

بررسی تناسب اراضی در نواحی زراعی-زیستگاهی آبیگ

برای زراعت گندم و جو دیم

عباس طاعتی^۱ و فریدون سرمدیان

کارشناس ارشد گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران.

Taatyabbas@ut.ac.ir

استاد گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران.

fsarmad@ut.ac.ir

* دریافت: مرداد ۱۳۹۳ و پذیرش: دی ۱۳۹۳

چکیده

یکی از ابزارهای مؤثر برای شناخت توانمندی‌های اراضی و اختصاص آن‌ها به بهترین و سودآورترین انواع بهره‌برداری، پهنه‌بندی زراعی-زیستگاهی است. محدوده‌ی مطالعاتی به وسعت ۱۶۶۱۸ هکتار در شهرستان آبیگ در شرق استان قزوین قرار دارد. برای پهنه‌بندی نواحی زراعی-زیستگاهی منطقه مطالعاتی از تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شد. پس از پهنه‌بندی زراعی-اقلیمی (بر اساس نقشه‌های هم‌باران، هم‌دما و طول دوره رشد) و پهنه‌بندی زراعی-خاکی (بر اساس نقشه‌های خاک، شیب و کاربری اراضی)، در نهایت ۴۳ پهنه زراعی-زیستگاهی به دست آمد. تعداد ۲۴ واحد نقشه بر اساس مطالعه خاکشناسی در منطقه استخراج شد. مشخصات اقلیم، خاک و توپوگرافی هر پهنه با نیازهای رویشی گندم و جو دیم مقایسه و کلاس‌های تناسب اراضی با استفاده از روش پارامتریک (ریشه دوم) تعیین شد. پتانسیل تولید اراضی (عملکرد پیش‌بینی شده) محصولات در هر یک از پهنه‌ها، تعیین شد. نتایج نشان داد عملکرد پیش‌بینی شده برای گندم دیم بین ۳۴۲/۱ تا ۲۹۹۲/۳ کیلوگرم در هکتار و عملکرد پیش‌بینی شده برای جو دیم بین ۴۵۴/۷ تا ۴۰۴۲/۶ کیلوگرم در هکتار برآورد شد. در حالیکه عملکرد زارعین نسبت به عملکرد پیش‌بینی شده بسیار پایین‌تر است. نتایج نشان داد که منطقه مورد مطالعه برای کشت گندم از نظر اقلیمی نامناسب و برای جو دارای تناسب بحرانی است که دلیل آن کم بودن مقدار بارندگی طی سیکل رشد است. علاوه بر محدودیت اقلیم؛ محدودیت‌های شیب، سنگریزه و عمق خاک در شمال منطقه، همچنین شور و سدیمی بودن اراضی و گچ در جنوب منطقه نیز مهمترین عوامل محدود کننده برای رشد محصولات مورد نظر است. در صورت کشت دیم در منطقه مورد مطالعه، محصول جو مناسب و در عجب بعدی گندم معرفی می‌شود. با توجه به کمبود بارندگی در انتهای سیکل رشد محصولات گندم و جو دیم، می‌توان با تأمین آب به وسیله‌ی آبیاری تکمیلی، عملکرد محصولات را افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی زراعی-اقلیمی، پهنه‌بندی نواحی زراعی-زیستگاهی، تصاویر ماهواره‌ای،

تناسب اراضی، روش پارامتریک، سیکل رشد.

مقدمه

از نظر شرایط اقلیمی خصوصیات خاک، شرایط توپوگرافی و طول دوره رشد برای نوع کاربری مورد نظر یکسان و همگن است. نقشه‌های نواحی زراعی - زیستگاهی ابزارهایی هستند که اطلاعات مورد نیاز و ضروری برای برنامه‌ریزی کشاورزی را فراهم می‌آورند. این نقشه‌ها حاوی اطلاعات ضروری و مفید برای تک تک واحدهای نقشه به عنوان واحد همگن اراضی هستند که ظرفیت بالقوه کشاورزی و محدودیت‌های آن را برای تصمیم‌گیرندگان و برنامه‌ریزان کشاورزی مشخص می‌کند (فائو، ۱۹۹۷).

در روش تعیین نواحی زراعی - زیستگاهی محدوده‌های مورد بررسی براساس توان تولید و قابلیت اراضی تقسیم‌بندی می‌شوند؛ در حال حاضر پیشرفت علوم در زمینه‌های مختلف ظرفیت‌ها و قابلیت‌های جدیدی را در زمینه بهره‌برداری از منابع و شبیه‌سازی رفتار آن‌ها در برابر مدیریت‌های مختلف به وجود آورده است. ارتقاء قابلیت‌های سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و سنسچ از دور در پردازش داده‌ها این امکان را به وجود آورده است تا لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز مختلف را به سهولت با یکدیگر تلفیق و از آن‌ها برای مدل‌سازی فرآیندها به خوبی استفاده کرد. این توانمندی کمک شایان توجهی به تعیین نواحی زراعی - زیستگاهی نموده است (ماجی و همکاران، ۱۹۹۸؛ والک و همکاران، ۲۰۱۲).

از روش تعیین نواحی زراعی - زیستگاهی در کشورهای مختلف برای نیل به اهداف مختلف استفاده شده است که از جمله‌ی آن‌ها می‌توان به مصر، هندوستان و اندونزی اشاره کرد (اسماعیل، ۲۰۱۲؛ پاتل و همکاران، ۲۰۰۰؛ آناسیرو و همکاران، ۲۰۱۳) آناسیرو و همکاران در اندونزی با روی هم انداختن لایه‌های زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی، توپوگرافی و کاربری اراضی، دوازده واحد نقشه همگن برای محدوده‌ی مورد بررسی تفکیک کردند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که اراضی محدوده‌ی مطالعاتی از نظر کلاس‌های تناسب اراضی با

افزایش جمعیت و بهبود وضعیت زندگی انسان‌ها باعث افزایش تقاضا برای تولید پایدار مواد غذایی شده است. حفظ پایداری تولید ایجاب می‌نماید تا از منابع اراضی به نحو مطلوب و متناسب با شرایط و ظرفیت‌شان استفاده شود. این مسئله موجب شده تا فکر انسان به سمت استفاده مطلوبتر از زمین و افزایش تولید محصولات زراعی و باغی معطوف شود. تنوع شرایط آب و هوایی، تنوع خاک و تغییر شرایط توپوگرافی باعث می‌گردد تا توان منابع اراضی برای انواع استفاده‌ها با یکدیگر متفاوت باشد. در حالی که یک واحد اراضی برای یک نوع کاربری خاص می‌تواند مناسب باشد همان واحد برای نوع دیگری از کاربری می‌تواند نامناسب محسوب شود؛ لذا برای اختصاص یک واحد اراضی به نوع خاصی از بهره‌برداری ضروری است تا محدودیت‌ها و قابلیت‌های واحد مورد نظر، مورد ارزیابی قرار گرفته و با نیازهای نوع کاربری در نظر گرفته شده انطباق داده شود (غفاری و همکاران، ۱۳۹۱).

تأمین غذای بیشتر با حفظ منابع زیستی برای آیندگان، تنها در سایه تغییر الگوی مصرف و طراحی مناسب نحوه‌ی استفاده از اراضی امکان‌پذیر است. ارزیابی تناسب اراضی یکی از مهم‌ترین روش‌های دستیابی به کشاورزی پایدار است. طبقه‌بندی تناسب اراضی یکی از کاربردی‌ترین شیوه‌های مدیریت اراضی و خاک محسوب می‌گردد که اهمیت آن برای استفاده مؤثر و کارا از اراضی بیش از پیش احساس می‌شود (تکا و هافتو، ۲۰۱۲).

روش پهنه‌بندی نواحی زراعی - زیستگاهی^۱ یکی از انواع مختلف شیوه‌های ارزیابی اراضی در مقیاس ملی و ناحیه‌ای است که از بدو ابداع به تدریج از جایگاه شایسته‌ای در بین روش‌های مختلف ارزیابی اراضی برای برنامه‌ریزی و طراحی نحوه‌ی استفاده از زمین و مدیریت منابع اراضی برخوردار گردیده است. براساس تعریف فائو نواحی زراعی - زیستگاهی؛ نواحی نسبتاً وسیعی هستند که

^۱-Agro-ecological zoning

شکل (۱). براساس داده‌های هواشناسی ایستگاه کلیماتولوژی نیروگاه شهید رجائی در یک دوره آماری ۲۱ ساله (۲۰۰۵-۱۹۸۴)، متوسط بارندگی سالیانه این منطقه ۲۵۷/۵ میلی‌متر در سال است. بیشترین مقدار بارندگی به مقدار ۴۹/۵ میلی‌متر در اسفندماه (مارس) و کمترین مقدار بارندگی در شهریورماه (سپتامبر) رخ داده است. متوسط دمای سالانه ۱۴/۴ درجه سانتیگراد و متوسط حداکثر و حداقل دما به ترتیب ۲۱/۵ و ۷/۳ درجه سانتیگراد است. رژیم حرارتی و رطوبتی خاک با استفاده از نرم افزار نیهوال^۲ به ترتیب ترمیک (Thermic) و زریک خشک (Dry xeric) و اریدیک ضعیف (Weak aridic) است.

تهیه نقشه‌های اقلیمی

نقشه همباران

به منظور تهیه نقشه همباران، به علت اینکه در منطقه مورد مطالعه، تعداد ایستگاه هواشناسی محدود بود، از نقشه همباران تهیه شده توسط اداره کل هواشناسی استان قزوین به عنوان نقشه کمک کننده استفاده شد. برای تهیه نقشه همباران از داده‌های نرمال میانگین بارش سالیانه ۶۰ ایستگاه هواشناسی مختلف (سینوپتیک و کلیماتولوژی) موجود در داخل و خارج استان در یک دوره آماری ۲۷ ساله (۲۰۱۱-۱۹۸۴) استفاده شده است. به دلیل تعداد کم ایستگاه‌های هواشناسی در منطقه مورد مطالعه برای میان‌یابی از روش^۳ IDW موجود در نرم افزار آرک جی‌ای‌اس استفاده گردید (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۲؛ فرج زاده، ۱۳۹۱) و نقشه هم باران رستری پیوسته به دست آمده از روش درون‌یابی در محیط آرک‌جی‌ای‌اس به فرمت وکتوری تبدیل و به عنوان یک لایه ورودی بر لایه پهنه‌بندی نواحی زراعی - زیستگاهی استفاده شد.

یکدیگر متفاوت هستند. براساس نتایج حاصله ۰/۹ درصد اراضی در کلاس مناسب (S1)، ۲۳ درصد در کلاس نسبتاً مناسب (S2) و تناسب کم (S3) و ۶۸ درصد اراضی در کلاس نامناسب (N) قرار می‌گیرد.

در ایران نیز نصیری و کوچکی (۱۳۸۸) مطالعه‌ای را به منظور پهنه‌بندی آگرواکولوژی استان خراسان از نظر پتانسیل عملکرد گندم انجام دادند. غفاری و همکاران (۱۳۹۱) نیز پهنه‌بندی آگرواکولوژی حوضه آبریز رودخانه کرخه را با استفاده از داده‌های هواشناسی، نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی و لایه‌های اطلاعاتی خاکشناسی را در محیط سامانه آرک‌جی‌ای‌اس^۱ تهیه کردند که در آن ۴۶ واحد همگن قابل شناسایی بود.

این پژوهش با هدف تعیین نواحی زراعی - زیستگاهی در اراضی منطقه آبیک و طبقه‌بندی تناسب اراضی واحدهای تفکیک شده برای کشت محصولات دیم گندم و جو انجام شد. ایجاد یک پایگاه جامع و کامل از خصوصیات اراضی به منظور برنامه‌ریزی و ساماندهی بهره‌برداری بهینه اراضی از دیگر اهداف این تحقیق به شمار می‌رود. ارزیابی تناسب اراضی در هر یک از نواحی زراعی - زیستگاهی با استفاده از روش پارامتریک (ریشه دوم) انجام شد. افزون بر این، پتانسیل تولید اراضی در هر یک از نواحی زراعی - زیستگاهی تعیین و در نهایت یک بانک اطلاعاتی در محیط سامانه آرک جی‌ای‌اس تهیه گردید که امکان ایجاد نقشه‌های موضوعی مرتبط با خصوصیات اراضی را فراهم آورد.

مواد و روش‌ها

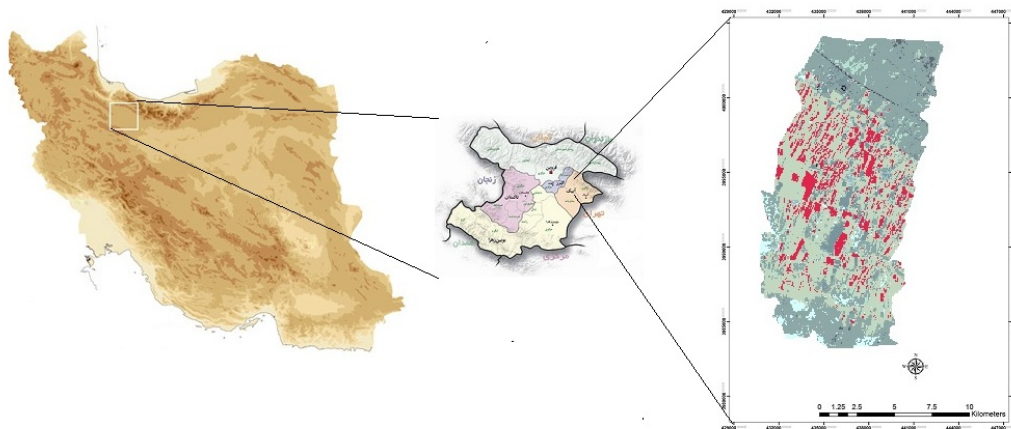
موقعیت جغرافیایی و خصوصیات منطقه‌ی مطالعاتی

محدوده‌ی مورد بررسی بخشی از اراضی شهرستان آبیک استان قزوین است. منطقه‌ی مطالعاتی مابین مختصات جغرافیایی ۵۸° ۱۶' ۵۰" تا ۱۶° ۲۰' ۵۰" طول شرقی و ۱۱° ۱۶' ۳۶" تا ۲۷° ۰۰' ۳۶" عرض شمالی قرار دارد. وسعت منطقه مورد مطالعه ۱۶۶۱۸ هکتار می‌باشد

^۲-Newhall

^۳-Inverse Distance Weighted

^۱-ArcGIS



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

Cropwat محاسبه شد. طول دوره رشد نیز برای این ایستگاه‌ها محاسبه شد. دوره رشد، طول دوره‌ای از سال است که طی آن دما و رطوبت کافی برای رشد و نمو گیاهان وجود داشته و امکان تولید محصولات کشاورزی در شرایط طبیعی وجود داشته باشد (فانو، ۱۹۹۶). برای محاسبه طول دوره از روش خطی استفاده شد. در این روش از اطلاعات اقلیمی ده روزه استفاده شد، و از دهه‌های متوالی برای تعیین مرز بین دوره‌ها استفاده گردید که روش محاسبه آن به شرح زیر می‌باشد:

محاسبه شروع دوره رشد (بارندگی)

زمانی که دو دهه متوالی دو شرط مقابل را داشته باشند:

$$P_2 > \frac{1}{2E_2}, P_1 < \frac{1}{2E_1}$$

با استفاده از معادله (۲) زمان شروع دوره رشد (بارندگی) به دست می‌آید. t زمان بر حسب روز است که از وسط دهه اول شروع می‌شود.

$$t = \text{integer} \frac{[(P_1 - 1/2E_1) * 10]}{(P_1 - P_2 + 1/2E_2 - 1/2E_1)} \quad (2)$$

P_1 و P_2 : میزان بارندگی، E_1 و E_2 : میزان تبخیر و تعرق پتانسیل دهه اول و دوم هستند.

تهیه نقشه هم‌دما

برای تهیه نقشه هم‌دما، از رابطه بین متوسط دمای سالانه و ارتفاع استفاده شد. بدین صورت که بین ارتفاع ایستگاه‌های هواشناسی مختلف (سینوپتیک و کلیماتولوژی) موجود در داخل و خارج استان قزوین در یک دوره آماری ۲۷ ساله (۲۰۱۱-۱۹۸۴) و متوسط دمای سالانه آنها همبستگی برقرار شد و رابطه خطی زیر به دست آمد. معادله (۱).

$$T_{\text{mean}} = -0.0045H + 19.54 \quad (1)$$

$$R^2 = 0.78$$

$$n = 17$$

که در آن:

T_{mean} ، متوسط دمای سالانه، H ، ارتفاع، R ، ضریب همبستگی و n تعداد ایستگاه‌های هواشناسی می‌باشد. در نهایت با وارد کردن مدل رقومی ارتفاع^۱ (DEM) منطقه با قدرت تفکیک مکانی ۱۰ متر، نقشه هم‌دمای منطقه تهیه شد و سپس نقشه رستری به وکتوری تبدیل شد.

تهیه نقشه طول دوره رشد

برای تهیه نقشه طول دوره رشد در ابتدا تبخیر و تعرق پتانسیل برای چهار ایستگاه هواشناسی (نیروگاه، باغ کوثر، قزوین و بوئین زهرا) با استفاده از نرم افزار

^۱-Digital Elevation Model

محاسبه پایان دوره بارندگی

زمانی که دو دهه متوالی دو شرط مقابل را داشته باشند:

$$P1 > 1/2E1, P2 < 1/2E2$$

با استفاده از معادله (۲) زمان پایان دوره بارندگی به دست می‌آید.

محاسبه شروع دوره مرطوب

زمانی که دو دهه متوالی دو شرط مقابل را داشته باشند:

$$P1 < E1, P2 > E2$$

با استفاده از معادله (۳) زمان شروع دوره مرطوب به دست می‌آید. t زمان بر حسب روز است که از وسط دهه اول شروع می‌شود.

$$t = \text{integer} \frac{[(P1-E1)*10]}{(P1-P2+E2-E1)} \quad (3)$$

محاسبه پایان دوره مرطوب

زمانی که دو دهه متوالی دو شرط مقابل را داشته باشند:

$$P1 > E1, P2 < E2$$

با استفاده از معادله (۳) زمان پایان دوره مرطوب به دست می‌آید.

پایان دوره رشد

پایان دوره رشد با اضافه کردن تعداد روزهایی که طی آن ۱۰۰ میلی‌متر از آب خاک تبخیر می‌شود به پایان دوره بارندگی به دست می‌آید. پس از به دست آوردن طول دوره رشد برای ایستگاه‌های فوق، نقشه طول دوره رشد منطقه بر اساس موقعیت ایستگاه‌ها و نقشه طول دوره رشد کل جهان که توسط فائو تهیه شده بود به دست آمد.

تهیه نقشه خاک و نقشه شیب

برای تهیه نقشه خاک، ابتدا بر روی عکس‌های هوایی با مقیاس ۱/۴۰۰۰۰ منطقه تفسیر و نقشه‌ی تفسیری

اولیه خاک تهیه و در محیط نرم افزار آرک جی‌ای‌اس رقمی گردید. مکان‌های حفر ۶۱ پرروفیل خاک‌رخ در محدوده‌ی مطالعاتی تعیین و با حفر خاک‌رخ‌ها نسبت به تشریح خصوصیات مورفولوژیک اقدام و از افق‌های خاک‌ها نمونه‌برداری گردید. نمونه‌های خاک برای انجام آزمایشات فیزیکی و شیمیایی لازم به آزمایشگاه منتقل و تجزیه‌های آزمایشگاهی لازم طبق استانداردها و روش‌های مرسوم در آزمایشگاه‌ها تعیین گردید. خاک‌ها با تلفیق اطلاعات مورفولوژیک و آزمایشگاهی بر اساس آخرین کلید سیستم طبقه‌بندی جامع خاک تا سطح فامیل خاک طبقه‌بندی شدند. برای تهیه نقشه‌ی خاک از تصاویر IRS به عنوان داده کمکی استفاده و در نهایت نقشه خاک با استفاده از روش ژئوپدولوژیک تهیه گردید. نقشه شیب نیز با استفاده از مدل رقمی ارتفاع (DEM) منطقه در محیط نرم‌افزار آرک جی‌ای‌اس تهیه شد.

تهیه نقشه کاربری اراضی

برای تهیه نقشه کاربری اراضی منطقه از داده‌های سنجنده ETM⁺ ماهواره لندست هفت مربوط به سال ۲۰۱۱ با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر و PAN ماهواره IRS مربوط به سال ۲۰۰۶ با قدرت تفکیک مکانی شش متر استفاده شد. پس از انجام پردازش تصاویر ماهواره‌ای، نقشه کاربری اراضی منطقه، توسط الگوریتم ماشین بردار پشتیبان^۱ در محیط نرم افزار ENVI4.3 استخراج شد (مانتریکس و همکاران، ۲۰۱۱؛ اتوکی و بلشک، ۲۰۱۰؛ هوانگ و همکاران، ۲۰۰۲).

تهیه نقشه نواحی زراعی - زیستگاهی

نقشه‌نواحی زراعی - زیستگاهی منطقه مورد مطالعه از تلفیق نقشه‌های نواحی زراعی - اقلیمی^۲ (براساس نقشه‌های هم‌باران، هم‌دما و طول دوره رشد) و زراعی

¹-Support Vector Machine (SVM)

²-Agro-climatic

گردد. ناحیه Z با حدود ۷۶/۳۶ هکتار کمترین وسعت را در بین نواحی شناسایی شده دارد که ۰/۴۵ درصد از منطقه را در بر داشت. در جدول (۱) برخی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و اقلیمی مربوط به هر یک از نواحی زراعی - زیستگاهی ارائه شده است.

نتایج ارزیابی اقلیم

بر اساس روش پارامتریک (ریشه دوم)، کلاس تناسب اقلیم برای گندم دیم، نامناسب (N) و برای جو دیم تناسب کم (S3) به دست آمد. بر این اساس اقلیم یک محدودیت عمده برای کشت محصولات گندم و جو دیم در منطقه محسوب می‌شود. بیشترین محدودیت اقلیمی مربوط به کم بودن مقدار بارندگی در طی دوره رشد است.

نتایج ارزیابی تناسب اراضی

در شکل‌های (۳) و (۴) نقشه طبقه‌بندی تناسب اراضی برای کشت محصولات گندم و جو در نواحی زراعی - زیستگاهی با استفاده از روش پارامتریک (ریشه دوم) ارائه شده است. تحت کلاس‌های تناسب اراضی برای هر یک از نواحی زراعی - زیستگاهی با استفاده از روش پارامتریک (ریشه دوم) در جدول (۲) ارائه شده است.

خاکی^۱ (بر اساس نقشه‌های خاک، شیب و کاربری اراضی) و با استفاده از تابع Union در محیط GIS به دست آمد.

ارزیابی تناسب اراضی

به منظور ارزیابی تناسب اراضی در نواحی زراعی - زیستگاهی خصوصیات اراضی هر یک از نواحی تفکیک شده با نیازهای رویشی محصولات گندم و جو دیم تطبیق داده شد و کلاس نهایی تناسب اراضی تعیین گردید. برای تعیین تناسب اراضی واحدها از روش ریشه دوم استفاده شد (سایز و همکاران، ۱۹۹۱).

محاسبه پتانسیل تولید اراضی^۲

از آنجا که کمبود بارندگی مهم‌ترین عامل محدودیت در محدوده‌ی مطالعاتی است، لذا در ابتدا تولید پتانسیل محصولات با استفاده از مدل فائو (سایز و همکاران، ۱۹۹۱) به دست آمد؛ سپس کاهش عملکرد محصول گندم و جو دیم در نتیجه‌ی شرایط کم آبی برای هر یک از نواحی زراعی - زیستگاهی محاسبه گردید (WPP^۳). برای این کار از نرم افزار Cropwat استفاده و درصد کاهش عملکرد محصولات گندم و جو تعیین شد، سپس با استفاده از تولید پتانسیل به دست آمده از مدل فائو و شاخص اراضی روش ریشه دوم، پتانسیل تولید اراضی (تولید پیش‌بینی شده) در هر یک از نواحی زراعی - زیستگاهی محاسبه شد.

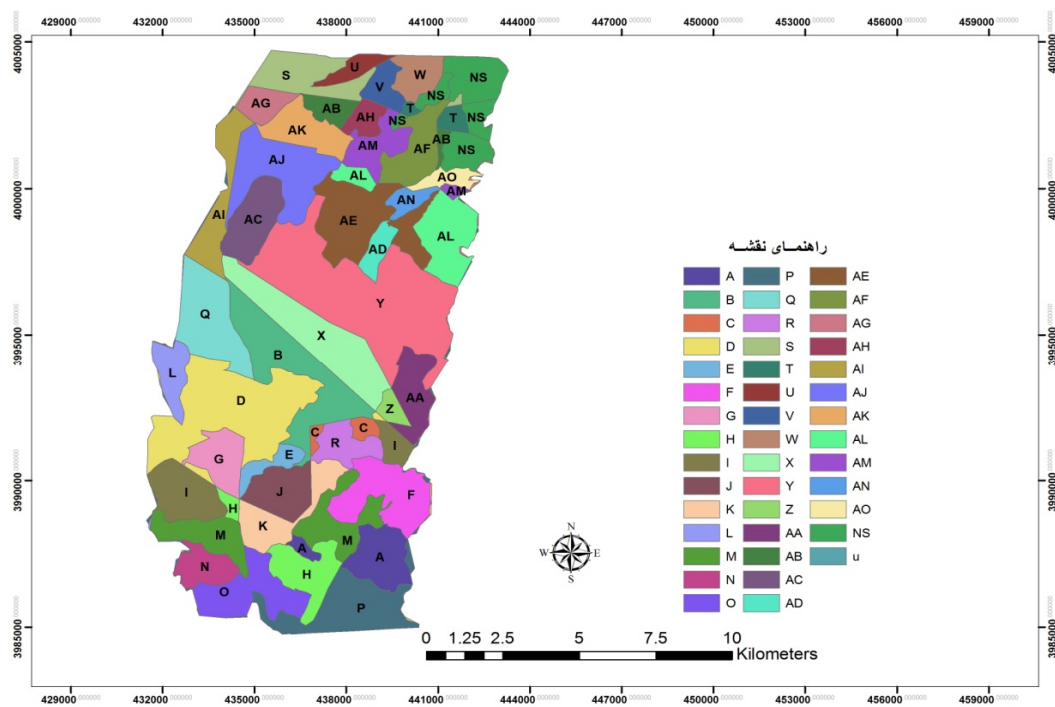
نتایج و بحث

با تلفیق اطلاعات مجموع در منطقه مورد مطالعه، ۴۳ ناحیه زراعی - زیستگاهی تعیین شد شکل (۲). در این نقشه نواحی زراعی - زیستگاهی با حروف A تا AO نشان داده شده است. در این نقشه ناحیه Y با حدود ۱۸۰۸/۷ هکتار، بیشترین مساحت را دارد که حدود ۱۰/۸۹ درصد از منطقه مطالعاتی را در برمی -

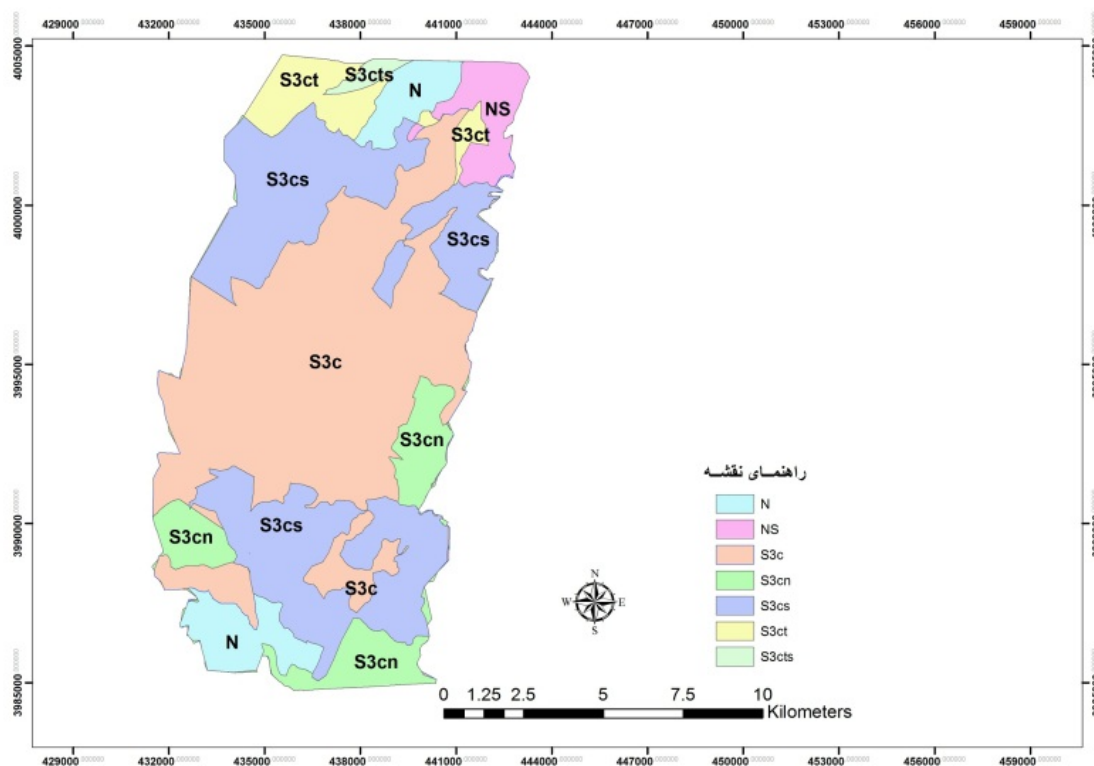
^۱-Agro-edaphic

^۲- Land Production Potential

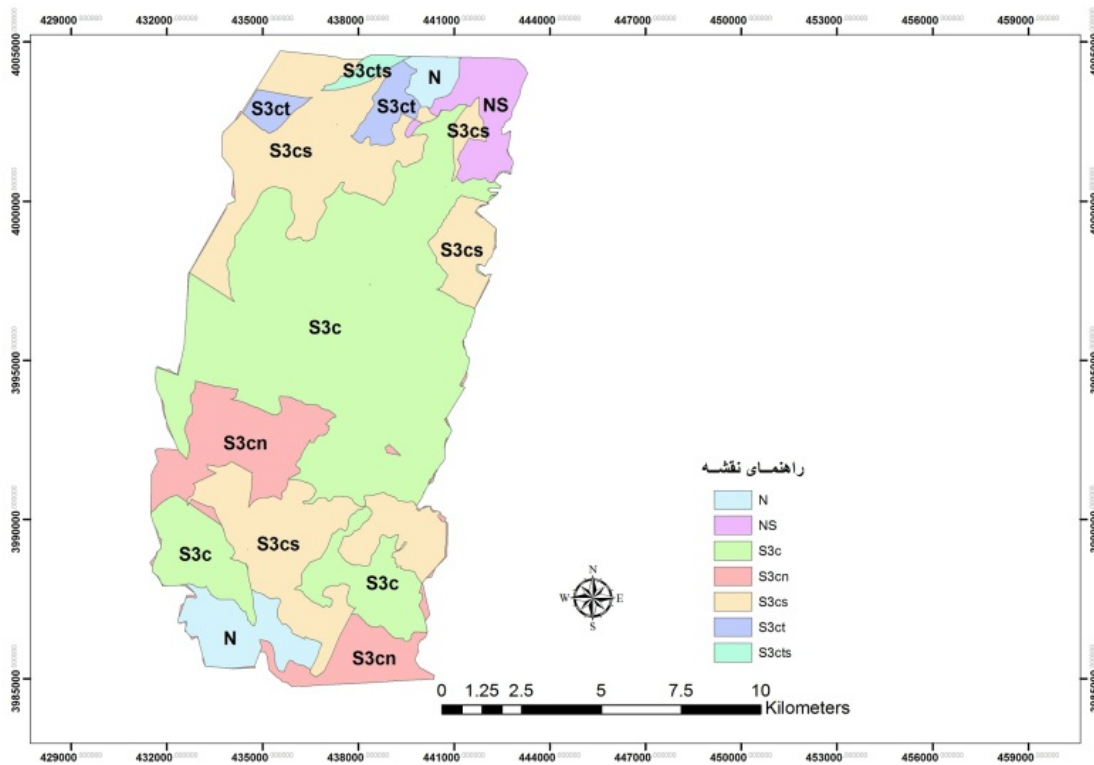
^۳-Water-limitation Production Potential



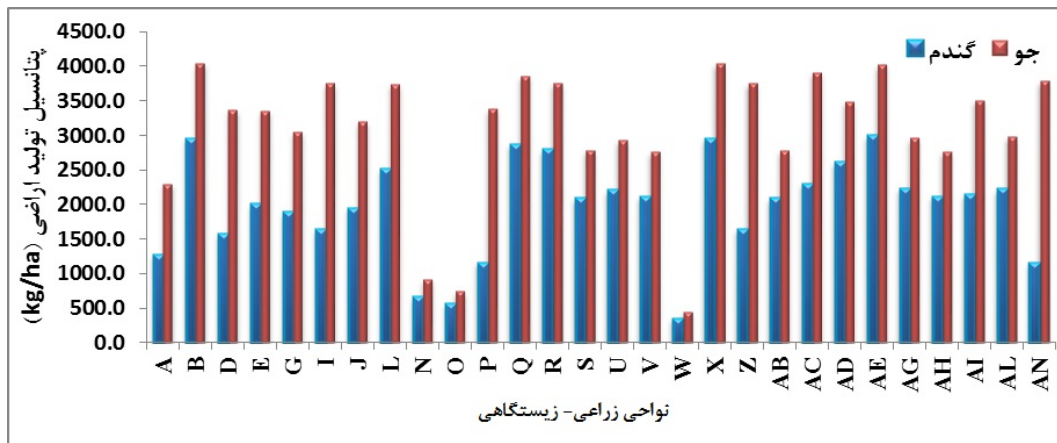
شکل ۲- نقشه نواحی زراعی - زیستگاهی منطقه مورد مطالعه



شکل ۳- نقشه طبقه‌بندی تناسب اراضی نواحی زراعی - زیستگاهی برای محصول گندم دیم با استفاده از روش پارامتریک (ریشه دوم)



شکل ۴- نقشه طبقه‌بندی تناسب اراضی نواحی زراعی - زیستگاهی برای محصول جو دیم با استفاده از روش پارامتریک (ریشه دوم)



شکل ۵ - پتانسیل تولید اراضی در هر یک از نواحی زراعی - زیستگاهی برای گندم و جو دیم

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و اقلیمی هر یک از نواحی زراعی- زیستگاهی

| نواحی زراعی - زیستگاهی | درصد کربن آلی | هدایت الکتریکی عصاره اشباع (dS/m) | کربنات کلسیم % | عمق خاک (Cm) | بافت خاک | میانگین بارندگی سالانه (mm) | طول دوره رشد (روز) |
|---------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------|----------|--------------------------------|-----------------------|
| A | ۰/۴۱ | ۳/۱۱ | ۱۶/۳۹ | >۹۰ | C | ۲۵-۲۷۰ | ۷۰-۱۰۰ |
| B | ۰/۶۶ | ۱/۴ | ۷/۰۹ | >۹۰ | CL | ۲۹-۳۱۰ | ۷۰-۱۰۰ |
| D | ۰/۶۴ | ۵/۴ | ۱۹/۲ | >۹۰ | C | ۲۹-۳۱۰ | ۷۰-۱۰۰ |
| E | ۰/۵۷ | ۳/۸۷ | ۱۷/۰۵ | >۹۰ | C | ۲۹-۳۱۰ | ۷۰-۱۰۰ |
| G | ۰/۵۵ | ۷/۰۲ | ۱۷/۲۱ | >۹۰ | C | ۲۹-۳۱۰ | ۷۰-۱۰۰ |
| I | ۰/۵۶ | ۶/۶۷ | ۱۶/۴۱ | >۹۰ | C | ۲۵-۲۷۰ | ۷۰-۱۰۰ |
| J | ۰/۵۶ | ۵/۴۴ | ۱۷/۱۳ | >۹۰ | C | ۲۹-۳۱۰ | ۷۰-۱۰۰ |
| L | ۰/۶۱ | ۲/۰۶ | ۱۷/۶۳ | >۹۰ | C | ۲۹-۳۱۰ | ۷۰-۱۰۰ |
| N | ۰/۵۵ | ۳/۸۷ | ۱۴/۱۷ | >۹۰ | C | ۲۵-۲۷۰ | ۷۰-۱۰۰ |
| O | ۰/۴۹ | ۳۷/۲۶ | ۹/۴۲ | >۹۰ | C | ۲۵-۲۷۰ | ۷۰-۱۰۰ |
| P | ۰/۷۲ | ۶/۹۴ | ۲۱/۳۵ | >۹۰ | C | ۲۵-۲۷۰ | ۷۰-۱۰۰ |
| Q | ۰/۴۳ | ۰/۹۴ | ۱۰/۷۸ | >۹۰ | CL | ۲۹-۳۱۰ | ۷۰-۱۰۰ |
| R | ۰/۵۰ | ۰/۹۲ | ۱۲/۵ | ۸۰ | CL | ۲۵-۲۷۰ | ۷۰-۱۰۰ |
| S | ۰/۴۲ | ۷/۰۲ | ۱۷/۲۱ | >۹۰ | L | ۲۹-۳۱۰ | ۷۰-۱۰۰ |
| U | ۰/۴۴ | ۰/۵۷ | ۲۰/۷۳ | ۹۰ | L | ۲۹-۳۱۰ | ۷۰-۱۰۰ |
| V | ۰/۴۸ | ۰/۴۸ | ۴ | ۷۵ | SL | ۲۹-۳۱۰ | ۷۰-۱۰۰ |
| W | ۰/۵۰ | ۰/۵۹ | ۳/۸۴ | ۲۰ | SL | ۲۹-۳۱۰ | ۷۰-۱۰۰ |
| X | ۰/۶۶ | ۱/۴ | ۷/۰۹ | >۹۰ | CL | ۲۹-۳۱۰ | ۷۰-۱۰۰ |
| Z | ۰/۵۶ | ۴/۰۶ | ۱۶/۴۱ | >۹۰ | C | ۲۹-۳۱۰ | ۷۰-۱۰۰ |
| AB | ۰/۴۲ | ۷/۰۲ | ۱۷/۲۱ | >۹۰ | L | ۲۵-۲۷۰ | ۷۰-۱۰۰ |
| AC | ۰/۷۰ | ۱/۰۶ | ۱۶/۰۲ | >۹۰ | CL | ۲۵-۲۷۰ | ۷۰-۱۰۰ |
| AD | ۰/۳۹ | ۰/۶۵ | ۲/۶ | ۵۰ | SL | ۲۵-۲۷۰ | ۷۰-۱۰۰ |
| AE | ۰/۳۹ | ۰/۶۴ | ۹/۶۶ | >۹۰ | L | ۲۵-۲۷۰ | ۷۰-۱۰۰ |
| AG | ۰/۶۶ | ۱/۰۷ | ۲۰/۱۷ | >۹۰ | CL | ۲۹-۳۱۰ | ۷۰-۱۰۰ |
| AH | ۰/۴۸ | ۰/۴۸ | ۴ | ۷۵ | C | ۲۵-۲۷۰ | ۷۰-۱۰۰ |
| AI | ۰/۶۸ | ۳/۰۹ | ۱۲/۳۰ | >۹۰ | L | ۲۹-۳۱۰ | ۷۰-۱۰۰ |
| AL | ۰/۲۵ | ۰/۹۹ | ۳/۸۶ | ۳۵ | SCL | ۲۵-۲۷۰ | ۷۰-۱۰۰ |
| AN | ۰/۷۵ | ۰/۷۲ | ۸/۹۳ | ۸۵ | L | ۲۵-۲۷۰ | ۷۰-۱۰۰ |

جدول ۲- کلاس‌های تناسب اراضی برای گندم و جو دیم در نواحی زراعی - زیستگاهی

| نواحی زراعی - زیستگاهی | گندم دیم | | جو دیم | |
|---------------------------|------------|----------------|------------|----------------|
| | شاخص اراضی | تحت کلاس تناسب | شاخص اراضی | تحت کلاس تناسب |
| A | ۲۷/۵۵ | S3cs* | ۲۸/۳۱ | S3cs |
| B | ۴۲/۴۰ | S3c | ۴۱/۳۶ | S3c |
| D | ۳۲/۶۵ | S3cs | ۳۸/۳۲ | S3cs |
| E | ۳۵/۹۲ | S3cs | ۳۷/۰۱ | S3c |
| G | ۳۱/۹۶ | S3cs | ۳۳/۷۶ | S3cs |
| I | ۳۲/۴۴ | S3ns | ۴۰/۶۶ | S3c |
| J | ۳۳/۹۴ | S3cs | ۳۵/۳۸ | S3cs |
| L | ۴۰/۵۲ | S3c | ۴۱/۱۲ | S3c |
| N | ۲۰/۱۴ | N | ۱۵/۸۶ | N |
| O | ۱۴/۲۵ | N | ۱۳/۱۴ | N |
| P | ۲۹/۳۹ | S3cn | ۳۹/۶۴ | S3cn |
| Q | ۳۹/۶۷ | S3c | ۴۰/۲۳ | S3c |
| R | ۴۰/۷۱ | S3c | ۴۰/۹۶ | S3c |
| S | ۳۴/۷۰ | S3ct | ۳۶/۶۸ | S3cs |
| U | ۲۵/۴۸ | S3ct | ۳۶/۷۱ | S3cs |
| V | ۲۵/۵۰ | S3ct | ۳۷/۰۰ | S3ct |
| W | ۳/۲۵ | N | ۷/۳۷ | N |
| X | ۴۲/۴۰ | S3c | ۴۱/۳۶ | S3c |
| Z | ۳۲/۴۴ | S3cn | ۴۰/۶۶ | S3c |
| AB | ۳۴/۷۰ | S3ct | ۳۶/۶۸ | S3cs |
| AC | ۳۹/۷۵ | S3cs | ۴۰/۹۱ | S3c |
| AD | ۳۵/۷۲ | S3cs | ۳۹/۸۷ | S3c |
| AE | ۴۹/۷۹ | S3c | ۴۱/۷۱ | S3c |
| AG | ۳۷/۰۶ | S3ct | ۳۸/۰۵ | S3cs |
| AH | ۲۲/۵۰ | S3ct | ۳۷/۰۰ | S3cs |
| AI | ۳۳/۹۱ | S3cs | ۳۹/۷۵ | S3cs |
| AL | ۳۳/۳۶ | S3cs | ۳۳/۶۰ | S3cs |
| AN | ۳۷/۱۰ | S3cs | ۴۰/۴۷ | S3c |

CS, S, t و n نشاندهنده محدودیت اقلیم، خصوصیات فیزیکی خاک، توپوگرافی و شور و سدیمی بودن خاک

کم (S3)، ۸۳۳ هکتار (۰/۵/۰۱) در کلاس نامناسب (N) و ۶۲۴ هکتار (۰/۳/۷۶) در کلاس NS (مطالعه نشده) قرار گرفتند. به طور کلی در ارزیابی تناسب اراضی برای کشت گندم و جو دیم در نواحی مطالعه شده اقلیم به عنوان محدود کننده‌ترین عامل است که تولید محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد. اکثر نواحی زراعی - زیستگاهی در

با توجه به نتایج به دست آمده حدود ۱۴۸۸۷ هکتار (۰/۸۹/۵۸) از اراضی مورد مطالعه در کلاس تناسب کم (S3)، ۱۱۰۷ هکتار (۰/۶/۶۶) در کلاس نامناسب (N) و ۶۲۴ هکتار (۰/۳/۷۶) در کلاس NS (مطالعه نشده) برای کشت گندم دیم قرار گرفت. برای کشت جو دیم حدود ۱۵۱۶۱ هکتار (۰/۹۱/۲۳) از اراضی در کلاس تناسب

با توجه به شکل فوق عملکرد پیش‌بینی شده‌ی گندم دیم، بین ۳۴۲/۱ تا ۲۹۹۲/۳ کیلوگرم در هکتار و برای جو دیم بین ۴۵۴/۷ تا ۴۰۴۲/۶ کیلوگرم در هکتار برآورد شد. برای هر دو محصول کمترین عملکرد مربوط به ناحیه W و بیشترین عملکرد در نواحی B و X است. نتایج نشان داد که مهمترین عامل محدودیت در کشت دیم محصولات در منطقه، محدودیت حاصل از کمبود بارندگی است. پیش-بینی می‌شود با تأمین آب به وسیله آبیاری تکمیلی در مراحل مورد نیاز رشد محصولات، عملکرد را افزایش داد، و با توجه به عملکرد به دست آمده در پهنه‌ها، در صورت کشت دیم در منطقه مورد مطالعه، مناسبترین محصول جو و در درجات بعدی گندم معرفی می‌شود. یه و وانراست (۲۰۰۲) پتانسیل تولید اراضی را برای گندم دیم در شرایط مدیریت متوسط در شمال چین در واحدهای خاک مختلف بین صفر تا ۲/۳ تن در هکتار بدست آوردند. موسوی (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای در شرایط کمبود آب را برای محصولات گندم، جو و نخود دیم در ایستگاه پژوهشی کوهین استان قزوین بدست آوردند و مقدار آن را به ترتیب ۴۷۴۴، ۳۱۳۲ و ۳۰۹۸ کیلوگرم در هکتار ارائه کردند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

این مطالعه با هدف تعیین نواحی زراعی-زیستگاهی اراضی که یک ابزار ضروری و اجتناب ناپذیر برای برنامه‌ریزی کشاورزی است در بخشی از اراضی قزوین انجام شد. از ادغام نقشه‌های نواحی زراعی-اقلیمی و زراعی-خاکی ۴۳ ناحیه زراعی-زیستگاهی به دست آمد و ارزیابی تناسب اراضی و پتانسیل تولید اراضی در هر یک از نواحی برای محصولات گندم و جو دیم با استفاده از روش پارامتریک (ریشه دوم) انجام شد. نتایج نشان داد بارندگی در طی دوره رشد یکی از عوامل محدود کننده رشد می‌باشد و در صورت کشت

قسمت شمالی منطقه، علاوه بر محدودیت اقلیم، درصد سنگریزه، عمق خاک و توپوگرافی و در قسمت جنوبی منطقه شور و سدیمی بودن اراضی و گچ نیز از عوامل مهم محدودیت برای کشت محصولات دیم مطرح می‌باشند. برای هر دو محصول گندم و جو دیم، نواحی O، W و N دارای کمترین شاخص اراضی است و کشت محصولات در این نواحی توصیه نمی‌شود. به طور کلی، جو نسبت به گندم در برابر شرایط نامساعد از جمله خشکی و شوری مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهد و همچنین دارای دوره رشد کوتاه‌تر و رطوبت مورد نیاز کمتری در طی دوره‌رشد نسبت به گندم برخوردار می‌باشد (نویدی، ۱۳۹۱). بر این اساس نواحی زراعی-زیستگاهی برای جو دارای شاخص اراضی بیشتری نسبت به گندم به دست آمد. ونبتم (۲۰۱۳)، ارزیابی تناسب اراضی را برای انواع محصولات دیم، از جمله گندم و جو در منطقه پین فرانسه انجام داد.

نتایج نشان داد که اقلیم منطقه برای گندم و جو در کلاس S2، و ۱۰۰ درصد از مساحت کل منطقه برای جو در کلاس S3، و ۹۶ درصد از مساحت منطقه برای گندم در کلاس S2 و چهار درصد در کلاس S3 قرار دارد. مادرانو و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای در تونس بیان داشتند که ۱۸ درصد از منطقه مورد مطالعه برای کشت غلات دیم نامناسب است. آن‌ها عوامل محدود کننده را شوری و قلیائیت اراضی، فرسایش بادی و ضخامت کم خاک معرفی کردند. محمد رضایی و همکاران (۱۳۹۰)، ارزیابی تناسب اراضی را با توجه به میزان تولید محصول برای محصولات گندم و جو دیم در منطقه تاکستان انجام داده و نشان دادند که اکثر واحدهای اراضی برای گندم و جو دیم به ترتیب در کلاس‌های S2 و S3 قرار دارند. در این پژوهش همچنین پتانسیل تولید اراضی (تولید پیش‌بینی شده) در هریک از نواحی زراعی-زیستگاهی برای محصولات مورد نظر نیز محاسبه شد که نتایج آن در شکل (۵) نشان داده شده‌است.

تناسب اراضی استفاده شد. استفاده توأم از سنجش از دور و GIS، یک مجموعه ابزارهای قدرتمند برای ذخیره، بازیابی، تحلیل و به روز کردن داده‌ها فراهم می‌کنند که نتایج آن می‌تواند به منظور برنامه‌ریزی، مدیریت منابع اراضی، کشت هر محصول مطابق با پتانسیل اراضی و در نهایت دستیابی به کشاورزی پایدار ارزشمند، کاربردی و گرانبها باشد.

با توجه به اینکه نقشه‌ی نواحی زراعی - زیستگاهی در بردارنده اطلاعات مربوط به خصوصیات اقلیم و خاک است و می‌تواند برای برنامه‌ریزی و مدیریت اراضی مورد استفاده قرارگیرد، پیشنهاد می‌شود در سایر استان‌های کشور به خصوص در مناطقی که دارای تنوع اقلیم، توپوگرافی و خاک هستند نیز این‌گونه مطالعات انجام شود. دشت قزوین دارای پتانسیل زیادی در زمینه تولید محصولات کشاورزی در کشور است پیشنهاد می‌شود برای سایر محصولات اقتصادی و باغی نیز انجام شود.

دیم این محصولات به علت اینکه مقداری از دوره رشد آنها خارج از دوره رشد در منطقه قرار می‌گیرند، با تأمین آب به وسیله آبیاری تکمیلی در مراحل مورد نیاز می‌توان به سطح بالاتری از تولید دست یافت. استفاده کشاورزان از ارقام گندم و جو دیم زودرس نیز با توجه به اینکه کمتر تحت کمبود تنش آب در انتهای سیکل رشد قرار می‌گیرند می‌تواند پیشنهاد شود. در مورد محدودیت‌های مربوط به خصوصیات خاک نیز نتایج نشان داد در قسمت شمالی منطقه، علاوه بر محدودیت اقلیم، محدودیت‌های مربوط به درصد سنگریزه، عمق خاک و توپوگرافی و در قسمت جنوبی منطقه شور و سدیمی بودن اراضی و گچ مشاهده می‌شود و با آبخویی، زهکشی اراضی و مدیریت بقایای گیاهی می‌توان به عملکرد بالاتری از محصولات دست پیدا کرد.

در این پژوهش از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، به عنوان ابزاری قدرتمند به عنوان یک پایگاه اطلاعات برای تجزیه و تحلیل اطلاعات و تهیه نقشه‌های

فهرست منابع

۱. غفاری، ع. ا.، پائو و ا. میر قاسمی. ۱۳۹۱. پهنه‌بندی اگرواکولوژی حوضه آبریز رودخانه کرخه. مجله علوم کشاورزی دیم ایران. ج. ۱، ش. ۱، ص. ۱۶-۱.
۲. فرج زاده، م. ۱۳۹۱. تکنیک‌های اقلیم شناسی، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت). ۳۰۴ صفحه.
۳. کاظمی، ح.، ز. طهماسبی، ب. کامکار، ش. شتابی و س. صادقی. ۱۳۹۲. پهنه‌بندی زراعی - بوم شناختی استان گلستان جهت کشت سویا با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ج. ۲۳، ش. ۴، ص. ۴۰-۲۱.
۴. محمدرضایی، ن.، ف. سرمدیان و ا. حیدری. ۱۳۹۰. ارزیابی تناسب اراضی با توجه به میزان تولید محصول برای کاربری‌های گندم و جو دیم در منطقه تاکستان. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران. تبریز. شهریور ۱۳۹۰.
۵. موسوی، ا. ۱۳۹۲. ارزیابی تناسب اراضی برای کشاورزی با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران. ۱۶۰ صفحه.
۶. نصیری محلاتی، م.، ع. کوچکی. ۱۳۸۸. پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی گندم در استان خراسان: برآورد پتانسیل و خلأ عملکرد. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ج. ۷، ش. ۲، ص. ۷۰۹-۶۹۵.

۷. نویدی، م. ۱۳۹۱. کاربرد روش‌های پیشرفته ارزیابی اراضی برای دستیابی به کشاورزی پایدار با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در شرق استان قزوین (منطقه زاغه). پایان نامه دکتری دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران. ۳۵۴ صفحه.
8. Anasiru, R., M. Rayes, B. Setiawan, and D. Soemarno. 2013. An Agro-ecological approach for sustainable farming in Langge Sub-watershed, Bolango Watershed, Gorontalo, Indonesia, *Journal of Enviromental and Earth Science*, 3: 1-11.
 9. Benthem, R. V. 2013. Land evaluation for rain fed agriculture in the Mediterranean Peyne area, Southern France. Master thesis. Physical geography Utrecht University. 106 pp.
 10. ENVI Tutorial: Classification Methods 4.3.
 11. FAO. 1996. Agro-ecological zoning, Guidelines. FAO soils bulletin No: 76. FAO. Rome.
 12. FAO. 1997. Land quality indicators and their use in sustainable agriculture and rural development, FAO, Rome, Italy. 212.
 13. Huang, C. L., S. Davis., and G. Townshend. 2002. An assessment of support vector Machines for land cover classification. *International Journal of Remote Sensing*, 23 (4): 725-749.
 14. Ismail, M. 2012. Using Remote Sensing and GIS Application in Agro-ecological zoning of Egypt. *International Journal of Environmental Sciences*, 2: 85-94.
 15. Madrau, S., C. Zucca, A. Urgeghe, F. Julitta, and F. Previtali. 2010. Land suitability for crop option evaluation in areas affected by Desertification: The case study of Feriana in Tunisia, Springer, 179-193.
 16. Maji, A., N. Krishna, and O. Challa. 1998. Geographical information system in analysis and interpretation of soil resource data for land use planning. *Journal of Indian Society of Soil Science*, 46(2): 260 – 263.
 17. Mountrakis, G., J. Im, and C. Ogole. 2011. Support vector machines in remote sensing: A review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 66: 247-259.
 18. Otukei, J.R., and T. Blaschke. 2010. Land cover change assessment using decision trees, support vector machines and maximum likelihood classification algorithms. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 125: 527-531.
 19. Patel, N.R., U.K. Mandal, and L. Pande. 2000. Agro-ecological zoning system - a remote sensing and GIS perspective. *Journal of Agrometeorology*, 2: 1-33.
 20. Sys, C., E. Van Ranst, J. Debaveye, and F. Beernarent. 1993. Land evaluation. Part III: Crop requirements. International training center for post graduate soil scientist. Ghent University, Ghent, 199 pp.
 21. Sys, C., E. Van Ranst, and J. Debaveye. 1991. Land evaluation. Part I: Principles in land evaluation and crop production calculations. General Administration for Development cooperation. Agricultural Publisher. No. 7, Brussels, Belgium, 274pp.
 22. Teka, k., and M. Haftu. 2012. Land Suitability Characterization for Crop and Fruit Production in Midlands of Tigray, Ethiopia, *African Journals*, 4: 64-76.
 23. USDA- NRCS, Soil Survey Staff. 2010. Keys to Soil Taxonomy. 11th edition.
 24. Walke, N., G. Reddy, A. Maji, and S. Thayalan. 2012. GIS-based multicriteria overlay analysis in soil-suitability evaluation for cotton (*Gossypium spp.*): A case study in the black soil region of central India. *Computers & Geosciences*, 41: 108-118.

25. Ye, L., and E. Van Ranst. 2002. Population carrying capacity and sustainable agricultural use of landresources in Caoxian County (North China). *Journal of Sustainable Agriculture*, 4: 75-94.