Archive of SID

نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد هشتم، شماره سوم، پاییز ۹۴
۱۵۹-۱۸۲
http://ejcp.gau.ac.ir

ارزیابی تناسب اراضی کشاورزی شهرستان آق‌قلا (استان گلستان) جهت تولید جو در شرایط دیم با استفاده از GIS

نیلوفر نصراللهی[۱]، *حسین کاظمی[۲] و بهنام کامکار[۳]

[۱،۲و۳] دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، استادیار و دانشیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

تاریخ دریافت:۱۳۹۳/۵/۲۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/٤/۲۰

چکیده

سابقه و هدف: الگوی نامناسب استفاده از زمین و تغییرات شدید در کاربری آن باعث پیدایش بحران‌های زیست‌محیطی از جمله تخریب و آلودگی منابع آب و خاک، پیش‌روی رو به گسترش بیابان‌ها، فرسایش خاک و کاهش تنوع زیستی شده است. با ارزیابی تناسب اراضی می‌توان پتانسیل منابع محیطی را در مناطق مختلف مشخص و از آن‌ها حداکثر بهره‌برداری را نمود. در این تحقیق به‌منظور استعداد سنجی اراضی کشاورزی شهرستان آق‌قلا در استان گلستان جهت کشت جو دیم، از سامانه اطلاعات جغرافیایی GIS و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شد.

مواد و روش‌ها: ابتدا لایه‌های محیطی منطقه مورد بررسی، جمع‌آوری و نقشه‌های موضوعی موردنیاز تهیه شد، که شامل ۱۷ نقشه از جمله نقشه شیب، ارتفاع از سطح دریا، بارش، دمای بیشینه، دمای کمینه، دمای متوسط و برخی عناصر پر مصرف و کم مصرف خاک بود. جهت استخراج اوزان متغیرهای محیطی مورد مطالعه از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) کمک گرفته شد. سپس لایه‌های رقومی عوامل محیطی در محیط GIS با اختصاص وزن AHP روی- هم‌گذاری و تلفیق شدند. در ادامه انطباق لایه‌ی نهایی با نیازهای بوم‌شناختی گیاه موردنظر صورت گرفت و در چهار طبقه بسیار مستعد، مستعد، نیمه مستعد و غیرمستعد برای کشت جو دیم در محیط GIS پهنه‌بندی شد.

*مسئول مکاتبه: hossein_k_p@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

یافته‌ها: نتایج نشان داد که به‌ترتیب ۲۷/۵ درصد و ۳۲/۱ درصد اراضی کشاورزی این شهرستان برای کشت جو دیم بسیار مستعد و مستعد هستند. مقدار بارش در این پهنه‌ها کافی و همچنین از نظر حاصلخیزی خاک در سطح مطلوبی قرار داشتند. در این مطالعه پهنه‌های مستعد بیشتر در قسمت جنوبی شهرستان مشاهده شدند. اراضی نیمه مستعد و غیر مستعد نیز از مرکز تا شمال محدوده زراعی شهرستان قرار گرفتند. از دلایل عدم تطبیق این اراضی با نیازهای محیطی موردنیاز گیاه جو، میزان اندک بارش و نامناسب بودن برخی متغیرهای خاک (pH و شوری بالا، بافت نامناسب، پتاسیم و کلسیم بالا، فسفر، آهن، و ماده آلی پایین) و نیز جهات شیب نامناسب می‌باشد.

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی نتایج نشان داد که ۵۹/٦ درصد از ارضی کشاورزی شهرستان آق‌قلا جهت کشت جو دیم مناسب هستند. شوری بیش از ١٦ دسی زیمنس بر متر، بارش ناکافی و حاصلخیزی ضعیف خاک از عوامل محدود کننده کشت این گیاه در این شهرستان شناسایی شدند. همچنین این تحقیق اطلاعاتی در سطح منطقه‌ای فراهم می‌کند که می‌تواند برای انتخاب الگوی کشت مناسب با توجه به نتایج تناسب اراضی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: آق‌قلا، استان گلستان، تناسب اراضی، جو دیم، سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)،

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در دهه‌های اخیر علی‌رغم رشد بی‌رویه جمعیت، استفاده از منابع طبیعی به‌ویژه اراضی، بر مبنای قابلیت و استعداد آن‌ها نبوده، بلکه بر اساس نیازهای آنی و فنی عصر خود پایه‌ریزی شده است. پی‌آمد این امر وارد آمدن خسارت جدی به اراضی زراعی بوده و جهت پیشگیری از استمرار و تشدید آن بایستی قابلیت و استعداد اراضی کشاورزی، مطالعه و ارزیابی شود (٤٠). شناخت متغیرهای آب و هوایی و اثر آن‌ها بر روی گیاهان زراعی یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در افزایش عملکرد و به تبع آن بالا بردن تولید می‌باشد و این موضوع به‌ویژه در شرایط کشاورزی دیم از اهمیت بیشتری برخوردار است (٣١). در بسیاری از مناطق، عمده گیاهان زراعی به‌طور نسبی و تنها با اتکاء به تجربه و بدون بررسی انطباق آن با نیازهای محیطی کشت می‌شوند. در نتیجه عملکرد آن‌ها کم و در نهایت موجب به هدر- روی امکانات اقلیمی با توجه به کمبود آب در کشور خواهند شد (٩).

گیاهان زراعی بهترین رشد خود را در مناطقی انجام می‌دهند که شرایط اقلیمی نیاز رشدی آن‌ها را تأمین نماید. ارتفاع، شیب، جهت شیب، میزان پوشش سطح زمین و برخی از عوامل اقلیمی مؤثر بر رشد، در امکان‌سنجی تولید یک محصول در یک منطقه می‌توانند مفید واقع شوند (٦). سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)[1]، دارای قابلیت فراوانی در زمینه سنجش و پتانسیل سنجی عوامل طبیعی با استفاده از مدل‌های مختلف می‌باشد. از این‌رو امروزه تهیه و کاربرد مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره به‌منظور افزایش دقت در امر برنامه‌ریزی رواج گسترده‌ای یافته است. زیرا از طریق آن‌ها با توجه به معیارهای کمی و کیفی متعدد، می‌توان به انتخاب بهترین گزینه دست یافت (٢٥).

پیچیدگی، تنوع و حجم انبوه اطلاعات جغرافیایی و همچنین توانایی رایانه‌ها در عصر اطلاعات، فلسفه وجودی سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی را تبیین می‌کنند. تنوع اطلاعات و پویایی منابع طبیعی از یک سو و نیاز به اطلاعات به هنگام و صحیح از سوی دیگر سبب گشته که متخصصان علوم زمین جمع‌آوری، نگه‌داری، تجزیه و تحلیل و پردازش داده‌ها را به‌صورت دستی و سنتی کنار هم گذاشته و فن‌آوری‌های مدرن از جمله سامانه اطلاعات جغرافیایی را جانشین نمایند (٥). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)[2] یکی از جامع‌ترین روش‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است، زیرا این روش امکان حل کردن مسائل پیچیده را به‌صورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند و

1- Geographical information system
2- Analytic hierarchy process

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مسئله فراهم می‌نماید. در این الگو عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه می‌شوند تا با تلفیق وزن آن‌ها، وزن نهایی هر گزینه مشخص شود. این فرآیند شامل چندین مرحله است: ایجاد درخت سلسله مراتبی، انجام مقایسات زوجی، محاسبه وزن اجزاء ساختار و گزینه‌ها و اندازه‌گیری شاخص سازگاری (۱۳).

عسکری و همکاران (۲۰۰۹) به پهنه‌بندی بوم شناختی- زراعی گیاهان گندم، جو و یونجه در منطقه تاکستان با استفاده از سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) پرداختند. ایشان پس از پهنه‌بندی بوم شناختی در نهایت ۲۷ واحد را تهیه کرده و به‌این نتیجه رسیدند که از محدودیت‌های عمده در منطقه شوری، قلیاییت و عدم حاصلخیزی در اراضی است (۲). رضایی و همکاران (۲۰۱۱) به ارزیابی تناسب اراضی برای کاربری‌های گندم و جو دیم در منطقه تاکستان پرداختند، ایشان به این نتیجه رسیدند که اراضی منطقه جهت کشت جو دیم دارای تناسب S۳ (طبقه نیمه مستعد) و برای کشت گندم دیم S۲ (طبقه مستعد) است (۳۰). یزینگاو و ورهیه (۲۰۰۰) پس از بررسی تناسب اراضی جهت کشت جو و ذرت در ناحیه مرکزی اتیوپی به‌این نتیجه رسیدند که این منطقه از لحاظ کشت جو دارای تناسب بسیار بالا و جهت کشت ذرت دارای تناسب متوسط است (۳۷). گیوی (۲۰۰۰) به ارزیابی تناسب اراضی محصولاتی همچون گندم، جو، برنج و یونجه در منطقه فلاورجان پرداختند (۱٤).

بهاگات و همکاران (۲۰۰۹) در ارزیابی منطقه پراداش هیمچال هند جهت تولید غلات، نیازهای بوم شناختی جو (به جزء مقدار بارش) را مشابه گندم فرض کردند و گزارش کردند که سطح زیرکشت کنونی جو (۲۵۰۰۰ هکتار) قابل افزایش تا حد ٤۱۰۰۰۰ هکتار می‌باشد (٦). باگلی (۲۰۰۳) اقدام به ارزیابی تناسب اراضی برای گندم، جو، آفتابگردان و چغندر قند در ایتالیا با استفاده از GIS و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) نمودند. ایشان پس از بررسی داده‌های مرتبط با خاک، توپوگرافی و اقلیم به‌این نتیجه رسیدند که شاخص دما و رطوبت نقش بسیار زیادی در کشت این گیاهان ایفا می‌کند (۳).

مهربان و همکاران (۲۰۰۵) در پهنه‌بندی اقلیمی برای گندم زمستانه دیم در مناطق مغان و اردبیل با استفاده از GIS علاوه‌بر متغیرهای اقلیمی از لایه شیب منطقه نیز، به‌عنوان یکی از معیارها در تناسب

www.SID.ir

Archive of SID

اراضی استفاده نموده‌اند (۲۷). بوباده و همکاران (۲۰۱۰) به ارزیابی کاربری اراضی منطقه سیونی[1]، مادهایا پرادش[2] هندوستان بر مبنای GIS پرداختند. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل کاربری اراضی توسط ایشان نشان داد که حدود ٤٤ درصد از اراضی منطقه مورد مطالعه قابلیت کشت ندارند (۷). در تحقیقی به تعیین مناطق مطلوب کشت گندم دیم و تعیین بهترین تاریخ کشت آن بر اساس تبخیر و تعرق محصول در شرایط تنش آبی در ۵ شهرستان در خراسان‌های شمالی، جنوبی و رضوی توسط بنایان و همکاران، (۲۰۱۳) پرداخته شد. نتایج نشان داد که تفاوت زیادی در تاریخ‌های کاشت مختلف وجود دارد. بدین صورت گندم دیم کاشته شده در تاریخ کاشت آخر، به کمترین شدت خشک‌سالی در طول دوره رشد دچار شد. بنابراین کاشت یک محصول دیم بر اساس وقوع اولین بارش همیشه نمی‌تواند یک راهبرد مناسب برای اجتناب از خشکی باشد (٤). کاظمی و همکاران (۲۰۱۲ای) اقدام به پهنه‌بندی زراعی- بوم شناختی اراضی کشاورزی استان گلستان جهت کشت برنج با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) نمودند. نتایج نشان داد که در حدود ٦/٢٦ درصد اراضی زراعی استان برای تولید برنج بسیار مستعد هستند و طبقات نیمه مستعد و غیر مستعد جهت کشت برنج به قسمت‌های شمالی و شرقی اراضی استان اختصاص دارند (۱۸). در تحقیقی که در کشور اسپانیا توسط خان و همکاران (۲۰۱۰) نسبت به ارزیابی اراضی قابل کشت محصولات کشاورزی اقدام شد، ایشان در این تحقیق عوامل و عناصر اقلیمی و تأثیر هر کدام از آن‌ها روی گیاهان زراعی بررسی و سپس با وزن‌دهی هر کدام از لایه‌ها در محیط GIS داده‌های فوق تلفیق و در نهایت نقشه مناطق مستعد کشت این گیاهان تهیه کردند (۲۱).

جو یکی از قدیمی‌ترین غلات است که سابقه کشت و زرع آن به ۵۰۰۰ سال تا ۷۰۰۰ سال قبل از میلاد بر می‌گردد و هم اکنون در شرایط متنوع آب و هوائی در سطح وسیعی از جهان کشت می‌شود (۲۲). این گیاه در سطحی معادل ۱/٥٤ میلیون هکتار در شرایط آبی و دیم کشت می‌گردد. از کل سطح زیر کشت جو در ایران حدود ٦۰ درصد دیم و ٤۰ درصد آبی است (۳٤).

استان گلستان یکی از مناطق مستعد جهت تولید گندم و جو هم به‌صورت آبی و هم دیم به‌شمار می‌رود. براساس آمار سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱، سطح زیر کشت جو دیم در شهرستان آق‌قلا ١٦٧٣٨ هکتار و متوسط عملکرد ۲۱۷٦ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است. همچنین با توجه به نوسان‌های

1- Seoni
2- Madhaya Paradesh

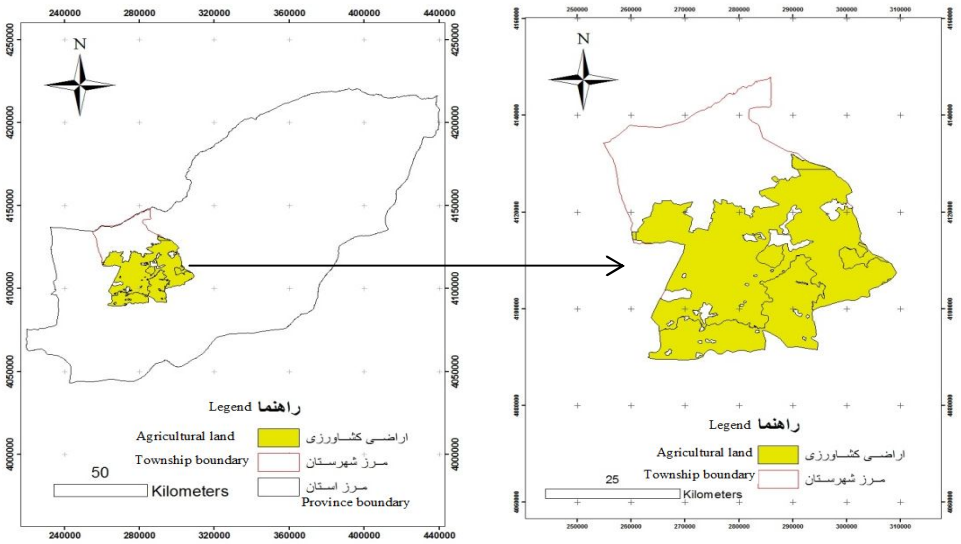
www.SID.ir

Archive of SID

مختلف در تولید این محصول در سال‌های مختلف، شناسایی مناطق مستعد و غیرمستعد بر اساس شناخت مزیت‌ها و محدودیت‌های محیطی کشت، می‌تواند به پایداری میزان تولید جو دیم در شهرستان آق‌قلا کمک شایانی نماید. این مطالعه با هدف بهره‌گیری از توابع تحلیل‌های مکانی همراه با فرآیند سلسله مراتبی (AHP) جهت شناسایی مناطق مناسب کشت جو دیم در شهرستان آق‌قلا انجام شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: شهرستان آق‌قلا یکی از شهرستان‌های شمالی استان گلستان است و بین ٥٤ درجه و ١٤ دقیقه تا ٥٤ درجه و ٥١ دقیقه طول شرقی و ٣٦ درجه و ٥٥ دقیقه تا ٣٧ درجه و ٣٠ دقیقه عرض شمالی در شمال استان واقع شده است. این شهرستان در طرفین رودخانه گرگان رود و در شمال شهر گرگان قرار گرفته است. محصولات عمده آن شامل: گندم، برنج، پنبه، حبوبات، نباتات علوفه‌ای، سیب‌زمینی و دانه‌های روغنی است که از طریق کشت آبی و دیم به‌دست می‌آید. محدوده مورد مطالعه در این پژوهش اراضی کشاورزی شهرستان آق‌قلا می‌باشد که در شکل (١) نشان داده شده است.



شکل ١- محدوده اراضی کنونی کشاورزی شهرستان آق‌قلا و موقعیت آن در استان گلستان.

Figure 1. Current area of agricultural land of Aq-Qala township and its location in Golestan province.

www.SID.ir

Archive of SID

تهیه نقشه‌ها و لایه‌های اطلاعاتی

نقشه‌های توپوگرافی: نقشه‌های شیب، جهات شیب و ارتفاع از سطح دریا با استفاده از مدل رقومی ارتفاع (DEM)[1] با دقت مکانی ٤٠ متر برای استان گلستان در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ برای محدوده اراضی کشاورزی شهرستان آق‌قلا در محیط ArcMAP تهیه شد.

نقشه‌های اقلیمی: برای تهیه نقشه‌های دما و بارش در محدوده مورد مطالعه، از داده‌های اقلیمی ۱۵ ساله آماری ایستگاه‌های باران‌سنجی، هم‌دیدی و اقلیم‌شناسی مستقر در استان گلستان استفاده شد. برای تهیه این نقشه‌ها نیز از روش کریجینگ مدل‌هایی نمایی، گوسی و کروی استفاده شد.

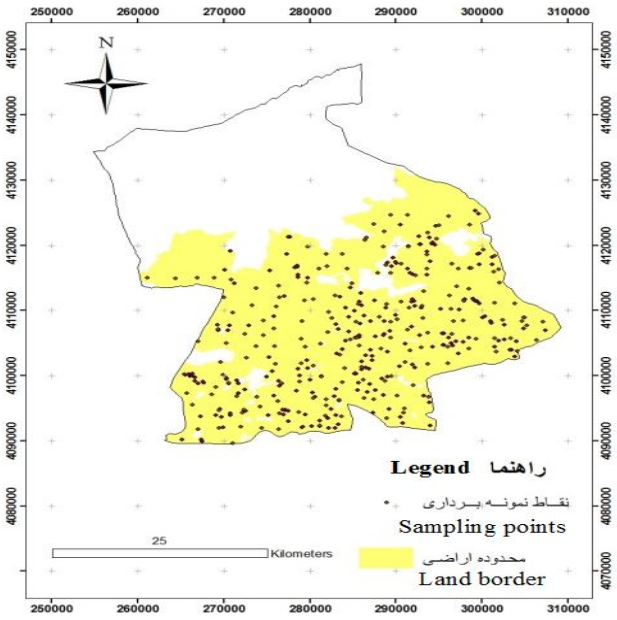
نقشه‌های خاک: به‌منظور تهیه نقشه‌های رقومی بافت، شوری، pH، ماده آلی و همچنین عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، روی و آهن از اطلاعات ۳۰۰ نمونه خاک از اراضی کشاورزی منطقه مورد مطالعه استفاده شد (شکل ۲). این نمونه‌ها از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان تهیه شد. پس از جمع‌آوری این اطلاعات به‌منظور تهیه نقشه خصوصیات خاک از روش‌های مختلف درون‌یابی از جمله کریجینگ و IDW استفاده شد. در ابتدا داده‌ها به دو دسته تست و تخمینی تقسیم‌بندی شدند ۲۰ درصد داده‌ها به تست اختصاص داده شد و مابقی برای اجرای مدل استفاده گردید. در روش میان‌یابی کریجینگ از سه مدل کروی، نمایی و گوسی و در مورد روش وزن‌دهی فاصله معکوس (IDW) از توان‌های ۱، ۲ و ۳، استفاده شد. بهترین روش جهت ترسیم نقشه‌های خاک با بررسی سه متغیر آماری میانگین خطای اریب یا انحراف (MBE)، میانگین خطای مطلق (MAE) ریشه دوم میانگین مربعات خطا (RMSE) مشخص گردید. قبل از تهیه نقشه‌ها، نرمال بودن داده‌ها با شاخص‌های آماری مانند چولگی، کشیدگی و نزدیکی میانه به میانگین بررسی شد. همچنین ساختار مکانی متغیرها در نرم‌افزار +GS ارزیابی شد (نتایج نشان داده نشده است).

نحوه اجرای فرآیند سلسله مراتبی (AHP): به‌منظور وزن‌دهی به معیارها با روش AHP، ابتدا درخت سلسله مراتبی تشکیل گردید بدین ترتیب فرآیند تحلیل سلسله مراتبی مسائل پیچیده را از طریق تجزیه آن به عناصر جزیی و ارتباط هدف اصلی با پایین‌ترین سطح سلسله مراتبی به شکل ساده‌تری بیان می‌کند. در تحقیق حاضر جهت استعداد سنجی اراضی مستعد کشت جو دیم ابتدا عوامل اقلیمی، خاک و توپوگرافی به‌عنوان معیارهای اصلی انتخاب شدند و هر یک از این عوامل به زیر معیارهایی تقسیم شدند.

1- Digital Elevation Model

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- نقاط نمونه‌برداری شده از خاک در اراضی کشاورزی شهرستان آق‌قلا.

Figure 2. Soil Sampling points in land of Aq-Qala township.

در تحلیل سلسله مراتبی عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوط به خود در سطح بالاتر باید به‌صورت زوجی مقایسه شوند که به‌این صورت وزن نسبی آن‌ها به‌دست می‌آید و سپس با استفاده از وزن‌های نسبی، وزن نهایی هر گزینه تعیین می‌گردد. با توجه به این‌که در تعیین تناسب اراضی عوامل محیطی فرآوان دخیل هستند و به جهت ارزیابی دقیق‌تر لازم است تا اهمیت نسبی آن‌ها مشخص شود، مقایساتی بین معیارها و زیر معیارها صورت می‌گیرد. بنابراین در این مقایسه‌ها میزان ارجحیت معیارها بر یکدیگر مشخص می‌شود. برای جمع‌آوری داده‌های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و وزن معیارها و زیرمعیارها از نتایج ۲۵ پرسشنامه استفاده شد. این پرسشنامه‌ها حاوی مقایسات مشترک برای کلیه عوامل مؤثر در استعدادسنجی است که توسط متخصصان زراعت شاغل در استان گلستان بر اساس رویه‌ایی که توسط ساعتی در سال ۱۹۸۰ ارائه شده است، تکمیل شد و پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها، تجزیه و تحلیل آن‌ها به‌وسیله نرم‌افزار Expert Choice نسخه ۲۰۰۱ انجام گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- درجه‌بندی نیازهای بوم‌شناختی گیاه جو دیم.

Table 1. Grading of ecological needs of rainfed barley.

متغیر Factors	بسیارمستعد (S1) High Suitable (S1)	مستعد (S2) Suitable (S2)	نیمه مستعد (S3) Semi- Suitable(S3)	غیرمستعد (N) Non- (N) Suitable
میزان بارش سالانه (میلی‌متر) (Annual rain (mm))	>500	200-300	150-200	150
دمای متوسط سالانه (سانتی‌گراد) (Average temperature (^{o}C))	15-20	20-24 , 12-16	24-30 , 8-12	>30, <8
دمای کمینه سالانه (سانتی‌گراد) Minimum temperature (^{o}C))	10-15	7-10	4-7	<4
دمای بیشینه سالانه (سانتی‌گراد) (Maximum temperature(^{o}C))	20-25	25-30	30-37	>37
شوری (دسی‌زیمنس برمتر) (EC (dS/m))	0-4	4-8	8-12	>12
اسیدیته (pH)	6.8-8	7.5-8.5 , 5.5-5.6	5–5.5	<5.5
بافت خاک (Texture)	لومی‌رسی (Clay loam) لومی (Loam) لومی‌رسی‌شنی (Sandy clay loam)	رسی شنی (Sandy clay) رسی (Clay)- رسی‌سیلتی (Silty clay) شنی (Sandy) لومی (Loam) رسی‌سیلتی (Silty clay)	لومی‌شنی (Sandy loam) رسی (Clay)	سایرکلاس‌ها (Other class)
شیب (درصد) (Slope)	0-4	4-8	8-12	>12
جهات شیب (Aspect slope)	جنوب شرقی (South -eastern) جنوبی (South) بدون جهت (Flat)	شرقی (Eastern) شمال شرقی (North-eastern)	جنوب غربی (South-western) شمال غربی (North-western)	شمالی (North) غربی (Western)
ارتفاع از سطح دریا (متر) (Elevation (m))	< 0-1000	1000-2000	2000-3000	>3000
آهن (میلی‌گرم در کیلوگرم) (Fe (ppm))	10-15	8-10 , 15-18	5-8 , 18-20	>20 , <5
روی (میلی‌گرم در کیلوگرم) (Zn (ppm))	0.9-1.1	1.1-2	2-6	>6 و <0.9
کلسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم) (Ca (ppm))	5-15	15-25	25-50	<5 , >50
فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم) (P(ppm))	10-12	12–15 , 7–10	15–18 , 5–7	<18 , <5
پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم (K (ppm))	200–250	250–300 , 150–200	100–150	>300 و <100
ماده آلی (درصد) (Organic Matter)	≥3	2–3	1–2	<1
نیتروژن (درصد) (N(%))	≥0.1	0.07–0.1	0.05 –0.07	<0.05

منابع مورد استفاده: (۲۸)، (۱۷)، (۲٤)، (۲۳)، (۱۰)، (۲٦)، (۱۵)، (۸)، (۱٦)، (۳۵)، (٦) و (۲۰).

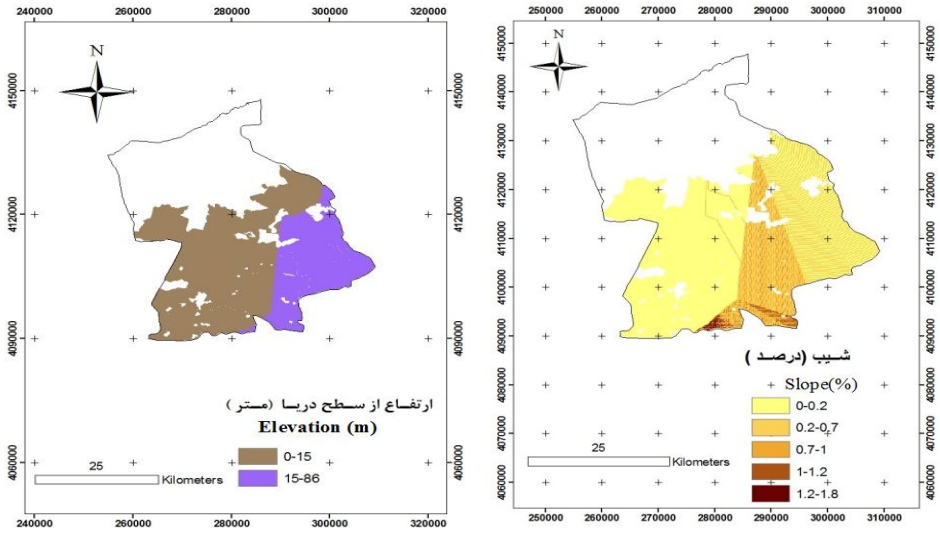
www.SID.ir

Archive of SID

نحوه استعدادسنجی اراضی جهت کشت جو دیم: جهت انطباق نیازهای محیطی گیاه زراعی با خصوصیات اراضی، ابتدا نیازهای زراعی و بوم‌شناختی گیاه موردنظر با استفاده از منابع علمی موجود (ترجیحاً منابع مطالعاتی در استان گلستان) تعیین و درجه‌بندی گردید. سپس اطلاعات موردنیاز جمع‌آوری و تهیه و به محیط GIS نسخه ۹/۳ منتقل شد و نقشه‌های موضوعی موردنظر تهیه گردید. این نقشه‌ها عبارت بودند از دمای متوسط سالانه، دمای کمینه، دمای بیشینه، بارش، شیب، جهات شیب، ارتفاع از سطح دریا، مقادیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، pH، آهن، روی، شوری، بافت و ماده آلی. پس از تهیه لایه‌ها، کار طبقه‌بندی و رتبه‌بندی هر لایه بر اساس جدول نیازهای بوم‌شناختی (جدول ۱)، در چهار طبقه بسیار مناسب (بسیار مستعد)، نسبتاً مناسب (مستعد)، ضعیف (نیمه مستعد)، نامناسب (غیر مستعد) صورت گرفت. این لایه‌ها در محیط GIS فراخوانی شدند و سپس لایه‌ها تلفیق و روی‌هم‌گذاری هر لایه با اختصاص وزن AHP مختص به آن انجام شد. برای این کار از روش هم پوشانی وزنی استفاده شد.

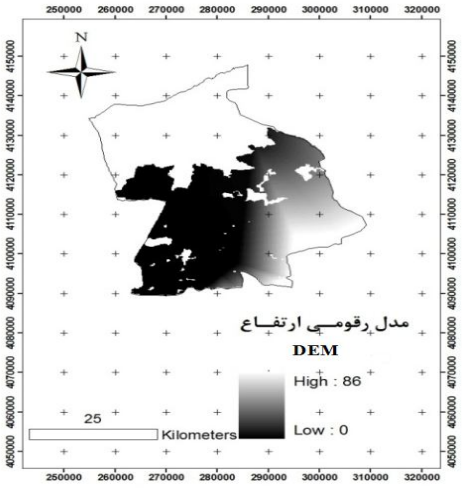
نتایج و بحث

لایه‌های توپوگرافی: لایه‌های توپوگرافی شامل شیب، ارتفاع از سطح دریا و مدل رقومی ارتفاع اراضی کشاورزی شهرستان آق‌قلا در شکل (۳) نشان داده شده است.



www.SID.ir

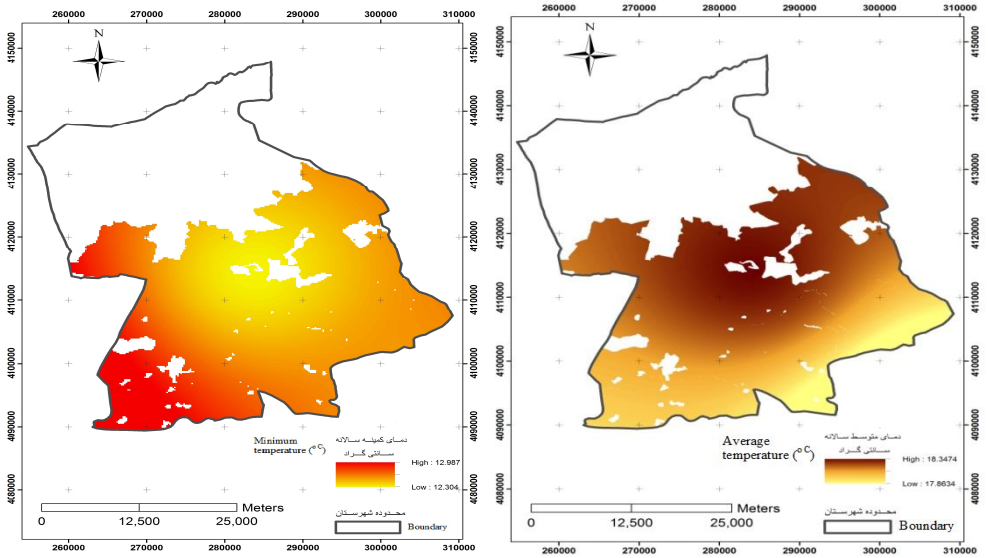
Archive of SID



شکل ۳- نقشه شیب، جهات‌های جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و مدل رقومی ارتفاعی اراضی کشاورزی شهرستان آق‌قلا.

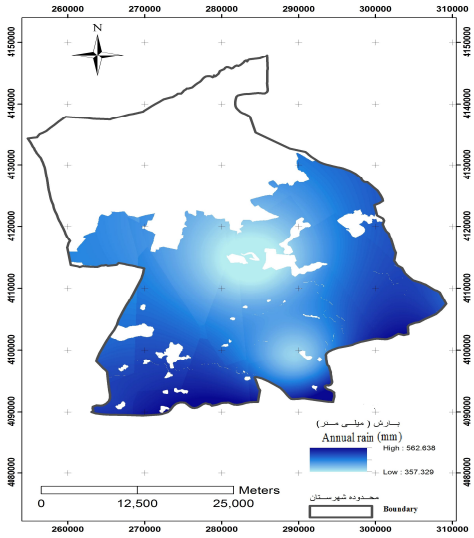
Figure 3. Maps of slope, slope aspect, elevation and digital elevation model in agricultural lands of Aq-Qala township.

لایه‌های اقلیمی: نقشه‌های برخی متغیرهای اقلیمی در محدوده اراضی کشاورزی شهرستان آق‌قلا در شکل (٤) نشان داده شده است. برای تهیه این نقشه‌ها از روش کریجینگ و مدل‌های نمایی، گوسی و کروی استفاده شده است. در جدول (۲) نتایج ارزیابی روش‌های درون‌یابی آمده است.



www.SID.ir

Archive of SID



شکل٤. نقشه برخی از متغیرهای هواشناسی در محدوده اراضی کشاورزی شهرستان آق‌قلا.

Figure 4. Maps of some meteorological variables in agricultural lands of Aq-Qala township.

جدول ۲- نتایج روش‌های زمین آماری مورد استفاده جهت تهیه نقشه متغیرهای اقلیمی.

Table 2. Results of geostatistic methods for climatic variables mapping.

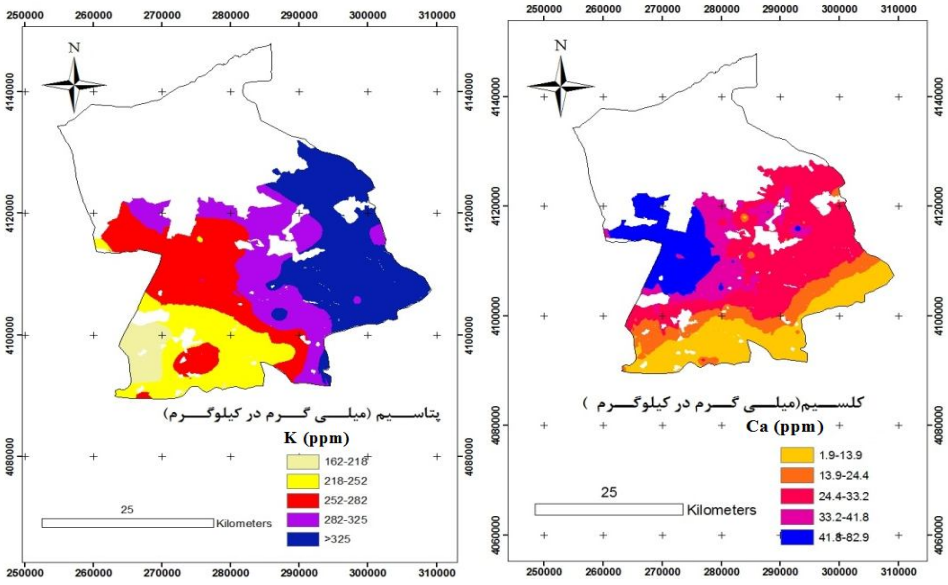
MBE	MAE	RMSE	روش/ مدل Method/model	متغیر variable
0.35	1.89	0.64	کریجینگ- مدل گوسی (Kriging-Spherical model)	بارش سالانه (Annual rain)
0.0013	0.003	0.32	کریجینگ- مدل نمایی (Kriging-Exponential model)	دمای کمینه سالانه (Minimum temperature)
0.09	0.054	0.001	کریجینگ- مدل نمایی (Kriging-Exponential model)	دمای بیشینه سالانه (Maximum temperature)
0.007	0.0053	0.21	کریجینگ- مدل کروی (Kriging-Spherical model)	دمای متوسط سالانه (Average temperature)

لایه‌های خاک: در تهیه لایه‌های خاک از روش‌های متعدد زمین آماری و درون‌یابی استفاده شد. با انتخاب بهترین روش برای هر متغیر، نقشه آن رسم گردید. در این مطالعه از ۱۰ متغیر خاکی برای کار استعدادسنجی اراضی جهت کشت جو دیم استفاده شد که نقشه برخی از آن‌ها در ادامه آمده است.

www.SID.ir

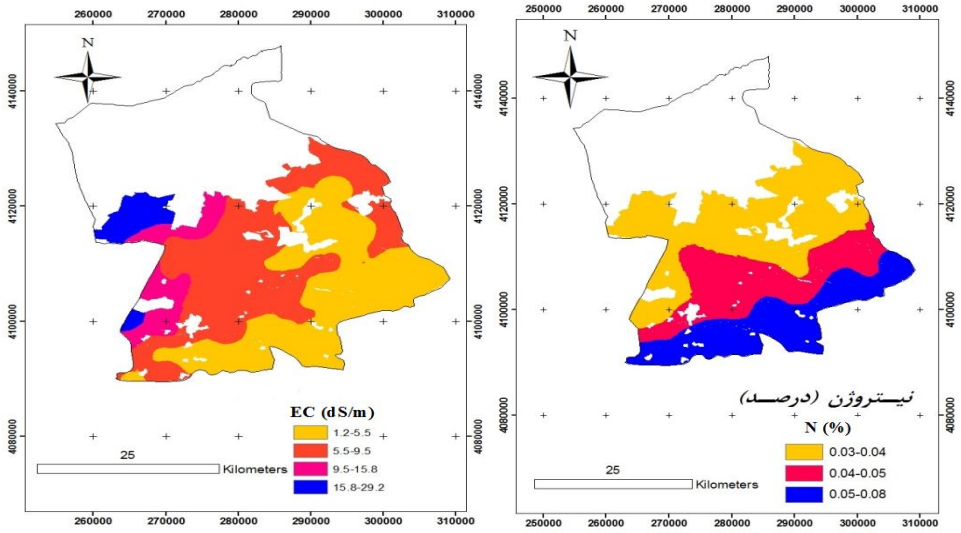
Archive of SID

نتایج حاصل از اجرای فرآیند سلسله مراتبی (AHP): نتایج به‌دست آمده از فرآیند سلسله مراتبی (AHP) نشان می‌دهد که عامل اقلیم نسبت به دو عامل خاک و توپوگرافی با ارزش وزنی ۰/٤٤۲ به عنوان اولویت اول از نظر متخصصان زراعت جو انتخاب شد. در بین عوامل اقلیمی نیز بارش با ارزش وزنی ۰/٦٨٤ بالاترین اهمیت و دمای کمینه و بیشینه با ارزش وزنی ۰/۰۷۰ و ۰/۰۸۲ کمترین اهمیت را داشتند (جدول ۳). در بین متغیرهای توپوگرافی شیب با ارزش وزنی ۰/۵۳۱ دارای اهمیت بالاتری نسبت به جهات شیب و ارتفاع از سطح دریا بود. در بین عوامل مربوط به خصوصیات خاک سه عامل ماده آلی، شوری و نیتروژن به‌ترتیب بالاترین وزن و عناصر کم مصرف آهن و روی کمترین ضریب را کسب کردند (جدول ۳). فیضی‌زاده و همکاران، (۲۰۱۲) نیز در تحقیقی که در آذربایجان شرقی انجام دادند به‌این نتیجه رسیدند میزان بارش و پراکنش آن نسبت به عنصر دما بیشترین تأثیر را در طول مراحل رشد گندم دیم ایفا می‌کند، بر این اساس اراضی مناسب جهت کشت گندم دیم در تحقیق ایشان ۸۷/٦۳ درصد و اراضی متوسط ۱۲/۳۷ برآورد شد (۱۱).



www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- نقشه پهنه‌بندی برخی از متغیرهای خاک در اراضی کشاورزی شهرستان آق‌قلا.

Figure 5. Zoning maps of some soil variables in agricultural land of Aq- Qala township.

جدول ۳- ارزش وزنی و اهمیت معیارها و زیر معیارهای مربوط به عوامل مؤثر در کشت جو دیم در شهرستان آق‌قلا.

Table 3. The weight value and importance of criteria and sub-criteria for rainfed barley cropping in Aq-Qala township.

اهمیت Importance	وزن Weight	معیار/ زیرمعیار Criteria/ Sub-criteria	اهمیت Importance	وزن Weight	معیار/ زیرمعیار Criteria/ Sub-criteria
2	0.420	۳- خاک (Soil)	1	0.442	۱- اقلیم (Climate)
1	0.238	ماده‌آلی (Organic matter)	1	0.684	بارش (Rain)
2	0.223	شوری (EC)	2	0.164	دمای متوسط (Average temperature)
3	0.152	نیتروژن (N)	3	0.082	دمای بیشینه (Maximum temperature)
4	0.083	فسفر (P)	4	0.070	دمای کمینه (Minimum temperature)
5	0.081	پتاسیم (K)	3	0.138	۲- توپوگرافی (Topography)
6	0.071	اسیدیته (pH)	1	0.531	شیب (Slope)
7	0.069	بافت (Texture)	2	0.295	جهات شیب (Aspect slope)
8	0.035	کلسیم (Ca)	3	0.174	ارتفاع از سطح دریا (Elevation)
9	0.024	آهن (Fe)			ضریب ناسازگاری (IR) 0.003
9	0.024	روی (Zn)			

www.SID.ir

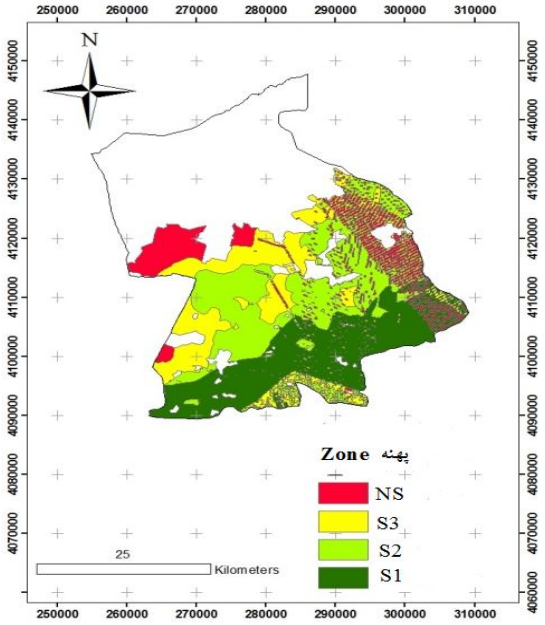
Archive of SID

نتایج استعداد سنجی اراضی جهت کشت جو دیم: نتایج نشان داد که با انطباق ۱۷ لایه محیطی مؤثر در فرآیند کشت جو دیم در محیط GIS، امکان شناخت مناطق مستعد کشت برای این گیاه زراعی در منطقه آق‌قلا وجود دارد. نتایج حاصل از روی‌هم‌گذاری وزنی لایه‌ها جهت پهنه‌بندی اراضی کشاورزی شهرستان آق‌قلا با بررسی عوامل اقلیمی، خاک و توپوگرافی در ٤ طبقه در (شکل ٦) نشان داده شده است.

پهنه بسیار مستعد: این پهنه به‌دلیل دارا بودن شرایط اقلیمی مناسب در طول دوره رشد جو با فرض اجرای صحیح مدیریت زراعی، دارای عملکرد بالایی خواهد بود. این مناطق ۳۱۰۷۵/۹۰ هکتار (۲۷/۵ درصد) از مساحت اراضی کشاورزی شهرستان آق‌قلا را به خود اختصاص داده است (جدول ٤). میزان بارش حدود ۳۰۰-٤۰۰ میلی‌متر، دمای مناسب، شیب مناسب و داشتن جهات‌های جغرافیایی جنوبی، جنوب شرقی و جلگه از خصوصیات این پهنه می‌باشد. از لحاظ عناصر غذایی نیز وضعیت مطلوبی دارند به‌طوری که میزان کلسیم در این منطقه در حدود ۲-۱۳، پتاسیم ۲۰۰-۲۵۰ و آهن ۳۹ میلی‌گرم در کیلوگرم است. البته این پهنه بسیار مستعد دارای مقدار شوری پایین، بافت خاک لومی رسی و درصد ماده آلی بالاتری نسبت به دیگر مناطق دارا می‌باشد. در نقشه پهنه بسیار مستعد در قسمت‌های جنوبی شهرستان به‌صورت نواری از غرب به شرق کشیده شده است (شکل ٦). ابوشنف و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی تناسب اراضی جهت کشت جو در منطقه بنغازی در شمال شرقی لیبی پرداختند. در این مدل ارزیابی از روش عامل محدودکننده و کاربرد GIS (بر اساس روش هم‌پوشانی وزنی لایه‌ها) و روش تجزیه و تحلیل چندمعیاره (فرآیند تحلیل سلسله مراتبی) استفاده شد. بر اساس نتایج به‌دست آمده در مدل دوم حدود ٦٦ درصد منطقه در طبقه نیمه مستعد (S3) و بر اساس مدل اول ١٤ درصد منطقه در طبقه سوم (S3) قرار گرفتند که این نتایج نشان از تناسب دقیق منطقه توسط مدل دوم بود (۱).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٦- نقشه استعدادسنجی اراضی کشاورزی شهرستان آق‌قلا جهت کشت جو دیم.

Figure 6. Agricultural lands suitability map for rainfed barley cultivation in Aq-Qala township.

جدول٤- مساحت پهنه‌های طبقه‌بندی شده جهت کشت جو دیم در شهرستان آق‌قلا.

Table 4. Area of classified zones for rainfed barley production in Aq-Qala township.

پهنه Zone	مساحت (هکتار) Area (ha)	نسبت مساحت پهنه به مساحت کل اراضی کشاورزی (درصد) Ratio of zone area to total agricultural land area (percentage)
مناطق بسیار مستعد(S1) (High suitable)	31075.90	27.5
مناطق مستعد (S2) (Suitable)	36442.62	32.1
مناطق نیمه مستعد (S3) (Semi- suitable)	27573.47	24.3
مناطق غیر مستعد (NS) (Non- suitable)	18278.98	16.1

www.SID.ir

Archive of SID

پهنه مستعد: این مناطق از لحاظ شرایط بوم‌شناختی جهت کشت جو دیم مناسب هستند اما در رتبه پایین‌تری نسبت به مناطق بسیار مستعد قرار دارند و از لحاظ دما، شیب، جهات شیب، ماده آلی و وضعیت بارش در شرایط قابل قبولی قرار دارند. با کشت جو در این منطقه می‌توان به عملکرد مناسبی دست یافت. این مناطق ۳٦٤٤۲/٦۲ هکتار (۳۲/۱ درصد) از مساحت اراضی این شهرستان را به خود اختصاص می‌دهد (جدول ٤) که نسبت به سایر پهنه‌ها از وسعت بیشتری برخوردار است. پهنه مستعد عمدتاً در قسمت مرکزی تا شمال اراضی کشاورزی شهرستان را شامل می‌شود.

بهاگات[1] و همکاران (۲۰۰۹) گزارش دادند که منطقه پراداش هیمچال هند پتانسیل بالایی برای تولید جو دارد، به طوری‌که سطح زیر کشت کنونی جو (۲۵۰۰۰ هکتار) قابل افزایش تا حد ٤۱۰۰۰۰ هکتار می‌باشد (٦). در مطالعه سیلوا و لوپز بلانکو[2] (۲۰۰۳) عواملی محیطی مانند شیب، بافت خاک و دمای بیشینه نقش اساسی در کاهش مطلوبیت اراضی برای تولید یولاف در منطقه مکزیو داشتند (۳۲). سبحانی و همکاران (۲۰۰۹) با بررسی تأثیر عوامل اقلیمی در مکان گزینی اراضی مستعد کاشت دیم جو در استان آذربایجان شرقی، بیان نمودند حدود ۲/٦۳ درصد بسیار مناسب، ۲۷/۳۰ درصد مناسب، ۳۰/٥٤ درصد متوسط و در نهایت ۲۱/٥۳ درصد از مساحت استان از شرایط نامناسب جهت کاشت جو برخوردار می‌باشد (۳۳). زرینی‌بهادر و همکاران (۲۰۱٤) به ارزیابی کیفی تناسب اراضی جو دیم در شهرستان رودبار گیلان پرداختند. نتایج نشان داد که در واحد اراضی برای کشت جو دیم دارای تناسب متوسط بوده و در کلاس‌های S2 و S3 قرار می‌گیرند و یک واحد اراضی نامتناسب بوده و دارای زیر کلاس N می‌باشد. بیشترین و مهمترین محدودیت برای جو دیم که باعث کاهش درجه تناسب اراضی گردیده در نواحی مرتفع عامل شیب و در نواحی نزدیک به رودخانه سنگ و سنگریزه و بافت سبک خاک است (۳۹). وانگ و همکاران (۲۰۱۱) به ارزیابی تناسب اراضی برای انتخاب گندم زمستانه در مناطق مناسب جهت کشت آن در پکن چین، با استفاده از سنجش از دور RS و GIS پرداختند. محاسبات موجود با توجه به نقش متغیرهای مختلف در قابل کشت بودن زمین بر اساس مواد مغذی موجود در خاک و عوامل آب و هوایی طبقه‌بندی شده است. در نهایت منطقه به سه پهنه دارای حاشیه مناسب، نسبتاً مناسب و بسیار مناسب تقسیم‌بندی شد (۳٦).

1- Bhagat
2- Silva and Lopez-Blanco

www.SID.ir

Archive of SID

پهنه نیمه مستعد: این پهنه در قسمت‌های شمالی و غربی اراضی کشاورزی شهرستان آق‌قلا با شوری در حدود ۵/۵–۹/۵ دسی‌زیمنس بر متر، pH در حدود ۷/٦–۸/۱ و بارش بسیار کم ۱۵۰–۲۰۰ میلی‌متر قرار گرفته است. از عوامل اصلی محدودکننده کشت، بارش کم در این ناحیه است. با توجه به این‌که جو نسبتاً گیاه مقاومی نسبت به شرایط نامساعد محیطی است، کاشت این گیاه در این پهنه امکان‌پذیر است، اما حصول عملکردهای بالا دست یافتنی نخواهد بود. این ناحیه ۲۷۵۷۳/٤۷ هکتار (۲٤/۳ درصد) از مساحت اراضی کشاورزی این شهرستان را شامل می‌شود (جدول ٤). با اجرای برخی اقدامات زراعی مانند استفاده از کود سبز، مدیریت آبیاری و زهکشی جهت کاهش شوری، می‌توان به ارتقا این پهنه کمک کرد.

پهنه غیرمستعد: پهنه غیرمستعد نیز به‌صورت بخش کوچکی در قسمت شمال غربی اراضی کشاورزی شهرستان آق‌قلا قرار گرفته است (شکل ۷) که شرایط نامساعد از لحاظ کشت جو دارا می‌باشد. این منطقه دارای مقدار بارش بسیار ناچیز در حدود ۱۵۰ میلی‌متر، شوری بالا بین ۱۵–۲۹ دسی‌زیمنس بر متر و جهات‌های شیب نامناسب در جهات غربی و شمالی است. این ناحیه ۱۸۲۷۸/۹۸ هکتار (۱٦/۱ درصد) از مساحت اراضی شهرستان آق‌قلا را به خود اختصاص داده است (جدول ٤). از نظر میزان عناصر غذایی نیز مقادیر کلسیم و پتاسیم در این مناطق بیش از نیاز گیاه می‌باشد که این امر به قلیایی شدن خاک این مناطق کمک می‌کند. با بکارگیری روش‌های مدیریتی اصلاح اراضی شور و افزایش حاصل‌خیزی خاک در این پهنه، گیاه جو می‌تواند نقش ممتازی در ارتقای این اراضی به پهنه بالاتر و افزایش کیفیت منابع ایفا کند.

پاکپور ربطی و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی ارزیابی اراضی مستعد جهت کشت تعدادی از محصولات از جمله جو، ذرت و آفتابگردان با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی در استان آذربایجان غربی پرداختند. ایشان به‌این نتیجه رسیدند که در منطقه مورد مطالعه کلاس‌های اقلیمی جهت کشت جو کاملاً مناسب (S1)، برای ذرت و آفتابگردان (S2) می‌باشد. از جمله محدودیت‌های خاک در منطقه مورد مطالعه برای محصولات شامل pH، آهک، بافت، ذرات درشت‌تر از شن و توپوگرافی است (۲۹). در مطالعه کاظمی و همکاران (۲۰۱۲بی) مشخص شد که ۲۱/۳٤ و ۳۵/۰٤ درصد از زمین‌های زراعی استان گلستان برای تولید کلزا به‌ترتیب بسیار مستعد و مستعد بودند. این پهنه‌ها مقدار بارش کافی (۵۰۰–٤۰۰ میلی‌متر) و حاصل‌خیزی بالایی داشتند. ایشان گزارش کردند که

www.SID.ir

Archive of SID

طبقات نیمه‌مستعد و غیرمستعد کشت کلزا، به قسمت‌های شمالی و شرقی استان اختصاص دارد. در این مناطق میزان بارش و پتانسیل منابع آبی پایین، شوری و کمبود عناصر غذایی از عوامل محدودکننده کشت بوده است (۱۹).

گزارش‌های متعدد نشان می‌دهد در منطقه شمال استان گلستان از جمله در شهرستان آق‌قلا عامل محدودکننده، شوری بالا است که باعث شده قسمت‌هایی از این مناطق به‌دلیل داشتن شرایط قابل قبول از نظر سایر متغیرهای محیطی، در هیچ پهنه مستعدی قرار نگیرند. از دلایل شوری در این مناطق تبخیر بیش از اندازه از سفره‌های زیرزمینی شور و کم عمق را می‌توان ذکر کرد. بر اساس مطالعاتی که قانعی و همکاران (۲۰۰۸)، در اراضی زراعی شمال شرقی دشت آق‌قلا انجام دادند به‌این نتیجه رسیدند که شوری خاک در اراضی شمالی محدوده مورد مطالعه به‌دلیل عمیق‌تر بودن سطح آب زیرزمینی نسبت به اراضی جنوبی کمتر می‌باشد (۱۲). بیشترین میزان EC خاک در مناطق شمالی استان در شهرستان‌های آق‌قلا، گنبد و بندرترکمن مشاهده شده که باعث نامناسب شدن خاک بخشی از این مناطق جهت کشاورزی شده است. عوامل متعددی در شور شدن خاک این ناحیه دخالت دارند که عبارتند از: رسوبگذاری دریای خزر، سیلاب‌های فصلی، شیب کم، بافت سنگین، وزش باد، پساب کارخانه‌ها و فاضلاب شهری، مدیریت نادرست زراعی (۳۸). احترامیان و همکاران (۲۰۰۹) با پهنه‌بندی استان خراسان شمالی جهت کشت گندم دیم، بیان کردند که عمده مناطق مناسب کشت این محصول در شمال استان قرار دارد و مناطق ضعیف در جنوب غربی و جنوب شرقی استان واقع‌اند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد با انطباق لایه‌های مؤثر در فرآیند کشت گندم دیم در محیط GIS، امکان شناخت مناطق مستعد کشت برای این گیاه زراعی وجود دارد (۹).

نتیجه‌گیری کلی

تهیه نقشه پهنه‌بندی کشت جو دیم با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، نتایج ارزشمندی را جهت مدیریت و برنامه‌ریزی مدیران ارایه می‌نماید. مخصوصاً اگر در تحلیل‌های مکانی GIS، از توابع تحلیلی همچون تحلیل سلسله مراتبی نیز استفاده گردد، در این صورت نتایج از دقت بالایی برخوردار خواهد بود زیرا در این کار از نظر متخصصان هم بهره گرفته شده است. با توجه به محدودیت‌های متعدد در منطقه از جمله شوری خاک و میزان بارش، ارزیابی زراعی- بوم‌شناختی اراضی می‌تواند به شناسایی محدودیت‌ها و مزیت‌ها و همچنین پتانسیل‌های کشت جو دیم به‌صورت مکانی بیانجامد. شناسایی استعداد و توان سرزمین برای کاربری‌های مختلف کشاورزی به‌منظور حفظ منابع محیطی و

www.SID.ir

Archive of SID

تولید پایدار محصولات کشاورزی در راستای توسعه پایدار و همه جانبه در مناطق مختلف ضروری به‌نظر می‌رسد. عدم پهنه‌بندی و شناسایی توان سرزمین برای انواع فعالیت‌های کشاورزی باعث تخریب محیط‌زیست و منابع‌طبیعی، آلودگی منابع آب و خاک، شور شدن اراضی، کاهش سفره آب زیرزمینی و سرانجام ناپایداری بوم‌نظام‌های کشاورزی می‌شود (۱۹). به‌طور کلی در این مطالعه مشخص شد که ۲۷/۵ درصد از اراضی این شهرستان جز مناطق بسیار مستعد جهت کشت جو دیم محسوب می‌شود و به شرط مدیریت زراعی مناسب با بیشترین بازده همراه خواهد بود. در بخش‌های وسیعی از این شهرستان علاوه‌بر مشکل شوری و pH، مقادیر پتاسیم، کلسیم و ماده آلی از عوامل محدودکننده شناخته شدند.

در کنار مسائل فنی و علمی کشت یک محصول در یک منطقه، آگاه کردن کشاورزان از جزییات فرآیند تولید یکی از راه‌های افزایش میزان تولید محصول در هر منطقه است. متصدی خرید تضمینی جو در کشور سازمان تعاون روستایی شناخته شده است. شرکت‌های تعاونی روستایی این سازمان در سطح شهرها و روستاهای گلستان اقدام به خرید محصول جو می‌کنند. تا پایان سال زراعی ۱۳۸۹ برنامه‌ی وزارت جهاد کشاورزی در مورد محصول جو در قالب طرح افزایش تولید جو اجرا می‌شد. اما از سال ۱۳۹۰ اجرای این سیاست متوقف شده است. از نظر کارشناسان مکانیزاسیون در اکثر مناطق استان، عملیات زراعی تولید جو تقریباً مکانیزه و مانند گندم صورت می‌گیرد فقط در برخی از نقاط کوهپایه‌ای و اراضی شیب‌دار کشت و زرع آن سنتی انجام می‌شود.

از نظر عوامل توسعه‌ای، وجود کارخانه‌های تولید آرد و نیز تولید مالت می‌تواند جزء صنایع جانبی این محصول به‌حساب آید. در هر شهرستان استان گلستان حداقل یک کارخانه تولید آرد وجود دارد. از نظر تولید مالت فقط یک کارخانه در استان گلستان (گرگان) وجود دارد. با توجه به تولید خوب این محصول در شهرستان آق‌قلا، احداث کارخانه تولید مالت در این مناطق امکان‌پذیر و مقرون به صرفه خواهد بود و سرانجام پیشنهاد می‌شود که با بررسی برخی از عوامل اقلیمی مانند میزان تابش، میزان تبخیر و تعرق، و نیز ارزیابی عوامل اقتصای، توسعه‌ای و اجتماعی نتایج این مطالعه تکمیل‌تر شود، تا بتوان با استفاده مناسب از منابع محیطی و شناسایی محدودیت‌ها و مزیت‌های کشت به تولید پایدار محصول جو دیم در منطقه دست یافت.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1.Abushnaf, F.F., Spence, K.J., and Rotherham, I.D. 2013. Developing land evaluation model for Benghazi region in northeast Libya using a geographic information system and multi-criteria analysis. APCBEE Procedia. 5: 67-75.

2.Askari, M.S., Sarmadiyan, F., Khodadadi, M., and Noruzi, A. 2009. Ecological-agricultural zoning using remote sensing and geographic information systems (GIS) in the Takestan. J. Soil Water Res. 40: 93-104. (In Persian)

3.Bagli, S., Terres, J.M., Gallego, J., Annoni, A., and Dallemand, J.F. 2003 Agro-Pedo- climatological zoning of Italy. European Commission Directorate General Joint Research Centre ISPRA.

4.Bannayan, M., Eyshi Rezaei, E., and Hoogenboom, G. 2013. Determining optimum planting dates for rainfed wheat using the precipitation uncertainty model and adjusted crop evapotranspiration. J. Agr. Water Manage. 126: 56- 63.

5.Bayat, M. 2011. Land evaluation of wheat, barley, alfalfa and tomato in Pakdasht, Shahryar, Hashtgerd and Varamin cities using GIS. M.Sc. Thesis, University of Tehran, 100p. (In Persian)

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

7.Bobade S.V., Bhaskar, B.P. Gaikwad, M.S., Raja, P., Gaikwad, S.S., Anantwar, S.G., Patil, S.V., Singh, S.R., and Maji, A.K. 2010. A GIS-based land use suitability assessment in Seoni district, Madhya Pradesh. India. J. Trop. Ecol. 51(1): 41- 54.

8.Choudhury, S., and Saha, S.K. 2003. Cropping pattern change analysis and optimal landuse planning by integrated use of satellite remote sensing and GIS. Indian Cartographer, Pp: 111-123.

9.Ehteramiyan, K., Niya-Gharaei, M., Motamedi, M., Gharaei, S., Rafiei. M., and Zabol Abbasi, F. 2009. Climatic zoning in north Khorasan for dryland wheat cultivation. J. Geo. Sci. 14: 45-62. (In Persian)

10.Feyzi-Asl, V. 2008. Comparison of different interpretation soil test results in determining the critical level of iron in soils. Wheat cultivation in north-west provinces of Iran. J. Agr. Sci.18: 33-23. (In Persian)

11.Feyzizadeh, B., Ebdali, H., Rezaei banafshei, M., and Mohamadi, G. 2012. Zoning of the wheat crop in east Azarbaijan province using GIS spatial Analysis. J. Res. Dev. 96: 76-91.

12.Ghanei- Motlagh, Gh., Pashaee- Aval, A., Khormali, F., and Mosaedi, A. 2009 . Preparing the soil salinity map for site-specific management, case study: some farm lands in northeast of Aq-Qala. J. Agr. Sci. Nat. Resour. 5: 75-82.(In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

13. Ghodsipoor, S.H. 2010. Analytical Hierarchy Process. Amir Kabir University Press, 220p. (In Persian)
14. Givi, J. 2000. Qualitative, quantitative and economic suitability evaluation and identify potential areas for major crops of the Falavarjan region. Planning and Agricultural Economics Research Institute, Ministry of Agriculture. (In Persian)
15. Gool, D.V., Tille, P., and Moore, G. 2005. Land evaluation standards for land resource mapping. Department of Agriculture Government of Western Australia.
16. Kalogirou, S. 2002. Expert systems and GIS: an application of land suitability evaluation. J. Comp. Environ. Urban Syst. 26: 89-112.
17. Kamali, Gh.A., Sedghiyanipour, A., and Sedaghat-Kerdar, A. 2010. Evaluate the climatic potential of rainfed wheat cultivation in East Azerbaijan. J. Soil Water. 22: 467-483.(In Persian)
18. Kazemi, H., Tahmasebi Sarvestani, Z., Kamkar, B., Shataei, Sh., and Sadeghi, S. 2012 a. Agroecological zoning of agricultural lands in Golestan province for rice cultivation by geographic information system (GIS) and analytical hierarchy process (AHP). The 14 National Conferences of Rice, Sari. (In Persian).
19. Kazemi, H., Tahmasebi Sarvestani, Z., Kamkar, B., Shataei, Sh., and Sadeghi, S. 2012 b. Agroecological zoning of agricultural lands in Golestan province for canola cultivation by geographic information system (GIS) and analytical hierarchy process (AHP). E.J.C.P. 5(1). 139-123. (In Persian)
20. Kazemi, H., Tahmasebi Sarvestani, Z., Kamkar, B., Shataei, Sh., and Sadeghi, S. 2013. Agro-ecological zoning of Golestan province lands for soybean cultivation using geographical information system (GIS). J. Agr. Know Sustain. Prod. 23: 4. 40-22. (In Persian)
21. Khan, M.R., Debie, C.A., Van Keulen, H., Smaling, E., and Real, R. 2010. Disaggregating and mapping crop statistic using hyper temporal remote sensing. Int. J. Appl. Earth Obser. Geoinform. 12: 36 46.
22. Khodabandeh, N. 2010. Effect of nitrogen levels on yield components of wheat and barley. National Conference of Agriculture and Rural Development. 7p. (In Persian)
23. Makhdoom, D. 2011. Foundation for land use planning. (11ed). University Tehran Press, (In Persian)
24. Malakuti, M.J., and Gheybi, M.N. 1997. Determine Critical Elements of Strategic Food and Fertilizer Recommendations in Country. Agricultural Education Press. (In Persian)
25. Malczewski, J. 2004 GIS-based land-use suitability analysis. Agron. J. 62: 1–6.
26. Martin, D., and Saha, S.K. 2009. Land evaluation by integrating remote sensing for cropping system analysis in a watershed. Current Sci. 96(4): 569-575.

www.SID.ir

Archive of SID

27. Mehrban, A., Ghafari, A., Ghanbari benjar, A., and Jalali, N. 2005. Climate zoning for dryland winter wheat in areas of the Maghan (Ardabil) using GIS. J. Agr. Sci. 15(4): 1-13. (In Persian)
28. Nourmohamadi, Gh., Siyadat, S.A., and Kashani, A. 2001. Agronomy of Cereals. Third edition Univ. Shahid Chamran Press. (In Persian)
29. Pakpour-Rabti, A., Jafarzadeh, A., Shahbazi, F., and Emari, P. 2013. Land evaluation of prone area to a number of crops using GIS in parts of West Azerbaijan province. J. Soil Water Sci. 1: 176-165. (In Persian)
30. Rezaei, N., Sarmadiyan, F., Heydari, A. 2011. Physical and economic assessment of land suitability for rainfed wheat and barley land uses in the area of software Els in Takestan. J. Agri. Sci. 13: 15-27.
31. Sari-Sarraf, B., Bazgir, S., and Mohammadi, G. 2009. Climatic zoning of cultivation dry wheat in West Azarbayjan. J. Geo. Dev. 13: 5-26. (In Persian)
32. Silva, A.C., and Lopez-Blanco, J. 2003. Delineation of suitable areas for crops using a multi-criteria evaluation approach and land use/cover mapping: a case study in central Mexico. Agri. Syst. 77: 117–136.
33. Sobhani, B., and Rasouli, A.A. 2009. Agroclimatic zoning of Ardabil province by using satellite imagery in GIS, Geography PhD thesis, University Tabriz. Pp: 321. (In Persian)
34. Statistics Center of Agriculture Department. 2009. Agricultural statistics and information Jihad Agriculture Ministry. 1: 2-114.
35. Sys, I., van Ranst, E., and Debveye, J. 1991. Land evaluation. Part1: Principles in land evaluation and crop production calculations. General Administration for Development Cooperation. Agri. Public Brussels, Belgium.
36. Wang, D., Li, C., Song, X., Wang, J., Yang, X., Huang, W., and Zhou, J. 2011. Assessment and suitability potentials for selecting winter wheat cultivation areas in Beijing, China, using RS and GIS. Agri. Sci. China. 9: 1419-1330.
37. Yizengaw, T., and Verheye, V. 2000. Application of computer captured knowledge in land evaluation, using ALES in Central Ethiopia. Geoderma. 66: 297-311.
38. Zahtabiyan, Gh., and Sarabiyan, L. 2004. Evaluation of soil and water salinization in Gonbad-Alagol. Desert J. 2: 171-181.
39. Zarrini- Bahadur, M., and Nabi-Elahi, K. 2014. Qualitative evaluation of land suitability for rainfed barley watershed Parudbar in Roudbar township of Guilan province. First National Conference on Science, Agri. Environ. Pp: 17. (In Persian)
40. Zeynodini, A. 1998. Soil and land suitability studies in Kerman, Meymand. M.Sc. Thesis, Soil Science, Tarbiat Modares University Pp: 267. (In Persian)

www.SID.ir