November 10, 2016 ۲۰ آبان ماه ۱۳۹۵
دومین همایش ملی یافته های نوین در علوم کشاورزی، محیط زیست و منابع طبیعی پایدار
The second national conference on new findings of Agricultural Sciences, environment and sustainable natural resources

ارزیابی شاخص‌های طیفی استخراج شده از تصاویر ماهواره لندست به منظور تخمین میزان بایومس محصول کلزا (مطالعه موردی در سطح چهار حوزه آبریز استان گلستان)

فاطمه الهی*[۱]، بهنام کامکار[۲]، حسین کاظمی، امید عبدی[۴]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد اگرواکولوژی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان Elahi.591369@gmail.com

۲ -دانشیار گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان behnam.kamkar@gmail.com

۳-استادیار گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان hossein_k_p@yahoo.com

۴-کارشناس ارشد منابع طبیعی گرگان abdi.grs@gmail.com

چکیده

پژوهشگران مختلف سنجش از دور در طول دو دهه گذشته نقش شاخص‌های گیاهی حاصل از داده‌های ماهواره‌ای را در بررسی منابع طبیعی ارزیابی کرده و به همبستگی مناسبی میان این شاخص‌ها با پارامترهای گیاهی رسیده‌اند. در تحقیق حاضر به بررسی توانایی شاخص‌های طیفی در تخمین بایومس محصول کلزا در سطح چهار حوزه آبریز (محمد آباد، قرن آباد، زرین گل و قره سو) واقع در استان گلستان پرداخته شده است. دانه‌های روغنی بعد از غلات به عنوان دومین منبع تولید انرژی در تغذیه انسان مطرح می‌باشند. عملیات میدانی اندازه‌گیری بایومس در زمان رسیدگی کامل محصول کلزا (خرداد۱۳۹۵) انجام شد. دو تصویر از ماهواره LANDSAT سنجندهTIRS/OLIیکی در اواسط فصل رشد کلزا (زمان گلدهی) و دیگری در اواخر فصل رشد به منظور استخراج و تعیین شاخص‌های گیاهی از قبیل (SAVI, NDVI, IPVI, DVI و RVI) مورد استفاده قرار گرفتند. سپس همبستگی بین داده-های زمینی و شاخص‌های گیاهی فوق که حاصل ترکیب باندهای مختلف می‌باشد، ارزیابی و پس از آزمایش مدل‌ها نتایج به دست آمده نشان داد که شاخص گیاهی DVI با ضریب تبیین ۷۱ درصد نسبت به دیگر شاخص‌های استفاده شده از دقت بالاتری در تخمین بیوماس برخوردار است. براساس اطلاعات به دست آمده از این تحقیق می‌توان بیان نمود که با استفاده از تصاویر ماهواره LANDSAT-8 امکان تخمین بایومس با دقت قابل قبولی وجود دارد.

واژگان کلیدی: شاخص‌های گیاهی، تخمین بایومس، کلزا، ماهواره لندست

مقدمه

آمار و اطلاعات مربوط به میزان تولید محصولات کشاورزی، در تدوین و تنظیم سیاست‌های صادرات – واردات، قیمت‌گذاری فرآورده‌های کشاورزی، برنامه‌ریزی‌های توسعه کشاورزی و سایر مسایل مربوط به این بخش به عنوان ابزار پایه محسوب می‌شود (درویش زاده و دیگران، ۱۳۹۰، ص.۶۲). دانه‌های روغنی بعد از غلات به عنوان دومین منبع تولید انرژی در تغذیه انسان مطرح می-باشند. افزایش سطح زیر کشت و همچنین افزایش عملکرد گیاهان روغنی از جمله کلزا یکی از اهداف مهم در حوزه کشاورزی می-باشد. از این رو استفاده از تکنیک‌ها و روش‌های جدید به منظور پایش این محصول ضروری به نظر می‌رسد. سنجش از دور به کمک امواج الکترومغناطیس طبیعی و مصنوعی در بررسی‌ها و برنامه‌ریزی‌های کشاورزی و منابع طبیعی کاربرد دارد (خواجه الدین، ۱۳۷۶).

امروزه در بسیاری از موارد، کاربرد آن نه تنها هزینه زیادی ندارد بلکه منافع آن به حدی است که هزینه خرید داده‌ها در مقابل سرعت انجام کار و حجم داده‌ها و نیز نتیجه خروجی آنالیزها برای برنامه‌ریزی ناچیز می‌باشد .منافع حاصل از سنجش از دور به واسطه بهنگام بودن و امکان آشکارسازی سریع تغییرات محیطی در تکنیک‌هایی که در کشاورزی به کار می‌روند نمایان شده است (حائر، ۱۳۷۴، ص. ۵۴). از سال ۱۹۷۲ که اولین ماهواره لندست در مدار قرار گرفت مطالعه و پایش گیاهان به عنوان یکی از مهمترین کاربرد-های سنجش از دور مطرح شد (وینا، ۲۰۰۴). تولید در گیاهان به طور مستقیم به فعل و انفعالات بین انرژی خورشید و سطح گیاهان بستگی دارد (کنیپلینگ، ۱۹۷۰، ص. ۱۵۶). پس بنابراین تکنیک‌های سنجش از دور از طریق اندازه‌گیری تولید در گیاهان مورد استفاده قرار گیرند. یکی از روش‌های کارآمد جهت پایش محصولات کشاورزی استفاده از شاخص‌های طیفی است. شاخص‌های گیاهی از پرکاربردترین نمونه‌های محاسبات باندی می‌باشد که به منظور محاسبه بایومس، درصد پوشش گیاهی، بررسی انواع پوشش گیاهی، وضعیت سبزینگی یک منطقه طی دوران‌های مختلف و غیره به کار می‌روند. شاخص‌های گیاهی اساسا به صورت کسری یا خطی، سیگنال‌های باندهای رادیومتری را ترکیب می‌کنند (رحمانی و همکاران، ۱۳۹۰). اکثر شاخص‌های گیاهی که برای تخمین بایومس مورد استفاده قرار می‌گیرند در ساختار خود از باندهای قرمز و مادون قرمز استفاده می‌کنند.

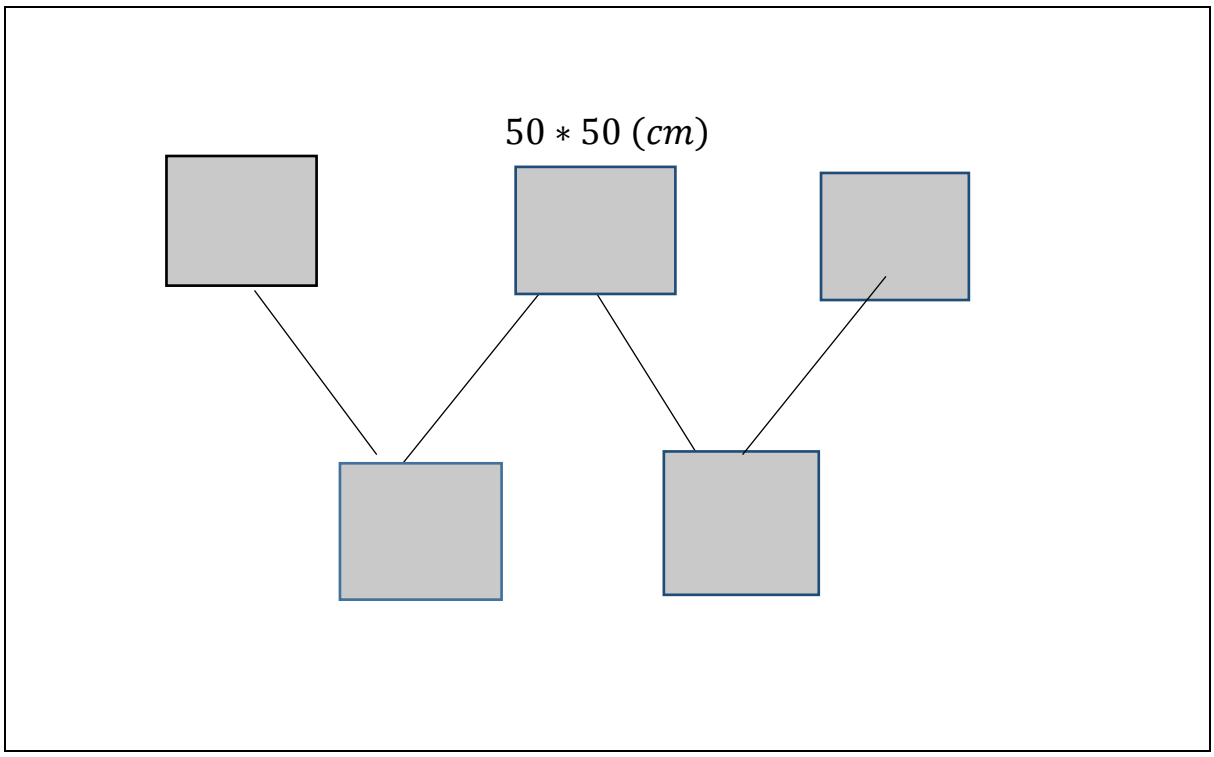
چندیست که گیاه کلزا به عنوان یک گیاه مناسب روغنی برای کشت در شرایط آب و هوایی کشور مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به شرایط آب و هوایی کشت پاییزه این گیاه در اغلب نقاط کشور امکان‌پذیر می‌باشد. پتانسیل عملکرد بالای کلزا این امکان را به کشاورز می‌دهد که بتواند راندمان اقتصادی بالایی از زمین خود برداشت کند. در زمینه تخمین بایومس با استفاده از شاخص‌های طیفی تا کنون مطالعات زیادی در جهان صورت گرفته است

کریووبوک (۲۰۰۰) نتایج بایومس بدست آمده از گندم با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک بالا (۳۰متر) را با داده‌های زمینی مقایسه و ارزیابی کردند و نشان دادندکه یک رابطه تجربی بین میزان بایومس و بازتاب‌های بدست آمده از تصاویر ماهواره‌ای براساس یک الگوریتم رگرسیون خطی قابل برآورد است. ماکووسکی و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه‌ای دقت روش‌های تخمین میزان بایومس گندم را مورد ارزیابی قرار داده و روش طبقه‌بندی بیز (که پایه الگوریتم حداکثر احتمال است) را در مقایسه با مدل‌های خطی و غیر خطی معمول برای افزایش قابلیت اطمینان نتایج بدست آمده پیشنهاد دادند. درویش‌زاده و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی توانایی شاخص‌های طیفی در تخمین بایومس محصول برنج در شهرستان آمل پرداختند و جهت استخراج شاخص‌های گیاهی از دو تصویرALOS-AVNIR2 که همزمان با کار میدانه‌ای اخذ شده بود استفاده کردند. سپس همبستگی بین داده‌های زمینی و شاخص

های گیاهی حاصل از ترکیب باندهای مختلف، ارزیابی و پس از آن، شاخص‌های گیاهی مناسب تشخیص داده شدند. نتایج نشان داد که شاخص DVI با ضریب تعیین ۷۲ درصد نسبت به دیگر شاخص‌های استفاده شده از دقت بالاتری برخوردار است و همچنین با اطلاعات بدست آمده از این تحقیق میتوان بیان نمود که با استفاده از تصاویر ماهواره ALOS امکان تخمین بایومس با دقت قابل قبولی وجود دارد بایو و همکاران (۲۰۰۹) به ارزیابی میزان بایومس گندم زمستانه با استفاده از شاخص‌های سنجش از دور پرداختند، در این پژوهش از ۵ تصویر لندست و مودیس متعلق به زمان‌های مختلف رشد محصول برای محاسبه شاخص‌های گیاهی NDVI,RDVI, NDWI,SIPI,MSAVI,EVI استفاده کردند. سپس با روش‌های آماری و غیرآماری ارتباط بایومس با این شاخص‌ها را مورد محاسبه قرار دادند. نتایج حاصله نشان داد که شاخص NDWI بهترین نتیجه را در برآورد میزان بایومس از تصاویر لندست و شاخص SIPI بهترین شاخص برای استخراج بایومس از تصاویر مودیس است. تیلور و دیگران (۱۹۸۵) گزارش کردند که تولید زنده و پوشش گندمیان –کهور همبستگی بالایی با شاخص گیاهی تفضلی نرمال (NDVI) و نسبت گیاهی (RVI) تهیه شده از داده‌های ماهواره NOAA-7 دارند.

مواد و روش

مختصات جغرافیایی مزارع هدف که به صورت تصادفی در پهنه چهار حوزه آبریز مورد مطالع انتخاب شده بودند به وسیله GPS مدل Garmin ثبت شد و سپس از نقاط کنترل زمینی مربوط اقدام به تعیین پارامترهایی از قبیل نوع محصول، تراکم بوته در هر متر مربع و شاخص سطح برگ گردید. بیوماس نقاط هدف نیزدر انتهای فصل از طریق کوادرات‌های ۰/۲۵ متر مربعی و به روش نمونه‌برداری W برداشت شد. جهت اندازه‌گیری میزان بایومس لازم بود تا کل گیاهان موجود در هر پلات به طور کامل از روی سطح خاک بریده شوند.در زمان برداشت میزان رطوبت بقایا با قرار دادن نمونه ها در آون تعیین و سپس نمونه ها به وسیله ترازوی دقیق توزین شدند.



شکل ۱ روش نمونه برداری و استقرار پلات

۲-۲ داده‌های سنجش از دوری

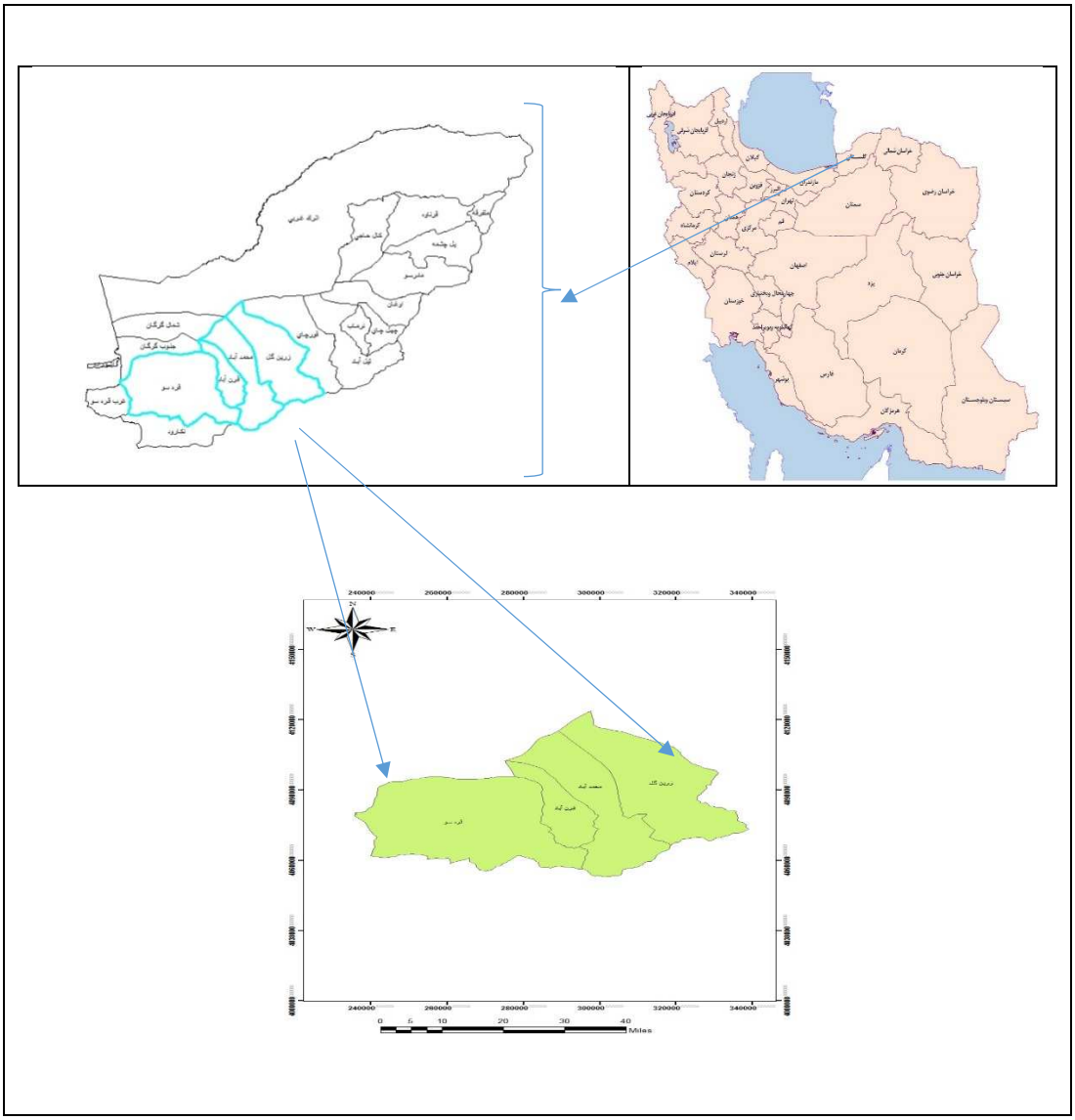
جهت انجام این تحقیق از تصاویر ماهواره لندست ۸ سنجنده OLI/TIRS اکه دارای تفکیک مکانی ۳۰متر می‌باشد استفاده گردید. تصاویر مورد نیاز در دو زمان متفاوت از فصل رشد (یکی در ا واسط فصل رشد و دیگری در اواخر فصل رشد) اخذ گردید تا دقت تحقیق افزایش یابد.

۲-۳ پردازش داده‌های ماهواره‌ای

بدین منظور از تصویر ماهواره لندست ۸ دارای ۱۱ باند با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر استفاده شد که از پایگاه اطلاعاتی ناسا تهیه شدند. در مرحله اول تصاویر خام برای پردازش‌های اولیه مورد بررسی قرار گرفتند. داده‌های ماهواره‌ای سنجش از دور تحت تاثیر دو دسته خطای اصلی می‌باشند. خطای هندسی که موقعیت، ابعاد و شکل تصویر را تغییر می‌دهد و خطای رادیومتریک که مقدار سلول نوری را مورد تاثیر قرار می‌دهد. برای این کار تصاویر از نظر وجود خطای هندسی و پرتو سنجی (رادیومتری و اتمسفری) بررسی شدند. بررسی‌ها نشان دادند تصاویر از نظر هندسی یا به عبارتی عملیات زمین مرجع کردن نیازی به اصلاح نداشتند. پیش از به کارگیری داده‌های ماهواره‌ای در تجزیه و تحلیل‌های رقومی، کیفیت آن‌ها از نظر وجود خطای هندسی و رادیومتری مانند راه راه‌شدگی، سلول نوری تکراری، خطای حذف شدن یک سطر یا یک ستون و خطای اتمسفری مانند وجود لکه‌های ابری مورد بررسی قرار گرفت که از این نظر نیز نیازی به تصحیحات خطای هندسی و خطای اتمسفری نداشت.

۳ ناحیه مورد مطالعه

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۵ در سطح ۴ حوضه قره‌سو، زرین گل، محمد آباد و قرن آباد استان گستان در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۲۳ دقیقه عرض شمالی و ۵۵ درجه و ۱ تا ۵۴ درجه و ۳۳ دقیقه طول شرقی انجام شد. این حوضه‌ها در بخش شمالی به دشت و نقاط کم ارتفاع و در بخش جنوبی به دامنه‌ها و نقاط مرتفع‌تر منتهی می‌شود. ارتفاع آن در پایین-ترین نقطه ۱۳ متر پایین‌تر و در بالاترین نقطه ۳۲۲۱ متر بالاتر از سطح دریا می‌باشد. سطح عمده حوضه‌ها در جنوب توسط جنگل پوشیده شده و در شمال حوضه، دشت آبرفتی با کاربری زراعی و مسکونی قرار دارد (شکل ۲)



شکل ۲- ناحیه مورد مطالعه

۴-یافته‌ها

۴-۱ برآورد میزان بایومس با استفاده از شاخص‌های طیفی

جکسون (۱۹۸۳) معتقد است که یک شاخص گیاهی خوب باید به پوشش گیاهی حساس، به خاک فاقد پوشش غیر حساس و نیز به عوامل جوی کمتر حساس باشد. وهمچنین بیان کردکه یک شاخص گیاهی خوب باید در نواحی خشک قادر به حذف اثر سایه و تنوع بازتاب برگ‌های گونه‌های مختلف موجود باشد.شاخص‌های گیاهی روی همه‌ی پیکسل‌های تصویر در یک زمان و مکان بدون توجه به شرایط سطح زمین اعمال می‌شوند. به طور کلی به منظور برآورد پارامترهای بیوفیزیکی گیاهان (بایومس، شاخص سطح برگ) با استفاده از داده‌های سنجش از دوری از دو روش فیزیکی و آماری استفاده می‌شود. از بین روش‌های آماری، استفاده از شاخص‌های طیفی به دلیل سهولت استفاده از آنها و داشتن رابطه با متغیرهای فیزیکی همیشه مورد توجه قرار داشته‌اند (بارت و گویات، ۱۹۹۲، ص. ۱۶۲). البته تمام شاخص‌های طیفی با بایومس رابطه ندارند. در این تحقیق سعی شده است از شاخص‌هایی استفاده شود که تا کنون بیشتر برای تخمین بایومس مورد استفاده قرار گرفته اند و همچنین با استفاده از باندهای طیفی تصاویر LANDSAT قابل محاسبه هستند. بنابراین ۵ شاخص انتخاب شدند که لیست آنها در جدول (۱) بیان شده است. در این جدول NIR باند مادون قرمز، RED باند قرمز،BLUE باند آبی می‌باشد. در تحقیق حاضر علاوه بر شاخص‌های گیاهی از مقدار بازتاب چهار باند سنجنده در نقاط نمونه‌برداری نیز استفاده شده است. پس از مقایسه نتایج حاصل، مناسبترین شاخص به منظور تخمین بایومس انتخاب گردید.

جدول۱.شاخص‌های گیاهی مورد استفاده شده در تحقیق حاضر

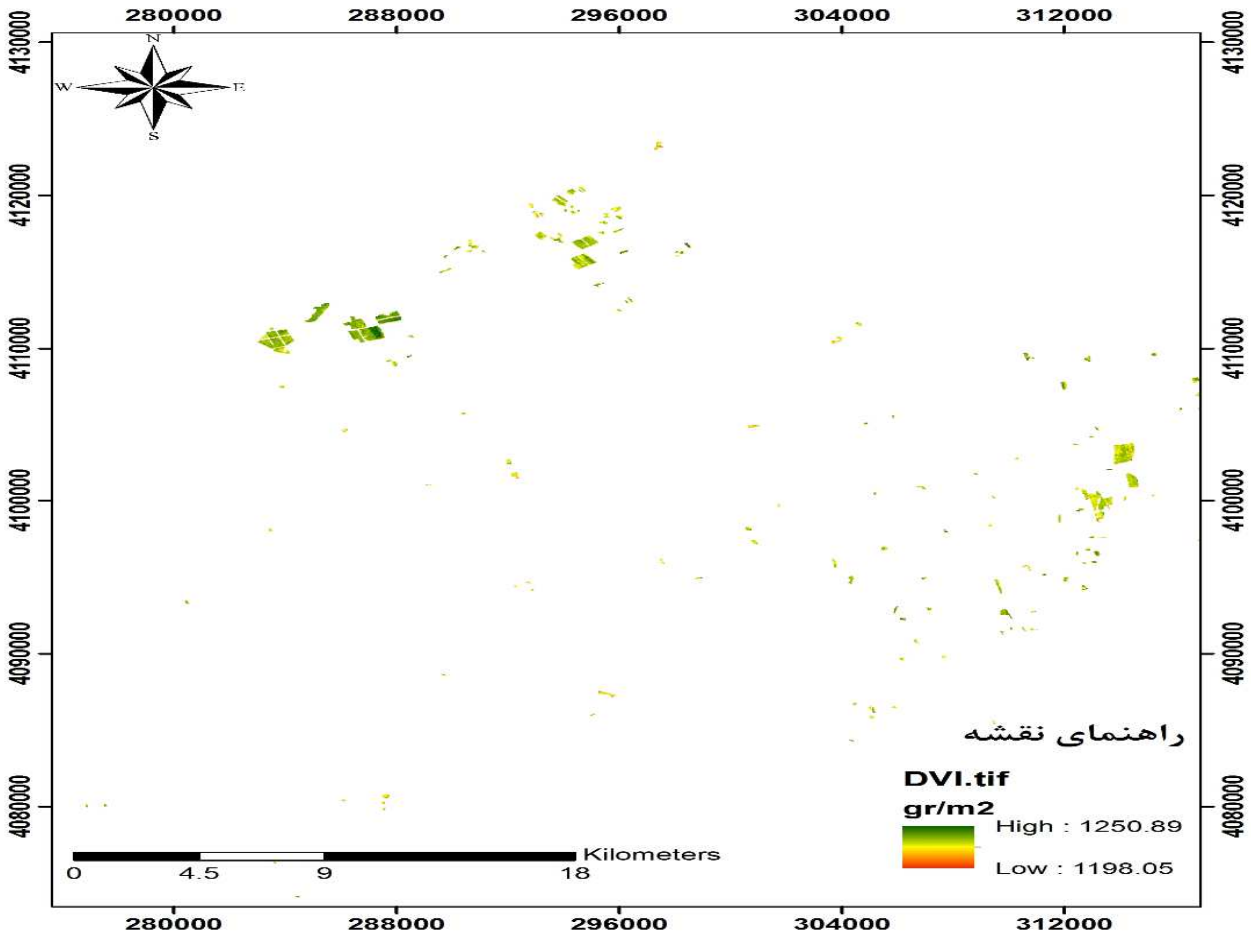
شاخص	رابطه
NDVI	(NIR-RED)/(NIR+RED)
DVI	NIR-RED
IPVI	NIR/(NIR+RED)
SAVI	{(NIR_RED)/(NIR+RED+L)}*(1+L)
RVI	NIR/RED

۴-۲ تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای معرفی مدل‌های رگرسیونی مناسب، بین مقادیر بایومس با داده‌های ماهواره‌ای، جدولی جدولی تهیه شد که ستون‌های آن شامل: مقادیر تولید گیاهی و شاخص های گیاهی محاسبه شده و ردیف‌های آن شامل شماره واحدهای نمونه‌برداری است. سپس این جدول که بر اساس آمار میانگین داده‌های زمینی متعلق به واحدهای نمونه‌برداری بایومس به عنوان متغیر وابسته (Y) و مقادیر شاخص-های گیاهی به عنوان متغیر مستقل (X) بود، وارد پایگاه اطلاعاتی در نرم افزارهای SPSS و Excel گردیدند. به منظور یافتن رابطه همبستگی بین متغیرهای مستقل و متغیر وابسته و همچنین برازش مدل، از رگرسیون ساده خطی استفاده شد (جدول ۲).

جدول ۲. معادلات رگرسیون و ضریب همبستگی بین شاخص‌های گیاهی و بایومس اندازه‌گیری شده

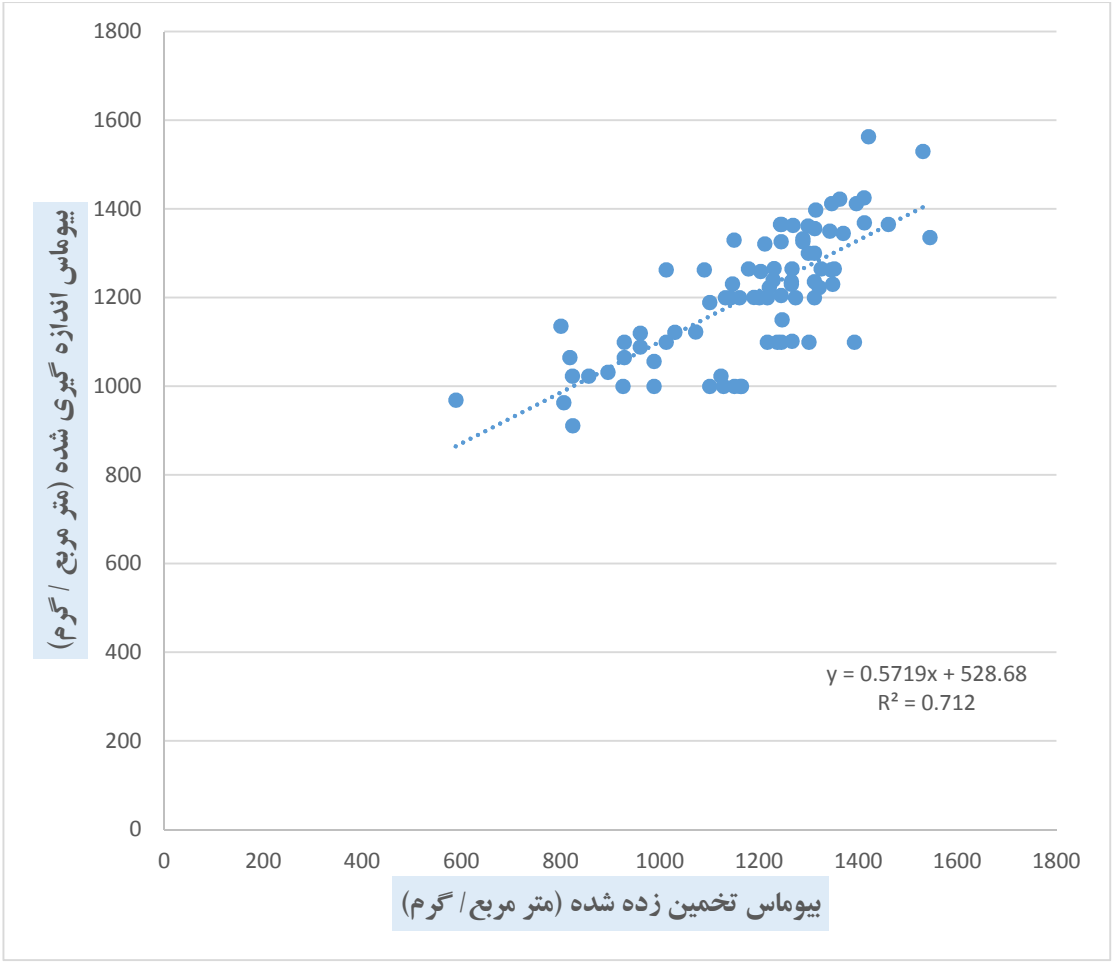
شاخص	R^2	RMSE	معادله
NDVI	۰,۵۰	۰,۰۳۹	Y= ۱۳۳۶,۱۰۳–۱۸۷,۷۶VI
DVI	۰,۷۱	۰,۰۳۰	Y= ۱۱۹۰,۵۱۰+۰,۰۳VI
IPVI	۰,۵۰	۰,۰۳۹	Y= ۱۵۲۳,۲۲–۳۶۵,۵۳VI
SAVI	۰,۴۸	۰,۰۴۱	Y=۱۱۱,۳۱۲–۱۳۶,۰۱VI
RVI	۰,۴۷	۰,۰۳۶	Y=۱۲۸۳,۷۱۲-۱۳,۶۵۴VI
GREEN	۰,۴۵	۰,۰۴۱	Y=۱۰۸۹,۲۹۸+۰,۰۰۷VI
BLUE	۰,۲۲	۰,۰۹۸	Y=۳۹۷,۶۸۹+۰,۱۸۵VI
RED	۰,۱۰	۰,۱۰۵	Y=۴۳۲,۲۶۸+۰,۱۰۹VI
NIR	۰,۵۰	۰,۰۳۶.	Y=۹۶۳,۳۲۰+۰,۱۷۶VI



شکل۳. میزان بایومس اندازه‌گیری شده و بایومس تخمین زده شده به وسیله شاخص DVI

۵. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که از میان شاخص‌های بررسی شده . حداکثر همبستگی به دست آمده مربوط به این شاخص‌ها R^2=۰,۷۱ و مربوط به شاخص DVI می‌باشد که در نهایت نقشه بیوماس مزارع کلزا با استفاده از این شاخص تهیه شد (شکل ۳). وجود باندهای قرمز و مادون قرمز در شاخص‌های فوق بیانگر متاثر شدن این باندها از بایومس است. در ناحیه قرمز طیف الکترومغناطیس به دلیل جذب نور توسط رنگدانه کلروفیل میزان بازتاب برگ کاهش می‌یابد ولی در ناحیه مادون قرمز به دلیل ساختار داخلی برگ‌ها میزان بازتاب افزایش پیدا می‌کند. اکثر شاخص‌های گیاهی از تباین به وجود آمده بین این دو باند به منظور بیان مقدار پوشش گیاهی و پارامترهای فیزیکی دیگر گیاه استفاده می‌کنند. روجین و برووون (۱۹۹۵) نشان دادند که شاخص DVI نسبت به شاخص NDVI از خاک پس زمینه کمتر تاثیر می‌پذیرد. شاخص DVI برای محاسبات خود از تفاضل باند مادون قرمز و قرمز طیف استفاده می‌کند. با توجه به اثری که افزایش بیوماس در افزایش بازتاب در باند مادون قرمز و کاهش بازتاب در باند قرمز دارد می‌توان انتظار داشت که این شاخص دقت بالایی را در تخمین بیوماس داشته باشد. روجین و برووون (۱۹۹۵) نشان دادند که شاخص DVI نسبت به شاخص NDVI از خاک پس زمینه کمتر تاثیر می‌پذیر



شکل۳. میزان بایومس اندازه‌گیری شده و بایومس تخمین زده شده در کلزا به وسیله شاخص DVI

یکی از پرکاربردترین شاخص‌های گیاهی که به طور فراوان در مطالعات مربوط به پوشش گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد، شاخص NDVI است. اما استفاده از این شاخص در تحقیق حاضر با دقت کمی همراه بود. همان طور که محققینی چون (Tucker, 1977: و Sellers,1985) در تحقیقات خود نشان داده‌اند شاخص NDVI در سطوح پوششی فراوان اشباع می‌شود و نمی‌تواند به عنوان یک شاخص کارآمد در مناطقی که دارای پوشش گیاهی متراکم است مورد استفاده قرار گیرد همچنین نتایج نشان داد که شاخص‌هایی که تفاضل بازتاب بین باندهای قرمز و مادون قرمز را بهتر نمایش می‌دهند در مقایسه با دیگر شاخص‌ها که با دادن ضریب به باندها از مقدار اختلاف بازتاب بین این دو باند می‌کاهند از دقت بالاتری برخوردار هستند.

منابع

درویش‌زاده، ر.، متکان، ع.ا.، و اسکندری، ن. ۱۳۹۰. ارزیابی شاخص‌های طیفی استخراج شده از تصاویر ALOS-AVNIR2 به منظور تخمین میزان بایومس محصول برنج. مجله چشم‌انداز جغرافیایی _مطالعات انسانی)، سال ششم، شماره ۱۴ ص ۶۱-۷۳.

خواجه الدین، ج. ۱۳۷۶. نقش سنجش از دور در توسعه کشاورزی و منابع طبیعی پایدار و استفاده از این داده در برنامه‌ریزی کشاورزی صنعت، مجموعه مقالات سمینار نقش صنعت در توسعه کشاورزی. انتشارات شهرک علمی و تحقیقاتی با همکاری انتشارات مانی، اصفهان.

حائر، ر. ۱۳۷۶. اصول سنجش از دور. مرکز سنجش از دور ایران، انتشارات امید.

-رحمانی، ن.، شاهدی، ک.، و میریعقوب زاده، م .۱۳۹۰. ارزیابی شاخص‌های پوشش گیاهی مورد استفاده در سنجش از دور (مطالعه موردی، حوضه هریسک). همایش نقشه‌برداری ایران. تهران.

Bao, Y., Gao, W., and Gao, Z. 2009. Estimation of winter wheat biomass based on remote sensing data at various spatial and spectral resolutions. Front. Earth Scientist,3(1), 118-128.

Baret, F., and Guyot, G. 1991. Potential and limits of vegetation indices for LAI and APAR assessment. Remote sensing of Environment, 35(2-3), 161-173.

Jakson, R.D. 1983. Spectral indices in n-space. Remote Sensing of Environment. 13, 409- 421.

Knipling, E. 1970. Physical and Physiological bases for the reflectance of visible and near-infrared radiation from vegetation . Remote Sensing Envirron. 51, 375-384.

Kryvobok, O. 2000. Estimation od the productivity parameters of wheat crops using high resolution sattelite data. ISPRS. Amesterdam

Makowski, D., jeuffroy, M.,and Guerif, M. 2006. Bayesian methods for updating crop-model prediction, application for predicting biomass and grain protein content. Frontis, 3.

Roujean, J.L., Breon, F.M. 1995. Estinating PAR absorbed by vegetation from bidirectional reflectance measurement. Remote Sensing of Environment, 51,pp.375-384

Sellers, P.J. 1985. Canopy reflectance, photosynthesis and transpiration. International Journal of Remote Sensing, 6, 1335–1372

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

Tucker, C.J.,. 1979. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. Remote Sensing of Environment, 8, 127–1

Vina, A. 2004. Remote Estimation of leaf area index and biomass in corn and soybean. Thesis The Graduate College the University of Nebraska, 144.