نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و دوم، شماره یکم، ۱۳۹٤
http://jopp.gau.ac.ir

تعیین تناسب اراضی استان‌های خراسان رضوی، جنوبی و شمالی برای کشت زیره سبز با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و رهیافت مدل‌سازی

*بهنام کامکار[۱] و نسیم مقدادی[۲]
[۱]دانشیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
[۲]دانش‌آموخته گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
تاریخ دریافت: ۹۲/۷/۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/٦/۸

چکیده

ارزیابی اراضی و انطباق‌پذیری نتایج باخروجی مدل‌های شبیه‌سازی می‌تواند به اتخاذ تصمیم در توسعه کشت گیاهان کمک کند. در این تحقیق، پتانسیل تولید و تناسب اراضی برای کشت زیره سبز در استان‌های خراسان به ترتیب با استفاده از مدل CUMMOD و روش مجموع ارزش‌ها و استفاده از عوامل اقلیمی و توپوگرافی تعیین شدند. طبق نتایج، با وجود پهنه‌های کاملاً مناسب و مناسب، پتانسیل تولید استان‌ها یکسان نبود. بر اساس مدل، مناطق جنوبی، و بخشی از مناطق مرکزی و شمالی خراسان شمالی قابلیت بالایی در تولید زیره سبز دارند (۲/۵ تا ۳ تن در هکتار)، ولی در خراسان رضوی، پتانسیل تولید در دو طبقه ۲-۲/۵ و کمتر از ۲ تن در هکتار قرار می‌گیرد. در خراسان جنوبی عملکردهای کمتر یا مساوی ۲ تن در هکتار برای مناطق مرکزی و جنوب استان و عملکردهای بین ۲-۲/۵ تن در هکتار برای مناطق شمالی آن تعیین شد. در خراسان شمالی شیب خاک و جهت شیب، در خراسان رضوی جهت شیب و دمای حداکثر و در خراسان جنوبی دمای حداکثر منطقه به‌عنوان مهم‌ترین عوامل محدودکننده شناخته شدند. در این مطالعه با وجود عوامل محدودکننده، عمده پهنه‌ها مناسب شناخته شدند، چرا که اثر سایر عوامل در روش مجموع ارزش‌ها اغراق در سایر عوامل را

*نویسنده مسئول: behnamkamkar@gau.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

تحت تاثیر قرار می‌دهد و نتایج را واقع‌گرایانه‌تر می‌کند. در کل نتایج نشان داد که با توجه بـه کـاهش طول فصل رشد گیاه زیره سبز از سمت خراسان شمالی به رضوی و رضوی به سمت خراسان جنوبی از پتانسیل تولید این گیاه کاسته می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی اراضی، *Cuminum cyminum*، مدل شبیه‌سازی، پتانسیل تولید

مقدمه

انتخاب نوع استفاده از اراضی همواره قسمتی از سیر تکاملی جوامع انسانی را تشکیل داده اسـت، بدین معنی که با تکامل تدریجی، در نوع احتیاجات بشر تغییر حاصل شده و در نتیجه جوامع مختلف به لزوم تغییر در نحوه استفاده از اراضی پی برده‌اند. یکی از راه‌هـای اساسـی بـرای توسـعه و ارتقـای فعالیت‌های زراعی در کشور، استفاده بهینه از اراضی به شکلی متناسب با شرایط بوم‌شناختی آن‌هاست. پیش‌بینی اولیه در مورد تناسب کشت گیاهان زراعی از طریق انتحاب و بـرون‌یـابی محـدوده مناسـب کشت آن‌ها برای طراحی و به کارگیری سیاست‌گذاری‌هـای کـلان ضـرورت دارد. تـوان زمـین بـرای کـاربری کشـاورزی بـا ارزیـابی مولفـه‌هـای مـرتبط بـا اقلـیم، خـاک و توپـوگرافی محـیط و درک محدودیت‌های بیوفیزیکی رابطه دارد (گراسانو و همکارن، ۲۰۱۱).

امروزه، سامانه اطاعات جغرافیایی (GIS[1]) به ابزاری ضروری برای تلفیـق نقشـه‌هـای مختلـف و اطلاعات ماهواره‌ای در مدل‌هایی تبدیل شده که برهمکنش نظام‌هـای پیچیـده طبیعـی را شـبیه‌سـازی می‌کنند. در سطوح ملی و منطقـه‌ای، کاربردهـای GIS چشـمگیر هسـتند. بـه عنـوان مثـال، طراحـان کشاورزی ممکن است از اطلاعات جغرافیایی در تعیین بهترین نواحی کاشت گیاهان نقدینه‌ای و تلفیق داده‌های خاک، توپوگرافی و بارش برای تعیین مساحت مناطق مستعد کشت بهره ببرند (شـیواکومار و هینسمن، ۲۰۰۱). از آن‌جا که تحلیل تناسب اراضی به استفاده از انواع مختلف داده و اطلاعات (خاک، اقلیم، کاربری زراعی، توپوگرافی و نظایر آن) نیاز دارد، GIS ابـزار انعطـاف‌پـذیر و قدرتمنـدی بـرای پردازش داده‌های خام در اختیار قرار می‌دهد که با تلفیق انواع متنـوع داده‌هـا، اطلاعـات خروجـی آن نقشه‌های موضوعی ارزشمند هستند (فوت و همکاران، ۱۹۹٦). GIS این امکان را فراهم می‌کند که از

1- Geographic Information System

Archive of SID

www.SID.ir

این نقشه‌های موضوعی در کنار مدل‌ها، نقشه‌های موضوعی جدید (نظیر نقشه تناسب اراضی) تهیه نمود.

توماس (۱۹۹۲) به کمک GIS به پهنه‌بندی کشاورزی-اقلیمی استان یانان چین پرداخت و با استفاده از داده‌های اقلیمی، خاکشناسی و فنولوژی منطقه مورد مطالعه و بر اساس مدل بیلان آبی مشخص کرد که جز بخش جنوبی این استان که اقلیمی گرم و خشک دارد، بقیه مناطق ۸۰ تا ۱۰۰ درصد آب مورد نیاز را دراختیار دارند و در نهایت مشخص شد که مدل بیلان آب برای محصول برنج نتایج بهتری نسبت به ذرت دارد. ساها و پاند (۱۹۹٦) به پهنه‌بندی بوم‌شناختی-کشاورزی با استفاده از ماهواره IRS-1B و سامانه اطلاعات جرافیایی پرداختند. در این تحقیق با استفاده از سنجنده IRS، نقشه خاک، کاربری اراضی و رژیم‌های آبیاری منطقه مورد مطالعه تهیه شد و با استفاده از نقشه‌های تهیه شده و سایر اطلاعات از جمله نقشه شیب، مدل ارتفاعی رقومی منطقه و داده‌های اقلیمی پهنه‌بندی ادافیکی-کشاورزی و پهنه‌بندی اقلیمی-کشاورزی منطقه انجام و ۱۱ پهنه بوم‌شناختی-کشاورزی تعریف گردید.

ماهوی و ماهی (۱۹۹۸) با استفاده از شاخص رطوبت خاک هفتگی در طی فصل تابستان، ۷ منطقه کشاورزی-اقلیمی را در هند مشخص نمودند. کالدیز و همکاران (۲۰۰۱) در کشور آرژانتین با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی به پهنه‌بندی بوم‌شناختی-کشاورزی و پتانسیل‌سنجی اراضی کشاورزی در کشت خالص و مخلوط سیب‌زمینی پرداختند. در این مطالعه نواحی مناسب برای کشت محصول مورد نظر بخش‌های جنوب شرقی و شمال شرقی این استان معرفی شدند.

بهدانی و همکاران (۲۰۰۲-۲۰۰۱) به پهنه‌بندی بوم‌شناختی-کشاورزی زعفران با استفاده از GIS و تعیین عملکرد پتانسیل این محصول در استان خراسان پرداختند. آنها در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که از ٤ منطقه مورد مطالعه، شهرهای تربت حیدریه و گناباد واقع در بخش‌های شمالی و مرکزی کمربند زعفران، به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین عملکرد بوده‌اند. منحنی نرمال عملکرد، میزان تغییرات را از ۷/۷٦ – ۰/۱٦ کیلوگرم در هکتار نشان دادند. بر اساس محاسبات روشن شد سن مزرعه، قسمت اعظم واریانس عملکرد را بین مزارع مساحی شده توجیه می‌کند. دراین پژوهش معلوم شد تاریخ آبیاری اول یک عامل کلیدی در حصول عملکردهای بالا بوده و دقیقاً منطبق با رژیم دمایی منطقه است.

Archive of SID

www.SID.ir

باگلی و همکاران (۲۰۰۳) اقدام به پهنه‌بندی بوم‌شناختی-کشاورزی در کشور ایتالیا نمودند. آن‌ها پس از بررسی اطلاعات مربوط به ایستگاه‌های هواشناسی موجود اقدام به تهیه و تعریف شاخص‌های مربوط به دما و رطوبت مطلوب گیاه، شاخص خطر تنش دمایی، شاخص یخزدگی در مراحل مختلف رشد گیاهان انتخاب شده و سایر شاخص‌های مورد نیاز نمودند. آن‌ها با استفاده از اطلاعات خاک و توپوگرافی، نقشه‌های بافت خاک، آب قابل استفاده، شیب و غیره را تهیه نموده و در نهایت با تعریف پهنه‌های همگن اقدام به تعیین تناسب اراضی برای ذرت دانه‌ای، گندم، جو، گوجه فرنگی، چغندر قند، آفتابگردان و سویا به روش وزنی نمودند.

نیلسون و همکاران (۲۰۰۵) پهنه‌بندی بوم‌شناختی کشاورزی را برای موز و آناناس با استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور انجام دادند. روش مورد استفاده در ارزیابی پهنه‌ها، روش چند معیاری واستفاده از روش وزنی برای رتبه‌بندی بود. آنها از روش کوکریجینگ برای میان-یابی داده‌های اقلیمی و تهیه نقشه‌های موضوعی و از روش همپوشانی رستری برای تعیین طول دوره رشد استفاده کردند و در نهایت نقشه پهنه‌بندی بوم‌شناختی کشاورزی و نقشه تناسب اراضی برای هر ناحیه تهیه شد.

کامکار و همکاران (۲۰۱٤) در بررسی امکان اجرای تناوب کلزا-سویا در استان گلستان با استفاده از GIS با تولید رستر لایه‌های اقلیمی (بارش و دما)، توپوگرافی (شیب و جهت شیب) و خاک (بافت، pH و EC) به تعیین نواحی مستعد کشت این دو گیاه و در نهایت امکان‌سنجی تناوب بین این دو گیاه پرداختند. آن‌ها صرفاً ۱۱/۸۲ درصد از اراضی زراعی استان گلستان را در طبقه کاملاً مطلوب طبقه‌بندی کردند. کاظمی و همکاران (۲۰۱۳) در پهنه‌بندی کشاورزی- بوم‌شناختی کشت سویا در استان گلستان با استفاده از رتبه‌بندی لایه‌ها بر اساس محدودیت ساده و تعیین اوزان تاثیر با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی نشان دادند که به‌ترتیب ۲۷/۵۹ و ۲۷/۳۵ درصد از اراضی استان گلستان در پهنه‌های بسیار مستعد و مستعد قرار دارند.

سطح زیر کشت گیاهان دارویی در سال ۹۱ حدود ٤۰ هزار هکتار و مقدار تولید این گیاهان ۱۳۲/۵ هزار تن عنوان شده است. طبق آمار موجود، عمده‌ترین استان‌های تولیدکننده گیاهان دارویی در ایران خراسان رضوی، شمالی و جنوبی، منطقه جیرفت در جنوب کرمان، سیستان و بلوچستان و همدان است. بیشترین سطح کشت گیاهان دارویی مربوط به زیره سبز با سطحی حدود ۱۸ هزار هکتار و دومین سطح زیر کشت مربوط به گیاه حنا با سطح ۷ هزار و ۹٤٤ هکتار می‌باشد. زیره سبز از

Archive of SID

www.SID.ir

گیاهان مهم خانواده چتریان است که به دلیل نیاز آبی پایین، ارزش صادراتی بالا و نقشی که در اشتغال‌زایی بخش کشاورزی دارد، از اهمیت ویژه‌ای در تناوب مناطق خشک و نیمه‌خشک برخوردار است (کامکار و همکاران، ۲۰۱۱). این گیاه یکی از گیاهان دارویی مورد توجه در استان‌های سه‌گانه خراسان است، به نحوی که حدود ۹۰ درصد زیره صادراتی کشور از استان‌های خراسان تامین می‌شود (کافی، ۲۰۰۲). ولی با این حال، مناطق مستعد کشت این محصول مورد مطالعه قرار نگرفته است. از سویی مطالعات گذشته اطلاعات کمی مناسبی در مورد نیازهای بوم‌شناختی این محصول در اختیار قرار داده است (کامکار و همکاران، ۲۰۱۱؛ کامکار، ۲۰۰۵؛ کافی، ۱۹۸۷). بنابراین مطالعه اراضی که از نظر شرایط توپوگرافی و اقلیمی مستعد کشت این گیاه هستند، می‌تواند امکان توسعه کشت این گیاه در سطح سه استان مورد نظر را به همراه داشته باشد.

این تحقیق با هدف تلفیق دو رهیافت مدل‌سازی و سامانه اطلاعات جغرافیایی، برای تعیین تناسب کاشت گیاه زیره سبز در استان‌های خراسان رضوی، شمالی و جنوبی و تعیین وضعیت تولید پتانسیل این مناطق انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

روش نمونه‌برداری و منطقه مورد مطالعه: این مطالعه در محدوده سه استان خراسان شمالی، جنوبی و رضوی انجام شد (شکل ۱). متغیرهای اقلیمی شامل دماهای حداقل و حداکثر و بارندگی با استفاده از آمار بلندمدت ایستگاه‌های هم‌دیدی پنج استان خراسان جنوبی، خراسان رضوی، خراسان شمالی، گلستان و سمنان (شکل ۱) و با استفاده از روش‌های درون‌یابی زمین‌آمار کریجینگ جهانی (مدل پان اسفریکال) و روش اسپلاین یا توابع پایه شعاعی (RBF)[1] برآورد شدند. در مواردی که روش‌های درون‌یابی از دقت لازم برخوردار نبودند، از روش رگرسیون چندگانه استفاده شد. بدین منظور، متغیر اقلیمی به عنوان متغیر وابسته و عوامل طول و عرض جغرافیایی بر اساس مختصات جغرافیایی و UTM و ارتفاع به عنوان متغیرهای مستقل مد نظر قرار گرفتند. سپس هر متغیر وابسته (اقلیمی) با ترکیب‌های مختلف از متغیرهای مستقل وارد رگرسیون چندگانه شد و در نهایت مدلی که دارای

1- Radial Basis Functions

Archive of SID

www.SID.ir

بالاترین ضریب تبیین و کمترین RMSE، و خط برازش‌یافته به داده‌های واقعی در برابر شبیه‌سازی‌شده آن دارای نزدیک‌ترین عرض مبداء به صفر و نزدیک‌ترین شیب به یک بود و در ضمن ضریب مدل نیز معنی‌دار بود، به عنوان مدل برتر انتخاب شد. شکل (۱) پراکنش ایستگاه‌های هواشناسی هم‌دیدی و اقلیم‌شناسی مورد استفاده در تهیه لایه‌های اقلیمی نشان می‌دهد.

استخراج و طبقه‌بندی لایه‌های اقلیمی و توپوگرافی: با در اختیار داشتن نقشه رقومی ارتفاعی زمین (DEM) سه استان مورد مطالعه با کیفیت ٤۰ متر، از تجزیه و تحلیل‌های مکانی جهت استخراج نقشه‌های شیب و جهت شیب استفاده شد. برای ارزیابی دقت مدل‌های مورد استفاده در تهیه لایه‌ها برای ایستگاه‌ها از ضریب رگرسیون چندگانه، ضریب رگرسیون تصحیح شده[1]، مجذور میانگین مربعات خطا[2]RMSE و میزان انحراف داده‌های شبیه‌سازی شده از داده‌های واقعی از خط ۱:۱ استفاده شد. برای محاسبه RMSE از رابطه زیر استفاده شد:

رابطه (۱)
$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(z(x*i) - z(xi)^2)}{n}}$$

که در آن، $z(x*i)$ مقدار پیش‌بینی شده متغیر مورد نظر و $z(xi)$ مقدار واقعی همان پارامتر می‌باشند.

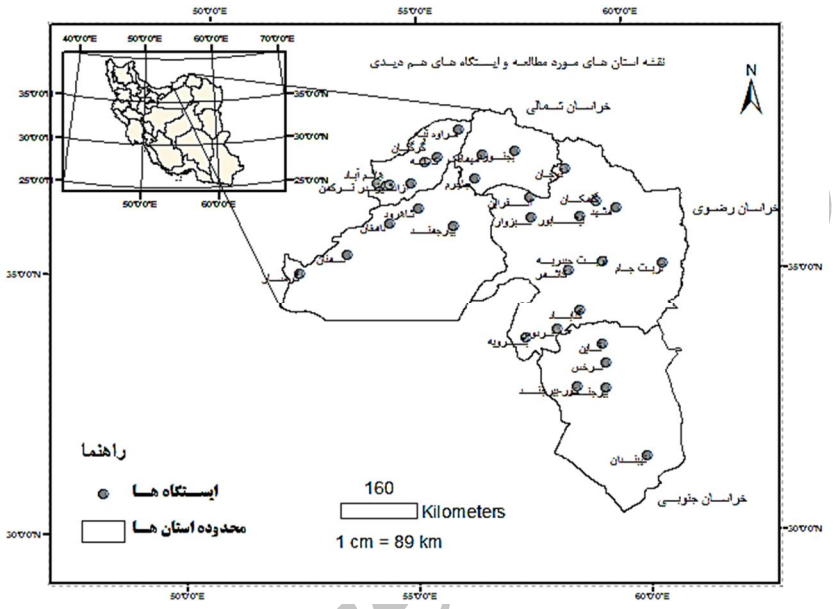
پس از تهیه لایه‌های اقلیمی و توپوگرافی برای استان‌های مورد نظر، این لایه‌ها بر اساس نیازهای بوم‌شناختی گیاه (جدول ۱)، طبقه‌بندی (reclassify) شدند. سپس با استفاده از لایه‌های طبقه‌بندی‌شده، انطباق لایه‌ها جهت استخراج تناسب اراضی همپوشانی[3] داده شدند. بدین منظور از روش مجموع ارزش‌ها استفاده شد. به منظور استخراج زمین‌های زراعی از سایر کاربری‌ها، از نقشه کاربری اراضی هر استان استفاده شد. در این تحقیق جهت محاسبات پارامترهای اقلیمی فصل رشد زیره سبز از دستور آمار سلولی، جهت استخراج ارزش‌های ارتفاعی از مدل رقومی ارتفاعی زمین، جهت لایه‌سازی عوامل اقلیمی از محاسبه‌گر رستری و جهت منطبق‌سازی لایه‌های رستری از محاسبه‌گر رستری و روش

1- Adjusted R2
2- Root Mean Square Error (RMSE)
3- Overlay

Archive of SID

www.SID.ir

مجموع ارزش‌ها در چهار کلاسه کاملاً مناسب، مناسب، ضعیف و نامناسب استفاده شد. جدول ۱، نیازمندی‌های این گیاه را نشان می‌دهد.



شکل ۱- پراکنش ایستگاه‌های هواشناسی مورد استفاده در تهیه لایه‌های اقلیمی در پنج استان خراسان جنوبی، خراسان رضوی، خراسان شمالی، گلستان و سمنان

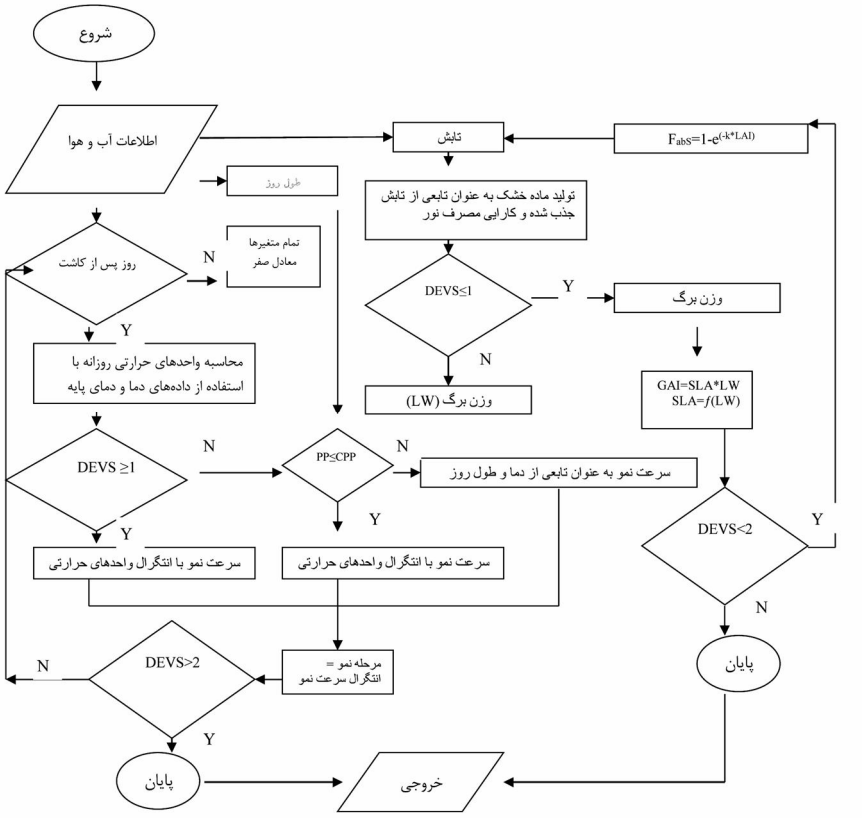
جدول ۱. نیازمندهای گیاه زراعی زیره سبز

	کاملاً مناسب	مناسب	ضعیف	نامناسب
دمای حداقل	۱۰-۱۸	۵-۱۰	۳/۵-۵	۳/۵>
دمای حداکثر	۱۵-۲۰	۲۰-۲۵	۲۵-۳۰	۳۰<
بارش	۱۶۰>	-	-	۱۶۰<
میانگین دما	۱۲-۱۸	۷-۱۲	۱۸-۲۵	۳/۵> و ۳۰<
ارتفاع	۱۲۰۰>	۱۲۰۰-۱۶۰۰	۱۶۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰<
شیب	۰-٤	٤-۸	۸-۱۲	۸<
جهت شیب	جنوب-جنوب شرق-بدون جهت	شرق – شمال شرق	جنوب غرب- شمال غرب	غرب و شمال

منابع: کامکار و همکاران (۲۰۱۱)، کافی و همکاران (۱۹۸۹)

Archive

www.SID.ir



شکل ۲- الگوریتم مدل CUMMOD. اختصارات عبارتند از: Fabs (کسر جذب نور)، DEVS (مرحله نمو)، K (ضریب خاموشی نور)، SGA (سطح سبز ویژه)، GLA (سطح برگ سبز). Y و N هم تایید و عدم تایید شروط الگوریتم را نشان می‌دهند.

مدل CUMMOD: در این مدل، تولید زیره به عنوان تابعی از تابش و دمای منطقه محاسبه می‌شود. مشخصه جغرافیایی مناطق شامل طول و عرض جغرافیایی وارد مدل و اطلاعات هواشناسی شامل دمای حداقل، حداکثر و بارش فراخوانی می‌شوند. طول روز و تابش بر اساس مدل‌های موجود محاسبه و در مدل به کار گرفته می‌شوند. شکل ۲ الگوریتم این مدل را نشان می‌دهد. در این مدل، مقدار ماده خشک روزانه بر اساس مقدار تابش تصحیح شده بر مبنای ساعات آفتابی (آنگستروم، ۱۹۲٤) و محاسبه کسر جذب نور از رابطه بیر- لمبرت (مانسی و سایکی، ۱۹۵۳) و حاصلضرب

Archive
www.SID.ir

مجموع تابش جذب‌شده در طی فصل رشد در کارایی مصرف نور، محاسبه و براساس زیر مدل فنولوژی که بر اساس مفهوم روز فتوترمال عمل می‌کند و ضرایب متناظر با هر مرحله نمو، میزان تخصیص ماده خشک به اندام‌های مختلف را تعیین می‌نماید. این مدل در گام زمانی روزانه عمل می‌کند و قابلیت آنالیز حساسیت را نیز داراست.

مدل‌سازی پتانسیل تولید: در گام بعد با استفاده از مدل CUMMOD (کامکار و همکاران، ۲۰۱۱)، عملکرد مناطق واقع در نقشه ارزیابی اراضی تعیین و پس از آزمون دقت روش‌های درون‌یابی کلاسیک از روش فاصله وزن‌دهی معکوس جهت تهیه نقشه پتانسیل تولید استفاده شد. در این مدل، تاریخ کاشت مطلوب از طریق تجزیه و تحلیل حساسیت تعیین شد و مدل برای این تاریخ اجرا شد. این کار برای ۱۰ مکان شامل مشهد، کاشمر، بیرجند، فردوس، نیشابور، قاین، بجنورد، گناباد، و سبزوار انجام گردید. خروجی نهایی مدل کل ماده خشک تولید شده و عملکرد دانه تولید شده می‌باشد. یکی از مزایای این مدل نظیر بسیاری از مدل‌های دیگر امکان برآورد عملکرد برای نقاط مختلف با مختصات‌های متفاوت است.

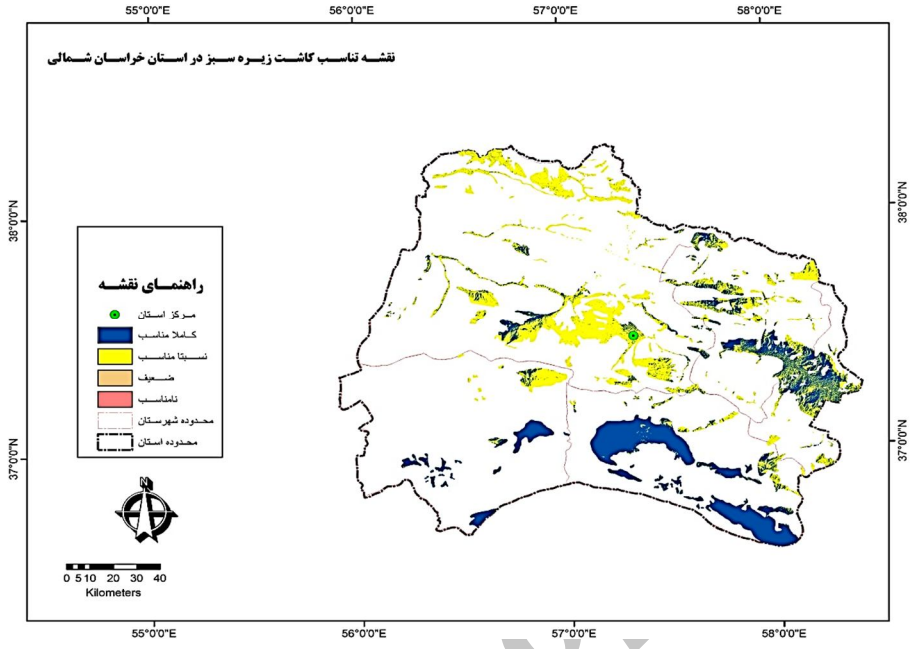
نتایج و بحث

به منظور ارزیابی صحت درون‌یابی از ٦ نقطه برای درون‌یابی و از چهار نقطه (مشهد، بیرجند، سبزوار و بجنورد) برای ارزیابی استفاده شد. بررسی خط رگرسیونی برازش یافته به عملکرد مشاهده‌شده در برابر پیش‌بینی‌شده و پراکنش نقاط حول خط ۱:۱نشان داد که روش درون‌یابی با کیفیت مطلوبی نتایج به دست‌آمده از مدل را به سطح تعمیم داده است. ضرایب a، b و ضریب تبیین (R^2) خط برازش یافته بر اساس روش فاصله وزن‌دهی معکوس معادل ۰/۰۵، ۰/۹۵ و ۰/۹۷ و بر اساس روش اسپیلاین معادل ۲۲ /۰، ۰/۸۳ و ۰/٦۷ بودند.

نتایج نشان داد که از مجموع اراضی زراعی استان خراسان شمالی ٤۷/۹۷ درصد در طبقه کاملا مناسب و ۵۱/۹٦ درصد در طبقه نسبتا مناسب قرار دارند. عمده مناطق کاملا مناسب در این استان به نواحی جنوبی استان و مناطق نسبتا مناسب در بخش‌های مرکزی و شمالی استان اختصاص یافت (شکل ۳).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳- نقشه تناسب اراضی جهت کاشت زیره سبز در استان خراسان شمالی

جدول ۲- مساحت اراضی (هکتار) مربوط به هر طبقه از تناسب اراضی در استان خراسان شمالی

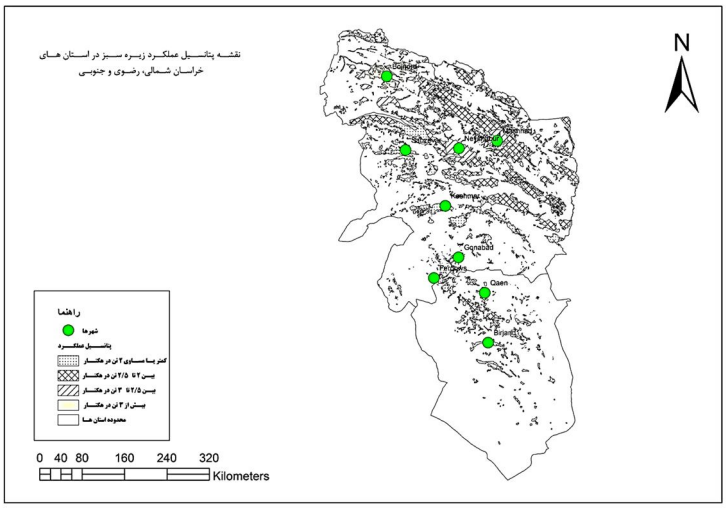
متغیر	تناسب				
	کاملا مناسب	نسبتا مناسب	ضعیف	نامناسب	مجموع ضعیف و نامناسب
دمای میانگین	۲۸۳۳۰٦۰/۹٦	۱۰۸۸	۰	۰	۰
دمای حداقل	٥۹۲۱٦/٦٤	۲۲٤۰٤۹۲	۰	۰	۰
دمای حداکثر	۲۳٥٥٤۲۲/۸۸	٥٦٤٦۹/۲	٤۲۲۲٦٦/۸۸	۰	٤۲۲۲٦٦/۸
ارتفاع	٦۲۷٥۹۲	۱۸۷۹۰۱۸	۳۲٦۳۰٤	۳٥	۳۲٦۳۳۹
بارش	۱٤۸۸۹۸۹	۰	۰	۱۲٤٥۱٦۰	۱۳٤٥۱٦۰
شیب خاک	۷٦۰۹۱٤	٤۹٤۱۲۹	۳٦۹۰٥٦	۱۲۰۸۸٤۹	۱٥۷۷۹۰٥
جهت شیب	۷٥٤۰٥۷	٥۸۷۰٦۷	۷٦٦۱۳٤	۷۲٥٦۹۰	۱٤۹۱۸۲٤

جدول مربوط به متغیرهای مورد بررسی (جدول ۲) نشان داد که در استان خراسان شمالی شیب خاک در ٥٥/٦۹ درصد، جهت شیب در ٥۲/٦٥ درصد و بارش در ٤۷/٤٦ درصد از اراضی

Archive of SID

www.SID.ir

محدودکننده بوده‌اند و به‌عنوان مهم‌ترین عوامل محدودکننده کشت این گیاه در ایـن اسـتان بـه شـمار می‌روند. دمای حداکثر و ارتفاع در اولویت‌های بعدی قرار گرفتند. این منطقه از لحاظ دمای میانگین و دمای حداقل در طی فصل رشد با هیچ محدودیتی مواجه نیست. با توجه به مجـاورت ایـن اسـتان بـا استان گلستان و شرایط آب و هوایی خاص استان خراسان شمالی، در بسیاری از این مناطق بارنـدگی در فصل رشد زیره سبز بیش از ۱۶۰ میلی‌متر بوده و این مسئله باعث توسعه بیمـاری‌هـای قـارچی در این گیاه می‌شود. از سویی با توجه به این‌که دماهای حداکثر بالای ۲۵ درجه سانتی‌گراد سبب برخورد این گیاه با دماهای نامناسب می‌گردد، بنابراین بررسی وضعیت دمای حداکثر در این استان نشان داد که تقریباً ۱٤/۸۹ درصد از این مناطق دارای میانگین حداکثر دمای بین ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گـراد بـرای فصل رشد زیره سبز هستند، در صورتی کـه منـاطق دارای دمـای بـیش از ۳۰ درجـه سـانتی‌گـراد در نقشه‌های تولید شده در این استان مشاهده نشد. شکل ۳ نقشه تناسـب کاشـت زیـره سـبز در اسـتان خراسان شمالی را در ٤ طبقه کاملاً مناسب، نسبتاً مناسب، ضعیف و نامناسب نشان می‌دهد. همان‌طـور که از شکل قابل استنباط است با حرکت از سمت مناطق مجاور استان خراسان رضوی به سمت مناطق مجاور استان گلستان از تناسب کشت زیره سبز در این استان کاسته می‌شود. به ویژه افزایش بارش در مناطق شمالی و مرکزی‌تر استان سبب می‌شود که از تناسب کاشت ایـن گیـاه بـه‌دلیـل حساسـیت بـه بیماری‌های قارچی فوزاریومی و آلترناریایی در این مناطق کاسته شود.



شکل ٤- نقشه پتانسیل تولید زیره سبز (تن در هکتار) در سه استان خراسان شمالی، رضوی و جنوبی با استفاده از مدل CUMMOD (کامکار و همکاران، ۲۰۱۱).

www.SID.ir

نتایج حاصل از درون‌یابی عملکرد پتانسیل بدست آمده از طریق مدل CUMMOD (شکل ٤) نشان داد که مناطق جنوبی، بخشی از مناطق مرکزی و بخشی از مناطق شمالی خراسان شمالی قابلیت بالایی در تولید زیره سبز دارند، به‌نحوی که میزان پتانسیل تولید در این مناطق بین ۲/۵ تا ۳ تن در هکتار برآورد شده است. بررسی علت این موضوع نشان داد که به‌دلیل خنک‌تر بودن هوا در استان خراسان شمالی، به شرط عدم بروز محدودیت‌های ناشی از بارش، فصل رشد این گیاه طولانی‌تر و در نتیجه امکان تولید عملکرد بیشتر است. نتایج مدل CUMMOD نشان داد که در تاریخ کاشت‌های معمول این گیاه با مشکل خاصی از نظر دما و تکمیل طول فصل رشد مواجه نخواهد شد، ولی در اثر عدم انتخاب تاریخ کاشت‌های مناسب ممکن است این گیاه به واسطه برخورد با دماهای خیلی پایین در ابتدای فصل رشد از لحاظ مراحل نموی با تعویق روبرو شده و در نتیجه در انتهای فصل رشد با مشکل تکمیل و اتمام دوره رشد روبرو شود. نتیجه حاصل از مدل نشان داد که این منطقه تنها منطقه‌ای است که پتانسیل تولید بالای ۳ تن زیره سبز در هکتار را داراست. این موضوع نشان می‌دهد که با توجه به نقشه تناسب اراضی نیز چنین قابلیتی مورد تأیید قرار می‌گیرد، به نحوی که حدود ۹۵ درصد از اراضی استان خراسان شمالی به‌عنوان اراضی کاملاً مناسب و مناسب جهت کشت زیره سبز تشخیص داده شده‌اند (شکل ۳).

نقشه تناسب اراضی به‌دست آمده برای استان خراسان رضوی (شکل ۵) نشان داد که از لحاظ عوامل اقلیمی و توپوگرافی تقریباً تمامی اراضی سطح استان خراسان رضوی جهت کشت زیره سبز در طبقات کاملاً مناسب و مناسب قرار دارند. حدود ٥٦/٢ درصد از اراضی زراعی استان خراسان رضوی در طبقه کاملاً مناسب و حدود ٤٣/٧٨ درصد در طبقه مناسب قرار گرفتند (جدول ۳). این موضوع بر این‌که استان خراسان رضوی می‌تواند به عنوان قطب تولید گیاهان زراعی ویژه نظیر زیره سبز مدنظر قرار گیرد، صحه می‌گذارد. اما بی‌شک محدودیت‌های مربوط به توسعه بیماری‌های قارچی که می‌تواند ناشی از آلودگی خاک این مناطق به این قارچ‌ها و نیز آبیاری‌های بی‌دلیل کشاورزان در شرایط عدم نیاز گیاه به آب باشد، می‌تواند سبب به مخاطره افتادن سامانه‌های تولید این گیاه در برخی از مناطق استان شود. نگاهی به جدول متغیرهای مورد استفاده در طبقه‌بندی تناسب اراضی استان خراسان رضوی (جدول ۳) نشان می‌دهد که مهم‌ترین عوامل محدودکننده در این منطقه جهت شیب با ٤٤/٨ درصد، و در مرحله بعد دمای حداکثر با ۲۹/۰۹ درصد از کل اراضی کشاورزی می‌باشند. شیب خاک با ۱۳/۰۷ درصد در رتبه بعد و دمای میانگین با کمتر از ۲ درصد عامل محدود کننده بعدی به شمار می‌رود. در

Archive of SID

www.SID.ir

این استان با توجه به این‌که بارش معقول منطقه در محدوده کاملاً قابل قبول (بیشتر زیر ۱۶۰ میلی‌متر) قرار دارد، بر عکس استان خراسان شمالی بارش به عنوان عامل محدودکننده تولید مطرح نیست. یکی از مرایای روش مجموع ارزش‌ها واقع‌گرایانه کردن نتایج پهنه‌بندی است. بخش عمده محدودیت این استان مربوط به جهات شیب است. اگر قرار باشد این عامل به عنوان عامل تعیین‌کننده به شکل مطلق مطرح باشد، بدین معنی است که هر کجای استان شیب شمالی یا غربی دارد، کشت نباید در آن انجام شود. لذا در این روش اثر اغراقی عوامل حذف می‌شود و کشاورز در این شیب‌ها نیز کشت می‌کند اما به عملکرد متوسط‌تر رضایت می‌دهد. به همین دلیل است که علی‌رغم رویارویی این منطقه با جهت شیب نامناسب و دمای حداکثر نامطلوب، اما در نهایت پهنه‌های به دست‌آمده در دو گروه کاملا مناسب و مناسب قرار گرفته‌اند. نتایج مطالعات نیز نشان داده که شهرهای سبزوار، اسفراین، تربت حیدریه و بردسکن بیشترین سطح زیر کشت این محصول را به خود اختصاص داده‌اند و شهر سبزوار در استان خراسان رضوی کانون اصلی تجارت زیره در کشور است (کافی، ۲۰۰۲). در این تحقیق نیز این مناطق در محدوده پهنه‌های کاملا مناسب قرار گرفته‌اند.

جدول ۳- مساحت اراضی مربوط به هر طبقه از تناسب اراضی در استان خراسان رضوی برای کشت زیره سبز (هکتار)

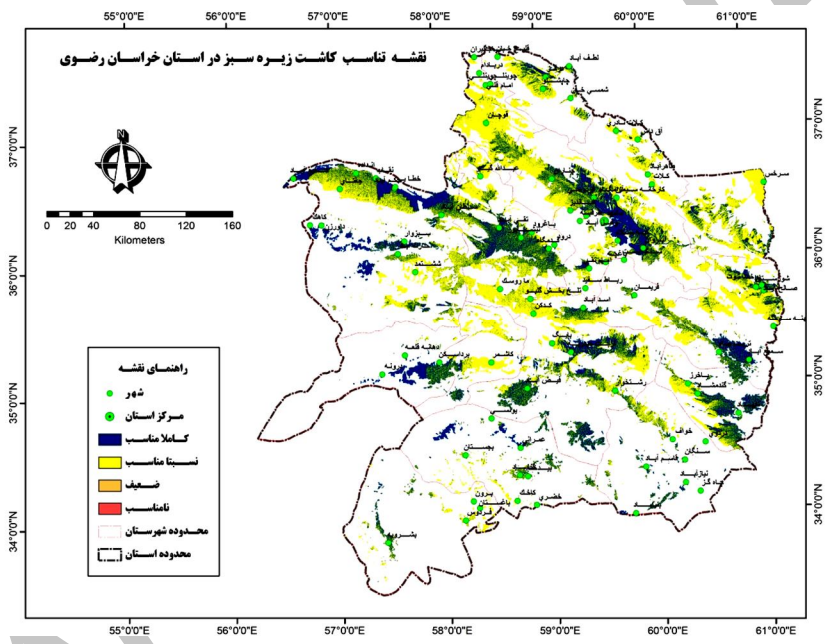
متغیر	تناسب				
	کاملاً مناسب	نسبتا مناسب	ضعیف	نامناسب	مجموع ضعیف و نامناسب
دمای میانگین	۲۹۱۶۳۵۶	٦٦۳۲۰	۷۹۰۸۵	۰	۷۹۰۸۵
دمای حداقل	۸٦۷۲٤۱	۲۱۹۲۷۸٤	۱۷۳۵	۰	۱۷۳۵
دمای حداکثر	۱۱۱٦۱۵٦	۱۲٦۸۹۵٦	٦۲۵۰۱۸	۵۱٦۳۱	٦۷٦٦٤۹
ارتفاع	۱۰۷۱۲۲۳/۳٦	۱۹۷۸۵۸۱/٦	۱۲۳٦٦۱۳	۰	۱۲۳٦٦۱۳
بارش	۳۰٦۱٦۱۸/۸۸	۰	۰	۰	۰
شیب خاک	۲۱٦۵٤۵۲/٦٤	٤۷۳۸۵۳/۱۲	۱۸۱۸۲۳/۰٤	۲٤۰٤۹۰/۰۸	٤۲۲۳۱۳/۱۲
جهت شیب	۹۱۳۱۱٦/۹٦	۷۷٦٦۲۸/۹٦	۵۳۸۹۵۰/٤	۲۷/۲	۱۳۲۹۷٤/۲٤

نگاهی به نقشه پتانسیل عملکرد شبیه‌سازی شده توسط مدل Cummod (شکل ٤) نشان می‌دهد که اگرچه کلیه اراضی استان خراسان رضوی از لحاظ تناسب کشت زیره سبز در دو طبقه کاملاً مناسب و مناسب قرار دارند، اما پتانسیل تولید این استان در دو طبقه بین ۲-۲/۵ تن در هکتار و کمتر از ۲ تن در

Archive of SID

www.SID.ir

هکتار قرار می‌گیرد. نتایج نشان داد که مناطق شرقی استان به سمت مرکز دارای پتانسیل عملکرد بین ۲-۲/۵ تن و بخشی از مناطق مرکزی به سمت غرب استان دارای پتانسیل عملکردی کمتر از ۲ تن می‌باشند. این موضوع حکایت از آن دارد که اگرچه اراضی این استان از لحاظ عوامل اقلیمی و توپوگرافی در دو طبقه کاملاً مناسب و مناسب قرار دارند، اما پتانسیل تولید این مناطق در مقایسه با استان خراسان شمالی کمتر، و در داخل استان، مناطق شرقی بیش از مناطق غربی این استان می‌باشد. نتایج نشان داد که در استان خراسان رضوی صرفاً مناطق مجاور شهر سبزوار و نیشابور از لحاظ پتانسیل تولید، پتانسیلی در حد ۲/۵ تا ۳ تن دارند (شکل ٤).



شکل ۵- نقشه تناسب کاشت زیره سبز در استان خراسان رضوی

این موضوع در بین عملکردهای واقعی کشاورزان این دو منطقه نیز مشهود است. به نحوی که این دو منطقه به دلیل شرایط بارش و نیز تناسب شرایط آب و هوایی با کشت زیره و همچنین انتخاب تاریخ کاشت‌های مناسب دارای بیشترین تولید واقعی عملکرد می‌باشند. این نتایج مبین آن است که در طرح توسعه کشت گیاهان ویژه در استان خراسان رضوی که قطب گیاهان زراعی ویژه نیز در آن تشکیل شده است، توسعه کشت گیاه زیره سبز در اغلب مناطق استان امکان‌پذیر است. انتخاب

www.SID.ir

مدیریت‌های زراعی صحیح به‌ویژه کاهش احتمال وقوع برخورد این گیاه با دماهای پایین در زمان کاشت و تمایل دادن تاریخ کاشت‌های مزارع به تاریخ کاشت‌های میانی و همچنین توجه به جدول آبیاری جهت ممانعت از توسعه بیماری‌های قارچی، می‌تواند این استان را به عنوان قطب‌های توسعه تولید این گیاه زراعی ویژه مطرح سازد.

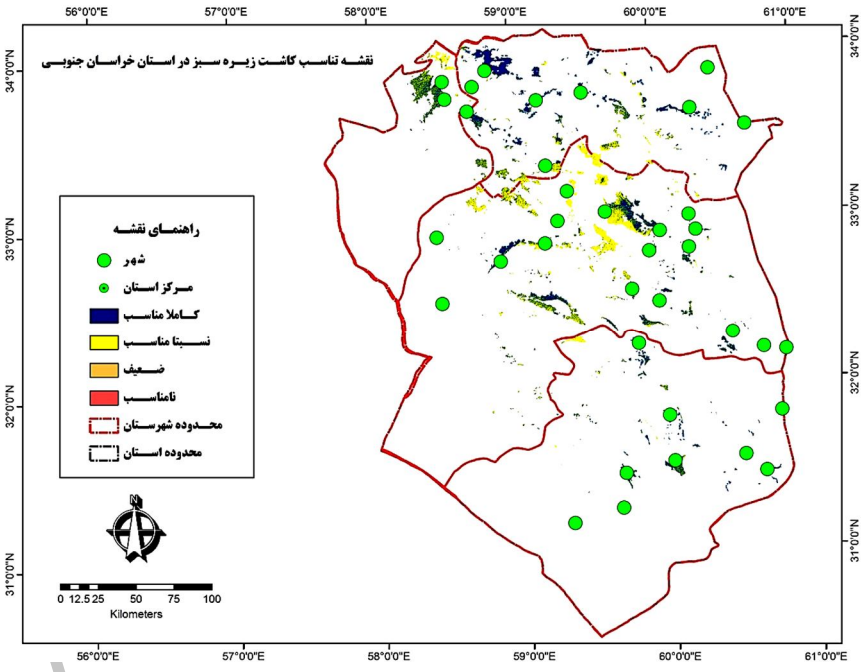
نتایج به‌دست آمده برای استان خراسان جنوبی نیز نشان داد که کلیه اراضی زراعی این استان در طبقات کاملاً مناسب و مناسب قرار می‌گیرند. نتایج نشان داد که ٦٦/٨ درصد از اراضی این استان در طبقه کاملاً مناسب و ٣٣/١٥ درصد از این اراضی در طبقه مناسب قرار دارد (شکل ٦). دلیل افزایش سهم اراضی طبقه کاملاً مناسب در این استان به حذف محدودیت بارش و قرار گرفتن اغلب مناطق در محدوده‌های مناسب از نظر شیب، ارتفاع، دمای حداقل و دمای میانگین باز می‌گردد. نتایج به دست‌آمده در مورد عوامل محدودکننده تولید یا به عبارتی متغیرهای مورد بررسی (جدول ٤) نشان داد که مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد این گیاه در استان خراسان جنوبی دمای حداکثر منطقه است که در ٨٤/٤٥ درصد موارد مشکل‌ساز است و یا به عبارتی سبب فاصله گرفتن دمای محیط در بخشی از فصل رشد از دمای مطلوب رشد این گیاه می‌شود. جهت شیب عامل محدودکننده دوم است که در ٤٤/١٦ درصد از اراضی زراعی این استان در طبقه ضعیف و نامناسب قرار دارد. شیب خاک تنها در ٧ درصد اراضی کل این منطقه محدودکننده است و در مابقی ٩٣ درصد اراضی این منطقه مشکل شیب خاک وجود ندارد (جدول ٤).

نقشه تناسب اراضی تولید شده نشان داد که مناطق کاملاً مناسب کشت زیره سبز در استان خراسان جنوبی به شکل پراکنده قرار دارند. مناطقی مثل قائن، خوسف، قلعه سرخ، نهبندان، اسدیه، حوض سنگی و برخی از مناطق دیگر، مناطق کاملاً مناسب جهت توسعه کشت زیره سبز می‌باشند. پتانسیل عملکرد شبیه‌سازی شده از طریق مدل در استان خراسان جنوبی، عملکردهای کمتر یا مساوی ٢ تن را برای مناطق مرکزی و جنوب استان، و عملکردهای بین ٢-٢/٥ تن را برای مناطق شمالی استان خراسان جنوبی پیش‌بینی نمود (شکل ٤). در این استان تنها مناطق اطراف شهر قائن به شرط رعایت عملیات مدیریتی و در صورت نیاز تامین آب آبیاری مورد نیاز قابلیت تولید بالاتر از ٢/٥ تن را نیز دارا می‌باشند. اما در مجموع نتایج نشان داد که اگرچه در استان خراسان جنوبی نیز تمام مناطق در محدوده‌های کاملاً مناسب و مناسب قرار دارند، اما به دلیل کوتاه‌تر بودن فصل رشد گیاه زیره سبز به دلیل بالاتر بودن میانگین‌های دما، پتانسیل تولید در مقایسه با خراسان شمالی و سطح اراضی دارای

Archive of SID

www.SID.ir

تولید ۲ تا ۲/۵ تن نسبت به استان خراسان رضوی کمتر می‌باشد. این موضوع حاکی از آن است که در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی با این‌که عوامل اقلیمی و توپوگرافی شرایط نسبتاً مطلوبی جهت کشت زیره سبز دارند، اما کوتاه‌تر شدن فصل رشد از یک سو، و احتمال آلودگی به بیماری‌های قارچی به ویژه در استان خراسان رضوی از سوی دیگر موجب می‌شود که این مناطق از تولید کمتری در مقایسه با مناطق خراسان شمالی برخوردار باشند. این نتایج مبین آن است که با توجه به کاهش طول فصل رشد گیاه زیره سبز از سمت استان خراسان شمالی به رضوی و رضوی به سمت خراسان جنوبی از پتانسیل تولید این گیاه کاسته می‌شود.



شکل ٦- نقشه تناسب کاشت زیره سبز در استان خراسان جنوبی

www.SID.ir

جدول ٤- مساحت اراضی مربوط به هر طبقه از تناسب اراضی برای کشت زیره سبز در استان خراسان جنوبی (هکتار)

متغیر	تناسب				
	کاملا مناسب	نسبتا مناسب	ضعیف	نامناسب	مجموع ضعیف و نامناسب
دمای میانگین	۳۰۰۷٤٤	۳۸۷	۰	۰	۰
دمای حداقل	۲۹۹۸۷۱	۱۱٥٦		۰	۰
دمای حداکثر		٤٦۸۱۳	۲٥٤۳۱۷	۰	۲٥٤۳۱۷
ارتفاع	۱۱۸۲٤/٤۸	۲۳۱۹۹٤/۸۸	٥۷۲۹۸/۷۲	۰	٥۷۲۹۸/۷۲
بارش	۳۰۱۱۳۰	۰	۰	۰	۰
شیب خاک	۲۲۹۰۷۸/۰۸	٤۸۲٦٤/۳۲	۱۲۱۸٥/۱۲	۱۱٥۹۰/٥٦	۲۳۷۷٥/٦۸
جهت شیب	۸۹۲۰۰/۸	۷۸۹٤۳/۰٤	٥٤٦۲٤/٦٤	۷۸۳٤۹/٦	۱۳۲۹۷٤/۲٤

در مورد قابلیت و پهنه‌بندی کشت این گیاه در سایر مناطق هیچ تحقیقی صورت نپذیرفته است. مقدادی و کامکار (۲۰۱۱) به تجزیه و تحلیل تناسب اراضی برای کاشت زیره سبز در استان خراسان شمالی پرداختند. آن‌ها با در نظر گرفتن نقاط اکستریم در مقیاس ماهیانه در سناریوهای خود به نتایج متفاوتی دست یافتند و در نهایت ۲۱/۹ درصد از سطح اراضی این استان را با در نظر گرفتن نقاط اکستریم مناسب کشت این محصول دانستند. در این تحقیق این محدودیت‌ها مد نظر قرار نگرفته‌اند که دلیل آن فراوانی اندک بسیاری از این نقاط اکستریم می‌باشد. قطعا نتایج این دو تحقیق به سیاستگذاران کمک خواهد کرد که در تصمیم‌سازی‌های خود از پهنه‌های کلی برای توسعه یا عدم توسعه کشت و از نتایج مطالعات با نقاط اکستریم برای تعیین حوزه‌های دارای استفاده نمایند.

نتیجه‌گیری

آمار کلی پتانسیل‌های تولید به‌دست آمده از مدل نشان داد که در کل سه استان، ۲۸ درصد مناطق تولید کمتر یا مساوی ۲ تن، ۵۳ درصد مناطق قابلیت تولید ۲ تا ۲/۵ تن، ۱۵ درصد اراضی دارای قابلیت تولید ۲/۵ تا ۳ تن و تنها ۳ درصد اراضی دارای پتانسیل تولید بیش از ۳ تن می‌باشند. این نتایج نشان می‌دهد که در مجموع این گیاه از شرایط متوسطی جهت توسعه در این سه استان برخوردار است. علت این است که اگرچه این مناطق در پهنه‌های کاملاً مناسب و مناسب قرار می‌گیرند، اما

Archive of SID

www.SID.ir

برخی عوامل نظیر عوامل توپوگرافی و اقلیمی که در نهایت به کاهش پتانسیل تولید ختم می‌شوند. این اثرات در پهنه‌بندی قابل استخراج نیستند، اما مدل‌ها این اثرات را به خوبی نشان می‌دهند. در این تحقیق نیز پتانسیل تولید به دست‌آمده نشان داد که علیرغم تشابه استان‌ها از لحاظ پهنه‌های به دست‌آمده، پتانسیل تولید در آن‌ها یکسان نیست. نتایج این تحقیق نشان داد که استان خراسان رضوی دارای قابلیت و تناسب کاملاً مناسب و مناسب برای کاشت این گیاه می‌باشد، اما ضمن این‌که عوامل محدودکننده تولید این استان نسبت به استان خراسان شمالی متفاوت‌اند، میزان پتانسیل برآورد شده در این استان نیز نشان داد به جز مناطقی که در محدوده شهرهای نیشابور و سبزوار قرار دارند، مابقی مناطق حداکثر عملکرد قابل تولید در آن‌ها در شرایط بالقوه تا ۲/۵ تن در هکتار می‌باشد. کوتاه‌تر شدن فصل رشد گیاه در این استان نسبت به استان خراسان شمالی، مهم‌ترین عامل کاهش پتانسیل تولید این گیاه، علی‌رغم تناسب مناسب این استان برای کشت زیره سبز می‌باشد. استان خراسان جنوبی نیز به جز بخش‌هایی در محدوده شهر قائن در مابقی موارد پتانسیل تولید کمتر از ۲/۵ تن در هکتار دارند. کوتاه‌تر بودن فصل رشد این گیاه به دلیل بالاتر بودن میانگین‌های دما و رویارویی گیاه با دماهای حداکثر نامطلوب از مهم‌ترین عوامل کاهش پتانسیل تولید این گیاه به شمار می‌رود. اما از سویی کمتر بودن رطوبت خاک در اراضی زراعی این منطقه به دلیل محدودیت‌های آبیاری و نیز کم بودن میزان بارش‌های منطقه از مزایای این منطقه برای توسعه کشت این گیاه به شمار می‌رود، چرا که احتمال آلودگی این گیاه در مراحل حساس به بیماری‌های قارچی کاهش می‌یابد.. نتایج مدل CUMMOD نیز نتایج ارزیابی اراضی را تأیید نمود، به نحوی که نشان داد پتانسیل تولید عملکرد این سه استان با وجود مطلوبیت عوامل توپوگرافی و اقلیمی، مشابه نیست. این مسئله به تغییر قابل توجه میانگین عوامل اقلیمی در این سه استان باز می‌گردد که کوتاه‌تر بودن فصل رشد به‌ویژه با تغییر میانگین‌های دمایی از سمت استان خراسان شمالی به سمت استان خراسان جنوبی از مهم‌ترین عوامل این نوسان می‌باشد. محدودیت داده‌های موجود در سطح این سه استان از یک سو و عدم دسترسی به داده‌های موجود از سوی دیگر سبب گردید که در این طرح عوامل خاکشناسی مد نظر قرار نگیرند. توصیه می‌شود جهت تکمیل نتایج طرح عوامل مهم خاکشناسی نیز در ارزیابی تناسب این گیاه وارد شوند.

Archive of SID

www.SID.ir

تشکر و قدردانی

این تحقیق از محل اعتبارات اعضای هیات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مورد حمایت مالی قرار گرفته، که بدین وسیله مراتب تقدیر تقدیم می‌گردد.

منابع

1. Angstrom, A . 1924. Solar and atmospheric radiation. Qr. J.R. Meteorol. Soc. 50, 121-125.
2. Bagli, S., Terres, J.M., Gallego, J., Annoni, A., and Dallemand, J.F. 2003. Agro-Pedo-climatological zoning of Italy, application to grain maize, durum wheat, soft wheat, spring barley, sugar beet, rapeseed, sunflower, soybean, tomato. European Commission Directorate General Joint Research Centre-ISPRA, Monograph EUR 20550 EN, 196 pp.
3. Behdani, M.A., Koocheki, A., Rezvani, A., and Jami AL-Ahmadi, M. 2008. Agro-Ecological zoning and potential yield of saffron in Khorasan-Iran. J. Biol. Sci., 8(2):298-305.
4. Caldiz, D.O., Gsapari Fernanda, J., Haverkort Anton, J. and Struik, P.C. 2001. Agro ecological zoning and potential yield of single or double cropping of potato in Argentina. Agri. Forest Meteorol., 109: 311-32.
5. Foote, KE., Lynch, M. 1996. Geographic information systems as an integrating technology: context, concepts and definition. Austin, University of Texas.
6. Grassano, N., Tedone, L., Verdini, L., and De Mastro, G. 2011. Evaluation of rapeseed cultivation suitability in Apulia with GIS-multicriteria analysis. Italian J. Agron., 6(2): 101-105.
7. Kafi, M. 1989. Effects of weed control turns, row space and plant density on Cumin (*Cuminum cyminum*) growth and yield. M.Sc Thesis. Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian).
8. Kafi, M., 2002. Cumin (*Cuminum cyminum*): Production Technology and Processing. Ferdowsi University of Mashhad Press, 195 pp. (In Persian).
9. Kafi, M., 2002. Cumin, production, and processing. Center of Excellence for Agronomy Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, 195p. (In Persian).
10. Kamkar, B., 2005. Application of a system approach to evaluate potential yield and yield gap of cumin and three millet species (A case study in Northern, Razavi and Southern Khorasan provinces). PhD thesis of Agroecology. Ferdowsi University of Mashhad, Iran. 177 pp. (In Persian).
11. Kamkar, B., Dorri, M.A., Teixeira d a Silva, Jaime, A. 2014. Assessment of land suitability and the possibility and performance of a canola (*Brassica napus* L.) – soybean (*Glycine max* L.) rotation in four basins of Golestan province, Iran. Egyp. J. Remote Sens. Space Sci.

Archive of SID

www.SID.ir

12. Kamkar, B., Koocheki, A.R., Nassiri Mahallati, M., Da Silve, J., Rezvanimoghaddam, P., and Kafi, M. 2011. Fungal diseases and inappropriate sowing dates, the most important reducing factors in cumin fields of Iran, A case study in Khorasan provinces. Crop Protec. 30: 208-215.
13. Kazemi, H., Tahmasebi Sarvestani, Z., Kamkar, B., Shataei, Sh., and Sadeghi, S. 2012. Agro-ecological zoning of Golestan province Lands for Soybean cultivation using geographical information system (GIS). J. Agri. Knowledge Sust. Prod. 23(4): 21-40. (In Persian).
14. Mavi, H.S. and Mahi, G.S. 1998. Agro climatic regions of Punjab based on summer (kharif) season moisture stress, Proceedings of the symposium on Land and Water Management in the Indus Basin (India), PAU, Ludiana: 27-38.
15. Meghdadi, N., and Kamkar, B. 2011. Land suitability analysis for cumin production in the noth Khorasan province (Iran) using geographical information system. Int. J. Agri. Crop Sci. 3(4):105-110.
16. Monsi, M., Saeki, T., 1953. ber den lichtfaktor in den p flanzengesellschaften und seine bedeutung fur die stoffproduktion. Jpn. J. Bot. 14: 22 -52.
17. Nilsson, E. and Svensson, A. 2005. Agro-ecological assessment of Phonxay District, Louang Phrabang Province, Lao PDR, Physical Geography and Ecosystems. Analysis Lund University:129pp.
18. Saha, S.K. and Pande, L.M. 1996. Agro-ecological zoning using satellite remote sensing and GIS based on integrated approach - a case study of Doon Valley, India. Proc. INDO-US Symposium-Workshop on Remote Sensing and its Applications.
19. Sivakumar, MKV., and Hinsman Donald, E. 2001. Satellite Remote Sensing and GIS Applications in Agricultural Meteorology and WMO Sattelite Activities. In: Sivakumar, M.V.K., Roy, P.S., Harmsen, K., Saha, S.K. (Eds), Satellite Remote Sensing and GIS Applications in Agricultural Meteorology. Pp. 1-21.
20. Tomas, A. 1992. Agricultural water balance of Yunnan province PR, china: agro climatic zoning with GIS. Agricultural Water Management. 21(4):249-263.

Archive of SID

www.SID.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. Plant Prod. Res. Vol. 22 (1), 2015
http://jopp.gau.ac.ir

Land suitability assessment for cumin production using geographic information system and modeling approach

***B. Kamkar[1] and N. Meghdadi[2]**
[1]Assocaite Prof., Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, [2]M.Sc Graduate, Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural science and Natural Resources, Gorgan, Iran
Accepted: 27-9-2013; Recieved: 30-8-2014

Abstract

Land evaluation and its consistency with simulation model's outputs could assist decision making to develop plants for cultivation. In this study land suitability and potential yield of cumin was determined using CUMMOD and sum of values method by climatic and topographic factors, respectively, as a case study in Khorasans provinces. Results revealed that despite of the majority of favorable and completely favorable zones, potential yield was not the same in studied provinces. The CUMMOD results revealed that southern, a part of central and a part of northern areas of northern Khorasan province have considerable capability to produce cumin (2.5 to 3 ton ha^{-1}). Potential yield was in two classified ranges as 2-2.5 ton ha^{-1} and <2 ton ha^{-1}, while, predicted potential yield for central and southern parts of South Khorasan province was <2 ton ha^{-1} and 2-2.5 ton ha^{-1} for corresponding northern parts. Slope and aspect for northern, aspect and maximum temperature for Razavi and maximum temperature for southern Khorasan were the most limiting factors. In this study, although limiting factors were detected, but the majority of zones were located in favorable and completely favorable zones, because sum of values method avoids exaggerated effects of some factors. Therefore, results are more realistic. Overall, our results confirmed that the potential yield will decrease along with moving from northern Khorasan province toward South Khorasan province, which stems from shortening of the growing season.

Keywords:Land evaluation, C*uminum cyminum*, Simulation model, Potential yield.

*Corresponding author; behnamkamkar@gau.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir