کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در برنامه ریزی

دوره دوم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۰

صص ۱۶-۷

مدل‌سازی آماری گندم برآورد عملکرد گندم دیم با استفاده از داده‌های سنجش از دور (منطقه مورد مطالعه: شهرستان بیجار)

سید محمدرضا حسینی[۱]، شهناز محمدی نژاد[۲]، معصومه حسینی[۳]

Masume. hoseini90@yahoo. com

چکیده

گندم یکی از محصولات استراتژیک زراعی جهان می‌باشد که تحت تاثیر عناصر محیطی و اقلیمی قرار دارد. در این تحقیق پیش‌بینی و برآورد عملکرد گندم دیم در شهرستان بیجار با استفاده از شاخص‌های طیفی استخراج شده از سنجنده AVHRR از ماهواره NOAA در زمان حداکثر سبزینگی برای سال‌های زراعی۷۰-۱۳۶۹ تا ۸۶-۱۳۸۵ انجام گرفت. شاخص‌های منتخب مدل رگرسیونی شامل DAI با بیشترین ضریب همبستگی مثبت، RVI با ضریب همبستگی مثبت و TNDVI باضریب تاثیرگذاری منفی در مدل برآورد عملکرد گندم دیم می‌باشند. مدل آماری ارائه شده با ضریب همبستگی ۰/۷۰۸ در سطح احتمال ۹۵ درصد با میزان خطای استاندارد ۳۵ /۲۱۰ کیلوگرم در هکتار در بهترین شرایط با متغیرهای مستقل طیف گیاهی، ۵۲ درصد از تغییرات عملکرد گندم دیم را در شهرستان بیجار تبیین می‌کند.

کلمات کلیدی: عملکردگندم دیم، پیش بینی، AVHRR، شاخص‌های طیف گیاهی، شهرستان بیجار

---

[۱] کارشناسی ارشدGIS&RS دانشگاه تربیت مدرس

[۲] کارشناسی ارشدGIS&RS دانشگاه تربیت مدرس

[۳] کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه حکیم سبزواری

۱- مقدمه

گندم دیم یکی از مهمترین محصولات استراتژیک است که از لحاظ وزنی و هم از لحاظ مقدار، قابل توجه بوده و مورد استفاده انسان و حیوان می‌باشد (Reddy K. H. 2000). بر اساس گزارش سازمان خواروبار جهانی (فائو)[۴]، متوسط میزان سالیانه گندم حدود ۶۰۰ میلیون تن می‌باشد که تقریبا ۲۰٪ انرژی و ۲۵٪ نیازهای پروتئینی جمعیت جهان را فراهم می‌کند. در ایران گندم از اهمیت بسیار در سبد غذایی خانواده‌ها برخوردار است و اگر چه ایران تنها یک درصد از جمعیت جهان را تشکیل می‌دهد ولی ۲/۵ درصد از کل گندم جهان را مصرف می‌کند (موسوی و همکاران، ۱۳۸۴). رشد جمعیت در کشور، نیاز به محصولات کشاورزی مانند گندم را افزایش داده است. یکی از مهمترین ابزارهای برنامه‌ریزی به منظور تامین به موقع این محصولات کشاورزی، پیش‌بینی و برآورد عملکرد محصول با استفاده از متغیرهای مستقل تاثیر گذار قبل از برداشت می‌باشد (کمالی و همکاران، ۱۳۸۷). آگاهی دقیق و به موقع از میزان عملکرد گندم به کشاورزان و نیز مدیران بخش کشاورزی کمک می‌کند تا در زمان مناسب تصمیم‌های صحیح اتخاذ نمایند. عوامل گوناگونی بر میزان عملکرد گندم تاثیر گذارند که شناسایی آنها برای مدیریت مناسب‌تر و افزایش عملکرد لازم است. در مقیاس منطقه‌ای ویژگی‌های محیطی از جمله وضعیت عناصر اقلیمی، وضعیت خاک و توپوگرافی، وضعیت پوشش گیاهی منطقه، منابع آب و غیره از عوامل موثر بر عملکرد گندم به ویژه گندم دیم می‌باشند. برای درک مناسب تاثیر ویژگی‌های گفته شده و استفاده از آنها در پیش‌بینی عملکرد، از مدل‌های برآوردگر عملکرد محصول استفاده می‌شود. در ایران بیش از ۶۰ درصد از اراضی کشاورزی کشور، زیرکشت گندم دیم است و با وجود شرایط ناپایدار محیطی، اقلیم نیمه خشک و نوسان‌های فراوان سالانه عناصر و عوامل اقلیمی، لزوم توجه به برآورد و پیش‌بینی عملکرد محصولات مختلف مخصوصا محصولات استراتژیک دیم، قبل از فصل برداشت کاملا احساس می‌شود.

به همین دلیل ابداع و بررسی روش‌های مختلف مدل‌سازی و تخمین محصولات کشاورزی در مناطق مختلف کشور ضروری می‌باشد. یکی از مناطق مهم تولید گندم در کشور استان کردستان می‌باشد. از مجموع سطح زیر کشت سالانه استان کردستان، ۷۱/۳ درصد به گندم اختصاص دارد که ۹۲/۷۵ درصد آن به صورت دیم کشت می‌شود. این میزان برابر ۱۱/۸۳ درصد سطح زیر کشت و ۱۳/۶۷ درصد میزان تولید گندم دیم کل کشور بوده است (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۸۸). درمیان شهرستان‌های استان کردستان، کشت عمده محصولات زراعی در شهرستان بیجار گندم دیم می‌باشد. به دلیل شرایط مناسب محیطی عملکرد گندم دیم دراین شهرستان بسیار مطلوب می‌باشد. در سال زراعی ۶۹-۱۳۷۰ در بین مراکز کشاورزی بیشترین مقدار ثبت شده عملکرد گندم دیم به شهرستان بیجار تعلق داردکه

[۴] Food and Agriculture Organization Of The United Nations (FAO)

این رقم تا ۲۰۴۰۲ کیلوگرم در هر هکتار افزایش یافته است (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۸۸). به طور کلی عملکرد نتیجه برهم کنش فرایندهای مختلف گیاه و خود این فرایندها متاثر از فاکتورهای محیطی می‌باشند، بنابراین کمی‌سازی این فاکتورها و مطالعه روابط بین آنها با عملکرد، در استخراج مدل‌های برآوردگر محصول بسیار ضروری است (Koocheki, A., 1993). از مهمترین کاربردهای سنجش از دور در مقیاس منطقه‌ای و جهانی ارزیابی و سنجش ارتباط کمی عملکرد محصولات کشاورزی با شاخص‌های طیفی به عنوان متغیرهای مستقل محیطی و در نتیجه مدل‌سازی و برآورد میزان عملکرد این محصولات می‌باشد (فتح نیا و همکاران،۱۳۹۰).

باتوجه به اینکه داده‌های سنجش از دور، امکان بدست آوردن اطلاعات مشخص با تفکیک زمانی و مکانی دلخواه را برای محققین مخصوصا در مناطقی که شبکه ایستگاه‌ها کافی نیست، فراهم کرده است و نیز با توجه به این که داده‌های بدست آمده از سنجش از دور، دارای مزایای دیگر از قبیل دید همه جانبه و کلی، صرفه اقتصادی، تصویربرداری منظم و قابل تکرار از سطح زمین می‌باشد (Johnson, G.E., 1993)، امروزه به طور گسترده در مطالعات مدل‌سازی عملکرد محصول بکار برده می‌شوند. به این صورت که شاخص‌های مختلفی از نسبت باندهای مرئی و مادون قرمز نزدیک بدست آمده است و در مدل‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند. از زمانی که شاخص‌های گیاهی برای اولین بار با به کاربردن شاخص RVI[۵] توسط جوردن [۶] در سال ۱۹۶۹به منظور اندازه‌گیری تفاوت‌های تاج پوشش جنگلی بکار برده شدند. تاکنون مطالعات زیادی در این زمینه انجام شده است. روز[۷] در سال ۱۹۷۳، در مطالعه خود شاخصی برای اندازه‌گیری تودهٔ زیستی به کاربرد که به NDVI[۸] معروف شد.

این شاخص امروزه معروف‌ترین و پرکاربردترین شاخص در مطالعات پوشش گیاهی سطح زمین است. توکر[۹](۱۹۷۹)، در مطالعه خود شاخصی را برای کمی‌سازی اختلاف پوشش گیاهی، موجودی آب گرم و مقدار کلروفیل از شاخص‌های RVI، NDVI استفاده کرد و شاخص‌های دیگری نیز از این مطالعه استخراج شدند که شامل DVI[۱۰]، TNDVI[۱۱] و SQRT(RVI) می‌باشند. از این زمان استفاده از شاخص‌های طیفی گیاهی استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای، در مطالعات مدل‌سازی عملکرد محصولات مختلف رایج شده است. به عنوان نمونه می‌توان به مطالعات زیر اشاره کرد:

دالزیوس، لوکاس و بامپزلیس[۱۲](۲۰۰۲)، به منظور بررسی چگونگی رشد و عملکرد محصولات اصلی بخش مرکزی یونان (انگور و سیب)، از مقایسه شاخص NDVI و چند شاخص هواشناسی

[۵] Ratio Vegetation Index
[۶] Jordan
[۷] Rouse
[۸] Normalized deffernce vegetation index
[۹] Tucker
[۱۰] Difference Vegetation Index
[۱۱] Transformed Normalized difference vegetation index
[۱۲] Dalezios, Loukas & Bam‹pzelis

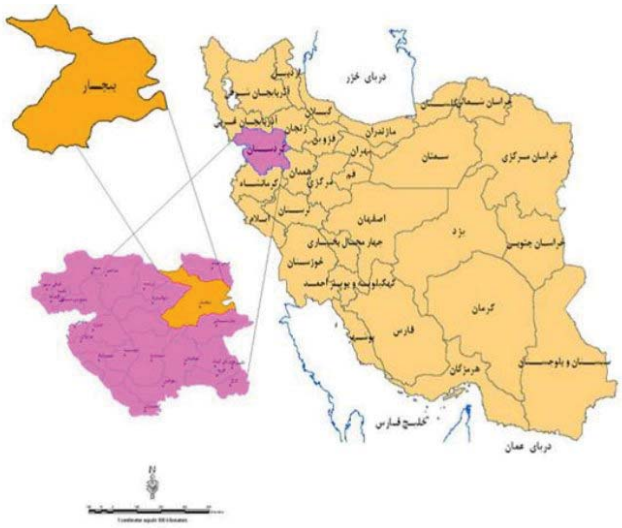
کشاورزی (Tn, PTU ،Tt, rr, Tp) در طول یک فصل رشد استفاده کردند. کوگان[۱۳] و همکاران (۲۰۰۵)، در مطالعه خود کارایی شاخص‌های سلامت‌های گیاهی متکی بر تصاویر سنجنده (AVHRR)[۱۴] را برای مدل‌سازی عملکرد محصول ذرت و برای ارائه هشدار اولیه خسارت خشکسالی بکار برده‌اند. بازگیر[۱۵](۲۰۰۵) مدل‌های رگرسیونی مختلف شامل هواشناسی کشاورزی، طیفی، روند تخمین عملکرد، هواشناسی کشاورزی- طیفی و مدل هواشناسی کشاورزی- طیفی- روند تخمین عملکرد محصول را به منظور پیش‌بینی محصول گندم در بخش‌های هوشیارپور و روپنگر از ایالت پنجاب در هندوستان و در سال‌های ۲-۲۰۰۱ و ۳-۲۰۰۲ ارائه نمود. موریوندو، ماسلی و بیندی [۱۶](۲۰۰۷)، داده‌های NDVI و مدل شبیه‌سازی CROPSYST[۱۷] را به منظور تخمین محصول گندم بکاربرده و آزمون کردند. سنایی نژاد و شه‌طهماسبی [۱۸](۲۰۰۷) در تخمین سطح زیر کشت گندم در استان خراسان رضوی با سنجنده MODIS، با تهیه تصاویر فوق برای دوره ۱۶روزه در یک فصل زراعی (۲۰۰۴-۲۰۰۵) اقدام به تعیین سطح زیر کشت گندم زمستانه در خراسان رضوی کردند. به طور کلی هدف این پژوهش مدل‌سازی و برآورد عملکرد گندم دیم در شهرستان بیجار با استفاده از شاخص‌های طیفی به عنوان متغیر مستقل برآوردگر عملکرد گندم می‌باشد.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

شهرستان بیجار با مساحتی برابر ۷۷۳۰ کیلومتر مربع یکی از شهرستان‌های استان کردستان می‌باشد که در طول ۴۷درجه و ۳۶دقیقه شرقی و در ۳۵درجه ۵۲ دقیقه عرض شمالی قرار دارد (شکل ۱). ارتفاع این شهرستان از سطح دریا ۱۹۴۰متر می‌باشد.

[۱۳] Kogan
[۱۴] Advanced very high resolution radiometer
[۱۵] Bazgeer
[۱۶] Moriondo, Maselli & Bindi
[۱۷] cropping systems simulation model
[۱۸] Sanaeinejad & Shahtahmasebi



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

۲-۲- داده‌های مورد استفاده

داده‌های عملکرد گندم دیم در شهرستان بیجار برای سال زراعی ۷۰-۱۳۶۹ تا ۸۷-۱۳۸۶ از وزارت جهاد کشاورزی تهیه گردید. جدول شماره ۱ جدول میزان عملکرد محصول گندم دیم شهرستان بیجار را در طول دوره آماری نشان می‌دهد. برای داده‌های سنجش از دور از تصاویر سنجنده AVHRR ماهواره NOAA استفاده شده است که بخش اعظم این داده‌ها از سایت www.class.ncdc.noaa.gov کسب شدند

این تصاویر داده‌های با پوشش محلی (LAC)[۱۹] از سطح زمین بوده که با تفکیک مکانی یک کیلومتر مربع اخذ شده و به سطح زمین مخابره می‌شوند. در انتخاب تصاویر ماهواره‌ای سعی شده است که از تصاویر خالی از ابر استفاده شده و منطقه مورد مطالعه در نادیر تصویر قرار داشته باشد. ویژگی‌های تصاویر انتخاب شده در جدول شماره ۲ نشان داده شده است.

۲-۳- روش پژوهش

به طور کلی پس از بررسی داده‌های سنجش از دور و انتخاب تصاویرموردنظر پردازش رقومی مانند تصحیح هندسی، اتمسفری و رادیومتریک جهت آماده‌سازی تصاویرانجام گرفت. در ادامه اراضی کشاورزی منطقه مورد مطالعه مشخص و برش داده شد. پس از استخراج شاخص‌های طیفی میزان همبستگی این شاخص‌ها و عملکرد گندم دیم به روش پیرسون محاسبه و در نهایت با استفاده از مدل‌های رگرسیون

[۱۹] Local Area Coverage

چندگانه ضرایب عملکرد گندم دیم برآورد و پیش‌بینی گردید.

جدول ۱: میزان عملکرد گندم دیم در شهرستان بیجار در طول دورهٔ آماری ۱۷ ساله (۱۹۹۱-۲۰۰۸م)

سال زراعی	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	سال زراعی	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
۱۳۶۹-۷۰	۵۲۳/۴۳۹۴۳۷۳	۱۳۷۸-۷۹	۶۴۶/۸۰۵۰۳۸۱
۱۳۷۰-۷۱	۷۵۱/۹۷۸۵۷۱۶	۱۳۷۹-۸۰	۷۰۲/۱۲۰۹۴۲۱
۱۳۷۱-۷۲	۸۵۵/۶۱۴۵۸۴۶	۱۳۸۰-۸۱	۱۰۸۶/۳۷۳۸۴۲
۱۳۷۲-۷۳	۱۲۵۲/۱۷۵۸۰۱	۱۳۸۱-۸۲	۱۲۷۴/۶۳۱۸۵۴
۱۳۷۳-۷۴	۵۵۰/۴۷۴۹۳۹۹	۱۳۸۲-۸۳	۹۷۳/۱۴۸۶۹۱۱
۱۳۷۴-۷۵	۷۱۱/۱۳۳۷۰۵۸	۱۳۸۳-۸۴	۱۲۴۷/۸۱۵۹۴
۱۳۷۵-۷۶	۹۵۶/۱۰۱۹۰۰۸	۱۳۸۴-۸۵	۱۲۱۲/۶۰۹۴۷
۱۳۷۶-۷۷	۲۹۸/۳۲۴۵۶۶۲	۱۳۸۵-۸۶	۲۵۹/۴۴۲۶۱۸
۱۳۷۷-۷۸	۴۹۸/۵۵۵۱۴۶۳		

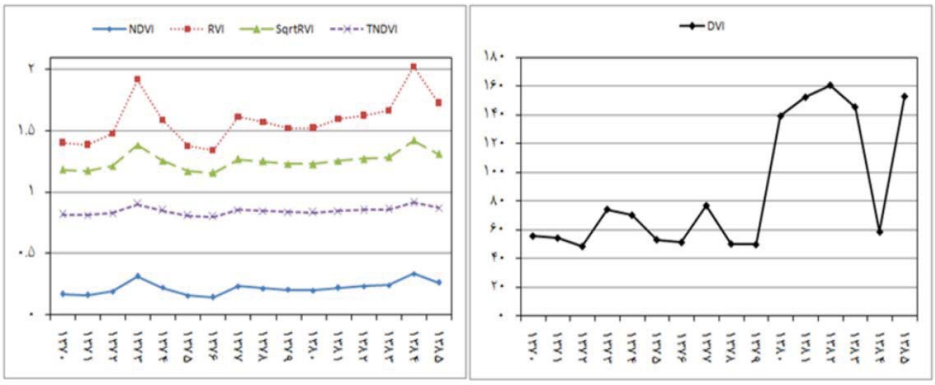
جدول ۲: تصاویر ماهواره‌ای سنجنده AVHRR مورد استفاده جهت استخراج شاخص‌های طیفی گیاه

شمسی	میلادی	شمسی	میلادی	شمسی	میلادی	شمسی	میلادی
۱۳۷۰/۲/۳	۲۳ آوریل ۱۹۹۱	۱۳۷۴/۲/۱۷	۷ می ۱۹۹۵	۱۳۷۸/۲/۲۳	۱۳ می ۱۹۹۹	۱۳۸۲/۲/۱۵	۵ می ۲۰۰۳
۱۳۷۱/۲/۳	۲۳ آوریل ۱۹۹۲	۱۳۷۵/۲/۱۰	۲۹ آوریل ۱۹۹۶	۱۳۷۹/۲/۱۳	۲ می ۲۰۰۰	۱۳۸۳/۲/۲۰	۹ می ۲۰۰۴
۱۳۷۲/۲/۴	۲۴ آوریل ۱۹۹۳	۱۳۷۶/۲/۱۲	۲ می ۱۹۹۷	۱۳۸۰/۱/۲۲	۱۱ آوریل ۲۰۰۱	۱۳۸۴/۲/۱۳	۳ می ۲۰۰۵
۱۳۷۳/۲/۱۸	۸ می ۱۹۹۴	۱۳۷۷/۲/۱۸	۸ می ۱۹۹۸	۱۳۸۱/۲/۱۵	۵ می ۲۰۰۲	۱۳۸۵/۲/۱۱	۱ می ۲۰۰۶

۲-۴- شاخص‌های طیفی گیاهی مبتنی بر داده‌های سنجش از دور

سه ویژگی مهم گیاه مانند کلروفیل، ساختارفیزیولوژیکی و میزان آب اثر مهمی در بازتاب طیفی آن دارد. با توجه به این مهم، ترکیب باندهای طیفی نور مرئی و مادون قرمز نزدیک می‌تواند به متمایز ساختن انواع پوشش گیاهی از سطح آب و خاک کمک کند (علوی پناه، ۱۳۸۵). بیش از ۱۵۰ شاخص گیاهی درمتون علمی منتشرشده است، با این وجود فقط تعداد محدودی از آنها دارای پایه بیوفیزیکی بوده یا به صورت سیستماتیک مورد آزمون قرار گرفته‌اند. در این مطالعه شاخص‌های زیر بر اساس روابط آماری و ریاضی استخراج و استفاده شده‌اند. شاخص گیاهی نسبتی (RVI)[۲۰] شاخص اختلاف پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI)[۲۱]، شاخص پوشش گیاهی تفاضلی(DVI)[۲۲] شاخص گیاهی اختلاف نرمال شده و تعدیل شده (TNDVI)[۲۳] و شاخص RVI1 که مجذور شاخص RVI می‌باشد.

[۲۰] Ratio Vegetation Index
[۲۱] Normalized Difference Vegetation Index
[۲۲] Difference Vegetation Index
[۲۳] Transformed Normalized Difference Vegetation Index



شکل ۲: تغییرات سالیانه شاخص‌های طیفی استخراج شده در شهرستان بیجار (۱۹۹۱-۲۰۰۵م)

۳- یافته‌های پژوهش

تغییرات سالیانهٔ شاخص‌های طیفی استخراج شده در دورهٔ آماری مورد نظر در شکل شمارهٔ ۲ نشان داده شده است. با توجه به این شکل سال‌های ۱۳۷۳، ۱۳۷۷و۱۳۸۴دارای ارزش‌های بالای RVI, DVI, NDVI, TNDVI, RVI1 می‌باشد. جدول شماره ۳ میزان همبستگی شاخص‌های طیفی استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای و عملکرد محصول گندم دیم در شهرستان بیجار را نمایش می‌دهد. با توجه به این جدول از شاخص‌های طیفی استخراج شده، به ترتیب شاخص‌های RVI1, RVI, TNDVI, NDVI, DVI دارای همبستگی بیشتری با میزان عملکرد گندم دیم در سطح احتمال ۹۹ درصد و ۹۵ درصد می‌باشند.

جدول ۳: همبستگی بین شاخص‌های طیفی استخراج شده و میزان عملکرد محصول گندم دیم

	DVI	NDVI	RVI	RVI_1	TNDVI	عملکرد
DVI	1	.267	.258	.260	.269	.679**
NDVI	.267	1	.997**	.999**	1.000**	.563*
RVI	.258	.997**	1	1.000**	.996**	.559*
RVI_1	.260	.999**	1.000**	1	.998**	.559*
TNDVI	.269	1.000**	.996**	.998**	1	.561*
عملکرد	.679**	.563*	.559*	.559*	561*	1

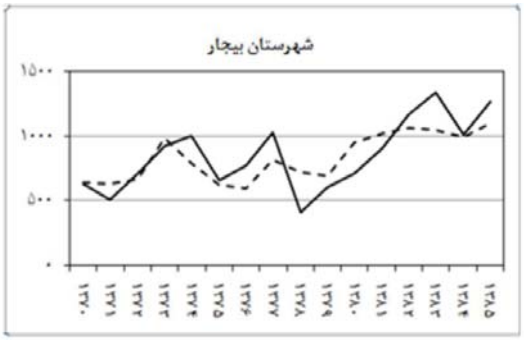
*معناداری درسطح ۰.۰۵ ** معناداری در سطح ۰.۰۱

به منظور برآورد آماری عملکرد گندم دیم، اقدام به مدل‌سازی برا اساس دورهٔ آماری مشترک ۱۶ ساله (۲۰۰۵-۱۹۹۰) شد. در ادامه انواع مدل‌های رگرسیونی مورد برازش قرار گرفت و باتوجه به کارایی بهتر روش عقب کرد در برآورد شاخص‌های آماری و ضرایب شاخص‌های طیفی این مدل مورد استفاده قرار گرفت که نتایج تخمین و توضیحات آن در ادامه شرح داده شده است.

$$Y=14315.93 + ((3.09*DVI)+(3824.24*RVI)+(-23504.91*TNDVI))$$

همان طور که در معادله رگرسیونی مشاهده می‌شود، عرض از مبدا مدل ۹۳/۱۴۳۱۵ کیلوگرم در هکتار محاسبه شده است. به این ترتیب ضریب شاخص پوشش گیاهی تفاضلی ۳/۰۹ ضریب شاخص پوشش گیاهی نسبتی ۲۴/۳۸۲۴وضریب شاخص گیاهی اختلاف نرمال شده و تعدیل شده ۹۱/۲۳۵۰۴- کیلوگرم در هکتار محاسبه شده است که مقدار افزایش و کاهش در عملکرد گندم دیم را با تغییر در میزان شاخص‌های طیفی وارد شده در مدل رگرسیونی عقب گرد را نمایش می‌دهد.

میزان ضریب همبستگی مدل معنی دار (در سطح احتمال ۹۵ درصد) ۰/۷۰۸ می‌باشد که درصد خطای استاندارد تخمین نیز ۳۵/۲۱۰ کیلوگرم در هکتار برآورد شده است. درنهایت ضریب تعیین تعدیل شده با در نظر گرفتن شاخص‌های طیفی مدل برآورد عملگرد گندم در بهترین شرایط ۵۲ درصد از تغییرات عملکرد گندم دیم را توجیه می‌کند. شکل شماره ۳ نتیجهٔ تخمین میزان عملکرد گندم دیم در منطقه، با توجه به مدل‌های ارائه شده را نمایش می‌دهد.



شکل ۳: عملکرد واقعی (خط ممتد) و پیش‌بینی شده (خط نقطه چین) گندم دیم در شهرستان بیجار

نتیجه‌گیری

مدل‌سازی و برآورد آماری عملکرد گندم در شهرستان بیجار به عنوان یکی از مراکز اصلی تولید گندم در استان کردستان با شاخص‌های طیفی گیاهی استخراج شده از سنجنده AVHRR ماهواره NOAA نشان می‌دهد که شاخص DVI علاوه بر همبستگی بیشتر با میزان عملکرد گندم دیم در شهرستان بیجار، از شرایط بهتری نیز برای مدل‌سازی و پیش‌بینی عملکرد گندم دیم در این شهرستان برخوردار است. این امر احتمالا به دلیل دامنه گسترده‌تر از صفر تا ۲۵۵ ارزش پیکسل‌ها می‌باشد که بهتر تغییرات را نشان می‌دهد. شاخص RVI یا ضریب شاخص گیاهی نسبتی با ضریب مثبت دومین شاخص طیف گیاهی وارد شده در مدل

می‌باشد. در نهایت ضریب تاثیرگذاری شاخص اختلاف نرمال شده و تعدیل شده TNDVI در مدل برآوردگر عملکرد گندم دیم منفی می‌باشد. به طور کلی ضرایب آماری و میزان عملکرد گندم دیم در شهرستان بیجار با این شاخص‌های طیفی قابل برآورد و پیش‌بینی می‌باشد.

منابع

۱- موسوی، سعید و سلمان امیرخانی، ۱۳۸۴. امنیت غذایی و خودکفایی در تولید محصول استراتژیک گندم، مجله کشاورز، شماره ۳۰۷، صص ۴۶-۴۴.

۲- کمالی، غلامعلی و سعید بازیگر، ۱۳۸۷. پیش‌بینی عملکرد گندم دیم با استفاده از شاخص‌های هواشناسی کشاورزی در برخی از مناطق غرب کشور، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، شماره۲، صص ۱۱۳-۱۲۱.

۳- وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۸. آمارنامه کشاورزی، جلد۱، محصولات زراعی، سال زراعی ۸۴-۱۳۸۵

۴- وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۸. آمارنامه کشاورزی، جلد۱، محصولات زراعی، سال زراعی ۷۰-۱۳۶۹

۵- امان الله فتح نیا و همکاران، ۱۳۹۰. ارزیابی تاثیرعوامل اقلیمی بررشدپوشش گیاهی در مراتع متراکم ایران با استفاده از تصاویر AVHRR، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۵. صص ۱۴-۱.

۶- علوی پناه، سیدکاظم، ۱۳۸۵. کاربرد سنجش از دور در علوم زمین (علوم خاک) انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم

7- Reddy K. H. , Hodges, H. F. , 2000. Climate change and global crop productivity, UK, Wallingford 14. pp 112-124.

8- Koocheki, A. , Kamali, GH. A and Banaian, M. , 1993. Simulation of primary production. The center of agrobiological research and department of theoretical production ecology, Wageningen, pp 131-144

9- Johnson, G. E. , Achutuni, V. R. , Thiruvengadachari, S and Kogan, F. ,1993. The role of NOAA satellite data in drought early warning and monitoring: selected case studies, Drought Assessment, Management, and Planning: Theory and Case Studies. Kluwer Academic18. 31–49pp Netherlands, Published by World Meteorological Organization 36. pp 219- 228