امکان‌سنجی اجرای تناوب گندم – کلزا در اراضی کشاورزی شهرستان‌های بندرترکمن و گمیشان با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)

مارال نیازمرادی[۱]، حسین کاظمی[۲*]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی کشاورزی اکولوژیک- دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲. استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

* مسوول مکاتبه: hossein_k_p@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۷/۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۲۵

چکیده

به منظور امکان‌سنجی اجرای تناوب گندم–کلزا در اراضی کشاورزی شهرستان‌های بندرترکمن و گمیشان، از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و روش همپوشانی لایه‌ها، جهت انطباق نیازمندی‌های محیطی دو گیاه زراعی با ویژگی‌های اراضی استفاده شد. ابتدا نیازهای زراعی - بوم‌شناختی گندم و کلزا با استفاده از منابع علمی، تعیین و درجه‌بندی شد. عوامل محیطی شامل اقلیم (بارش سالانه، بارش بهاره، دمای متوسط سالانه، دمای متوسط بهاره، دمای کمینه سالانه، دمای کمینه بهاره، دمای بیشینه سالانه، دمای بیشینه بهاره) و خاک (شوری، ماده‌آلی و pH) به کار گرفته شدند. لایه‌های رقومی عوامل محیطی در محیط GIS پس از اختصاص وزن‌ها، به طور جداگانه برای گندم و کلزا روی هم‌گذاری و تلفیق شدند و نقشه‌های امکان‌سنجی کشت گندم و کلزا به دست آمد. سپس، با تلفیق این دو نقشه و طبقه‌بندی مجدد آن‌ها در ٤ پهنه بسیار مناسب تا نامناسب، نقشه امکان‌سنجی اجرای تناوب گندم - کلزا حاصل گردید. نتایج نشان داد که ۱۳/٦۵ و ۳۰/۹۲ درصد از اراضی کشاورزی این دو شهرستان جهت اجرای تناوب گندم - کلزا به ترتیب بسیارمناسب و نسبتا مناسب هستند که در بخش‌های جنوبی و جنوب مرکز این مناطق واقع شده‌اند. این پهنه‌ها بارش کافی، میزان EC خاک مطلوب و میزان ماده آلی مناسب داشتند. پهنه‌های ضعیف و نامناسب به ترتیب ۱۵/٦۵ و ۳۹/۷۸ درصد بود که در قسمت‌های شمالی، شرقی و مرکزی شهرستان‌های بندر ترکمن و گمیشان قرار دارند. در این مناطق شوری بالای خاک (بالاتر از ۱۲ دسی‌زیمنس برمتر)، میزان پایین بارش بهاره و میزان اندک ماده آلی، از عوامل محدود کننده اجرای تناوب گندم - کلزا معرفی شدند.

واژه‌های کلیدی: تناوب زراعی، پهنه‌بندی زراعی–بوم‌شناختی، زمین آمار، متغیرهای اقلیمی

مقدمه

استفاده از یک برنامه تناوبی مطلوب و درازمدت موجب می‌شود که به جای تخلیه سریع مواد غذایی طی کاشت متوالی یک محصول و کاهش حاصلخیزی خاک، میزان باروری خاک تنظیم و در واقع محصول‌دهی در هر فصل کاشت به طور زیستی استمرار داشته باشد. استفاده از محصول کلزا در تناوب گندم این امکان را مهیا می‌کند که به دلیل تفاوت در عمق و نحوه رشد ریشه، تخلیه عناصر غذایی خاک در جریان کشت کلزا به طور یکنواخت صورت گیرد و کاهش عناصر غذایی خاک محدود به عمق کمتر خاک نگردد. این واقعیت ثابت شده است که عملکرد گندم در تناوب کلزا – گندم به طور محسوسی بیش‌تر از محصول گندم طی کشت متوالی آن است (مجد نصیری، ۱۳۸۹). مطالعات نشان می‌دهد که تناوب زراعی گیاهان در مقایسه با تناوب همراه با آیش یا زمین زراعی تک‌کشتی سالیانه ٤۳۰–۲۷ کیلوگرم بر هکتار در هر سال، کربن بیش‌تری تولید می‌کند (قربانپور و کامکار، ۱۳۹۳ برگرفته از کلی و همکاران، ۲۰۰۳؛ مک کانکی و همکاران، ۲۰۰۳). مطالعات انجام گرفته در مورد تناوب زراعی در کشور نشان می‌دهد که در

بررسی اثر ۸ تناوب زراعی مختلف بر عملکرد گندم در اقلیم سرد خراسان رضوی، کلزا و سیب‌زمینی به عنوان محصول پیش‌کاشت نسبت به سایر محصولات به کار رفته، تاثیر مثبت بیش‌تری بر عملکرد گندم نشان دادند (زارع‌فیض‌آبادی و عزیزی، ۱۳۹۱). ورود دانه‌های روغنی غیرتثبیت کننده نیتروژن مانند کلزا و آفتابگردان در تناوب با گندم می‌تواند اثر مثبت و مفیدی بر عملکرد گندم داشته باشد. برای مثال، بهبود عملکرد گندم در توالی پس از کلزا، دامنه‌ای بین ٢٤ تا ٣٠ درصد در مقایسه با شرایط تک کشتی گندم را به دنبال داشت (جانزن و همکاران، ۲۰۰۳). چاندرا (۱۹۹۰) افزایش عملکرد وزن خشک بخش‌های هوایی گندم کاشته شده پس از کلزا را به دلیل افزایش معنی‌دار تعداد پنجه بارور (تعداد سنبله) در واحد سطح گزارش کرد. سیبوتیس و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی تناوب‌های کلزای بهاره – جو بهاره – گندم پاییزه، گندم پاییزه – کلزای بهاره و کشت مداوم گندم پاییزه، گزارش کردند که بیش‌ترین تعداد ساقه بارور، بیش‌ترین ضریب باروری پنجه‌ها و بیش‌ترین ارتفاع بوته از تناوب گندم – کلزا و کمترین آن‌ها از کشت مداوم گندم حاصل شد. هم‌چنین، بیش‌ترین تعداد دانه در سنبله نیز از تیمار گندم – کلزا به دست آمد.

امکان‌سنجی زراعی، تلفیقی از لایه‌های اطلاعاتی محیطی است که در آن اقلیم، آب، پستی و بلندی و شرایط خاک به صورت یک مجموعه همگن محیطی در ارتباط با سامانه‌های زراعی مشخص، کاربری اراضی و تنوع زیستی بررسی می‌گردد (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۲). در این مدل برای ترکیب لایه‌های اطلاعاتی و تحلیل‌های فضایی از فن‌آوری سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)[1] استفاده و پایگاه اطلاعاتی مورد نیاز در آن تشکیل و مورد ارزیابی و تحلیل قرار می‌گیرد. آگاهی از چگونگی تناسب و انطباق فعالیت‌های کشاورزی هر منطقه با شرایط آب و هوایی و متغیرهای خاکی آن، لازمه هرگونه فعالیت کشاورزی است. این موضوع به ویژه در شرایط دیم از اهمیت بیش‌تری برخوردار است. بنابراین، شناخت روابط متغیرهای اقلیمی و سایر عوامل موثر بر تولیدات دیم، دارای اهمیت و ارزش اقتصادی و اجتماعی بالایی است (دماوندی و همکاران، ۱۳۸۹).

در ارزیابی تناسب اراضی برای تولید غلات در منطقه هیماچال پرادش هند با استفاده از GIS توسط بهاگات و همکاران (۲۰۰۹)، از عوامل اقلیمی (دما و بارندگی)، توپوگرافی (ارتفاع)، نوع خاک و پوشش‌گیاهی استفاده شد و مناطق مستعد و غیرمستعد جهت کشت غلات مشخص گردید. ابوشناف و همکاران (۲۰۱۳) در طراحی مدل ارزیابی تناسب اراضی برای جو در منطقه بنغازی در شمال شرقی لیبی، فن GIS و روش همپوشانی را به کار گرفتند. در مورد امکان‌سنجی اراضی جهت کشت محصولات گندم و کلزا مطالعاتی انجام گرفته است. به عنوان مثال، کاظمی و همکاران (۱۳۹۱) اراضی استان گلستان را جهت کشت کلزا با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)[2] پهنه‌بندی کردند و نشان دادند که ٢١/٣٤ و ٣٥/٠٤ درصد از اراضی کشاورزی این استان جهت تولید کلزا به ترتیب، بسیار مستعد و مستعد هستند. در پهنه‌بندی استان‌های خراسان جهت کشت کلزا بر اساس نیازهای دمایی با استفاده از GIS، شهرهای مختلف استان‌ها در چهار پهنه بسیار مطلوب، مطلوب، نسبتا مطلوب و نامطلوب طبقه‌بندی شدند (رسولی و قائمی، ۱۳۸۹). فیضی‌زاده و همکاران (۱۳۹۱) با پهنه‌بندی قابلیت کشت گندم دیم در سطح استان آذربایجان شرقی با استفاده از تحلیل‌های مکانی GIS نشان دادند که ۱ درصد از اراضی در پهنه بسیار مناسب، ١٢/٩٤درصد مناسب، ٣٧/١٢ درصد متوسط، ٣٤/٢٥ درصد ضعیف و ١٤/٦٩ درصد در پهنه نامناسب قرار گرفتند. انجام پهنه‌بندی مناطق مناسب کشت گندم دیم در استان زنجان با استفاده از GIS، نشان داد که از مجموع ٢٢١٦٤٠٠ هکتار اراضی استان، ٥/٦

[1]-Geographic Information System

[2] - Analytical Hierarchy Process

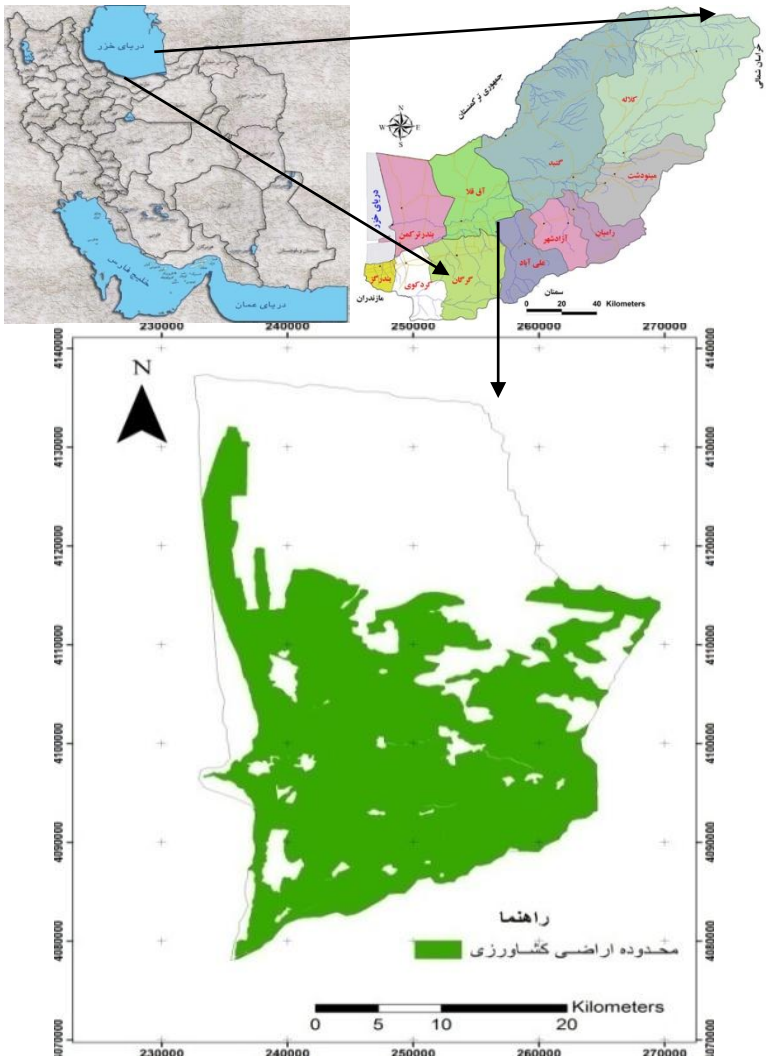
درصد دارای کیفیت مناسب، ۸/۳ درصد تناسب ضعیف، ۱/٤٦ درصد نامناسب و اراضی کاملاً مناسب برای زراعت دیم وجود نداشت (دماوندی و همکاران، ۱۳۸۹). در مطالعات پهنه‌بندی کشت محصولات زراعی در شهرستان گرگان با کاربرد روش‌های فاصله معکوس وزن‌دار، کریجینگ، چندجمله‌ای موضعی و توابع پایه شعاعی جهت تهیه لایه‌های محیطی، مشخص شد که به ترتیب۴۴۲٤۰/۳۳ و ۸۵۸۷/۹۵ هکتار از زمین‌های زراعی شهرستان جهت تولید آفتابگردان در پهنه‌های بسیار مستعد و مستعد قرار می‌گیرند (کاظمی، ۱۳۹۲الف). همچنین، در تحقیق دیگری مساحتی حدود ٤٦۳۹٦/۹۳ هکتار از اراضی این شهرستان بر طبق منطق بولین، جهت کشت جو لخت مناسب تشخیص داده شد (کاظمی، ۱۳۹۲ب). در گزارشی عنوان شد که ۲۱٦۸۲۷/۱۰ و ۲۱۵۰۰۲/۹۷ هکتار از اراضی کشاورزی استان گلستان جهت کشت سویا، بر اساس روش هم‌پوشانی وزنی و فرایند تحلیلی سلسله مراتبی (AHP)، به ترتیب در پهنه‌های بسیار مستعد و مستعد قرار دارند (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۲).

مساعد بودن آب و هوای استان گلستان برای تولید اغلب محصولات کشاورزی موجب شده است که این استان از نظر تولید محصولات زراعی دارای تنوع بالایی باشد، به طوری که در دانه‌های روغنی به ویژه سویا و کلزا، استان گلستان در کشور در رتبه‌های نخست از نظر سطح زیر کشت و تولید قرار دارد و از لحاظ تولید گندم در جایگاه سوم واقع شده است (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۲). بنابراین، با شناسایی مناطق مناسب و نامناسب جهت کشت گیاهان زراعی می‌توان زمینه توسعه سطح زیرکشت و تولید را ایجاد و یا با اعمال مدیریت‌های صحیح، از نزول کیفیت و کمیت منابع محیطی موثر بر رشد جلوگیری کرد. هدف از انجام مطالعه، امکان‌سنجی اراضی کشاورزی و تعیین مناطق بسیار مناسب تا نامناسب جهت اجرای تناوب گندم – کلزا با استفاده از تحلیل‌های مکانی و زمین آماری در شهرستان‌های بندرترکمن و گمیشان بود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شامل شهرستان‌های بندرترکمن و گمیشان بود که طی چند سال اخیر این دو شهرستان از یکدیگر تفکیک شده‌اند. این منطقه حدود ۱۵۷٦/٤ کیلومترمربع مساحت دارد و در مختصات ۵٤ درجه و ٤ دقیقه و ۱۵ ثانیه تا ۵٤ درجه و ۲٤ دقیقه و ۳۰ ثانیه طول شرقی و ۳٦ درجه و ۵۳ دقیقه و ۳۰ ثانیه تا ۳۷ درجه و ۲۲ دقیقه و ۱۰ ثانیه عرض شمالی قرار می‌گیرد و از شمال به کشور ترکمنستان، از جنوب به شهرهای کردکوی و گرگان، از شرق به شهرستان آق قلا و از غرب به دریای خزر محدود می‌شود. منطقه مطالعاتی در این تحقیق، شامل اراضی کشاورزی کنونی دو شهرستان بود. بدین جهت ابتدا اراضی زراعی و باغی با استفاده از لایه کاربری اراضی استان گلستان (آمایش سرزمین استان) از دیگر کاربری‌ها جدا گردید، سپس با استفاده از تصاویر رنگی ماهواره لندست ۵، سنجنده TM، مربوطه به سه تاریخ ۲۰۱۰/٦/٦، ۲۰۱۰/٦/۱۳ و۷/۳۱/ ۲۰۱۰ کنترل و باز سازی شد و نقشه محدوده کشاورزی در مقیاس یک پنجاه هزارم به هنگام‌سازی گردید (شکل۱). این دو شهرستان دارای ۸۷۵۰۰ هکتار اراضی قابل کشت و حدود ٤۰۰۰۰ هکتار مرتع و دارای بیش‌ترین سطح زیرکشت جو در سطح استان گلستان هستند. در سال ۱۳۸۹، از کل اراضی این دو شهرستان، ٤۵۵۰ هکتار به کلزا و ۲۳٦۷۵ هکتار به گندم اختصاص یافته است (سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان، ۱۳۸۹).



شکل ۱- موقعیت و محدوده اراضی کشاورزی شهرستان‌های بندر ترکمن و گمیشان در استان گلستان و ایران بر اساس سیستم مختصات UTM

تهیه نقشه‌های عوامل اقلیمی و خاکی

برای تهیه نقشه‌های رقومی دما و بارش محدوده مورد مطالعه، از داده‌های اقلیمی ۱۷ ساله (۱۳۷٤ تا ۱۳۹۱) ۳٤ ایستگاه باران‌سنجی و هم‌دیدی مستقر در سطح استان گلستان استفاده شد. متغیرهای اقلیمی بارش سالانه، بارش بهاره، دمای متوسط سالانه، دمای متوسط بهاره، دمای بیشینه سالانه، دمای بیشینه بهاره، دمای کمینه سالانه و دمای کمینه بهاره جهت امکان‌سنجی پس از بررسی نرمال بودن آن‌ها، مورد استفاده قرار گرفتند.

به منظور تهیه نقشه‌های رقومی شوری، ماده آلی و pH خاک برای منطقه مورد مطالعه، اطلاعات و داده-های خام ۳۰۰ نقطه از اراضی کشاورزی استان، از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان بخش خاک و آب دریافت گردید. نمونه‌برداری از عمق ۳۰-۰ سانتی-متری به وسیله مته (اوگر) در سال ۱۳۸۸ صورت گرفت. پس از تجزیه آزمایشگاهی نمونه‌ها و انجام تبدیل واحدهای متغیرهای شوری، ماده آلی و pH خاک، نرمال بودن داده‌ها بررسی شد و سپس، با کمک روش‌های درون یابی، لایه رقومی آن‌ها با بهترین مدل تهیه شد.

برای تهیه لایه‌های اقلیمی و خاکی از مدل‌های مختلف کریجینگ معمولی[1] (کروی[2]، نمایی[3] و گوسی[4]) و فاصله معکوس وزن‌دار (توان های ۱ تا ۳)، در محیط Arc GIS نسخه ۱۰ استفاده شد. برای ارزیابی صحت مدل‌ها از آماره خطای برآورد (RMSE) استفاده شد (معادله ۱). جدول ۱ بهترین روش جهت میان‌یابی

[1]- Ordinary
[2]- Spherical
[3]- Exponential
[4]- Gaussian

متغیرهای اقلیمی را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج این جدول، نقشه‌های مورد نظر تهیه گردید (شکل‌های ۲ تا ۹).

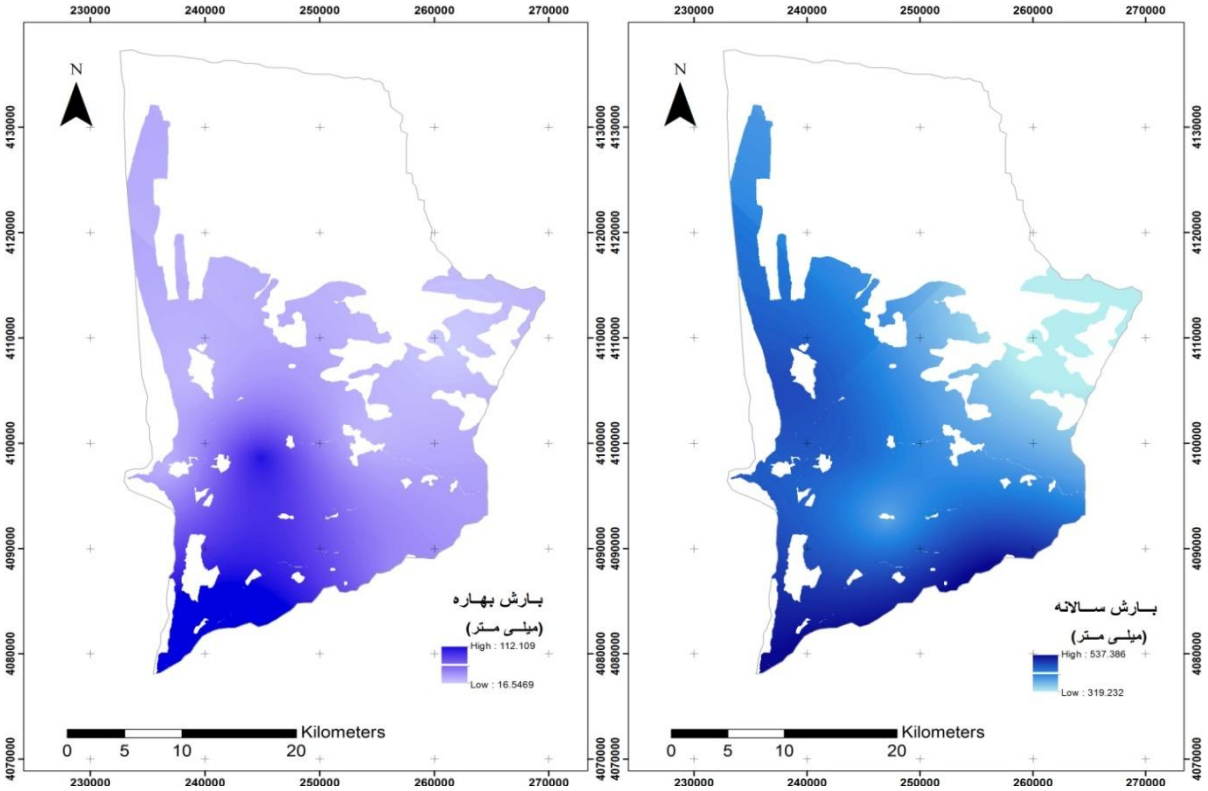
معادله ۱

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{K=1}^{N}(z^*(x_i) - z(x_i))^2}$$

$z^*(\mathrm{x_i})$ مقدار تخمین زده شده. $z(\mathrm{x_i})$: مقدار اندازه‌گیری شده.

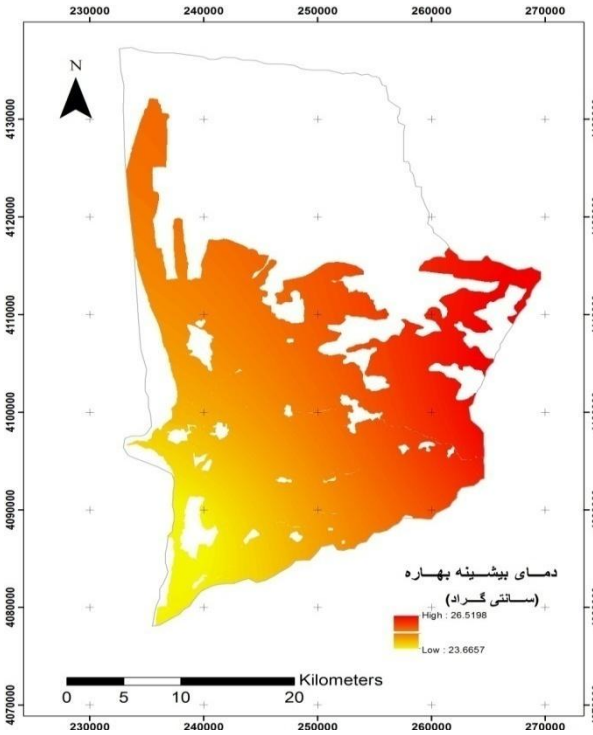
جدول ۱- روش‌های میان‌یابی و میزان خطای آن جهت تهیه لایه‌های اقلیمی

متغییر	روش	نوع مدل/توان	RMSE
بارش سالانه	کریجینگ معمولی	نمایی	۰/۷
بارش بهاره	کریجینگ معمولی	نمایی	۰/۵۹
دمای کمینه سالانه	کریجینگ معمولی	نمایی	۰/۹۹
دمای کمینه بهاره	کریجینگ معمولی	کروی	۰/۹٤
دمای بیشینه بهاره	کریجینگ معمولی	نمایی	۰/۸۳
دمای بیشینه سالانه	فاصله معکوس وزن دار	توان ۲	۰/۸۷
دمای متوسط سالانه	فاصله معکوس وزن دار	توان ۲	۰/۷۰
دمای متوسط بهاره	فاصله معکوس وزن دار	توان ۲	۰/۵۰

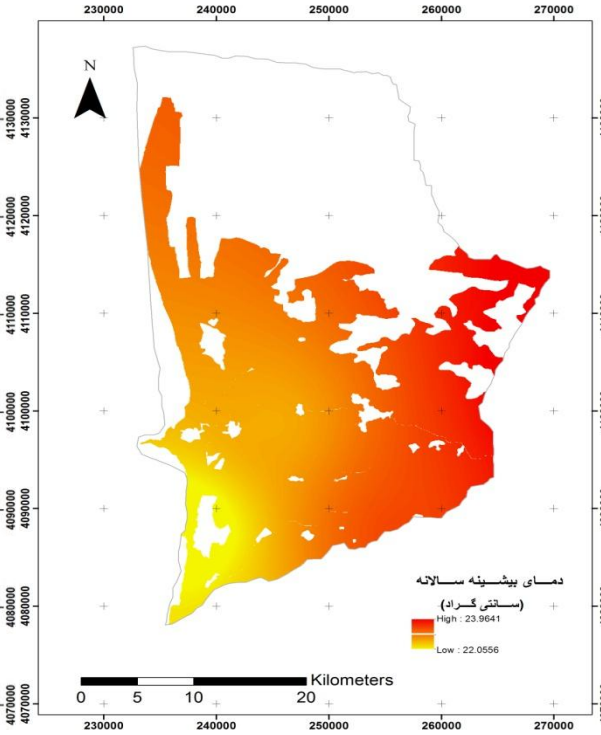


شکل ۲ – نقشه بارش سالانه منطقه مورد مطالعه

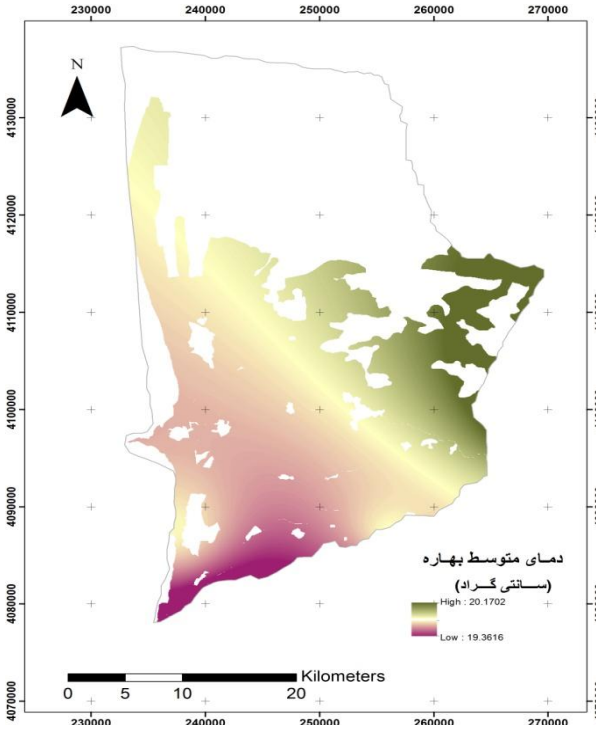
شکل ۳ – نقشه بارش بهاره منطقه مورد مطالعه



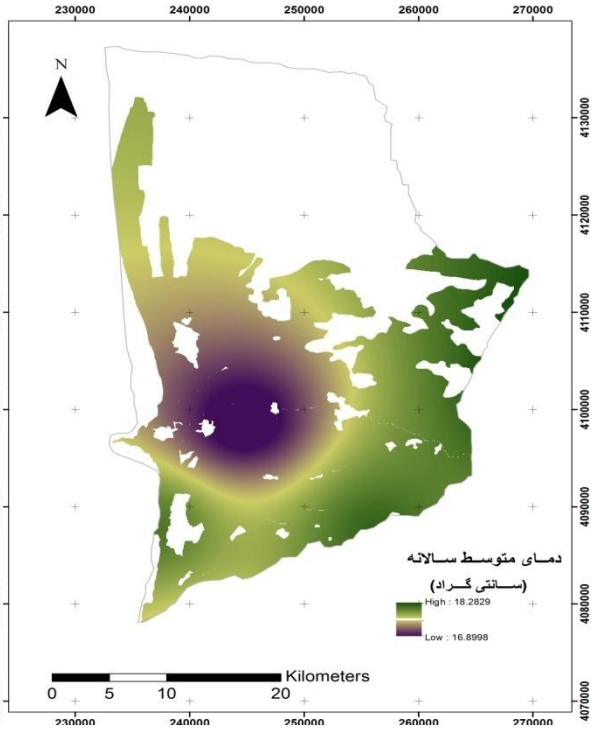
شکل ۵ – نقشه دمای بیشینه بهاره منطقه مورد مطالعه



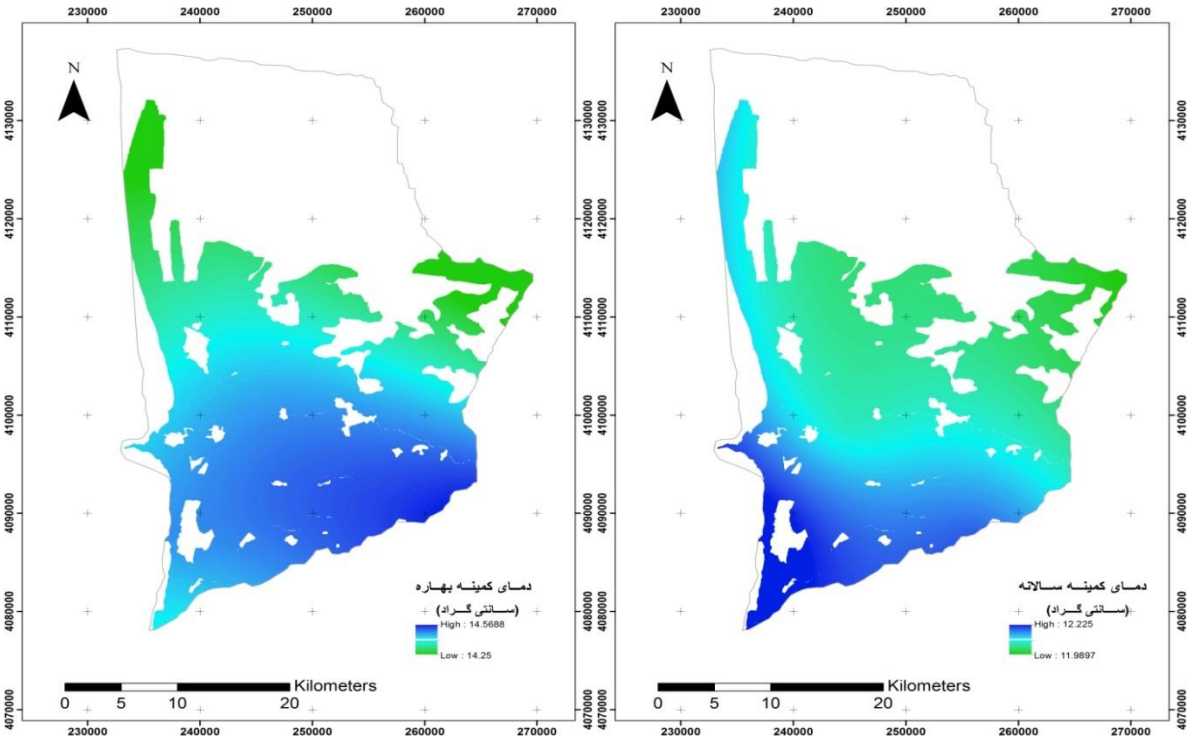
شکل ٤ – نقشه دمای بیشینه سالانه منطقه مورد مطالعه



شکل ۷ – نقشه دمای متوسط بهاره منطقه مورد مطالعه



شکل ٦ – نقشه دمای متوسط سالانه منطقه مورد مطالعه



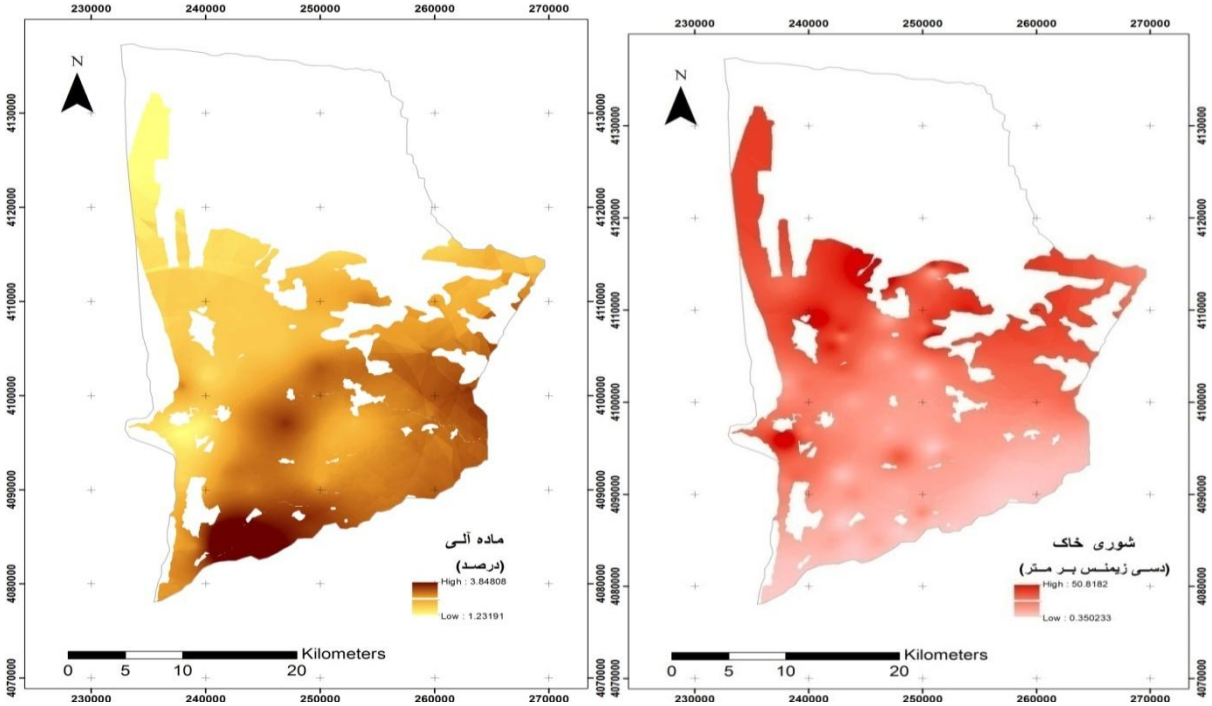
شکل ۸ – نقشه دمای کمینه سالانه منطقه مورد مطالعه

شکل ۹ – نقشه دمای کمینه بهاره منطقه مورد مطالعه

مطابق جدول ۲ در تهیه نقشه‌های خاک، از بین روش‌های مورد استفاده، مناسب‌ترین روش درون‌یابی کریجینگ معمولی به دست آمد که حداقل خطا و بیش‌ترین صحت برای داده‌های شوری و ماده آلی، با مدل نمایی و برای داده‌های pH، با مدل گوسی نشان داد.

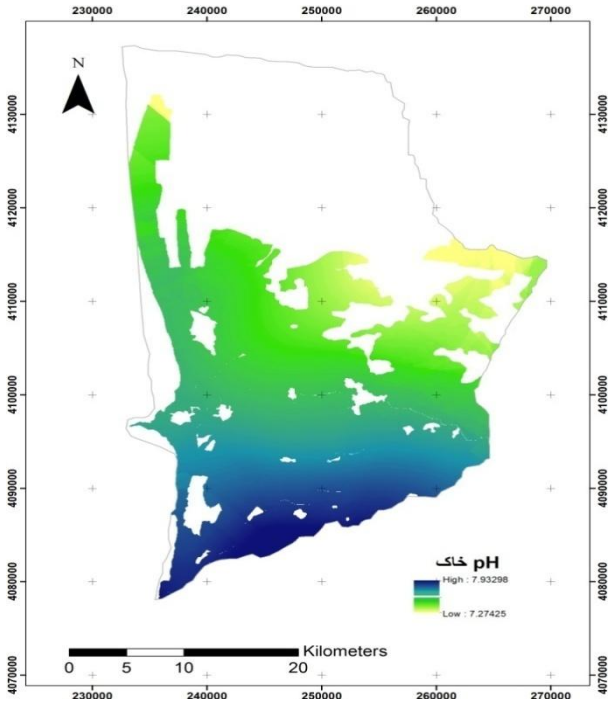
جدول ۲– روش‌های میان‌یابی و خطای متغیرهای خاک

متغیرها	روش میان یابی	نوع مدل	RMSE
EC	کریجینگ	نمایی	۱/۹۷۷
pH	کریجینگ	گوسی	۰/۱۷٤
ماده آلی	کریجینگ	نمایی	۰/٦۷۸



شکل ۱۰ – نقشه شوری خاک منطقه مورد مطالعه

شکل ۱۱– نقشه ماده آلی خاک منطقه مورد مطالعه



شکل ۱۲– نقشه pH خاک منطقه

امکان‌سنجی اراضی کشاورزی جهت اجرای تناوب گندم – کلزا

برای مکان‌یابی مناطق مستعد جهت اجرای تناوب گندم – کلزا و جهت انطباق نیازمندی‌های محیطی گیاهان زراعی گندم و کلزا با ویژگی‌های اراضی، از روش هم‌پوشانی ساده لایه‌ها در محیط ArcMap نسخه ۱۰ از مجموعه نرم‌افزارهای ArcGIS استفاده شد. در ابتدا نیازهای زراعی - بوم‌شناختی گندم و کلزا با استفاده از منابع موجود تعیین و درجه‌بندی گردید (جدول‌های ۳ و ٤). این اطلاعات بوم‌شناختی و زراعی از منابع

و اسناد کتابخانه‌ای، مقالات، گزارش نهایی طرح‌های تحقیقاتی، پایان‌نامه‌ها و مشاوره با کارشناسان مراکز دانشگاهی و تحقیقات کشاورزی استان‌های گلستان و مازندران برای گیاهان زراعی کلزا و گندم تهیه شد. پس از تهیه این اطلاعات، کار درجه‌بندی آن‌ها بر اساس روش پیشنهادی سیس و همکاران (۱۹۹۱) و غفاری و همکاران (۲۰۰۰) انجام شد در ادامه لایه‌های رقومی متغیرها، براساس محدوده برداری (پلی‌گون) منطقه برش داده شد و با استفاده از ابزار طبقه‌بندی مجدد، بر اساس جدول نیازهای زراعی – بوم‌شناختی به طور جداگانه برای گندم و کلزا در ٤ کلاس طبقه‌بندی شدند. در این حالت درجه-های تناسب بسیار مناسب، نسبتا مناسب، ضعیف و نامناسب، به ترتیب توسط اعداد ٤، ۳، ۲ و ۱ ارزش‌گذاری شدند. در مرحله بعد با استفاده از ابزار حسابگر شبکه‌ای (Raster Calculator)، تمام لایه‌های ارزش‌گذاری شده مربوط به گندم، فراخوانی و تلفیق شدند و نقشه امکان-سنجی کشت گندم در اراضی دو شهرستان به دست آمد. مشابه این کار برای گیاه کلزا نیز انجام شد. به همین ترتیب، نقشه امکان‌سنجی کشت کلزا نیز در منطقه تهیه گردید. سپس، این دو نقشه نهایی، دوباره توسط ابزار حسابگر شبکه‌ای با یکدیگر تلفیق و در ٤ پهنه طبقه‌بندی شد. در نهایت، نقشه امکان‌سنجی اجرای تناوب گندم – کلزا در منطقه حاصل گردید.

جدول ۳- درجه تناسب عوامل محیطی برای گندم دیم

متغیرها	بسیار مناسب	نسبتاً مناسب	ضعیف	نامناسب
بارش سالانه	≤ ٤۰۰	۳۰۰ – ٤۰۰	۲۰۰ – ۳۰۰	< ۲۰۰
بارش بهاره	≤ ۱٤٥	۱۰٥ – ۱٤٥	۷٥ – ۱۰٥	< ۷٥
دمای متوسط سالانه	۱٦ – ۲۰	۲٤ – ۲۰ و ۱٦ – ۱۲	۳۰ – ۲٤ و ۱۲ – ۸	۸ > و ۳۰ <
دمای متوسط بهاره	۱۸/٥ –۲۲/٥	۲۲/٥ –۲٦/٥	۲٦/٥ – ۲۸	۱۰/٥> و ۲۸<
		۱٤/٥ –۱۸/٥	۱۰/٥ –۱٤/٥	
دمای کمینه سالانه	۱۰ – ۱٥	۷ – ۱۰	٤ – ۷	< ٤
دمای کمینه بهاره	۱٤/٥ – ۱۷	۱۱/٥ –۱٤/٥	۸/٥ –۱۱/٥	< ۸/٥
دمای بیشینه سالانه	۲۰ – ۲٥	۲٥ – ۳۰	۳۰ – ۳۷	> ۳۷
دمای بیشینه بهاره	۲۲ – ۲٥/٥	۲٥/٥ – ۲۷/٥	۲۹/٥ – ۳۱/٥	> ۳۱/٥
pH خاک	٦ – ۷	٦ – ۷ و ۸ – ۸/٥	۸/٥ – ۸ و ٥/٥ – ٥	٥ > و ۸/٥ <
EC خاک (دسی زیمنس بر متر)	۰ – ٤	٤ – ۸	۸ – ۱۲	> ۱۲
ماده آلی خاک (درصد)	> ۳	۲ – ۳	۱ – ۲	< ۱

جدول٤ – درجه تناسب عوامل محیطی برای کلزای دیم

متغیرها	بسیار مناسب	نسبتاً مناسب	ضعیف	نامناسب
بارش سالانه	≤ ٤٠٠	٣٠٠ – ٤٠٠	٢٥٠ – ٣٠٠	< ٢٥٠
بارش بهاره	≤ ١٥٠	١١٠ – ١٥٠	٨٠ – ١١٠	< ٨٠
دمای متوسط سالانه	١٧ – ٢٠	٢٠ – ٢٥ و ١٥ – ١٧	٢٥ – ٣٠	> ٣٠
دمای متوسط بهاره	١٩/٥ – ٢٣/٥	١٦/٥ – ١٩/٥ ٢٣/٥ – ٢٧/٥	١٢/٥ – ١٦/٥ ٢٧/٥ – ٢٩/٥	< ١٢/٥ > ٢٩/٥
دمای کمینه سالانه	١١ – ١٦	٨ – ١١	٥ – ٨	< ٥
دمای کمینه بهاره	١٥/٥ – ١٨	١٢/٥ – ١٥/٥	٩/٥– ١٢/٥	< ٩/٥
دمای بیشینه سالانه	٢٥ – ٣٠	٢٠ –٢٥ و ٣٠ – ٣٣	٣٣ – ٣٧	> ٣٨
دمای بیشینه بهاره	٢٤ –٢٧/٥	٢٠ – ٢٤ ٢٧/٥ –٣٠/٥	٣٠/٥ – ٣٣/٥	> ٣٣/٥
pH خاک	٦ – ٧	٥/٥ – ٦ و ٧ – ٨	٥ – ٥/٥ و ٨ – ٨/٥	< ٥ و > ٨/٥
EC خاک (دسی زیمنس بر متر)	٠ – ٤	٤ – ٨	٨ – ١٢	> ١٢
ماده آلی خاک (درصد)	> ٣	٢ – ٣	١ – ٢	< ١

نتایج و بحث

توصیف آماری داده‌ها: قبل از انجام محاسبات آماری و تهیه لایه‌های رقومی، ابتدا نرمال بودن داده‌های اقلیمی و خاکی بررسی گردید که نتایج آن در جدول ٥ آورده شده است. بررسی مقادیر چولگی، کشیدگی، میانه و میانگین متغیرهای مورد نظر در بخش هیستوگرام و بررسی میزان پراکنش یا تراکم نقاط نمونه‌برداری بر روی محور واریانس متغیرها، مشخص کرد که داده‌های بارش سالانه، بارش بهاره، ماده آلی و شوری خاک توزیع نرمال ندارد و از تبدیل لگاریتمی جهت نرمال‌سازی آن‌ها استفاده شد. داده‌های دمایی و pH خاک، نرمال بودند.

جدول ٥– خلاصه آماری متغیرهای اقلیمی و خاکی

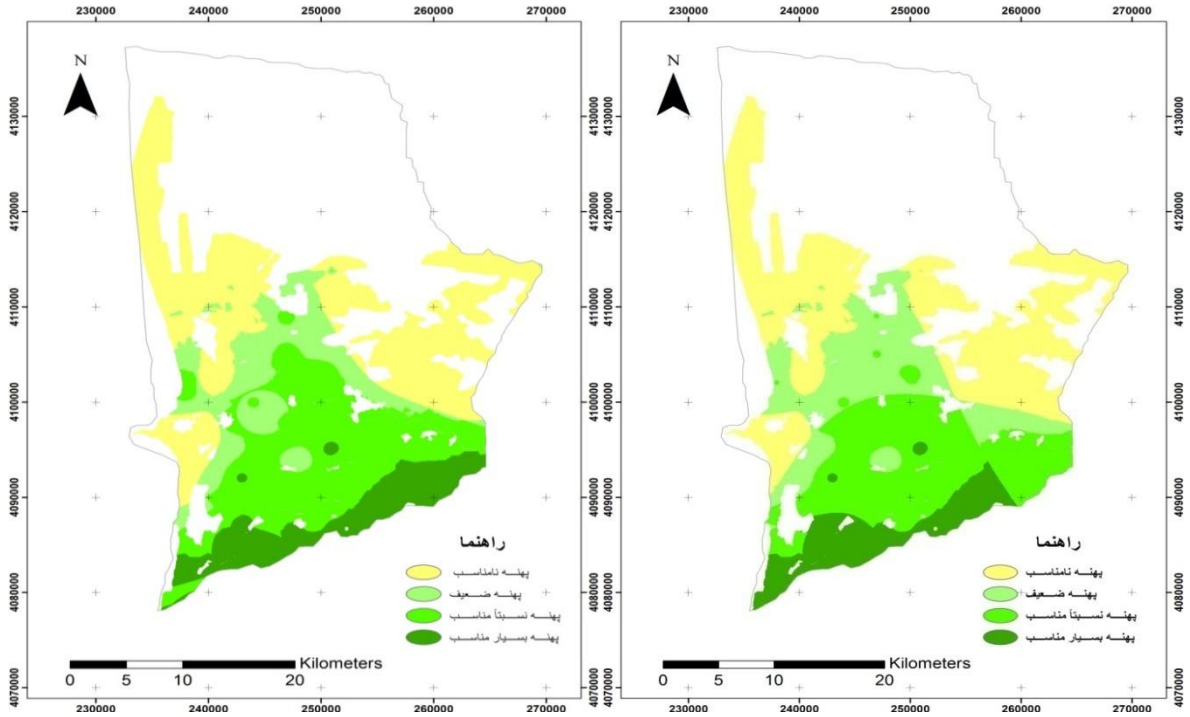
متغیر	چولگی	کشیدگی	میانه	میانگین	حداکثر	حداقل
بارش سالانه (نرمال شده)	٠/٧٦٣	٢/٨٣٢	٤٥١/٧٣	٤٩٠/٢٨	٩٠٥/٢٣	٢٣١/٩١
بارش بهاره (نرمال شده)	٠/٨٣٨	٢/٢٧٥	٣٤/٧٨١	٧٩/٢٩٩	٢١٩/٣١	١٦/٥٣
دمای متوسط سالانه	– ٠/١٠٤	٢/٢٦٠	١٧/٩٦	١٧/٨٥	١٩	١٦/٧٥
دمای متوسط بهاره	– ٠/٣٣٢	٣/٥٦	١٩/٨٨	١٩/٩٠	٢٠/٩٠	١٨/٧٠
دمای بیشینه سالانه	٠/٠٧٠	١/٦٥٢	٢٣/٣١٧	٢٥/٥٧٣	٢٤/٩٠	٢٢/٠٥
دمای بیشینه بهاره	– ٠/١٩١	٢/١٥٣	٢٥/٧٣٤	٢٥/٨٤١	٢٧/٣٩	٢٣/٦٦
دمای کمینه سالانه	٠/٠٤١	١/٩٦٣	١٢/٢٣٣	١١/٩٧٤	١٤/٠٤	١٠/٤٧
دمای کمینه بهاره	١/٥٣٧	٥/٧٦٦	١٣/٦٢٠	١٣/٩٢٠	١٩/٧٣	١١/٤٥
ماده آلی خاک (نرمال شده)	–٠/١٨٣	٤/٧٠١	٠/٩٥٠	٠/٩١٩	٣/٦٤	١/٢٣
pH خاک	–٠/٤٧	٤/٦١	٧/٨٥	٧/٩	٧/٩٣	٧/٢٧
شوری خاک (نرمال شده)	١/٣١	١/٩٣	٠/٥٢	٠/٣٦	٥٠/٨١	٠/٣٥

امکان‌سنجی کشت گندم و کلزا در شهرستان‌های بندرترکمن و گمیشان

میزان مطلوبیت اراضی کشاورزی شهرستان‌های بندرترکمن و گمیشان جهت کشت گندم و کلزا در شکل-های ۱۳ و ١٤ نشان داده شده است. بر طبق این نقشه‌ها، به دلیل تشابه فراوان در نیازهای محیطی گیاهان گندم و کلزا، نقشه پهنه‌بندی آن‌ها تاحدودی مشابه یکدیگر و بهم نزدیک است. شکل ۱۳ نشان می‌دهد که ۱۰/۷٦ درصد از اراضی منطقه واقع در مناطق جنوبی شهرستان بندرترکمن، جهت کشت گندم بسیار مناسب است. این نواحی از نظر دمایی در شرایط بهینه و از بارش کافی، میزان شوری پایین، درصد ماده آلی و pH مطلوب برخوردار است. نقشه امکان‌سنجی اراضی کشاورزی منطقه جهت کشت کلزا (شکل ١٤) نیز نشان می‌دهد که مناطق بسیار مطلوب در بخش‌های جنوبی شهرستان بندرترکمن واقع شده است که شرایطی مشابه ذکر شده در بالا را دارد، با این تفاوت که مساحت بیش‌تری نسبت به گندم دارد و ۱۲/۳۷ درصد از اراضی کشاورزی را شامل می‌شود (جدول ٦). پهنه‌های مناطق نسبتا مناسب در هر دو شکل در مناطق جنوبی و مرکز منطقه مورد مطالعه قرار دارد و نسبت به پهنه بسیار مناسب، شوری بالاتری دارند که موجب تمایز آن از این پهنه شده است. در مقایسه گندم و کلزا، طبق جدول ٦ مشاهده می‌شود که ۲۷/۲۹ درصد از اراضی کشاورزی منطقه جهت کشت گندم و ۳۰/٤۷ درصد جهت کشت کلزا در پهنه نسبتا مناسب قرار گرفته‌اند. پهنه‌های ضعیف و نامناسب به ترتیب به دلیل نزول درصد ماده آلی، بالا رفتن میزان شوری خاک و کاهش مقدار نزولات جوی بهاره، از پهنه‌های مناسب کشت این دو گیاه تفکیک می‌گردند. نتایج نشان داد که پهنه‌های ضعیف در نواحی شمالی مرکز منطقه و پهنه نامناسب در بخش-های شمالی و شرقی منطقه قرار دارند. مقایسه مساحت پهنه‌های گندم و کلزا در جدول ٦ نشان می‌دهد که مجموع درصد پهنه‌های بسیارمناسب و نسبتا مناسب برای کلزا (٤۲/۸٤ درصد)، بیش‌تر از گندم (۳۸/۰۵ درصد) است. همچنین، مجموع درصد پهنه‌های ضعیف و نامناسب کلزا ۵۷/۱٦ درصد و گندم ٦۱/۹۵ درصد به دست آمد و گواه آن است که کشت کلزا تناسب بیش‌تری با ویژگی‌های محیطی منطقه دارد و در نقشه امکان‌سنجی اجرای تناوب گندم – کلزا، گیاه کلزا سهم موثری ایفا خواهد کرد.

جدول ٦ - مساحت پهنه‌های طبقه‌بندی شده جهت کشت گندم و کلزا در شهرستان‌های بندرترکمن و گمیشان

گیاه زراعی	رتبه‌بندی پهنه‌ها	مساحت (هکتار)	نسبت مساحت پهنه‌ها به کل اراضی کشاورزی دو شهرستان (درصد)
گندم	مناطق بسیار مناسب	۸۲٤٦/۷٦	۱۰/۷٦
	مناطق نسبتا مناسب	۲۰۹٤۲/۹۱	۲۷/۲۹
	مناطق ضعیف	١٦۰۸۲/۷۹	۲۰/۹۷
	مناطق نامناسب	۳۱٤۳٦/۲۸	٤۰/۹۸
کلزا	مناطق بسیار مناسب	۹٤۹۸/٦۹	۱۲/۳۷
	مناطق نسبتا مناسب	۲۳۳۸٦/۳۸	۳۰/٤۷
	مناطق ضعیف	۱۲۸۳/۰۹	١٦/۷۵
	مناطق نامناسب	۳۰۹۹۱/۲۸	٤۰/٤۱



شکل ۱۳ – نقشه امکان‌سنجی کشت گندم دیم در شهرستان‌های بندر ترکمن و گمیشان

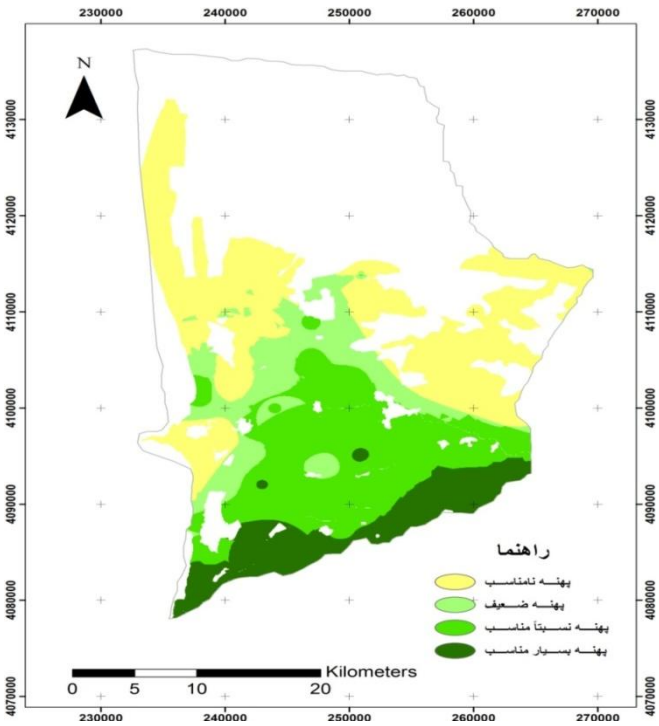
شکل ١٤ – نقشه امکان‌سنجی کشت کلزای دیم در شهرستان‌های بندرترکمن و گمیشان

نتایج امکان‌سنجی اجرای تناوب گندم – کلزا

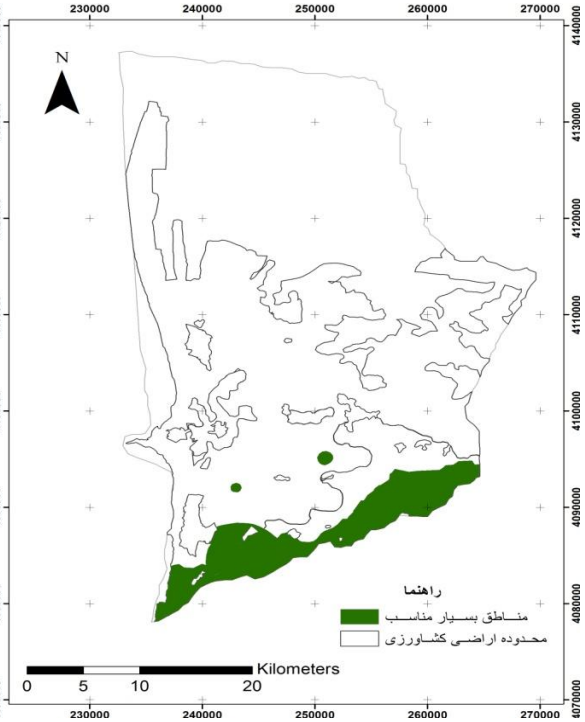
نتایج امکان‌سنجی اراضی کشاورزی شهرستان-های بندرترکمن و گمیشان جهت اجرای تناوب گندم کلزا در شکل ۱۵ و جدول ۷، نشان می‌دهد که بخش کوچکی از اراضی منطقه جهت اجرای تناوب گندم – کلزا بسیار مناسب هستند (۱۰٤٦۰/۳۳ هکتار)، به طوری که مساحت این پهنه حدود ۱۳/٦۵ درصد از کل اراضی کشاورزی منطقه را تشکیل می‌دهد. این اراضی دارای بارش بالای ٤۰۰ میلی‌متر در سال و بارش بهاره با توزیع مطلوب، میزان EC پایین (٤ – ۰ دسی‌زیمنس بر متر) و مقدار ماده آلی مطلوب هستند (شکل ١٦). پهنه‌بندی استان گلستان جهت کشت کلزا نشان داد که ۲۱/۳٤ درصد از اراضی استان در پهنه بسیار مناسب قرار گرفته است و علت محدود بودن این ناحیه، تنزل کیفیت و کمیت عوامل محیطی مانند حاصلخیزی و منابع آبی عنوان شد (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۱ ب). دماوندی و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند که پهنه بسیار مناسب جهت کشت گندم دیم در استان زنجان وجود ندارد.

جدول ۷ – مساحت‌های پهنه‌های طبقه‌بندی شده جهت اجرای تناوب گندم – کلزادر شهرستان‌های بندر ترکمن و گمیشان

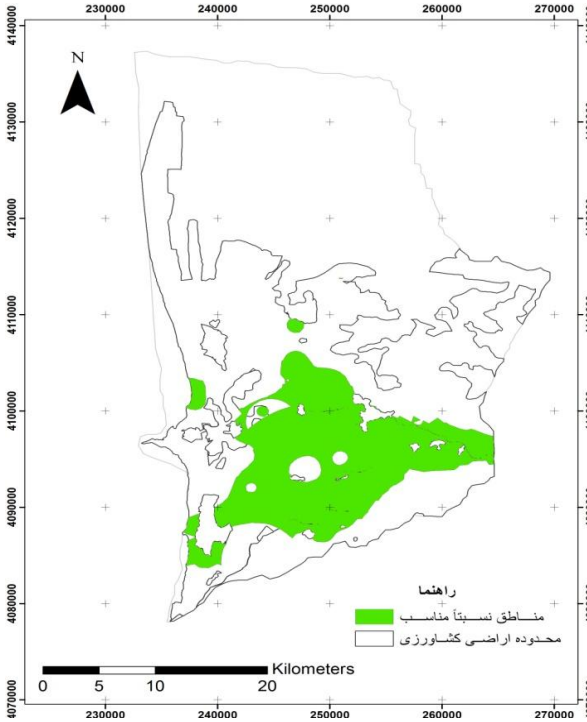
رتبه‌بندی پهنه‌ها	مساحت (هکتار)	نسبت مساحت پهنه‌ها به کل اراضی کشاورزی دو شهرستان (درصد)
مناطق بسیار مناسب	۱۰٤٦۰/۳۳	۱۳/٦۵
مناطق نسبتا مناسب	۲۳۷۲۹/۲۳	۳۰/۹۲
مناطق ضعیف	۱۱۹۹۷/۹٦	۱۵/٦۵
مناطق نامناسب	۳۰۵۲۰/۷۲	۳۹/۷۸



شکل ۱۵– نقشه امکان‌سنجی اجرای تناوب گندم – کلزا در شهرستان‌های بندرترکمن و گمیشان



شکل ۱۶– پهنه بسیار مناسب جهت اجرای تناوب گندم - کلزا در شهرستان‌های بندرترکمن و گمیشان



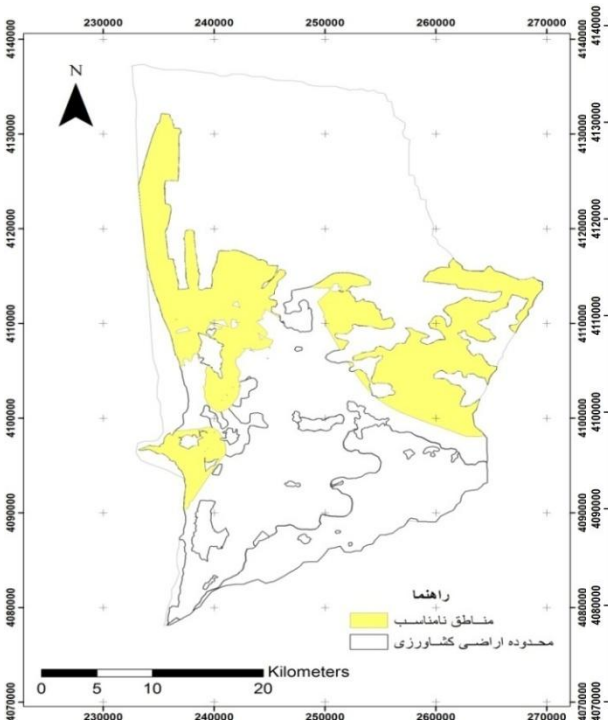
شکل ۱۷– پهنه نسبتاا مناسب جهت اجرای تناوب گندم – کلزادر شهرستان‌های بندرترکمن و گمیشان

بر طبق وضعیت عوامل اقلیمی و خاکی، تمام شرایط و ضوابط پهنه‌های بسیار مناسب و نسبتا مناسب مشابه یکدیگر بود و تنها عاملی که موجب نزول پهنه نسبتا مناسب از طبقه بسیار مناسب شده، شوری بالای خاک (۱۲– ٤ دسی‌زیمنس بر متر) است. این پهنه با مساحت ۲۳۷۲۹/۲۳ هکتار در بخش‌های جنوبی و مرکز واقع و ۳۰/۹۲ درصد از کل اراضی کشاورزی منطقه را شامل می‌شود (شکل ۱۷). با توجه به این که اراضی

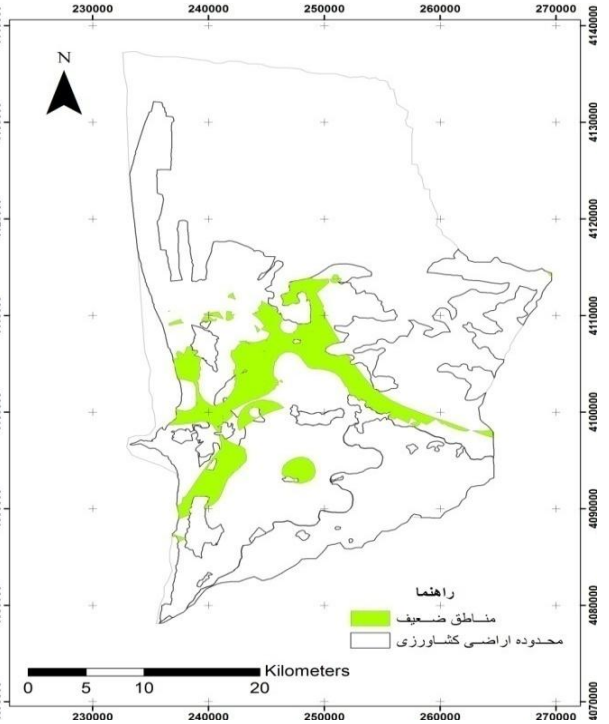
موجود در یک پهنه از نظر عوامل اقلیمی و محیطی ویژگی‌های واحدی را ارایه می‌دهند و برنامه‌ریزی واحدی را می‌طلبند، استفاده از پتانسیل موجود در این پهنه‌های مناسب مانند نزولات جوی مطلوب، می‌تواند به افزایش سطح زیر کشت گندم – کلزا و گنجاندن بیش‌تر این تناوب در الگوهای زراعی بیانجامد. در مطالعه‌ای در استان‌های خراسان مشخص شد که ۱۵۸٦۸۳۵۵ هکتار واقع در مرکز منطقه مطالعاتی، در پهنه مطلوب جهت کشت کلزا قرار دارد که از نظر مساحت بیش‌ترین سطح منطقه را شامل می‌شود (رسولی و قائمی، ۱۳۸۹).

شکل ۱۸ نشان می‌دهد که پهنه ضعیف به صورت پراکنده در غرب، شرق و شمال منطقه مورد مطالعه، بین دو پهنه نسبتا مناسب و پهنه نامناسب قرار گرفته است. بر طبق نقشه‌های اقلیم و خاک، دلیل نزول این پهنه از پهنه نسبتا مناسب، میزان شوری بالاتر از ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر، مقدار پایین و توزیع نامناسب بارش بهاره است. این پهنه ۱۵/٦۵ درصد اراضی کشاورزی شهرستان را به خود اختصاص داده است، بنابراین در صورتی که این مناطق به طور نادرست مدیریت گردند این اراضی می‌تواند به درصد اراضی پهنه نامناسب اضافه شوند. به نظر می‌رسد که با رفع محدودیت‌های محیطی می‌توان طبقات تناسب اراضی را در پهنه ضعیف ارتقا داد. برای حفظ تولید در این پهنه و برای جلوگیری از کاهش کیفیت و کمیت منابع محیطی و تنزل این اراضی به طبقه پایین‌تر، لازم است تا اقداماتی مانند استفاده از روش‌های نوین آبیاری و زهکشی اراضی شور منطقه، گنجاندن گیاهان کم‌توقع با تحمل شوری بالا مانند جو، استفاده از گیاهانی با نیاز آبی پایین و دارای کارایی مصرف آب بالا، کاربرد خاک‌ورزی حفاظتی و جلوگیری از شخم برگردان-دار جهت ممانعت از صعود نمک به سطح خاک، اطلاع-رسانی و آموزش به کشاورزان، تنظیم الگوی کشت مناسب و یا تغییر کاربری اراضی به سایر کاربری‌های کشاورزی و غیره صورت پذیرد.

شکل ۱۹ محدوده اراضی پهنه نامناسب جهت اجرای تناوب گندم – کلزا را در قسمت‌های شمال، شرق و بخش غربی منطقه نشان می‌دهد. این پهنه بیش‌ترین درصد اراضی کشاورزی منطقه (۳۹/۷۸ درصد) را شامل می‌شود که با توجه به میزان اندک بارش بهاره وتوزیع نامناسب آن و شوری بیش از حد خاک (۵۱-۱۲ دسی-زیمنس بر متر)، جهت اجرای تناوب گندم – کلزا پتانسیلی ندارد. در بخش‌های شمالی این پهنه، درصد پایین ماده آلی خاک نیز کشت گیاهان را با محدودیت مواجه می‌سازد. کاظمی و همکاران (۱۳۹۱ الف) عوامل محدود کننده کشت کلزا در استان گلستان را فقر مواد آلی و پتانسیل آبی اندک بیان کردند. ۱٤/٦۹ درصد از اراضی کشاورزی آذربایجان شرقی جهت کشت گندم دیم نامناسب و بارش کم و محدودیت‌های دمایی از جمله دلایل آن ذکر شده است (فیضی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۱). با توجه به این که تولید غلات و دانه‌های روغنی نقش بارزی در امنیت غذایی دارد، اگر بتوان مناطق مساعد کشت آن را شناسایی کرد، می‌توان به عملکرد بیش‌تری در واحد سطح دست یافت که این امر سبب بهبود شرایط اقتصادی کشاورزان و افزایش سطح درآمد ملی خواهد شد.



شکل ۱۹ – پهنه نامناسب جهت اجرای تناوب گندم – کلزادر شهرستان‌های بندرترکمن و گمیشان



شکل ۱۸ – پهنه ضعیف جهت اجرای تناوب گندم – کلزا در شهرستان‌های بندرترکمن و گمیشان

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به وابستگی کشور ما به واردات روغن و اهتمام و کوشش دولت در قطع این وابستگی، طرح افزایش تولید دانه‌های روغنی در کشور از دهه قبل در حال اجراست. این طرح موجب افزایش سطح زیر کشت و تولید دانه‌های روغنی در استان گلستان شده است، به طوری که استان گلستان، مقام‌های اول تولید سویا و کلزا در کشور را داراست. در همین راستا، در این مطالعه با انجام امکان‌سنجی اراضی کشاورزی جهت اجرای تناوب گندم – کلزا، مشخص شد که بیش از نیمی از اراضی کشاورزی شهرستان‌های بندر ترکمن و گمیشان (۵۵/۴۳ درصد) جهت اجرای این تناوب قابلیت ندارند و جزو پهنه‌های نامناسب و ضعیف معرفی شدند. این قسمت‌های ضعیف که در شمال و شرق مرکز منطقه قرار دارند را می‌توان با انجام یکسری اقدامات به طبقات بالاتر تناسب اراضی ارتقا داد و نوع کاربری اراضی نامناسب را نیز به دیگر کاربری‌های کشاورزی، متناسب با ویژگی‌های منطقه، از طریق نتایج آمایش سرزمین تغییر داد. انواع محدودیت در سطح منطقه را می‌توان کمبود بارندگی و توزیع نامناسب نزولات جوی به ویژه در اول فصل زراعی و میزان بالای شوری خاک، وزش بادهای موسمی و محلی با شدت متوسط تا زیاد به ویژه در اوایل سال از دریا به طرف خشکی که خطر ریزش دانه و ورس محصول را به همراه دارد، بالا بودن رطوبت نسبی هوا به هنگام برداشت محصول که در بالا رفتن درصد رطوبت غیرمجاز دانه عامل موثری است، دانست. برای این منظور اقداماتی مانند استفاده از روش‌های نوین آبیاری (آبیاری قطره‌ای و ایجاد کانال‌های آبیاری از رودخانه آب شیرین و ...)، آبشویی اراضی شور و زهکشی آن‌ها، استفاده از تناوب‌های زراعی مناسب و کاربرد گیاهان کم توقع با تحمل شوری بالا مثل جو، گیاهان دارای کارایی مصرف آب بالا، استفاده از خاک‌ورزی حفاظتی و جلوگیری از برگرداندن خاک جهت ممانعت از صعود نمک‌ها، را می‌توان توصیه کرد.

در این مطالعه به علت محدودیت دسترسی به داده‌های خاک از ۳ عامل خاکی جهت امکان‌سنجی اجرای

تناوب گندم – کلزا استفاده شد. توصیه می‌گردد که در سایر مطالعات مشابه، عناصر غذایی کم‌مصرف و پرمصرف، حاصل‌خیزی و بافت خاک نیز به کار گرفته شود. همچنین، علاوه بر بارش دوره‌های سالانه و بهاره، از بارش پاییزه و بارش‌های ماهانه نیز جهت انجام پژوهش‌های مشابه استفاده گردد تا بتوان به نتایجی دقیق‌تر با صحت بالا دست پیدا کرد.

منابع

دماوندی، ع.، طاهری، م.، اسماعیلی، م.، خلفی، ج. ۱۳۸۹. پهنه‌بندی مناطق مناسب کشت گندم دیم در استان زنجان با استفاده از GIS. فن آوری‌های نوین کشاورزی (ویژه زراعت و باغبانی). ۱: ۸۱–۱۰۱ .

رسولی، س.ج.، قائمی، ع. ۱۳۸۹. پهنه‌بندی کشت کلزا براساس نیازهای دمایی اقلیمی با استفاده از GIS در استان‌های خراسان. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۳(۱): ۱۲۱–۱۳۸.

زارع فیض‌آبادی، ا.، عزیزی، م. ۱۳۹۱. اثر نظام‌های تناوب زراعی مختلف بر عملکرد گندم در اقلیم سرد خراسان رضوی. مجله به زراعی نهال و بذر. ۲۸(۳): ۲۶۱–۲۷۵.

سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان. ۱۳۸۹. آمارنامه محصولات زراعی سال زراعی ۱۳۸۹–۱۳۸۸. اداره کل آمار و اطلاعات. ۲٤ ص.

فیضی‌زاده، ب.، ابدالی، ح.، بنفشه، م.ر.، محمدی، غ.م. ۱۳۹۱. پهنه‌بندی قابلیت کشت گندم دیم در سطح استان آذربایجان شرقی با استفاده از تحلیل‌های مکانی GIS. نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی). ۹٦: ۷۵–۹۱ .

قربان‌پور، ا.، کامکار، ب. ۱۳۹۳. تعیین تناوب مناسب با کارایی مصرف آب بالا در منطقه گالیکش. نشریه مدیریت اراضی. ۲(۲): ۱٦۳–۱۷۵.

کاظمی، ح.، طهماسبی سروستانی، ز.، کامکار، ب.، شتایی، ش.، صادقی، س. ۱۳۹۱ الف. پهنه‌بندی زراعی – بوم‌شناختی اراضی استان گلستان جهت کشت کلزا با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و فرایند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (AHP). مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۵(۱): ۱۲۳–۱۳۹.

کاظمی، ح.، طهماسبی سروستانی، ز.، کامکار، ب.، شتایی، ش.، صادقی، س. ۱۳۹۱ ب. ارزیابی روش‌های زمین آمار جهت تخمین و پهنه‌بندی عناصر غذایی پرمصرف اولیه در برخی اراضی کشاورزی استان گلستان. نشریه دانش آب و خاک. ۲۲(۱): ۲۰۱–۲۱۸.

کاظمی، ح. ۱۳۹۲ الف. پهنه‌بندی زراعی- بوم‌شناختی اراضی کشاورزی شهرستان گرگان جهت کشت جو لخت بر اساس منطق بولین. نشریه تولید گیاهان زراعی. ٦: ۱٦۵–۱۸۵.

کاظمی، ح. ۱۳۹۲ب. پهنه‌بندی بوم‌شناختی اراضی کشاورزی شهرستان گرگان جهت کشت آفتابگردان. گزارش نهایی طرح پژوهشی. دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان معاونت پژوهشی و فناوری.

کاظمی، ح.، طهماسبی سروستانی، ز.، کامکار، ب.، شتایی، ش.، صادقی، س. ۱۳۹۲. پهنه‌بندی زراعی – بوم‌شناختی اراضی استان گلستان جهت کشت سویا با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۳(٤): ۲۱–٤۰.

مجد نصیری، ب. ۱۳۸۹. بررسی اثرات متقابل کشت کلزا و گندم در برنامه تناوب زراعی دو ساله. همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی. اصفهان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان.

Abushnaf, F.F., Spence, K.J., Rotherham, I.D. 2013. Developing a land evaluation model for the Benghazi region in Northeast Libya using a Geographical Information System and Multi- criteria Analysis. *APCBEE Procedia*. 5: 69-75.

Bhagat, R.M., Singh, S., Rana, R.S., Kalia, V., Pradash, S., Immerzeel, W., Shrestha, B. 2009. Land suitability analysis for cereal production in Himachal Pradesh (India) using Geographical Information System. *J Indian Soc Remote Sens*. 37: 233-240.

Chandra, G. 1990.Fundamentals of agronomy. Oxford & IBH Publishing. 293 pp.

Ghafari, A., Cook, H.F., Lee, H.C. 2000. Integrating climate, soil and crop information: a land suitability study using GIS. 4th International Conference on Integration GIS and Environmental Modeling (GIS/EM4). Banff, Alberta, Canada, September 2-8.

Jonzen, H.H., Beauchemin, K.A., Bruinsma, Y., Campbell, C.A., Desjardins, C.A., Ellert, B.H., Smith, E.G. 2003. The fate of nitrogen in agroecosystem: An illustration using Canadaian estimates. *Nut Cycl Agroecosyst*. 67: 85-102.

Kelley, K.W., Long, J.H., Todd, T.C. 2003. Long-term crop rotation affect soybean yield, seed weight, and soil chemical properties. *Field Crops Res.* 83: 41-50.

McConkey, B.G., Liang, B.C., Campbell, C.A., Curtin, D., Moulin, A., Brandt, S.A., Lafond, G.P. 2003. Crop rotation and tillage impact on carbon sequestration in Canadian prairie soils. *ISTRO.* 74: 81-90.

Seibutis, W., Deveikyte, I., Feiza, V. 2009. Effects of short crop rotation and soil tillage on winter wheat development in central Lithuania. *Agro Res.*7: 474-479.

Sys, I., Van Ranst, E., Debveye, J. 1991. Land evaluation, part 1: principles in land evaluation and crop production calculation. General Administration for Development Cooperation. EPA, NO. 7, Brussels, Belgium.

Feasibility of wheat-canola rotation performance in agricultural lands of Bandar-Torkman and Gomishan townshipsusing Geographic Information System (GIS)

Maral Niazmoradi[1], Hossein Kazemi[2*]

1- M.Sc. Student of Agroecology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran.
Assist. Prof., Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran
*for Correspondence: hossein_k_p@yahoo.com

Received: 30.09.14 **Accepted: 14.02.15**

Abstract

In order to assess wheat-canola rotation performance in agricultural lands of Bandar-Torkman and Gomishan townships, Geographic Information System (GIS) and overlay method were used to match the environmental requirements of crops and characteristics of land. Firstly, agroecological requirements of wheat and canola were identified from scientific literatures and classified. Studied environmental components were as climate (annual precipitation, spring precipitation, annual mean temperature, spring mean temperature, annual minimum temperature, spring minimum temperature, annual maximum temperature and spring maximum temperature) and soil characteristics (EC, organic matter and pH). After adding weights to digital environmental layers, these layers overlaid and integrated in GIS media separately for wheat and canola, and then land use suitability maps of wheat and canola cultivation were obtained. By combining these two maps and reclassifying into 4 classes including very suitable to unsuitable, wheat-canola rotation suitability map was produced. Results showed that 13.65 and 30.92% of areas were high suitable and relatively suitable for performance of wheat-canola rotation, that are located in southern and south townships. These zones had enough rainfall, suitable EC and organic matter content. The less suitable and non-suitable regions were 15.65 and 39.78%, that are located in northern and eastern of studied area. In general, high salinity soils (>12 dS m^{-1}), low levels of spring precipitation and low amount of soil organic matter, were introduced as limitation factors in performance of wheat-canola rotation in these regions.

Key words: Cropping rotation, agroecological zoning, geostatistic, climatic variables.