Archiv

نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد یازدهم، شماره دوم، تابستان ۹۷
۱-۱۷
http://ejcp.gau.ac.ir
DOI:

ارزیابی زراعی– بوم شناختی اراضی شهرستان گنبدکاوس جهت کشت گندم دیم با استفاده از تحلیل‌های مکانی سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)

شیوا فرهادیان عزیزی[۱]، *حسین کاظمی[۲] و افشین سلطانی[۳]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد کشاورزی اکولوژیک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]دانشیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]استاد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/٥/۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۱۱/۲۰

چکیده

سابقه و هدف: گندم در سطح وسیعی از اراضی کشاورزی دنیا تحت نظام‌های مختلف زراعی کشت می‌شود. حدود ٦٦ درصد از سطح زیر کشت گندم در ایران به‌صورت دیم می‌باشد. برآوردهای موجود نشان می‌دهد که نیاز ایران به گندم تا سال ۱٤۰۰ از مرز ۲۰ میلیون تن در سال خواهد گذشت. تعیین تناسب اراضی برای یک گیاه خاص مانند گندم نیازمند در نظر گرفتن بسیاری از متغیرهاست. ارزیابی متغیرهای محیطی و درک محدودیت‌های فیزیکی می‌تواند به تعیین مناطق مستعد کشاورزی کمک کند. ویژگی‌های توپوگرافی، شرایط اقلیمی و کیفیت خاک یک منطقه مهمترین متغیرهای تأثیرگذار در ارزیابی تناسب اراضی هستند. هدف از این مطالعه ارزیابی متغیرهای محیطی جهت پهنه‌بندی زراعی– بوم شناختی اراضی کشاورزی شهرستان گنبدکاوس برای کشت گندم دیم با استفاده از قابلیت‌ها و تحلیل‌های مکانی سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) می‌باشد.

مواد و روش‌ها: ابتدا نیازهای زراعی– بوم‌شناختی گیاه گندم با استفاده از منابع علمی تعیین گردید. سپس براساس آن، نقشه‌های موضوعی موردنیاز تهیه شدند. متغیرهای محیطی مورد مطالعه دمای متوسط سالانه، دمای کمینه سالانه، دمای بیشینه سالانه، دمای مطلوب جوانه‌زنی، دمای مطلوب سنبله‌دهی، دمای مطلوب پر شدن دانه، متوسط تشعشع، بارش سالانه، بارش پاییزه، بارش بهاره، بارش اردیبهشت ماه، درصد شیب، ارتفاع از سطح دریا، جهات شیب، ماده آلی، شوری و pH بودند. پس از تهیه این لایه‌ها، کار طبقه‌بندی و رتبه‌بندی هر لایه در چهار طبقه (بسیار مستعد، مستعد، نیمه‌مستعد و غیرمستعد) صورت گرفت. از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای تعیین وزن معیارها از طریق تجزیه و تحلیل پرسشنامه‌ها استفاده شد. در پایان به‌وسیله روش هم‌پوشانی وزنی در محیط GIS، نقشه تناسب اراضی در ٤ پهنه تولید شد.

یافته‌ها: در این مطالعه مشخص گردید که به‌ترتیب ۹/۲۰ و ۲٤/۷۳ درصد از زمین‌های کشاورزی شهرستان گنبدکاوس جهت تولید گندم در پهنه‌های بسیار مستعد و مستعد قرار می‌گیرند. این مناطق در بخش‌های جنوبی شهرستان شناسایی شدند. در این اراضی از نظر انواع متغیرهای بارش و دما، درصد شیب، ارتفاع از سطح دریا و عوامل خاکی،

*مسئول مکاتبه: hkazemi@gau.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

محدودیتی جهت کشت گندم دیم وجود ندارد. در این ارزیابی پهنه‌های نیمه مستعد (۳۹/۹۲ درصد) و غیرمستعد (۲۶/۱۵ درصد) به قسمت‌های مرکزی، شمالی و شمال شرقی شهرستان اختصاص یافت. این مناطق حداقل از نظر یک متغیر محیطی دارای محدودیت بودند.

نتیجه‌گیری: در این تحقیق مشخص شد که ۳۳/۹۳ درصد از اراضی کشاورزی مورد مطالعه از نظر توپوگرافی، خاکی و اقلیمی شرایط مناسبی برای تولید گندم دارند و محدودیتی از این نظر این متغیرها وجود ندارد. از عوامل محدودکننده کشت گندم دیم در مناطق نیمه مستعد و غیرمستعد، بارش اندک بهاره و سالانه، درصد ماده‌آلی پایین و شوری بالای خاک را می‌توان نام برد.

واژه‌های کلیدی: تناسب اراضی، گنبدکاوس، گندم دیم، متغیرهای محیطی

مقدمه

گندم یک محصول راهبردی و اساسی در دنیا و هم‌چنین تأمین کننده اصلی رژیم غذایی مردم ایران و قسمت اعظم تأمین پروتئین و کالری موردنیاز افراد جامعه به حساب می‌آید (۱۸). این گیاه در مساحت وسیعی از زمین‌های کشاورزی دنیا و ایران به‌خصوص بین ۳۰ تا ٦۰ درجه عرض شمالی و ۲۵ تا ٤۰ درجه عرض جنوبی کشت می‌شود. حدود ٦٦ درصد از سطح زیر کشت گندم در ایران به‌صورت دیم می‌باشد (۲۷). برآوردهای موجود نشان می‌دهد که نیاز ایران به گندم تا سال ۱٤۰۰ از مرز ۲۰ میلیون تن در سال خواهد گذشت (۱۲). بنابراین اگر بتوان با توجه به نیازهای بوم‌شناختی مناطق مستعد کشت محصول را شناسایی نمود و در کنار آن به محدودیت‌ها و توانمندی‌های محیطی پی برد، عملا می‌توان به عملکرد بیشتر و پایدار در واحد سطح با حفظ منابع محیطی دست یافت (۱۹).

روش ارزیابی تناسب اراضی برای گیاه خاص که شامل ارزیابی کیفی و کمی تناسب اراضی است، اولین بار توسط فائو پیشنهاد شد. این روش ارزیابی، عوامل مؤثر در تولید محصولات را در نظر گرفته و با توجه به نیازهای هر محصول عمل مقایسه و انطباق خصوصیات اراضی با نیازهای هر محصول را انجام داده و در نهایت تناسب اراضی را برای تولید آن محصول تعیین می‌نماید (۱۱). فائو این چارچوب اولیه تناسب اراضی را برای استفاده‌های مختلف در برخی نشریات با اهداف خاص چاپ کرده است. امروزه قابلیت‌ها و پتانسیل‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در تحلیل زمانی و مکانی داده‌های زمینی بر هیچ کسی پوشیده نیست. استفاده از این سامانه در تهیه نقشه تناسب اراضی برای یک محصول خاص، الگوی توزیع مناسب بودن آن محصول برای هر واحد نقشه در واحدهای اراضی را نشان می‌دهد (۳۱).

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)[1] یکی از روش‌های ارزیابی چند معیاره و یکی از جامع‌ترین آن‌هاست (۱٦). این روش اولین بار توسط ساعتی در دهه ۱۹۷۰ ابداع شد و در تصمیم‌گیری‌هایی که دارای شاخص‌های کمی و کیفی باشند، مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۸). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، یک نمایش گرافیکی از مساله پیچیده واقعی می‌باشد که در رأس آن هدف کلی مساله و در سطوح بعدی معیارها و گزینه‌ها قرار دارند (۲۰). در روش AHP مساله پیچیده از طریق تشکیل درخت سلسله مراتبی حل

1- Analytical Hierarchy Process

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شود. در آن گزینه‌ها تصمیم‌گیری، با هم دیگر رقابت کرده و به صورت دو به دو مورد مقایسه قرار می‌گیرند (١٤).

آکینچی و همکاران (٢٠١٣) تحقیقی را به‌منظور تناسب اراضی کشاورزی در منطقه یوسفلی در ترکیه با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی انجام دادند (٦). ایشان از متغیرهای خاک (عمق خاک و فرسایش خاک) و توپوگرافی (شیب، جهت‌های شیب و ارتفاع از سطح دریا) استفاده نمودند. در این مطالعه برای تعیین وزن متغیرها از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد. نتایج آن نشان داد که ٠/٠٨ درصد منطقه مورد مطالعه برای تولید محصولات کشاورزی بسیار مستعد بوده در حالی‌که ١/٥٥ درصد نیمه مستعد و ٦/٣ درصد در پهنه حاشیه‌ای و غیرمستعد قرار داشتند. سایر اراضی به پهنه‌های جنگلی و مرتع اختصاص داشت. رحمان و ساها (٢٠٠٨) با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور به تدوین الگوی کشت مناسب برای منطقه سیل خیز بوگرا در بنگلادش پرداختند (٢٦). آنان مشاهده کردند که منطقه موردنظر تناسب متوسط تا بالایی برای اجرای الگوی کشت اول: برنج- گندم/ سیب‌زمینی، الگوی کشت دوم: برنج (کشت تأخیری)- سیب‌زمینی، الگوی کشت سوم: سیب‌زمینی- برنج و الگوی کشت چهارم: برنج- خردل داراست.

در مطالعه‌ای از ٢٠ متغیر محیطی از جمله عوامل اقلیمی، عوامل توپوگرافی و ویژگی‌های خاک برای تعیین تناسب اراضی جهت کشت توتون و تنباکو استفاده شد. این مطالعه در استان شاندونگ چین با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی انجام شد (٣٦). همچنین کار تعیین تناسب اراضی جهت کشت گندم دروم در الجزایر (٢٣)، تعیین تناسب کاربری‌های مختلف دهکده دومرک در ترکیه (٢٩) و تناسب اراضی برای کشت برخی محصولات زمستانه و تابستانه در هند (٢٤) با تلفیق سامانه اطلاعات جغرافیایی و با فرآیند تحلیل سلسله مراتبی انجام شد. بلیانی و همکاران (٢٠١٢) پهنه‌بندی اقلیمی- کشاورزی گندم دیم را در استان فارس با استفاده متغیرهای اقلیمی مورد بررسی قرار دادند. ایشان برای انجام این کار از تحلیل‌های مکانی سامانه اطلاعات جغرافیایی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی استفاده نمودند. نتایج نشان داد که در بین متغیرهای اقلیمی، بارش سالانه و نحوه توزیع آن در طول فصل رشد و هم‌چنین درجه حرارت مهم‌ترین عامل در فرآیند کشت گندم دیم محسوب می‌شوند و نتایج پهنه‌بندی حاکی از این بود که حدود ٤١/٥٤ درصد از مساحت استان در قسمت‌های غرب، شمال غرب و محدوده‌هایی از مرکز و جنوب غرب دارای استعداد بسیار مناسب جهت کشت گندم دیم می‌باشند (٨). کاظمی (٢٠١٣) در تحقیقی استعدادسنجی اراضی کشاورزی شهرستان گرگان را جهت کشت جو لخت با ارزیابی ١٠ عامل محیطی براساس منطق بولین و با کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی انجام داد. نتایج نهایی ایشان تحقیق نشان داد که سطح وسیعی از اراضی شهرستان گرگان جهت تولید جو لخت مناسب می‌باشد (١٩). نصراللهی (٢٠١٤) پهنه‌بندی کشت گندم، جو و یونجه را در شهرستان آق‌قلا با استفاده از عوامل اقلیمی و طبیعی در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی انجام داد. نتایج حاصل از پهنه‌بندی‌ها نشان داد که اراضی جنوبی شهرستان آق‌قلا، بسیار مستعد در تولید این گیاهان زراعی می‌باشند (٢٥).

استان گلستان دارای رتبه بالا در تولید و سطح زیر کشت محصولات دیم در کشور می‌باشد. شهرستان گنبدکاووس یکی از شهرستان‌های مهم تولیدکننده‌ی گندم دیم در این استان است. آمارها نشان می‌دهد که روند تولید و عملکرد گندم دیم در سطح استان گلستان مخصوصا در این شهرستان یک روند ناپایدار،

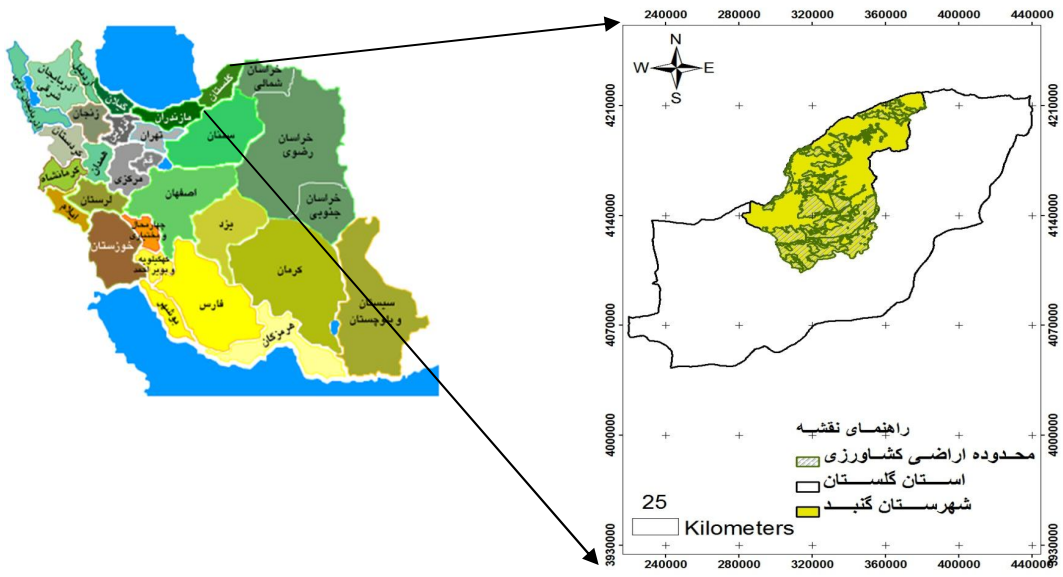
www.SID.ir

Archive of SID

غیرقابل پیش‌بینی و دارای نوسان می‌باشد. به‌عنوان مثال در طی سال‌های ۸۹-۱۳۸٦ روند عملکرد گندم دیم در شهرستان گنبدکاوس از ۷۲٤ کیلوگرم در هکتار تا ۱٦٦۸ کیلوگرم در هکتار متغیر گزارش شده است (٤). بنابراین با توجه به سطح وسیع اراضی دیم‌زار در این شهرستان، ناپایداری و نوسان عملکرد و تنزل کیفیت منابع محیطی در این منطقه، این مطالعه با هدف ارزیابی زراعی- بوم‌شناختی اراضی کشاورزی کنونی شهرستان گنبدکاوس جهت کشت گندم دیم، براساس فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و سامانه اطلاعات جغرافیایی انجام شد. تعیین محدودیت‌ها و مزیت‌های کشت گندم دیم در این منطقه و شناخت میزان مرغوبیت و قابلیت‌های منطقه جهت کشت این گیاه از دیگر اهداف این پژوهش بود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: شهرستان گنبد کاوس بین ٥٤ درجه و ۳۱ دقیقه تا ٥٥ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۳ دقیقه تا ۳۸ درجه و ٦ دقیقه عرض شمالی در قسمت شمالی و مرکزی استان گلستان واقع شده است. این شهرستان مساحتی معادل ٥۰۷۱ کیلومتر مربع دارد که از شمال به کشور ترکمنستان، از جنوب به شهرستان‌های رامیان، آزادشهر و مینودشت، از شرق به شهرستان‌های کلاله و مراوه تپه و از غرب به شهرستان آق‌قلا محدود می‌شود (۱٥). شهرستان گنبدکاوس یکی از مراکز مهم تولید گندم دیم در استان گلستان می‌باشد. سطح زیر کشت گندم دیم در این شهرستان در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹، ۸٥۷۸۲ هکتار گزارش شده است (٤). محدوده مورد مطالعه در این پژوهش، اراضی کشاورزی شهرستان گنبدکاووس (۱۹۸۸٦٥ هکتار) در استان گلستان می‌باشد که در شکل (۱) نشان داده شده است. این اراضی کشاورزی در قسمت‌های شمال، مرکز و جنوب شهرستان گنبدکاوس واقع شده که از نقشه کاربری اراضی استان گلستان به‌دست آمده است.



شکل ۱- محدوده اراضی کشاورزی شهرستان گنبد کاووس و موقعیت آن در استان گلستان و کشور.

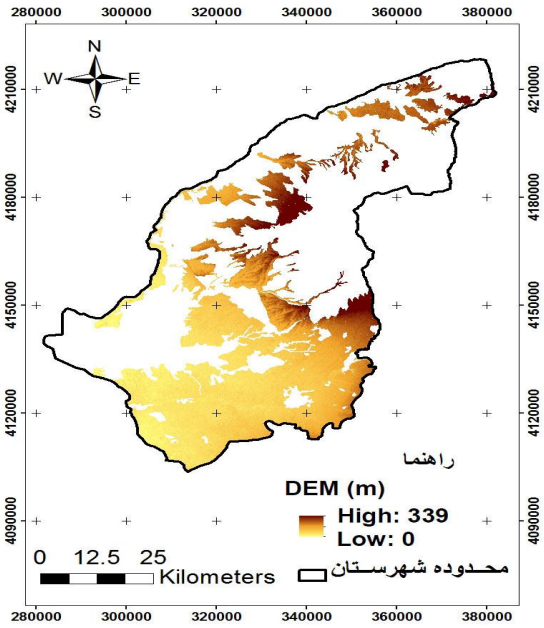
Figure 1. The boundry of agricultural lands of Gonbad–e-Kavous township and its location in the Golestan province and country.

www.SID.ir

Archive of SID

تهیه نقشه‌ها و لایه‌های اطلاعاتی محیطی

نقشه‌های عوامل توپوگرافی: برای تهیه لایه‌های توپوگرافی یعنی نقشه‌های جهات شیب، درصد شیب و ارتفاع از سطح دریا، از مدل رقومی ارتفاع (DEM)[1] با دقت ۴۰ متر در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ استفاده شد. این کار با استفاده از تحلیل‌های مکانی موجود در نرم‌افزار ArcGIS انجام و سپس لایه‌های تهیه شده، طبقه‌بندی گردید. شکل (۲) مدل رقومی ارتفاع را نشان می‌دهد.



شکل ۲- لایه مدل رقومی ارتفاع در محدوده اراضی کشاورزی شهرستان گنبدکاووس.

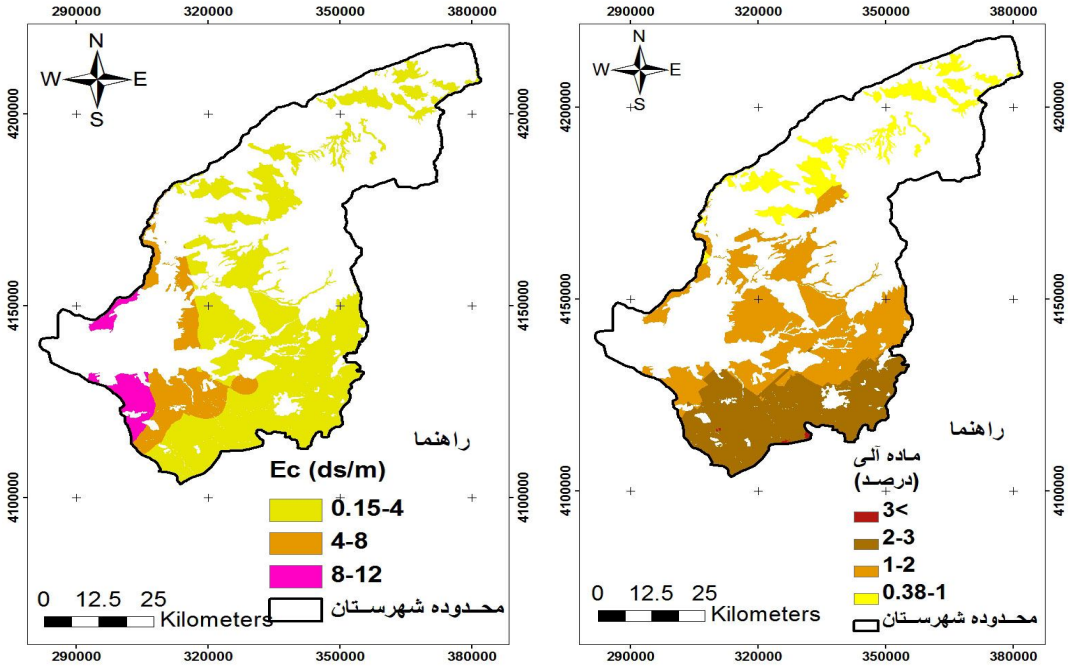
Figure 2. Digital Elevation Model layer of agricultural lands in Gonbad–e-Kavous township.

نقشه‌های خاک: به‌منظور تهیه نقشه برخی از مشخصه‌های خاک از قبیل شوری، pH و ماده‌آلی از اطلاعات ۳۰۰ نقطه پروفیل خاک استان گلستان استفاده شد. این اطلاعات از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان تهیه و نقشه‌های رقومی آنها با استفاده از روش‌های مختلف درون‌یابی مانند کریجینگ معمولی، توابع پایه شعاعی و وزن‌دهی فاصله معکوس تولید گردید (شکل ۳).

1- Digital Elevation Model

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- نقشه‌های مقادیر ماده آلی و هدایت الکتریکی **در اراضی کشاورزی شهرستان گنبدکاووس.**

Figure 3. Organic matter and EC maps in the agricultural lands of Gonbad-e-Kavous township.

نقشه‌های اقلیمی: به‌منظور تهیه نقشه‌های رقومی انواع متغیرهای بارش و دما و نیز متوسط تشعشع، از آمار و اطلاعات ۵۰ ساله (۱۳٤۲ تا ۱۳۹۲) ۹۰ ایستگاه باران‌سنجی، اقلیم‌شناسی و هم‌دیدی مستقر در سطح استان گلستان استفاده شد (شکل ٤). تعدادی از این ایستگاه‌ها زیر نظر سازمان هواشناسی کشور و تعدادی تحت نظارت وزارت نیرو می‌باشند. برای تهیه لایه‌های مربوطه، ابتدا آمار و اطلاعات ایستگاه‌های موجود در نرم‌افزار اکسل وارد و مرتب شد، سپس از طریق این نرم‌افزار میانگین‌گیری صورت پذیرفت. پس از آماده‌سازی داده‌ها، ابتدا نرمال بودن داده‌ها سنجیده شد و بعد با کمک نرم‌افزار GS ساختار مکانی داده‌ها با رسم نیم‌تغییرنما مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس با استفاده از توابع زمین آماری و میان‌یابی موجود در محیط ArcMap، کار میان‌یابی داده‌ها با استفاده از روش و مدل‌های مختلف مانند کریجینگ معمولی، وزن‌دهی فاصله معکوس و توابع پایه شعاعی برای متغیرهای اقلیمی انجام شد. براساس محاسبه معیار اعتبارسنجی مقادیر خطای برآورد (RMSE) (معادله ۱)، اعتبار و دقت این روش‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. در این کار از معیارهای مانند میانگین مطلق خطا (MAE) و میانگین انحراف خطا (MBE) نیز کمک گرفته شد. در نهایت روش-مدلی که دارای دقت بیشتر و خطای کمتری بود به‌عنوان روش برتر برگزیده شد. در جدول ۱ برترین روش‌های درون‌یابی مورد استفاده جهت تهیه نقشه برخی از متغیرهای اقلیمی نشان داده شده است. در این تحقیق جهت محاسبه متوسط تشعشع سالانه از روش سلطانی و مداح (۲۰۱۲) استفاده شد (۳۳).

معادله (۱)

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

که در این معادله RMSE ریشه دوم میانگین مربعات خطا، Z*(Xi) مقدار برآورد شده در نقطه Xi، Z(Xi) مقدار اندازه‌گیری شده در نقطه Xi و N تعداد نقاط می‌باشد (۲۲). در شکل ٤ برخی از نقشه‌های اقلیمی نشان داده شده است.

www.SID.ir

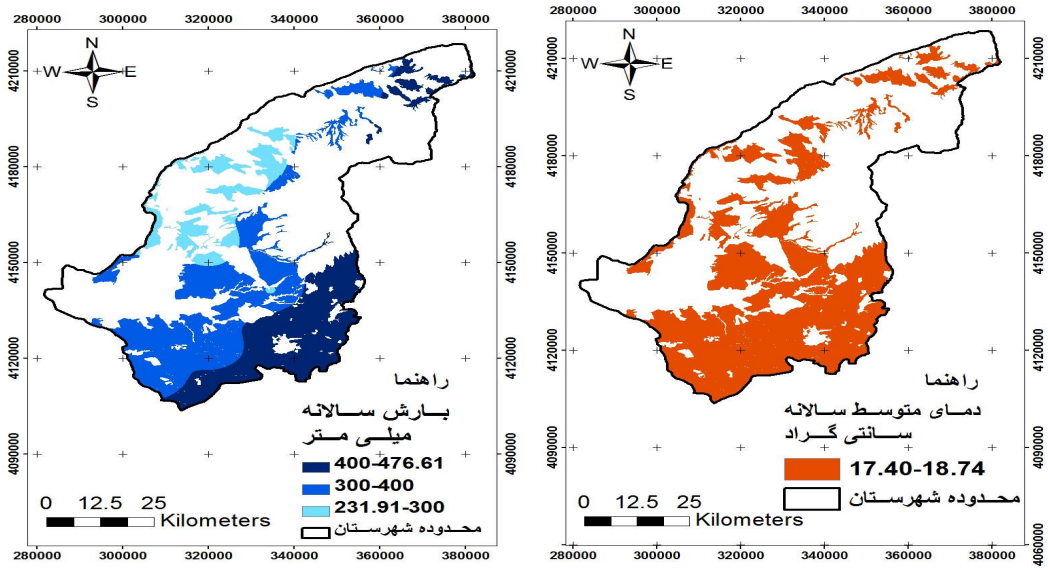
Archive of SID

جدول ۱- روش‌های درون‌یابی مورد استفاده جهت تهیه نقشه برخی از متغیرهای اقلیمی.

Table 1. The interpolation methods used to produce maps of some climatic variables.

متغیر Variable	روش- مدل برتر Best method / Model	شاخص Index	
بارش سالانه Annual rainfall	چندربعی Multiquadric	MAE MBE RMSE	15.16 5.41 25.83
بارش پاییزه Autumn rainfall	کریجینگ- کروی Kriging Spherical	MAE MBE RMSE	17.92 1.57 24.41
بارش بهاره Spring rainfall	چندربعی Multiquadric	MAE MBE RMSE	13.31 1.42 18.79
بارش اردیبهشت ماه May rainfal	کریجینگ- کروی Kriging Spherical	MAE MBE RMSE	8.22 10.62
دمای بیشینه سالانه Annual maximum temperature	کریجینگ- کروی Kriging Spherical	MAE MBE RMSE	0.76 0.11 1.03
دمای مطلوب جوانه‌زنی Optimum temperature for germination	کریجینگ- کروی Kriging Spherical	MAE MBE RMSE	0.61 0.06 0.76

Mean Absolute Error (MAE): میانگین مطلق خطا، Mean Bias Error (MBE): میانگین انحراف خطا و Root Mean Squared Error (RMSE): خطای برآورد.

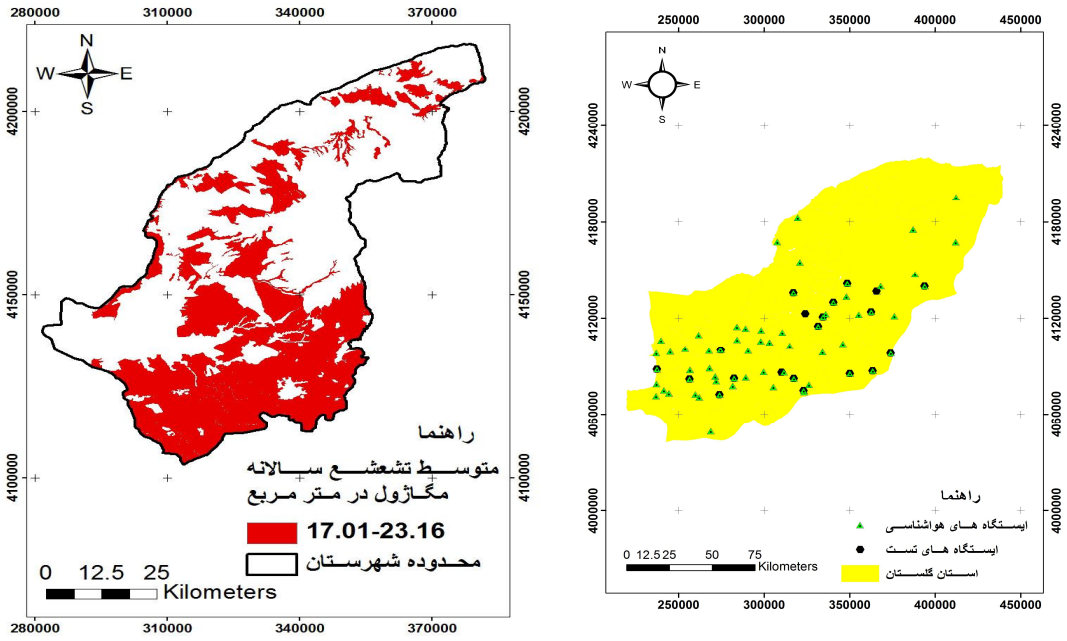


شکل ٤- نقشه دمای متوسط سالانه، بارش سالانه، متوسط تشعشع سالانه و پراکنش ایستگاه‌های هواشناسی در محدوده اراضی کشاورزی شهرستان گنبدکاوس.

Figure 4. The annual average temperature, rainfall, average annual radiation and meteorology stations maps of agricultural lands in the Gonbad–e-Kavous township.

www.SID.ir

Archive of SID



ادامه شکل ٤- نقشه دمای متوسط سالانه، بارش سالانه، متوسط تشعشع سالانه و پراکنش ایستگاه‌های هواشناسی در محدوده اراضی کشاورزی شهرستان گنبدکاوس.

Continue Figure 4. The annual average temperature, rainfall, average annual radiation and meteorology stations maps of agricultural lands in the Gonbad–e-Kavous township.

اجرای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP): اجرای این روش از طریق تشکیل درخت سلسله مراتبی، انجام مقایسات زوجی، محاسبه وزن اجزاء ساختار و اندازه‌گیری شاخص ناسازگاری انجام شد. اولین گام در روش AHP ساخت درخت سلسله مراتبی است که در سطح اول هدف اصلی تحقیق، یعنی تناسب اراضی جهت کشت گندم دیم در شهرستان گنبدکاوس قرار گرفت. در سطح دوم معیارهای اصلی تأثیرگذار در کشت محصول (توپوگرافی، خاک، اقلیم)، در سطح سوم زیر شاخه‌ها یا زیر معیارهای هرکدام از عوامل سطح دوم دسته‌بندی شدند. در این روش کارشناسان خبره زراعت، قضاوت‌های زوجی ساده‌ای را از طریق سلسله مراتب ایجاد شده تا رسیدن به اولویت‌ها برای تمامی گزینه‌ها انجام دادند. مقایسه‌های زوجی این تحقیق در قالب پرسشنامه و بر اساس طیف ۹ قسمتی ساعتی صورت پذیرفت (جدول ۲) پرسشنامه‌ها حاوی مقایسه‌های مشترک برای کلیه عوامل تأثیرگذار در کار تناسب اراضی بوده که توسط ۲۵ متخصص تکمیل شدند. در این کار از متخصصان زراعت شاغل در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان و شهرستان‌های گنبدکاوس، کلاله و گرگان کمک گرفته شد. تجزیه و تحلیل آن به‌وسیله نرم‌افزار Expert Choice نسخه ۲۰۰۰ انجام شد. در این تحقیق برای بررسی ناسازگاری در قضاوت‌ها، ضریبی به نام ضریب ناسازگاری (IR)[1] محاسبه شد. چنان‌چه این ضریب کوچکتر یا مساوی ۰/۱ باشد، سازگاری در قضاوت‌ها مورد قبول است و گرنه باید در قضاوت‌ها تجدیدنظر صورت پذیرد (۳۵).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقادیر ترجیحات برای مقایسات زوجی.

Table 2. Preferences amount for paired comparisons.

ترجیحات (قضاوت شفاهی) Preferences (Oral judgment)	مقدار عددی Numerical amount
کاملا مرجع یا کاملا مهم‌تر Extreme preference	9
ترجیح یا اهمیت خیلی قوی Judgment very strongly	7
ترجیح یا اهمیت قوی Judgment strongly	5
کمی مرجع یا کمی مهم‌تر Judgment slightly	3
ترجیح یا اهمیت یا یکسان Two attributes preferred equally	1
ترجیحات بین فواصل فوق Preferences between these intervals	2,4,6,8

نحوه ارزیابی تناسب اراضی: برای ارزیابی تناسب اراضی، ابتدا نیازهای محیطی گیاه گندم با استفاده از منابع موجود از جمله منابع و اسناد کتابخانه‌ای، مقالات، گزارش نهایی طرح‌های تحقیقاتی، پایان‌نامه‌ها و مشاوره با کارشناسان مراکز دانشگاهی و تحقیقات کشاورزی استان گلستان تعیین گردید. پس از تهیه این اطلاعات، طبقه‌بندی آن‌ها صورت پذیرفت (جدول ۳). سپس براساس متغیرهای این جدول، لایه‌های اطلاعاتی موردنیاز در محیط ArcMap تهیه گردید. این لایه‌ها عبارت بودند از دمای متوسط سالانه، دمای کمینه سالانه، دمای بیشینه سالانه، دمای مطلوب جوانه‌زنی، دمای مطلوب سبنله‌دهی، دمای مطلوب پر شدن دانه، متوسط تشعشع سالانه، بارش سالانه، بارش پاییزه، بارش بهاره، بارش اردیبهشت ماه، شیب، ارتفاع از سطح دریا، جهات شیب، ماده آلی، شوری و pH. بعد از تهیه این لایه‌ها، کار طبقه‌بندی و رتبه‌بندی هر لایه براساس جدول نیازهای محیطی گیاهان زراعی در چهار طبقه بسیار مستعد تا غیر مستعد صورت گرفت و لایه‌های رستری طبقه‌بندی شده آن‌ها تهیه شد. در این تحقیق جهت تعیین اهمیت و ارزش متغیرها، از اوزان و ضرایب به‌دست آمده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شد. کار فراخوانی ۱۷ لایه اطلاعاتی طبقه‌بندی شده در محیط ArcGIS نسخه ۱۰ آغاز و با کمک حسابگر شبکه‌ای (Raster Calculator) کار تلفیق و روی هم‌گذاری لایه‌ها با اختصاص وزن AHP به هر لایه انجام شد (هم‌پوشانی وزنی). در انتها کار نقشه خروجی در چهار پهنه، چگونگی انطباق نیازهای گیاه زراعی با شرایط محیطی منطقه را نشان داد.

1- Inconsistenc Ratio

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- طبقه‌بندی عوامل محیطی جهت کشت گندم دیم در شهرستان گنبدکاوس.

Table 3. Classification environmental variable for rainfed wheat cultivation in Gonbad–e-Kavous township.

متغیر Variable	بسیار مستعد (S1) High suitable	مستعد (S2) Suitable	نیمه مستعد (S3) Semi-suitable	غیرمستعد (NS) Unsuitable
میزان بارش سالانه (میلی‌متر) Annual precipitations (mm)	400<	300–400	200–300	<200
میزان بارش پاییزه (میلی‌متر) Autumn precipitations (mm)	>100	80–100	60–80	<60
میزان بارش بهاره (میلی‌متر) Spring precipitations (mm)	118<	110–118	80–110	40–80
میزان بارش اردیبهشت ماه (میلی‌متر) precipitation in May (mm)	50<	35–50	20 –35	<20
متوسط تشعشع سالانه (مگاژول در مترمربع) Average annual radiation (MJ/M^2)	12<	10–12	8–10	<8
دمای کمینه سالانه (سانتی‌گراد) Annual minimum temperature(^oC)	10–15	7–10	4–8	< 4
دمای متوسط سالانه (سانتی‌گراد) Annual average temperature(^oC)	16–20	20–12 , 24–16	24–8 , 30–12	>, 30 <8
دمای بیشینه سالانه (سانتی‌گراد) Annual maximum temperature(^oC)	20–25	25–30	30–37	>37
دمای مطلوب جوانه‌زنی (سانتی‌گراد) Optimum temperature for germination (^oC)	8–14	14–5 , 18–8	0–5	0
دمای مطلوب سنبله‌دهی (سانتی‌گراد) Suitable temperature in heading stage (^oC)	20-25	25-27 , 15-25	27-30	>30
دمای مطلوب پر شدن دانه (سانتی‌گراد) Suitable temperature in grain filling stage(^oC)	25-30	30-33	33-35	<35
شیب (درصد) Slope percent (%)	0–4	4–8	8–12	>12
جهت شیب Slope aspect	جنوبی- جنوب شرقی- بدون جهت South, eastsouth, float	شرقی- شمال شرقی East, eastnorth,	جنوب غربی- شمال غربی Weastsouth, weastnorth	غربی و شمالی Weast, north
ارتفاع از سطح دریا (متر) Elevation (m)	0–1000	1000–2000	2000–3000	>3000
ماده آلی (درصد) organic matter (%)	3 ≥	2–3	1–2	<1
هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (ds/m^2)	0–4	4–8	8–12	>12
اسیدیته pH	6.5–7.5	, 5.5–6.5 7.5–8.5	5 –5.5	<5.5

Refernces: Ghafari et al., (2000); Kazemi et al. (2015); Kamali et al. (2010); Rasoli et al.,(2005); Nasrollahi, (2014).

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل پرسشنامه‌های AHP نشان داد که در بین عوامل تأثیرگذار بر کشت گندم دیم در شهرستان گنبدکاوس، معیار اقلیم با وزن ۰/۵۶۷ دارای بالاترین اهمیت و عوامل توپوگرافی با ارزش وزنی ۰/۱۰۱ دارای کمترین اهمیت را از نظر متخصصان زراعت دارا بودند. در بین عوامل اقلیمی، بارش دارای بالاترین اهمیت و متوسط تشعشع با کمترین ارزش وزنی در رتبه آخر قرار گرفت (جدول ٤). در بین زیرمعیارهای مورد مطالعه مربوط به خاک،

www.SID.ir

Archive of SID

ماده آلی بالاترین و اسیدیته کمترین ارزش وزنی را دارا بودند. همچنین در بین سه عامل توپوگرافی از نظر کارشناسان، عامل شیب با ضریب ۰/۵۸۷ در صدر قرار گرفت. آهن‌ساز و همکاران (۲۰۱۲) وزن عوامل اقلیمی برای کشت گندم دیم در حوزه گرگان‌رود را معادل ۰/۹۵ و وزن عوامل توپوگرافی (شیب و جهت شیب) را معادل ۰/۰۵ گزارش کردند (۵). اعمی ازغدی و همکاران (۲۰۱۰) وزن مواد آلی را بالاتر از سایر عوامل دخیل مانند پتاسیم و فسفر در تهیه نقشه حاصل‌خیزی در منطقه شاوور اهواز با استفاده از AHP به‌دست آوردند (۱).

جدول ٤- ارزش وزنی معیارها و زیرمعیارهای مربوط به تناسب اراضی شهرستان گنبد کاوس جهت کشت گندم دیم براساس فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP).

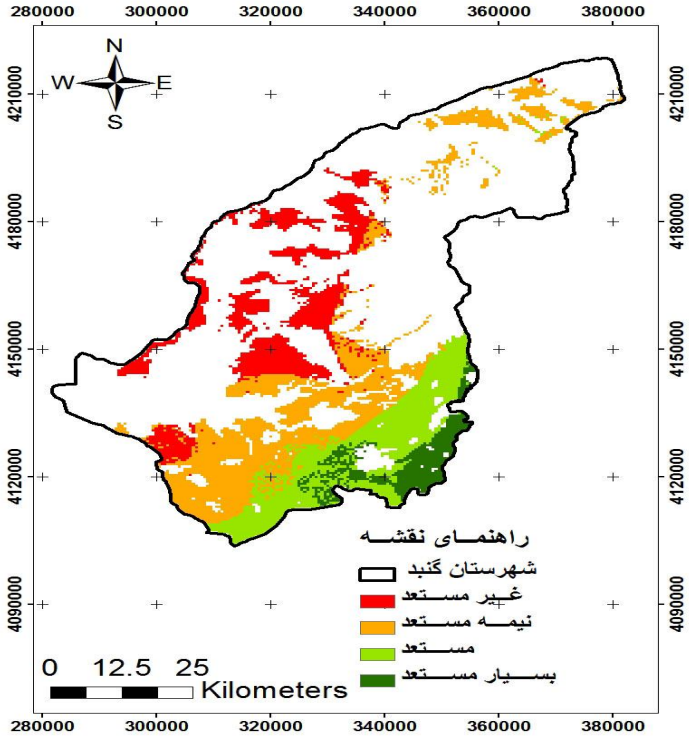
Table 4. The weighted value of the criteria and sub-criteria related to land suitability of Gonbad–e-Kavous township for rainfed wheat cultivation based on analytic hierarchy process (AHP).

معیاراصلی Main criteria	زیر معیار ۱ Sub-criterion1	زیر معیار ۲ Sub-criterion2	ضرایب Coefficients	اهمیت Importance	معیار اصلی Main criteria	زیر معیار ۱ Sub- criterion1	ضرایب Coefficients	اهمیت Importance
1- اقلیم Climate			0.567	1	2- توپوگرافی Topography		0.101	3
	الف) بارش Precipitations		0.723	1		شیب Slope	0.587	1
		بارش سالانه Annual precipitations	0.310	2		جهت شیب Slope aspect	0.272	2
		بارش پاییزه Autumn precipitations	0.192	3		ارتفاع از سطح دریا Elevation	0.141	3
		بارش بهاره Spring Precipitations	0.173	4	3- خاک Soil		0.332	2
		بارش اردیبهشت ماه Precipitation in May	0.326	1		ماده آلی Organic matter	0.543	1
	ب) دما Temperature		0.204	2		هدایت الکتریکی EC	0.386	2
		دمای کمینه سالانه Annual minimum temperature	0.066	5		اسیدیته pH	0.071	3
		دمای متوسط سالانه Annual average temperature	0.153	4				
		دمای بیشینه سالانه Annual maximum temperature	0.058	6				
		دمای متوسط جوانه‌زنی Average temperature of germination	0.154	3				
		دمای بیشینه سنبله دهی Suitable temperature in heading stage	0.255	2				
		دمای بیشینه پر شدن دانه Suitable temperature in grain filling stage	0.315	1				
	ج) تشعشع Radiation		0.073	3	ضریب ناسازگاری Incoinsistenc y Ratio (IR)		0.07	

نتایج ارزیابی زراعی- بوم شناختی اراضی: نقشه‌های ارزیابی تناسب اراضی شهرستان‌های گنبد کاوس جهت کشت گندم دیم در شکل ۵ نشان داده شده است. نتایج حاکی از آن است که از سمت جنوب به سمت شمال اراضی از میزان مطلوبیت عوامل محیطی و درجه طبقات تناسب کاسته شده به‌طوری‌که اراضی با توان بسیار مستعد و مستعد جهت کشت گندم دیم در جنوب منطقه مورد مطالعه شناسایی شدند (شکل ۵).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- تناسب اراضی کشاورزی شهرستان گنبدکاوس جهت کشت گندم دیم.

Figure 5. Land suitability map of Gonbad–e-Kavous township for rainfed wheat cultivation.

در این پژوهش مشخص شد که ۹/۲۰ درصد (۱۸۲۵۲/۷ هکتار) از زمین‌های زراعی شهرستان گنبدکاوس دارای پتانسیل تولید بالایی هستند که در پهنه بسیار مستعد (S1) قرار گرفتند (جدول ۵). این پهنه دارای پتانسیل عملکردی بین ۱۰۰-۸۰ درصد می‌باشد (۱۵). با توجه به دیدگاه چندجانبه این نوع مطالعه نسبت به عوامل بوم‌شناختی، این پهنه مکان بسیار مناسبی برای تأمین نیازمندی‌های محیطی و زراعی گندم دیم است. این پهنه بسیار مستعد، بیشتر در اراضی جنوب شرقی شهرستان مشاهده شد (شکل ۵). علت محدود بودن این ناحیه در اراضی کنونی کشاورزی شهرستان گنبدکاوس را می‌توان به عواملی از جمله تنزل کیفیت و کمیت عوامل محیطی مانند حاصلخیزی‌خاک و کمبود منابع رطوبتی دانست. هر ساله در این مناطق بسیار مستعد، شاهد کشت برخی محصولات پرتوقع با ارزش نقدینگی بالاتر هستیم که در کاهش کیفیت و کمیت منابع و تنزل درجه اراضی نقش مهمی دارند. به‌نظر می‌رسد وجود یک برنامه الگوی کشت مدون می‌تواند در حفظ این پهنه و پایداری منابع محیطی مؤثر باشد.

پهنه اراضی مستعد (S2) در بین چهار پهنه ارزیابی شده، مساحتی حدود ٤٩١٩٥/٥ هکتار را به خود اختصاص داد (جدول ۵). این پهنه دارای شرایط محیطی مطلوب البته کمی پایین‌ترنسبت به پهنه بسیار مستعد (S1) است. بارش سالانه حدود ٤٠٠ میلی‌متر، دماهای مناسب، ارتفاع کم از سطح دریا، شیب‌های کمتر و هم‌چنین هدایت الکتریکی پایین، اسیدیته و مقدار ماده‌آلی مناسب باعث شده که این مناطق دارای ۸۰ درصد پتانسیل تولید گندم باشند (۱۳). طبق شکل (۵) این پهنه مستعد بیشتر در اراضی جنوبی شهرستان گنبدکاوس واقع شده است. به‌طورکلی اراضی موجود در هر پهنه از نظر عوامل اقلیمی و محیطی ویژگی‌های

www.SID.ir

Archive of SID

واحدی را ارائه می‌دهند و برنامه‌ریزی واحدی را می‌طلبند. در این مطالعه مشخص شد که بیشتر اراضی کشاورزی مورد مطالعه از نظر توپوگرافی و اقلیمی شرایط مناسبی برای تولید گندم دارند و محدودیتی از این نظر وجود ندارد. براساس مطالعات انجام شده توسط داچنگ و همکاران (۲۰۱۱) در ارتباط با ارزیابی اقلیمی و خاکی کشت گندم زمستانه در منطقه بیجینگ چین، مشخص شد که می‌توان قابلیت کشت اراضی این منطقه را به پتانسیل آن از نظر توزیع مواد غذایی در خاک و مناسب بودن متغیرهای اقلیمی نسبت داد (۹). در مطالعه ساتیا و ریوسوک (۲۰۰۱) در کشور هند مشخص شد که توزیع بارش ماهانه و ارتفاع منطقه، عوامل اصلی در تعیین مناطق مستعد برای کشت گندم دیم می‌باشد (۳۲).

جدول ۵- مساحت پهنه‌های طبقه‌بندی شده جهت کشت گندم دیم در اراضی کشاورزی شهرستان گنبدکاوس.

Table 5. The area of classified zones for rainfed wheat cultivation in agricultural lands of Gonbad–e-Kavous township.

طبقات Classes	مساحت (هکتار) Area (ha)	نسبت مساحت پهنه به مساحت اراضی کشاورزی شهرستان (درصد) Ratio zone area to agricultural lands areas of township (%)
پهنه بسیار مستعد (S1) High suitable zone	18252.7	9.20
پهنه مستعد (S2) Suitable zone	49195.5	24.73
پهنه نیمه مستعد (S3) Semi-suitable zone	79394.4	39.92
پهنه غیرمستعد (NS) Unsuitable zone	52022.5	26.15

در این تحقیق، اراضی نیمه مستعد (S3) جهت کشت و تولید گندم دیم با مساحت ۷۹۳۹٤/٤ هکتار (۳۹/۹۲ درصد)، بیشترین مساحت را در بین پهنه‌های موجود به خود اختصاص داد (جدول ۵). این اراضی با استعداد نیمه مستعد در بخش وسیعی از مرکز و شمال شرقی اراضی کشاورزی شهرستان گنبدکاوس مشاهده شد (شکل ۵). گزارش شده که در چنین مناطقی معمولا ٤۰ تا ٦۰ درصد پتانسیل تولید حاصل می‌گردد (۱۳). به‌دلیل تنزل کیفیت منابع در این پهنه و اختصاص طبقه‌های پایین متغیرهای محیطی به این طبقه، کشت گندم دیم در این مناطق با خطر همراه بوده و تنها در صورت بهبود شرایط محیطی عملکرد نسبتا مناسبی حاصل خواهد شد. به‌نظر می‌رسد با رفع محدودیت‌های موجود می‌توان طبقه تناسب اراضی را در بعضی از نقاط با درجه نیمه مستعد ارتقاء داد. برای حفظ تولید در این طبقه‌ها و برای جلوگیری از کاهش کیفیت و کمیت منابع محیطی و تنزل این اراضی به طبقه‌های پایین‌تر، لازم است اقداماتی مانند کشت محصولات کم توقع، استفاده از گیاهان پوششی، کودسبز، گیاهان تیره بقولات و آیش در تناوب زراعی و خاک‌ورزی حفاظتی صورت پذیرد. در مطالعه سرکار (۲۰۰۸) در مدهای پرادش هند نزدیک به ۵۲ درصد اراضی این منطقه دارای پتانسیل نسبتا مناسبی برای تولید لپه هندی[1] بود. ۱۵ درصد اراضی نیز به‌علت فرسایش زیاد، نامناسب تشخیص داده شد (۳۰). عبداللهی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند حدود ۷۸ درصد از مساحت استان همدان جهت کشت گندم دیم مناسب و بقیه اراضی نامناسب است (۳).

1- Pigeon Pea (*Cajanus cajan*)

www.SID.ir

Archive of SID

در نقشه خروجی حاصل از روی‌هم‌گذاری ۱۷ عامل بوم‌شناختی مختلف، مشخص شد که طبقه غیرمستعد جهت کشت گندم دیم، قسمت‌های شمالی اراضی شهرستان گنبدکاوس را شامل می‌شود (شکل ۵). این پهنه ۲۶/۱۵ درصد از مساحت اراضی کشاورزی را در بر گرفته است (جدول ۵). در این مناطق میزان اندک بارش سالانه و توزیع نامناسب آن به‌خصوص بارش بهاره و بارش اردیبهشت ماه، پتانسیل منابع رطوبتی پایین (به‌علت نزدیکی صحرای ترکمنستان)، میزان شوری بالا و درصد پایین ماده‌آلی به‌عنوان عوامل محدودکننده کشت گندم دیم شناخته شدند. در مجموع به‌دلیل عدم وجود شرایط محیطی مناسب، کشت گندم در این مناطق نامناسب ارزیابی شده و دارای توجیه اقتصادی نمی‌باشد. دماوندی و همکاران (۲۰۱۰) عامل محدودکننده کشت گندم دیم در استان زنجان را کمبود رطوبت، خصوصیات خاک و سپس شیب اراضی اعلام کردند. هم‌چنین نتایج ایشان نشان دادند که ۱/٤٦ درصد از مساحت اراضی این استان جهت کشت گندم دیم نامناسب می‌باشند (۱۰). کاظمی و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که طبقات نیمه مستعد و غیر مستعد جهت کشت گندم بیشتر به قسمت‌های شمالی و شرقی استان گلستان اختصاص دارد (۲۰). نتایج این مطالعه نشان داد که بیشترین میزان هدایت الکتریکی خاک در قسمتی از اراضی مناطق میانی و شمال شرقی شهرستان گنبد کاووس وجود دارد (شکل ۳) که باعث نامناسب شدن خاک بخشی از این مناطق شده و یکی از عوامل مهم محدود کننده کشت انواع گیاهان زراعی در این منطقه می‌باشد. میزان شوری خاک در شهرستان گنبد کاوس از ۰/۱۵ تا ۱۲ دسی زیمنس بر متر متغیر است، بدین صورت که هرچقدر به شرق شهرستان نزدیک می‌شویم بر میزان شوری خاک افزوده می‌شود. در این مطالعه مناطقی که شوری زیر ٤ دسی زیمنس بر متر داشتند، بر حسب جدول نیازهای بوم شناختی (جدول ۳) در پهنه بسیار مستعد (۷۵ درصد از کل اراضی)، مناطق با شوری ٤ تا ۸ دسی زیمنس بر متر در پهنه مستعد (۱٦ درصد از کل اراضی) و مناطق با شوری ۸-۱۲ دسی زیمنس بر متر در پهنه نیمه‌مستعد (۹ درصد از کل اراضی) طبقه‌بندی شدند. عواملی متعددی در شور شدن خاک این مناطق دخالت داشته است که از جمله می‌توان به رسوب‌گذاری دریای خزر، سیلاب‌های فصلی، شیب کم و سنگین بودن بافت، وزش باد، هم‌چنین ورود پساب کارخانه‌ها و فاضلاب شهری به رودخانه‌های این مناطق و آبیاری با آب این رودخانه ها همراه با مدیریت نادرست زراعی را نام برد (۲ و ۳٤).

نتیجه‌گیری کلی

با اعمال سیاست‌های حمایتی و اهتمام دولت در دو دهه اخیر به‌منظور خودکفایی در محصول گندم به‌دلیل راهبردی بودن این محصول و جایگاه آن در امنیت غذایی کشور، ارزیابی تناسب اراضی جهت تعیین مناطق مستعد کشت، می‌تواند گام نخست در رسیدن به تولید پایدار گندم همراه با حفظ منابع محیطی باشد. در این مطالعه با توجه به ارزیابی عوامل مختلف محیطی و براساس نظرات متخصصین زراعت در قالب پرسشنامه‌های AHP، مناطق مستعد و غیرمستعد کشت گندم دیم در شهرستان گنبدکاوس به‌عنوان یکی از دیم‌زارهای کشور، در چهار طبقه شناسایی شدند. با شناسایی توانمندی‌های و محدودیت‌های محیطی کشت گندم دیم در این شهرستان، مشخص شد که در مجموع ۳۳/۹۳ درصد از اراضی کشاورزی این شهرستان دارای توان مناسبی برای تولید گندم می‌باشند (پهنه‌های S1 و S2) که به‌طور عمده در مناطق جنوبی شهرستان قرار دارند. در مناطق نیمه مستعد و غیرمستعد مرکز، شمال شرقی و شمال شهرستان، با انجام یکسری اقدامات می‌توان اراضی این طبقات نامرغوب را از نظر کیفی ارتقا داد. با توجه به نوع محدودیت موجود در این پهنه‌ها،

www.SID.ir

Archive of SID

اقداماتی مانند افزایش ماده‌آلی و بهبود حاصل‌خیزی خاک، آبشویی اراضی شور و زهکشی آن‌ها، تنظیم تناوب زراعی مناسب و استفاده از ارقام مقاوم به تنش‌های محیطی، جهت بهبود تولید در این مناطق توصیه می‌شود.

منابع

1-Aami Azghami, A., Khorasani, R., Mokrem, M., and Muazi, A. 2010. Evaluation of soil fertility according factors, phosphorus, potassium and organic matter for wheat using fuzzy AHP and GIS techniques. J. Soil Water., 24: 5. 973-984. (In Persian)

2-Abbas Abadi, M.R. 1999. Factors affecting on desertification and provide a regional model in Aq Qala-Gomishan plain. M.Sc Thesis, Faculty of Natural Resources Tehran University. 120p. (In Persian)

3- Abdollahi, A.A., Emami, J., and Hosseni Sabet, M. 2013. Climatic zoning of rainfed wheat crop in the Hamedan province using geographic information systems and satellite images. Programming Researches Institute, Agricultural Economics and rural development. Ministry of Jehad-Agriculture, Tehran. 34p. (In Persian)

4-Agricultural Jihad Organization of Golestan. 2013. Office of Statistics and Information. *www.jago.ir* (In Persian)

5-Ahan Saz, S., Biabani, A., and Kamkar, B. 2012. land suitability assessment of Gorganroud areas for wheat using geographic information systems. 11th Congress of Agronomy and Plant Breeding. 2-4 September. Karaj. 4p. (In Persian)

6-Akinci, H., Ozalp, A.Y., and Turgut, B. 2013. Agricultural land use suitability analysis using GIS and AHP technique. Comput. Electron. Agric., 97: 71-82.

7-Amini Faskhodi, A., and Molla Ghasemi, M. 2004. Determining weight coefficients for the components of creativity using AHP method and an OR model. Deterministic and fuzzy approach. 5th Conference of Iran Fuzzy Systems. Imam Hossein University. Tehran. 10p. (In Persian)

8-Baliani, Y., Hejazi Zadeh, Z., Faraji, A., and Bayat, A. 2012. Climate-agricultural zoning cultivation of rainfed wheat using geographic information system (Case study: Fars province). J. Phys. Geogr., 5: 15. 33-50. (In Persian)

9-Da-cheng, W., Cun-Jun, L., Xiao-YU, S, Ji-hua, W., Xiao-Dong, Y., Wen-jiang, H., Jun-Ying, W., and Ji-Hong, Z. 2011. Assessment of land suitability potentials for selecting winter wheat cultivation areas in Beijing, China, using RS and GIS. Agric. Sci. China., 10: 9. 1419-1430.

10-Damavandi, A.A., Taheri, M., Esmaeli, M., and Khalfi, J. 2010. Zoning suitable areas for rainfed wheat cultivation in Zanjan province using GIS. J. New Technol. Agric., 4: 1. 81-101. (In Persian)

11-FAO. 1976. A framework for land evaluation. Soils Bull, 32. FAO, Rome.

12-Feyz Abadi, A., Kokachi, A.R., and Nasiri Mahalati, M. 2006. 50-year review process of cultivation operation changes and grain production in the country and forecasting future. J. Iran. J. Crops Res., 4(1): 42-69. (In Persian)

13-Ghafari, A., Cook, H.F., and 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.

14-Ghodsi Pour, H. 2012. Analytical Hierarchy Process. 9th Edition. Amir Kabir University of Technology Press. 220p. (In Persian)

15-Governor of Golestan. 2013. Land use palning of Golestan province. Planning and Management Department, Governor of Golestan province (In Persian)

16-Jiajin, Y.H. 1997. An AHP decision model for facility location selection. J. Facil. 15: 32-41.

www.SID.ir

Archive of SID

17- Kamali, GH.A., Malaei, P., and Behyar, M.B. 2010. Development a rainfed wheat atlas for Zanjan province by using climatic data and GIS. J. Soil Water., 24: 5. 894-907. (In Persian)

18-Kamali, GH.A., Momen Zadeh, H., and Vazifehdoust, M. 2011. Assessment of changes in biomass and grain yield in drought and wet periods-of MODIS satellite data in Isfahan. J. Agric. Ecol., 3: 2. 181-190. (In Persian)

19-Kazemi, H. 2013. Agroecological zoning of Gorgan agricultural lands for hulless barley cropping base on Boolean logic. Electron. J. Crop Prod., 6(4): 165-185. (In Persian)

20-Kazemi, H., Tahmasebi Sarvestani, Z., Kamkar, B., Shataei, S., and Sadeghi, S. 2015. Ecological zoning for wheat production at province scale using geographical information system. Adv. Plants Agric. Res., 2: 1. 1-7.

21-Khaledi, SH., Mohamadi, A., and Karami, M. 2009. Apple cultivation location using AHP, Bolien and Fuzzy methods in the environment GIS. Geomatics Conferences, Tehran. 20-21 May. 11p. (In Persian)

22-Mahdian, M.H. 2006. The use of geostatistics in soil science. Proceedings of the Conference on Soil, Sustainability and the environment. University of Tehran. 10p. (In Persian)

23-Mendas, A., and Delahi, A. 2012. Integration of multiCriteria decision analysis in GIS to develop land suitability for agriculture: application to durum wheat cultivation in the region of Mleta in Algeria. Comput. Electron. Agric., 83: 117-126.

24-Mustafa, A.A., Singh, M., Sahoo, R.N, Ahmed, N., Khanna, M., and Sarangi Mishra, A.K. 2011. Land suitability analysis for different crops: a multi criteria decision making approach using remote sensing and GIS. Res., 3: 12. 61-84.

25-Nasrollahi, N. 2014. Feasibility of ley-farming performance in Aq-Qala by geographical information system (GIS). M.Sc. Thesis in Agroecology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. (In Persian)

26-Rahman, R., and Saha, S.K. 2008. Remote sensing, spatial multi criteria evaluation (SMCE) and analytical hierarchy process (AHP) in optimal cropping pattern planning for a flood prone area. J. Spatial Sci., 53: 2. 161–177.

27-Rasooli, A.A., Ghasemi Golazani, K., and Sobhani, B. 2005. The role of precipitation and height to determine suitable areas for rainfed wheat planting using GIS (Case study: Ardabil province). Agric. Knowl., 5: 183-200. (In Persian)

28-Saaty, T.L. 1980. The Analytical Hierarchy Process, Planing, Priorty, Resource Allocation, USA. RWS Publications, Pittsburgh.

29-Sanchaz, P.A., Palm, C.A., and Buol, S.W. 2009. Land suitability evaluation with analytical hierarchy process (AHP) and geographic information systems in the Turkey. Geoderma., 114: 157-185.

30-Sarkar, A. 2008. Geo-spatial approach in soil and climatic data analysis for agro-climatic suitability assessment of major crops in rainfed agro-ecosystem. M.Sc. Thesis of Technology in Remote Sensing and Geographic Information System. Andhra University, India.

31-Sarmadian, F., Maruj, K., Mahmodi, S.H., and Ebrahimi Khomami, M.R. 2003. Study land suitability for irrigated crops under irrigation system using remote sensing (RS) and geographic information system (GIS) in Varamin region. J. Iran. Agric. Sci., 34: 4. 899-912. (In Persian)

32-Satya, P., and Ryosuke, Sh. 2001. National spatial crop yield simulation using GIS-based crop production model. Ecol. Model., 136: 133-129.

33-Soltani, A., and Maddah, V. 2012. Simple Applications of Matimatic for Education and Research in Agriculture. Iranian Agroecology Assocation Press. 80p. (In Persian)

34-Zahtabian, GH.R., and Sarabian, L. 2004. Investigate the causes of water

www.SID.ir

Archive of SID

and soil salinization in Gonbad-Alagol plain. 9(2): 171-181. (In Persian)

35-Zebardast, E. 2001. Application of Analytical Hierarchy Process in urban and regional planning. J. Beautiful Art., 4(10): 13-21. (In Persian)

36-Zhang, J., Yirong, S., Jinshui, W., and Liang, H. 2015. GIS based land suitability assessment for tobacco production using AHP and fuzzy set in Shandong province of China. Comput. Electron. Agric., 114: 202-211.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir