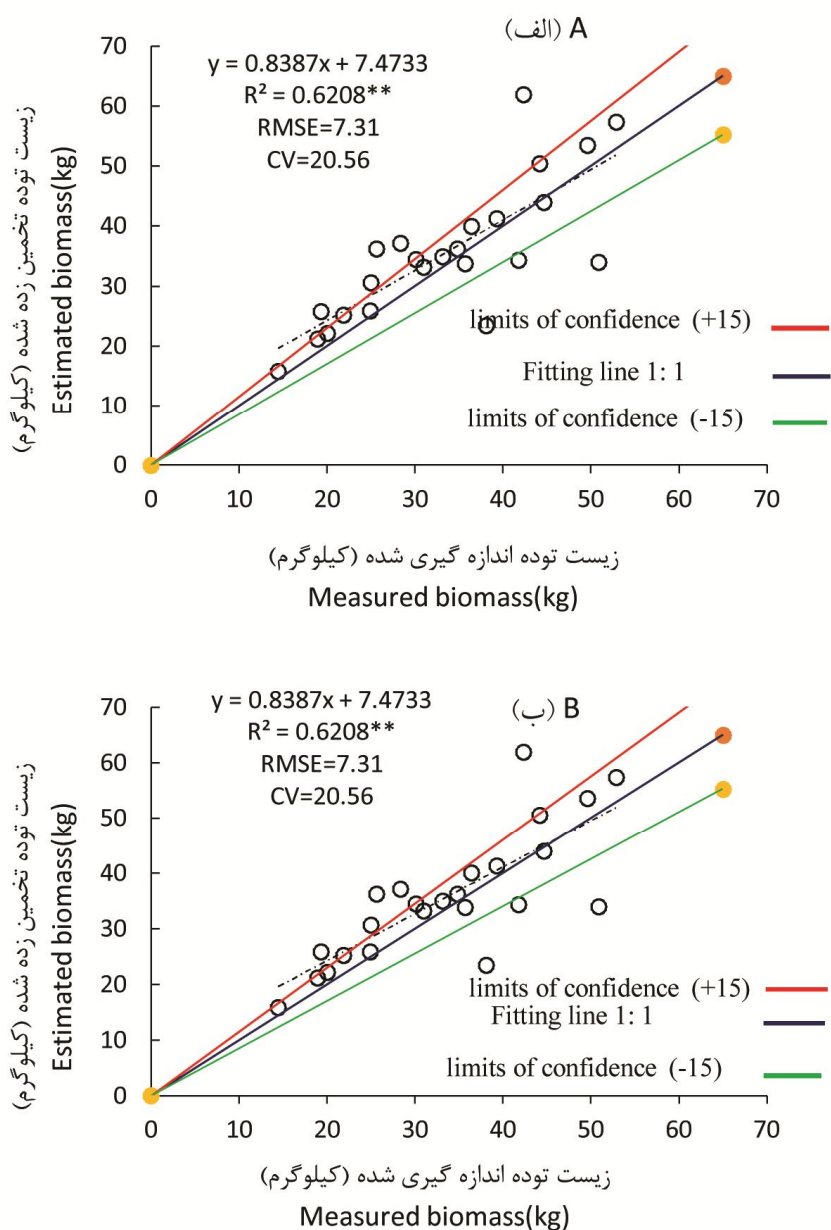
Figure 6. Biomass map for rice using RVI (A) and Biomass map for soybean using NDVI (B) in four basins of Golestan province (Zaringol, Mohammad Abad, Qaresoo and Gharnabad). Spatial resolution of the rasters is 15×15 m.



شکل ۷- نمودار برازش یافته میزان زی توده بقایای اندازه گیری شده و زی توده بقایای تخمین زده شده (کیلوگرم در ۲۲۵ مترمربع) در

(الف) گندم (ب) جو و (ج) کلزا به وسیله شاخص NDVI.

Figure 7. Fitness chart of the measured against estimated residue biomass (kg/per pixel; 225m²) for (A) wheat, (B) barley, (C) Canola using NDVI index.



شکل ۸- نمودار برازش میزان زی توده بقایای اندازه گیری شده و زی توده بقایای تخمین زده شده (کیلوگرم در ۲۲۵ مترمربع) در برنج به وسیله شاخص RVI (الف) و (ب) سویا به وسیله شاخص NDVI.

Figure 8. Fitness chart of the measured against estimated residue biomass (kg/per pixel; 225m²) for (A) rice using RVI and, (B) soybean using NDVI index.

اطمینان +۱۵ و -۱۵ درصد قرار دارند. شکل ۸ وضعیت برآورد میزان زی توده بقایای اندازه گیری شده و تخمین زده شده در دو محصول بهاره برنج و سویا را نشان می دهد. میزان زی توده بقایای برآورد شده برای محصول برنج و سویا به ترتیب ۶۶ و ۷۱ درصد

شکل ۷ وضعیت برآورد میزان زی توده بقایای اندازه گیری شده و تخمین زده شده در سه محصول پاییزه گندم، جو و کلزا را نشان می دهد. میزان زی توده بقایای برآورد شده برای محصول گندم، جو و کلزا به ترتیب ۷۰، ۸۰ و ۷۳ درصد در محدوده حدود

در محدوده حدود اطمینان +۱۵ و -۱۵ درصد قرار دارند. این امر نشان‌دهنده پیش‌بینی صحیح و قابل‌قبولی برای تعیین زی‌توده بقایای گندم، جو، کلزا، برنج و سویا در منطقه مورد مطالعه است.

نتیجه‌گیری کلی

استان گلستان یکی از مناطق بزرگ کشاورزی در ایران با بقایای کشاورزی فراوان و در دسترس است. این مطالعه با هدف تعیین زی‌توده برای پنج محصول مورد مطالعه (گندم، جو، کلزا، برنج و سویا) بر اساس شاخص‌های پوشش گیاهی (NDVI، SAVI، RVI، RDVI و DVI) مستخرج از تصاویر ماهواره‌ای انجام شد. پس از انجام تجزیه و تحلیل نتایج مهم زیر به دست آمد. مهم‌ترین شاخص برای برآورد زی‌توده بقایای محصولات گندم، جو، کلزا و سویا NDVI و برای محصول برنج شاخص RVI است که بر اساس آن‌ها می‌توان نقشه زی‌توده بقایا را مشخص کرد. نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از برخی تولیدات سنجش‌ازدوری از جمله تصاویر ماهواره‌ای ستینل ۲ (با تفکیک مکانی ۱۰ متر) و لندست ۸ (با تفکیک مکانی ۳۰ متر) برای تهیه نقشه‌های شاخص‌های پوشش گیاهی و به دنبال آن برآورد سطح زیرکشت اراضی و میزان زی‌توده بقایای محصولات کشاورزی بسیار مفید و حاوی اهمیت می‌باشند. در این راستا اقدامات مدیریتی، پایش و نظارت در بخش کشاورزی را تسهیل می‌سازند و باعث صرفه‌جویی در وقت و هزینه می‌شوند. روابط به‌دست‌آمده بین شاخص‌های مورد استفاده و میزان زی‌توده صرفاً برای منطقه مورد مطالعه قابلیت تعمیم‌پذیری دارند، ولی در صورتی که بخواهیم از این نوع شاخص‌ها و این روابط در سایر مناطق با مشخصات متفاوت توپولوژیک و هم‌چنین اقلیمی استفاده کنیم توصیه می‌شود که از معادلات چندمتغیره، شاخص‌های متنوع و باندهای مختلف برای بررسی روابط استفاده شود.

بدیهی است که استفاده از یک شاخص منتخب برای برقراری چنین روابطی دارای مزایایی است که ضمن کم کردن خطای پارامتریک سبب خواهد شد که استفاده از آن و درک آن برای کاربر ساده‌تر شود، اما اگر قرار باشد چنین معادلاتی برای تخمین زی‌توده گیاهان مشابه در مناطق دیگر مورد استفاده قرار گیرند بهتر است که این معادلات براساس شاخص‌ها مجدد مورد ارزیابی و صحت‌سنجی قرار گیرند و یا این‌که از روابط با تعداد متغیر بیش‌تر استفاده شود تا میزان واریانس مقادیر پیش‌بینی‌شده از مقادیر واقعی را کاهش دهد.

تقدیر و تشکر

بر خود لازم می‌دانیم از همکاری معاونت سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان به دلیل ارائه آمار و اطلاعات، معاونت محترم پژوهش و فناوری (به پاس حمایت از رساله‌های دکتری) و کارکنان بخش انفورماتیک و خدمات رایانه‌ای دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و همه دوستان به پاس همکاری در اجرای این پژوهش، صمیمانه سپاسگزاری کنیم.

داده‌ها و اطلاعات

داده‌های این مقاله از رساله دکتری آقای محمد دشتی مرویلی به راهنمایی دکتر بهنام کامکار و مشاورت آقای دکتر حسین کاظمی در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان اخذ شده است. این پژوهش در محدوده اراضی زراعی استان گلستان طی سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶ انجام شده است.

تعارض منافع

در این مقاله تعارض منافی وجود ندارد و این مسأله مورد تأیید همه نویسندگان است.

منابع

1. Agriculture-Jihad Organization. 2015. Statistic Book of Agricultural Crops in Golestan Province.
2. Elahi, F. 2006. Evaluation of the potential of wheat and canola residues in the four basin areas of Golestan province for the production of biofuels. Master's thesis. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 95p.
3. FAOSTAT, 2013. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Statistics Division.
4. Fatemi, S.B., and Sedghi, F. 2016. Comparative study of the effect of using pixel values, reflection and reflection in calculating vegetation indices from satellite images of LANDST8. *Rem. Sens. J. GIS Iran*. 8: 3. 91-104. (In Persian)
5. FeiziZade, B., Valizade, K., and Heidari, H. 2009. Estimated cultivar of Vineyards Maleken City with using satellite images of SPOT5. *J. Geograph. Plan*. 14: 27. 47-60. (In Persian)
6. Hensgen, F., Bühle, L., and Wachendorf, M. 2016 the effect of harvest, mulching and low-dose fertilization of liquid digestate on above ground biomass yield and diversity of lower mountain semi-natural grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 216: 283-292.
7. Jordan, C.F. 1969. Derivation of leaf area index from quality of light on the forest floor. *Ecology*. 50: 663-666.
8. Kamali, L., Kaviani, A., Nazari, B., and Liaghat, A. 2018. Estimation of wheat yield with using Landsat 8 satellite imagery (Case study: Moghan Plain). *Iran. J. Soil Water Res*. 49: 5. 1031-1042. (In Persian)
9. Memarian, H., Balasundram, S.K., 2012. Validation of CA-Markov for Simulation of Land use and Cover Change in the Langat Basin, Malaysia. *J. Geograph. Inf. Syst*. 44: 6. 542-554.
10. Noureldin, N.A., Aboelghar, M.A., Saady, H.S., and Ali, A.M. 2013. Rice yield forecasting models using satellite imagery in Egypt. *Egypt. J. Rem. Sens. Space Sci*. 16: 1. 125-131.
11. Novy, V., Longus, K., and Nidetzky, B. 2015. From wheat straw to bioethanol: integrative analysis of a separate hydrolysis and co-fermentation process with implemented enzyme production. *Biotechnology for biofuels*. 8: 46.
12. Prabhakara, K., Hively, W.D., and McCarty, G.W. 2015. Evaluating the relationship between biomass, percent groundcover and remote sensing indices across six winter cover crop fields in Maryland, United States. *Inter. J. Appl. Earth Observ. Geoform*. 39: 88-102.
13. Purevdorj, T., Tateishi, R., Ishiyama, T., and Honda, Y. 1998. Relationships between percent vegetation cover and vegetation indices. *Inter. J. Rem. Sens*. 19: 3519-3535.
14. Rahdari, V., Safiyanian, A.R., Khajehdin, S.J.A., and Malekinajafabadi, S. 2013. Investigation of satellite data capability in mapping canopy percentages in arid and semiarid regions (Case study: Muteh Wildlife Shelter). *J. Environ. Sci. Technol*. 15: 4. 43-54. (In Persian)
15. Rezaee, M., Raenisarjaz, M., Shahnazari, A., and Vazifedoost, M. 2014. Estimation of rice yield in part of Gilan sefidrood network with using Landsat satellite imagery. *Iran. J. Irrig. Drain*. 8: 3. 592-601. (In Persian)
16. Riahi, V., Ziaean Firoozabadi, P., Azizpour, F., and Darooe, P. 2019. Determination and evaluation of crop cultivation in Lenjanat area using satellite imagery. *J. Appl. Geosci. Res*. 19: 52. 147-169. (In Persian)
17. Richardson, A.J., and Everitt, J.H. 1992. Using spectral vegetation indices to estimate rangeland productivity. *Geocarto International*. 7: 1. 63-69.
18. Sanchez, N., Gonzalez, R., Prado, J., Martinez-Fernandez, Z., and Perez-Gutierrez, G. 2006. Estimation vegetation parameters of cereals using an Aster 1A image. Commission VII, WGVI/1, Spain. *Remote Sensing of Environment*. 51: 400-410.

19. Schnitzer, M., Monreal, C.M., and Powell, E.E. 2014. Wheat straw biomass: A resource for high-value chemicals. *J. Environ. Sci. Health. Part B.* 49: 51-67.
20. Siyal, A.A., Dempewolf, J., and Becker-Reshef, I. 2015. Rice yield estimation using Landsat ETM+ Data. *J. Appl. Rem. Sens.* 9: 1.095986.
21. Veloso, A., Mermoz, S., Bouvet, A., Le Toan, T., Planells, M., Dejoux, J.F., and Ceschia, E. 2017. Understanding the temporal behavior of crops using Sentinel-1 and Sentinel-2-like data for agricultural applications. *J. Rem. Sens. Environ.* 199: 415-426.
22. Yaghoti, H., Pazira, A., and Masihabadi, M. M. 2017. Application of satellite imagery and remote sensing technology to estimate rice yield. *J. Water. Soil Resour. Cons.* 7: 3. 55-69.
23. Yue, K., Fornara, D.A., Yang, W., Peng, Y., Peng, C., Liu, Z., and Wu, F. 2017. Influence of multiple global change drivers on terrestrial carbon storage: additive effects are common. *Wiley online library: Ecology letters.* 20: 5. 663-672.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 27(6), 2021
<http://jwsc.gau.ac.ir>
DOI: 10.22069/jwsc.2021.16537.3183

Research Full Paper

Comparison of vegetation indices in estimating the residue biomass of spring and autumn crops (Watersheds in the southwest of Golestan province)

M. Dashti Marvili¹, *B. Kamkar² and H. Kazemi³

¹Ph.D. Graduate, Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources,

²Professor, Dept. of Agrotechnology, Ferdowsi University of Mashhad and Dept. of Agronomy,
Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources,

³Associate Prof., Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 04.22.2019; Accepted: 11.02.2020

Abstract

Background and Objectives: Biomass plays an important role in providing energy and the global carbon cycle and monitoring the biomass is one of the most important issues in the agricultural sector. Using remote sensing techniques is an effective tool for estimating biomass, which reduces field studies and saves time and money. Today, management practices can be improved using remote sensing technology and vegetation indices. The suitability of the weather in Golestan Province for producing most agricultural products has made the province highly diversified in terms of crop and biomass production. For this purpose, in this study, satellite images of Landsat 8 and Sentinel 2 were used to estimate the residue biomass of crops in the watershed of the southwest of Golestan province (Mohammad Abad, Qaresoo, Zaringol, and Gharnabad).

Materials and Methods: For this, field surveys were carried out to sample the fields at different stages of plant growth, in the winter and spring of 2016. The number of samples for wheat, barley, canola, rice, and soybean were 90, 70, 65, 67, and 80, respectively. The biomass data were also measured from field survey using four quadrates (0.25m²) and their moisture content was determined by weighting. The Landsat 8 and Sentinel 2 images were downloaded from the USGS site in the early and middle of the growing season for mapping satellite-based vegetation indices including, NDVI, SAVI, RVI, DVI, and RDVI. The relation between the indices and obtained biomass was evaluated using regression analysis to produce biomass maps for five crop residues.

Results: The results showed that the NDVI index is the best indicator to estimate the wheat, barley, and rapeseed residue biomass, in April, with a determination coefficient of 0.61, 0.65, and 0.65, respectively, according to the vegetative growth peak, and for the soybean crop in September, according to the peak of vegetative growth with a determination coefficient of 0.65, and the RVI index is the best indicator for estimating rice residue biomass in August in line with peak vegetative growth in the study area. The total amount of wheat, barley, canola, rice, and soybeans residues in the study area were estimated as 751657, 175637, 14979, 42628, and 93712 tons, respectively. The results of this study can be used to determine the potential for agricultural production and the amount of their residues which can be considered by managers and decision-makers of the agricultural sector in the province.

* Corresponding Author; Email: behnam.kamkar@gmail.com

Conclusion: The results of this study showed that the residue biomass of different products can be estimated by using the vegetation indices extracted from satellite images with acceptable accuracy in the study area. In this research, the overlaying for determining the cultivation area of wheat and soybean products was 97.74% and 97.6%, respectively. The precision of this method for peak vegetation periods was higher than the early stages of plant growth. Also, instead of a vegetation index, several vegetation indices were used and the NDVI and RVI index were the best indicator for estimating the residue biomass of different products.

Keywords: Golestan, Remote Sensing, Residue biomass, Sentinel 2, Vegetation Indices