مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد پنجم، شماره اول، بهار ۹۱
۱۲۳-۱۳۹
ejcp.gau@gmail.com

پهنه‌بندی زراعی- بوم‌شناختی اراضی کشاورزی استان گلستان جهت کشت کلزا با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و فرایند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

حسین کاظمی پشت مساری[۱]، *زین العابدین طهماسبی سروستانی[۲]، بهنام کامکار[۳]، شعبان شتایی[۳] و سهراب صادقی[۴]

[۱]دانشجوی دکتری دانشگاه تربیت مدرس، [۲]عضو هیات علمی دانشگاه تربیت مدرس، [۳]عضو هیات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۴]عضو هیات علمی مجتمع آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی جهرم

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۱/۲۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۲/۱۱

چکیده

به‌منظور پهنه‌بندی زراعی- بوم‌شناختی اراضی کشاورزی کنونی استان گلستان جهت کشت کلزا، از سامانه اطلاعات جغرافیایی(GIS) و فرایند سلسله مراتبی (AHP) جهت انطباق نیازمندی‌های محیطی گیاه زراعی با خصوصیات اراضی استفاده شد. ابتدا نیازهای زراعی- بوم‌شناختی کلزا با استفاده از منابع علمی تعیین، درجه‌بندی و سپس نقشه‌های موضوعی مورد نیاز تهیه شد. کار طبقه‌بندی و رتبه‌بندی هر لایه با توجه به روش محدودیت ساده صورت گرفت. لایه‌های رقومی عوامل محیطی در محیط GIS پس از اختصاص وزن AHP، روی‌هم‌گذاری و تلفیق شدند. سپس پهنه‌بندی اراضی در چهار طبقه بسیار مستعد تا غیرمستعد انجام شد. نتایج نشان داد که ۲۱/۳۴ و ۳۵/۰۴ درصد زمین‌های زراعی استان برای تولید کلزا به‌ترتیب بسیار مستعد و مستعد هستند. این پهنه‌ها مقدار بارش کافی (۵۰۰- ۴۰۰ میلی‌متر) و حاصل‌خیزی بالایی داشتند. طبقات نیمه‌مستعد و غیر مستعد جهت کشت کلزا، به قسمت‌های شمالی و شرقی استان اختصاص یافت. در این مناطق میزان بارش و پتانسیل منابع آبی پایین، شوری و کمبود عناصر غذایی از عوامل محدودکننده کشت شناخته شدند.

واژه‌های کلیدی: کلزا، پهنه‌بندی زراعی- بوم‌شناختی، سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، گلستان

*مسئول مکاتبه: tahmaseb@modares.ac.ir

مقدمه

امروزه قابلیت‌ها و پتانسیل‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی[1] (GIS) در تحلیل زمانی و مکانی داده‌های زمینی بر هیچ کس پوشیده نیست. استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی در تهیه نقشه تناسب اراضی برای یک محصول خاص، الگو توزیع مناسب بودن آن محصول را برای هر واحد نقشه در واحدهای اراضی نشان می‌دهد. سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور را می‌توان به تنهایی و جدا از یکدیگر در این نوع مطالعات بکار برد. البته استفاده توأم از آن‌ها راندمان مطالعه را دوچندان می‌نماید (سرمدیان و همکاران، ۲۰۰۳). روش ارزیابی تناسب اراضی برای گیاه خاص که شامل ارزیابی کیفی و کمی تناسب اراضی است، اولین بار توسط فائو پیشنهاد شد. این سیستم ارزیابی، عوامل موثر 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 (فائو، ۱۹۷۶). فائو این چارچوب اولیه تناسب اراضی را برای استفاده‌های مختلف در برخی نشریات با اهداف خاص چاپ کرده است.

فرج‌زاده و همکاران (۲۰۰۷) با ارزیابی منابع اقلیمی و محیطی سبزوار با استفاده از GIS و روش‌های آماری، تناسب اراضی این منطقه را برای کشت کلزا مشخص کردند. در راستای کشاورزی پایدار و برای استفاده بهینه از عوامل اقلیمی و محیطی، پتانسیل تولید و استعداد اراضی، حوضه آبریز استور[2] در ایالت کنت[3] انگلستان با استفاده از GIS و روش محدودیت ساده[4] (SLA) توسط غفاری و همکاران (۲۰۰۲) ارزیابی گردید. نتیجه این ارزیابی نشان داد که تنها ۳ درصد از اراضی این حوضه برای کشت گندم زمستانه کاملاً مناسب است. میرزا بیاتی (۲۰۰۴) نیز نواحی مستعد برای کشت زعفران را در دشت نیشابور با استفاده از GIS مشخص کرد. برای این کار پس از تهیه نقشه‌ها، با استفاده از مدل‌های وزن‌دهی رتبه‌ای، نسبتی وAHP به وزن‌دهی و تلفیق نقشه‌ها پرداخته شد. استعداد اراضی منطقه دامغان جهت کشت گندم آبی توسط اشرف و همکاران (۲۰۱۰) و جهت کشت جو آبی توسط اشرف (۲۰۱۱) مورد ارزیابی قرار گرفت. کمبود آب، شوری خاک، میزان سدیم قابل تبادل،

1- Geographic Information System
2- Stour
3- Kent
4- Simple Limitation Approach

خصوصیات فیزیکی خاک و حاصلخیزی ضعیف از عوامل محدود کننده کشت در این منطقه شناخته شد.

فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) اولین بار توسط ساعتی در سال ۱۹۸۰ ابداع شد. فرایند تحلیل سلسله مراتبی یک نمایش گرافیکی از مساله پیچیده واقعی می‌باشد که در رأس آن هدف کلی مساله (فقط یک عنصر) و در سطوح بعدی معیارها و گزینه‌ها قرار دارند. در این الگو عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر به‌صورت زوجی مقایسه می‌شوند تا با تلفیق وزن آن‌ها، وزن نهایی هر گزینه مشخص شود. فرایند تحلیل سلسله مراتبی شامل چندین مرحله است: ایجاد درخت سلسله مراتبی، انجام مقایسات زوجی، محاسبه وزن اجزاء ساختار و گزینه‌ها و اندازه‌گیری شاخص سازگاری (قدسی‌پور، ۲۰۱۰). در این روش کارشناسان و افراد خبره قضاوت‌های مقایسه‌ای زوجی ساده‌ای را از طریق سلسله مراتب ایجاد شده تا رسیدن به اولویت‌هایی برای تمامی گزینه ها انجام می‌دهند (کرتی، ۲۰۰۱). رحمان و ساها (۲۰۰۸) با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، سنجش از دور و فرایند تحلیل سلسله مراتبی به تدوین الگو کشت مناسب برای منطقه سیل خیز بوگرا[3] در بنگلادش پرداختند. چن[4] و همکاران (۲۰۱۰) بررسی جامعی را برای تناسب‌بندی استان هنان[6] در چین جهت کشت تنباکو بر پایه GIS و AHP انجام دادند.

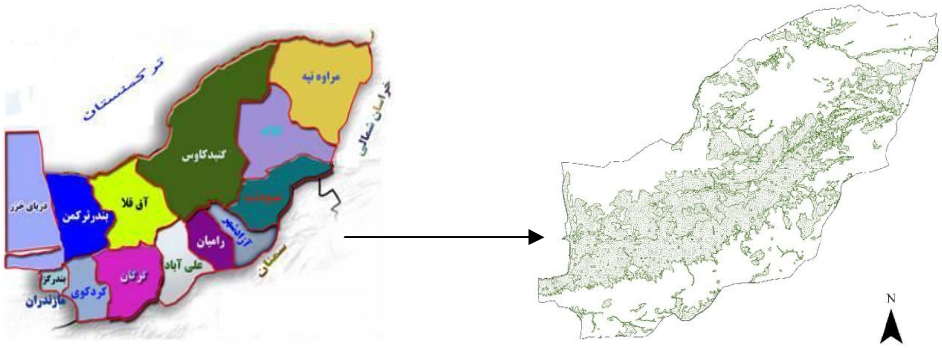
شناسایی استعداد و توان سرزمین برای کاربری‌های مختلف کشاورزی به‌منظور حفظ منابع محیطی و تولید پایدار محصولات کشاورزی در راستا توسعه پایدار و همه جانبه در مناطق مختلف ضروری به‌نظر می‌رسد. عدم پهنه‌بندی و شناسایی توان استان گلستان برای انواع فعالیت‌های کشاورزی باعث تخریب محیط زیست و منابع طبیعی، آلودگی منابع آب و خاک، شور شدن اراضی، کاهش سفره آب زیرزمینی و سرانجام ناپایداری بوم‌نظام‌های کشاورزی در این استان شده است. با توجه به جایگاه نخست استان گلستان در تولید و سطح زیر کشت دانه‌های روغنی (وزارت جهاد کشاورزی، ۲۰۰۸)، این مطالعه با هدف ارزیابی اراضی کنونی استان جهت کشت کلزا، شناسایی توانمندی‌ها، استعدادها و

3- Bogra
4- Chen
6- Henan
9- TM

محدودیت‌های سرزمینی به‌منظور استفاده در برنامه‌ریزی‌های کشاورزی و منابع طبیعی انجام شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: استان گلستان حدود ۲۱۵۰۰ کیلومتر مربع مساحت دارد. این استان در مختصات بین ۳۶ درجه و ۴۴ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و۵۳ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۱۴ دقیقه طول شرقی قرار دارد و از شمال به کشور ترکمنستان، از جنوب به استان سمنان، از شرق به استان خراسان‌شمالی و از غرب به دریای خزر و استان مازندران محدود می‌شود. آب و هوای استان را می‌توان با توجه به خصوصیات دما و بارش به سه نوع معتدل خزری مرطوب، کوهستانی (معتدل و سرد) و نیمه‌خشک (نیمه بیابانی) تقسیم کرد (استانداری گلستان، ۲۰۰۹). منطقه مطالعاتی این پژوهش، شامل اراضی کشاورزی کنونی استان گلستان می‌باشد. برای تفکیک محدوده کشاورزی و تهیه نقشه محدوده کاری، از لایه کاربری اراضی استان گلستان (آمایش سرزمین استان) استفاده شد. ابتدا محدوده کشاورزی استان شامل اراضی زراعی و باغی از سایر کاربری‌ها جدا شد. برای تکمیل تغییرات احتمالی آن از تصاویر تی‌ام[9] مربوطه به سه تاریخ ۲۰۱۰/۶/۶، ۲۰۱۰/۶/۱۳ و۲۰۱۰ /۷/۳۱ استفاده گردید و نقشه محدوده کشاورزی به هنگام‌سازی گردید (شکل ۱).



شکل ۱- نقشه استان گلستان و موقعیت محدوده اراضی کشاورزی آن (شکل سمت راست).

نحوه مکان‌یابی کلزا در اراضی کشاورزی استان گلستان: برای مکان‌یابی مناطق مستعد کشت برای گیاه زراعی کلزا، جهت انطباق نیازمندی‌های محیطی گیاه زراعی با خصوصیات اراضی، براساس روش محدودیت ساده عمل شد. برای این کار ابتدا نیازهای بوم شناختی و زراعی گیاه زراعی با استفاده از منابع موجود تعیین و درجه‌بندی گردید. مبنا این درجه‌بندی بر اساس روش پیشنهادی سایز و

همکاران (۱۹۹۱) و غفاری و همکاران (۲۰۰۰) می‌باشد. سپس براساس متغیرهای این جدول لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز در محیط ArcMap تهیه گردید که عبارت بودند از دمای مطلوب، دمای کمینه، دمای بیشینه، بارش، شیب، ارتفاع از سطح دریا، جهات شیب، ماده آلی، شوری خاک، بافت خاک و pH، میزان عناصر غذایی در خاک شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، آهن و روی. بعد از تهیه این لایه‌ها، کار طبقه‌بندی و رتبه‌بندی هر لایه براساس روش محدودیت ساده و جدول نیازهای محیطی کلزا (جدول ضمیمه ۱) در چهار طبقه بسیار مناسب (بسیار مستعد)، مناسب (مستعد)، متوسط، نامناسب (غیر مستعد) صورت گرفت.

با توجه به این‌که عوامل محیطی جهت تعیین تناسب اراضی فراوان بوده و نیز دارای اهمیت یکسانی نمی‌باشند، بنابراین برای ارزیابی دقیق‌تر و تصمیم‌گیری لازم بود تا اهمیت نسبی هر عامل مشخص گردد. در این پژوهش جهت تعیین اهمیت و ارزش متغیرها از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شده است. این کار از طریق طراحی پرسشنامه‌های AHP و تکمیل آن توسط متخصصان زراعت صورت گرفت. پس از استخراج اوزان از پرسش‌نامه‌ها و نیز تهیه لایه‌های رستری طبقه‌بندی شده، این لایه‌های اطلاعاتی در محیط GIS نسخه ۹/۳ فراخوانی شدند. تلفیق و روی هم‌گذاری لایه‌ها با اختصاص وزن AHP مختص به هر لایه، انجام شد (هم‌پوشانی وزنی). در انتها کار استعدادسنجی منطقه جهت تولید کلزا براساس جدول ۱ صورت گرفت. نقشه‌های خروجی در چهار پهنه، چگونگی انطباق نیازهای گیاه زراعی کلزا با شرایط محیطی منطقه را نشان دادند.

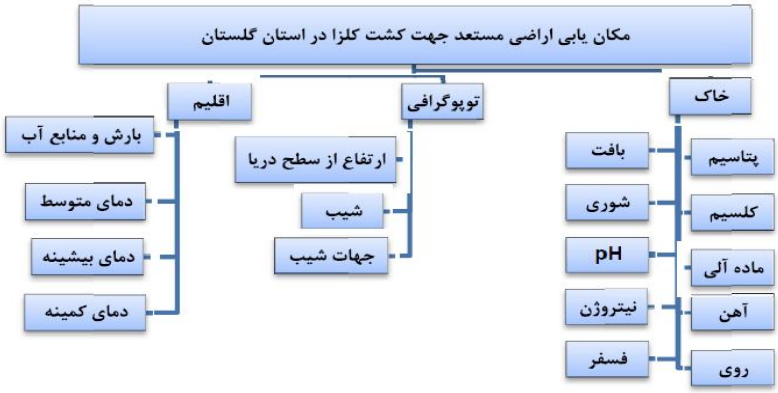
جدول ۱- شاخص‌های مورد نیاز جهت پهنه‌بندی اراضی.

پهنه	وضعیت تولید محصول
بسیار مستعد (خیلی مناسب)	۱۰۰-۸۰ درصد پتانسیل تولید آن محصول در این پهنه وجود دارد
مستعد (نسبتاً مناسب)	۸۰-۶۰ درصد پتانسیل تولید آن محصول در این پهنه وجود دارد
نیمه مستعد (ضعیف)	۶۰-۴۰ درصد پتانسیل تولید آن محصول در این پهنه وجود دارد
غیر مستعد (نامناسب)	۴۰> درصد پتانسیل تولید آن محصول در این پهنه وجود دارد

(مهربان و همکاران، ۲۰۰۵ : غفاری و همکاران، ۲۰۰۰)

فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP): به‌منظور وزن‌دهی به معیارها با روش AHP، ابتدا مساله تصمیم‌گیری که همان یافتن نواحی مستعد کشت گیاه کلزا می‌باشد، به‌صورت درخت سلسله مراتبی

که شامل عناصر تصمیم‌گیری است، تجزیه شد (شکل ۲). در سطح اول هدف اصلی، در سطح دوم معیارهای اصلی مؤثر در کشت محصول (توپوگرافی، منابع خاک، اقلیم) در سطح سوم زیر شاخه‌ها یا زیر معیارهای هرکدام از عوامل سطح دوم دسته‌بندی شدند.



شکل ۲- درخت سلسله مراتبی عوامل مؤثر بر کشت کلزا در اراضی کشاورزی استان گلستان.

تهیه و تکمیل پرسشنامه AHP و جامعه آماری: برای جمع‌آوری داده‌های فرایند تحلیل سلسله مراتبی و وزن معیارها و زیرمعیارها از پرسش‌نامه AHP استفاده شد. این پرسش‌نامه‌ها حاوی مقایسات مشترک برای کلیه عوامل مؤثر در مکان‌یابی است که توسط ۳۰ متخصص زراعت تکمیل شد. روایی محتوایی و ظاهری پرسشنامه با استفاده از نظرات محققان زراعت، ترویج و آموزش کشاورزی و متخصصین AHP پس از چند مرحله اصلاح و بازنگری مورد تائید قرار گرفت. پس از جمع‌آوری پرسش‌نامه‌ها، تعیین اوزان به‌وسیله نرم‌افزار Expert Choice انجام شد.

پس از تبین مفهوم AHP برای افراد خبره، پرسش‌نامه در اختیار آن‌ها قرار گرفت. در این روش کارشناسان خبره زراعت شاغل در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی و جهاد کشاورزی استان گلستان، ناظران طرح کلزا و کشاورزان پیشرو، قضاوت‌های مقایسه زوجی ساده‌ای را از طریق سلسله مراتب ایجاد شده برای تمامی معیارها و زیرمعیارها انجام دادند. مقایسات زوجی این پژوهش در قالب ماتریس‌های مقایسات زوجی و بر اساس طیف ۹ قسمتی ساعتی (جدول ۲) صورت گرفت.

جدول ۲- مقادیر ترجیحات برای مقایسه‌های زوجی (قدسی پور، ۲۰۱۰).

مقدار عددی	ترجیحات (قضاوت شفاهی)
۹	کاملاً مرجح یا کاملاً مهم‌تر و یا کاملاًمطلوب‌تر
۷	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی
۵	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت قوی
۳	کمی مرجح یا کمی مهم‌تر یا کمی مطلوب‌تر
۱	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان
۸ و ۶، ۴، ۲	ترجیحات بین فواصل فوق

تهیه نقشه‌ها و لایه‌های اطلاعاتی محیطی

نقشه‌های توپوگرافی: نقشه شیب، جهات شیب و ارتفاع از سطح دریا با استفاده از مدل رقومی ارتفاع (DEM)[۲] استان گلستان در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ در محیط ArcMap تهیه شد.

نقشه‌های اقلیمی: برای تهیه نقشه‌های دما و بارش محدوده مورد مطالعه، از داده‌های اقلیمی ۱۵ ساله آماری ایستگاه‌های باران‌سنجی، اقلیم‌شناسی و هم‌دیدی مستقر در سطح استان گلستان استفاده شد. برای تهیه این نقشه‌ها روش میان‌یابی فاصله معکوس وزن‌دار (IDW)[۴] به‌کار برده شد.

نقشه‌های خاک: به‌منظور تهیه نقشه‌های رقومی بافت، شوری، pH، ماده آلی و نیز عناصرغذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، آهن و روی، برای منطقه مورد مطالعه، اطلاعات و داده‌های خاک از اراضی کشاورزی استان، از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان- بخش خاک و آب دریافت شد. برای تهیه نقشه خصوصیات خاک از روش‌های مختلف درون‌یابی و زمین‌آماری کمک گرفته شد.

نقشه پتانسیل منابع آبی: لایه پتانسیل آب زیرزمینی از روی نوع سنگ و نوع اقلیم براساس نقشه‌های زمین‌شناسی و اقلیم استان گلستان (مخدوم، ۲۰۰۱) به‌دست آمد. برای تهیه این لایه از گزارش به‌هنگام‌سازی تلفیق مطالعات منابع آب حوزه آبریز رودخانه‌های قره‌سو- گرگان‌رود (وزارت نیرو، ۲۰۰۸)

2- Digital Elevation Model
4- Inverse Distance Weighted
6- Barwala

نیز کمک گرفته شد. برای تهیه نقشه پتانسیل آب سطحی از اطلاعات و آمار رودخانه‌های اصلی و فرعی، حوزه‌های آبریز اصلی و زیر حوزه‌های فرعی استان گلستان استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج به دست آمده از فرایند سلسله مراتبی (AHP): نتایج به‌دست آمده از تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی AHP نشان می‌دهد که معیار اقلیم نسبت به دو عامل خاک و توپوگرافی، از نظر تأثیر بر مکان‌یابی کشت کلزا با ضریب ۰/۴۴۳ در مکان اول قرار گرفت. در بین عوامل اقلیمی عامل بارش و منابع آب با ارزش وزنی ۰/۳۹۴ دارای بالاترین اهمیت و دمای کمینه دارای کم‌ترین ارزش وزنی (۰/۱۵۲) بودند (جدول ۳). استان گلستان از مناطق پرباران ایران است، اما میزان بارندگی ناحیه بیابانی شمال و شرق آن از ۱۵۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر متغیر می‌باشد. منابع اصلی آب در این استان شامل آب‌های سطحی (رودخانه‌ها)، چاه‌ها، قنات‌ها و چشمه‌ها می‌باشد. در قسمت‌های جنوبی و میانی استان به‌طور عمده از چاه‌ها و در قسمت‌های شمالی از آب رودخانه‌های گرگان‌رود، اترک و قره‌سو استفاده می‌شود (استانداری گلستان، ۲۰۰۹). مطالعات نشان می‌دهد عوامل اقلیمی مهم‌ترین تأثیر را در عملیات کشاورزی دارند. حتی پراکنش گونه‌های گیاهی اعم از وحشی و زراعی در عرض‌های جغرافیایی مختلف در ارتباط با عوامل اقلیمی به‌خصوص بارندگی و دما قرار می‌گیرد. برای آن‌که بتوان از یک رژیم اقلیمی معین و شرایط طبیعی هر منطقه حداکثر بهره‌برداری زراعی را کسب نمود، لازم است قبل از هر برنامه‌ریزی در این زمینه عوامل هواشناسی و طبیعی آن منطقه را مورد بررسی قرار داد (سیمپسون و استیت، ۱۹۹۸).

در بین متغیرهای توپوگرافی، جهات شیب با کسب وزن ۰/۴۴۶ تأثیری بیشتری نسبت به درصد شیب و ارتفاع از سطح دریا در مکان‌یابی کشت کلزا داشت. در بین زیرمعیارهای مورد مطالعه مربوط به خاک، سه عامل شوری، pH و نیتروژن بالاترین اهمیت و اوزان را کسب کردند و عناصر کم‌مصرف آهن و روی با کم‌ترین ارزش وزنی در مکان‌های آخر قرار گرفتند (جدول ۳). در مطالعه تاپا و مورایاما (۲۰۰۸) در تایلند عامل خاک بیشترین ضریب را نسبت به سایر عوامل مورد بررسی کسب کرد. 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.

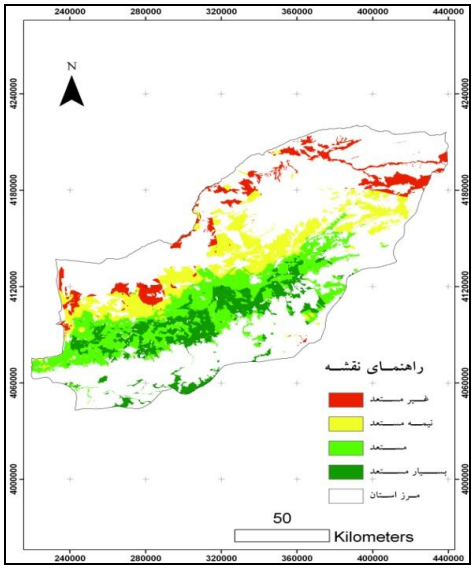
جدول ۳- ارزش وزنی و اهمیت معیارها و زیرمعیارهای مربوط به عوامل مؤثر بر کشت کلزا در استان گلستان.

معیار / زیر معیار	ضرایب	اهمیت	معیار/ زیر معیار	ضرایب	اهمیت
۱- اقلیم	۰/۴۴۳		۳- خاک	۰/۳۹۲	
بارش و منابع آب	۰/۳۹۴	۱	شوری	۰/۱۳۹	۱
دما بیشینه	۰/۲۵۸	۲	pH	۰/۱۳۹	۱
دما متوسط	۰/۱۹۷	۳	نیتروژن	۰/۱۳۱	۲
دما کمینه	۰/۱۵۲	۴	ماده آلی	۰/۱۰۴	۳
			بافت	۰/۰۷۹	۴
۲- توپوگرافی	۰/۱۶۴		فسفر	۰/۰۷۰	۵
جهات شیب	۰/۴۴۶	۱	پتاسیم	۰/۰۳۹	۶
شیب	۰/۳۰۸	۲	کلسیم	۰/۰۳۹	۶
ارتفاع از سطح دریا	۰/۲۴۶	۳	آهن	۰/۰۳۱	۷
			روی	۰/۰۳۱	۷
	ضریب ناسازگاری	۰/۰۴	-		

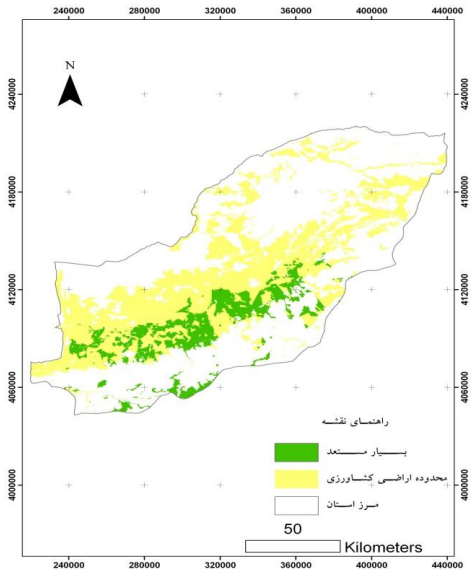
پهنه‌بندی زراعی- بوم شناختی اراضی کشاورزی استان گلستان جهت کشت کلزا: نتایج این مطالعه نشان داد که پهنه‌بندی زراعی- بوم‌شناختی کلزا بر اساس تحلیل داده‌های اقلیمی، توپوگرافی، آب و خاک امکان‌پذیر است و سامانه اطلاعات جغرافیایی، به‌عنوان مناسب‌ترین ابزار تحلیل داده‌ها، توانست نواحی همگن را با دقت بیشتری شناسائی و پهنه‌بندی دقیقی با توجه به نتایج فرایند تحلیل سلسله مراتبی ارائه دهد. حاصل آن نقشه مکان‌یابی کشت کلزا در استان گلستان است که در ۴ طبقه در شکل ۳ نشان داده شده است. در این نقشه از جنوب به سمت شمال و از غرب به شرق استان از مطلوبیت عوامل محیطی و طبقات پهنه‌بندی کاسته شده به‌طوری که اراضی با توان مناسب و مطلوب جهت کشت کلزا در جنوب و قسمت میانی استان شناسایی شدند.

در این پژوهش مشخص شد که حدود ۲۱/۳۴ درصد زمین‌های زراعی استان دارای پتانسیل تولید بالایی هستند که در پهنه بسیار مستعد قرار گرفتند (جدول ۴). این پهنه دارای پتانسیل عملکردی بین ۱۰۰-۸۰ درصد (غفاری، ۲۰۰۰) می‌باشد. با توجه به دیدگاه چندجانبه این نوع مطالعه نسبت به عوامل بوم‌شناختی، این پهنه مکان بسیار مناسبی برای تأمین نیازمندی‌های محیطی و زراعی کلزا است. این

پهنه بسیار مستعد بیشتر در مزارع سه شهرستان جنوبی استان، علی‌آباد کتول، رامیان و گرگان مشاهده شد (شکل ۴). علت محدود بودن این ناحیه در اراضی کنونی کشاورزی استان گلستان را می‌توان به عواملی از جمله تنزل کیفیت و کمیت عوامل محیطی مانند حاصل‌خیزی‌خاک و منابع آب دانست. هر ساله در این مناطق بسیار مستعد، شاهد کشت برخی محصولات پر توقع با ارزش نقدینگی بالاتر هستیم که در کاهش کیفیت و کمیت منابع و تنزل درجه اراضی نقش مهمی دارند. به‌نظر می‌رسد وجود یک برنامه الگو کشت مدون می‌تواند در حفظ این پهنه و پایداری محیط موثر باشد.



شکل ۳- استعداد سنجی اراضی کشاورزی استان گلستان جهت کشت کلزا



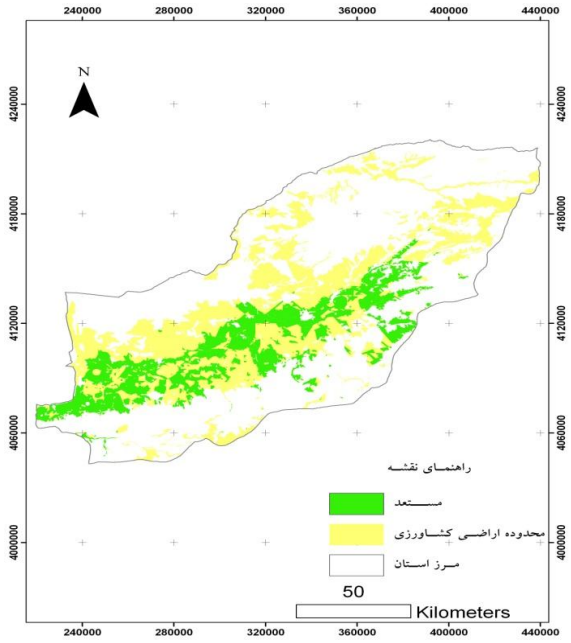
شکل ۴- پهنه بسیار مستعد جهت کشت کلزا در اراضی کشاورزی گلستان.

پهنه اراضی مستعد در بین چهار پهنه ارزیابی شده، با مساحت ۲۷۵۲۰۹/۴۰ هکتار بیشترین مساحت را به خود اختصاص داد (جدول ۴). این پهنه دارای شرایط محیطی مطلوب البته کمی پایین‌تر نسبت به پهنه بسیار مستعد است. بارش حدود ۴۰۰ میلی‌متر، بافت خاک متوسط و سبک و حاصل‌خیزی نسبتاً خوب خاک باعث شده که این مناطق دارای ۸۰ درصد پتانسیل تولید کلزا باشند (شکل ۵). اراضی موجود در هر پهنه از نظر عوامل اقلیمی و محیطی ویژگی‌های واحدی را ارائه می‌دهند و برنامه‌ریزی واحدی را می‌طلبند. با توجه به نقش موثر کلزا در تناوب با غلات و استفاده از

نزولات جوی، گسترش سطح زیر کشت کلزا به‌صورت دیم در این مناطق امکان‌پذیر است و تطابق کشت پاییزه این محصول با عوامل بوم‌شناختی در این پهنه وجود دارد. در این مطالعه مشخص شد که بیشتر اراضی کشاورزی مورد مطالعه از نظر توپوگرافی و اقلیمی (دما) شرایط مناسبی برای تولید کلزا دارند و محدودیتی از این نظر وجود ندارد. در مطالعه فرجزاده و همکاران (۲۰۰۷) در سبزوار مشخص شد که اراضی مسطح و دشت این منطقه، مساعد برای کشت کلزا می‌باشد.

جدول ۴- مساحت پهنه‌های طبقه‌بندی شده جهت کشت کلزا در اراضی استان گلستان

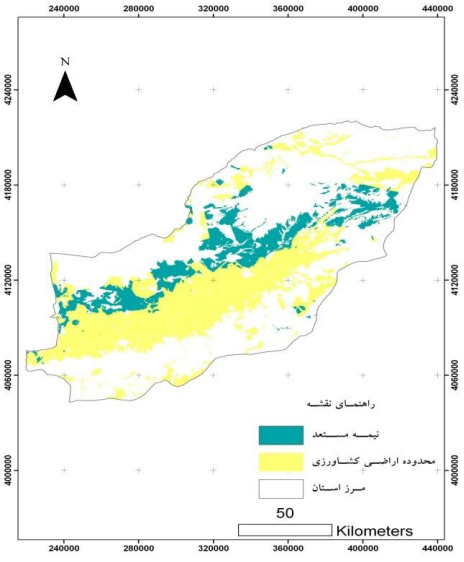
طبقه‌بندی پهنه‌ها	مساحت (هکتار)	نسبت مساحت پهنه به مساحت کل اراضی کشاورزی (درصد)
مناطق بسیار مستعد	۱۶۷۶۹۳/۵۶	۲۱/۳۴
مناطق مستعد	۲۷۵۲۰۹/۴۰	۳۵/۰۴
مناطق نیمه مستعد	۲۳۳۱۰۱/۴۰	۲۹/۶۶
مناطق غیر مستعد	۱۰۹۷۴۹/۶۲	۱۳/۹۶



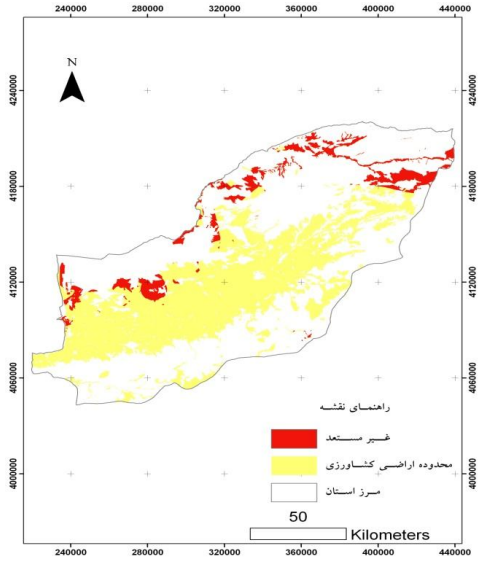
شکل ۵- پهنه مستعد جهت کشت کلزا در اراضی کشاورزی استان گلستان.

در نقشه‌های خروجی حاصل از روی‌هم‌گذاری عوامل بوم‌شناختی مختلف، مشخص شد که طبقات نیمه‌مستعد و غیر مستعد جهت کشت کلزا، قسمت‌های شمالی اراضی شهرستان‌های بندرترکمن، آق قلا، گنبد و کلاله و کل اراضی زراعی شهرستان مراوه‌تپه را شامل می‌شود (شکل‌های ۶ و ۷). در این مناطق میزان اندک بارش و پتانسیل منابع آبی پایین، شوری و کمبود عناصر غذایی به‌عنوان عوامل محدود کننده کشت کلزا شناخته شدند. در منطقه شمال استان گلستان عامل محدود کننده شوری بالا خاک است که باعث شده قسمت‌های از شهرستان‌های بندرترکمن و آق‌قلا با وجود داشتن شرایط قابل قبول از نظر سایر شرایط محیطی، در هیچ پهنه مستعدی قرار نگیرد.

در مناطق شرقی استان عامل اصلی محدودکننده فقیر بودن خاک و قرارگیری این مناطق در آخرین طبقه حاصل‌خیزی خاک است. این مناطق از نظر ماده آلی بسیار فقیر بوده و پتانسیل آبی اندکی دارند. به‌نظر می‌رسد برای حفظ تولید در این طبقات به‌خصوص طبقه نیمه‌مستعد و برای جلوگیری از کاهش کیفیت و کمیت منابع محیطی و تنزل این اراضی به طبقات پایین‌تر، لازم است اقداماتی مانند استفاده از روش‌های نوین آبیاری، کشت محصولات کم توقع، استفاده از گیاهان پوششی، گیاهان لگوم و آیش در تناوب با کلزا، خاک‌ورزی حفاظتی و موارد دیگر صورت پذیرد. در همین راستا در مطالعه پهنه‌بندی اقلیمی اراضی استان‌های خراسان جهت کشت کلزا، حدود ۱۸۵۴۵۵۱ هکتار اراضی نامطلوب شناخته شد که به‌طور عمده در جنوب منطقه مورد مطالعه وجود داشتند (رسولی و قائمی، ۲۰۱۰). چادهاری و ساها (۲۰۰۳) اراضی شنی، شیب‌دار، دارای زهکشی ضعیف، عمق خاک پایین و خطر سیلاب را عامل محدوده‌کننده کشت خردل در منطقه باروالا[۶] در هند اعلام کردند. مساحت این پهنه حدود یک سوم منطقه مورد مطالعه برآورد شد. قاسمی پیر بلوطی و همکاران (۲۰۰۸) عامل محدود کننده کشت کلزا در استان‌های اصفهان و چهارمحال بختیاری، درجه روز رشد (GDD) از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک و از کاشت تا شروع یخبندان اعلام کردند.



شکل ۶- پهنه نیمه‌مستعد جهت کشت کلزا در اراضی کشاورزی گلستان



شکل ۷- پهنه غیرمستعد جهت کشت کلزا در اراضی کشاورزی گلستان

نتیجه‌گیری

با اعمال سیاست‌های حمایتی و اهتمام دولت در دو دهه اخیر به‌منظور خودکفایی در دانه‌های روغنی در کشور و از طرفی مساعد بودن آب و هوای استان گلستان جهت تولید اغلب دانه‌های روغنی از جمله کلزا، شناسایی توان زراعی- بوم‌شناختی این استان جهت تعیین مناطق مستعد کشت، می تواند گام نخست در رسیدن به خودکفایی در تولید دانه‌های روغنی باشد. در این مطالعه با توجه به ارزیابی عوامل مختلف محیطی، و براساس نظرات متخصصین زراعت استان در قالب پرسشنامه‌هایAHP، مناطق مستعد و غیر مستعد در چهار طبقه شناسایی شدند. با شناسایی توانمندی‌های و محدودیت‌های محیطی کشت کلزا در استان گلستان مشخص شد که ۵۶/۳۸ درصد اراضی کشاورزی استان دارای توان مناسبی برای تولید کلزا می‌باشند که به‌طور عمده در مناطق جنوبی و میانی استان قرار دارند. در مناطق نیمه مستعد یا غیر مستعد شمال و شمال شرقی استان، با انجام یکسری اقدامات می‌توان اراضی این طبقات نامرغوب را از نظر کیفی ارتقا داد. با توجه به نوع محدودیت موجود در این پهنه‌ها، اقداماتی مانند افزایش ماده آلی و بهبود حاصل‌خیزی خاک، آبشویی اراضی شور و زهکشی آن‌ها، تنظیم تناوب زراعی مناسب، استفاده از ارقام مقاوم به تنش‌های محیطی موجود، افزایش کارایی مصرف آب و استفاده از روش‌های نوین آبیاری، جهت بهبود این مناطق توصیه می‌شود.

منابع

Aama Azghadi, A., Khorasani, R., Mokaram, M., and Moazi, A. 2010. Soil fertility evaluation based on soil K., P., and organic matter factors for wheat by using Fuzzy logic-AHP and GIS techniques. J. Water Soil 24: 973-984. (In Persian)

Albaji, A., Naseri, A.A., Papan, P., and Boroomand Nasab, S. 2009. Qualitative evaluation of land suitability for principal crops in the west Shoush plain, southwest of Iran. Bulg. J. Agric. Sci. 15: 135-145.

Ashraf, S., Munokyan, R., Normohammadan, B., and Babaei, A. 2010. Qualitative land suitability evaluation for growth of wheat in northeast of Iran. Res. J. Biol. Sci. 5 .548-552.

Ashraf, S. 2011. Land suitability evaluation for irrigated barley in Damghan plain, Iran. Indian J. Sci. Technol. 4:1182-1187.

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.

Chen, H.S., Liu, G.S., Yang Y.F., Ye, X.F. and Shi, Z. 2010. Comprehensive evaluation of tobacco ecological suitability of Henan province based on GIS. Agri. Sci. China. 9:583-592.

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.111-123.

FAO, 1976. A framework for land evaluation. Soils Bull, No. 32. FAO, Rome.

Farajzadeh, M., Adab, H., and Amiri, R. 2007. The preparation of the colza (*Brassica napus* L.) suitability map using statistical analysis and GIS; case study: Sabzevar Township, Iran. Int. J. Bot. 3: 359-365.

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

Ghafari, A., Cook, H. F., and Lee, H. C.2002. Land suitability determination for wheat cropping inside sustainable agriculture by GIS. Proceeding of 7th Iranian Agronomy and Plant Breeding Conference. Seed and Plant Improvement Institute. Karaj, 12-14 Sep. (In Persian).

Ghasemi Pirbalouti, A., and A., Golparvar. 2008. Evaluating agro-climatologically variables to indentify areas for rapeseed in different dates of sowing by GIS approach. Amer. J. Agric. Biol. Sci. 3: 656-660.

Ghodsipoor, S.H. 2010.Analytical Hierarchy Process. Amir Kabir University Press. 220p. (In Persian)

Golestan Province Government. 2009. Land use planning of Golestan province. Hamoon Jointstock Company and Golestan Province Government. Part 2: 239-515. (In Persian)

Kirti, H.S. 2001. Evaluation of group decision making methods. Available online at: *www.expertchoice.com.*

Mainuddin M., Gupta, A.D., and Onta, P.R. 1997. Optimal crop planning model for an existing groundwater irrigation project in Thailand. Agric. Water Manage.33: 43-62.

Makhdoom, M. F.2001. Fundamental of Land Use Planning. (4th Edition).Tehran University Press. 289p. (In Persian)

Mehraban, A., Ghafari, A., Ghanbari Banjar, A., and Jalali, N. 2005.Climati zoning for rainfed wheat in Moghan and Ardabil townships. J. Agri. Sci. 15: 1-13. (In Persian)

Ministry of Jihad-e-Agriculture. 2008. Statistics Report of 2007-2008 Years. Statistics and Information Office of Ministry of Jihad-e-Agriculture. (In Persian)

Ministry of Power. 2008. Opportune of water resources study report of Gharasoo-Gorganroord watershed. Jointstock Company of Golestan Water. 247p. (In Persian)

Mirzabayati, R. 2004. Investigation of suitable areas for saffron cultivation in Neyshaboor plain using GIS and RS. M.Sc Thesis of Tarbiat Modares University.123 p. (In Persian)

Parker, R. 2001. Introduction on Plant Science. Delmar Publish. *www.delmar.com.*

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: 161-177.

Rasooli, S.J., and Ghaemi, A.R. 2010. Canola cultivation area dividing about climatic temperature needs used GIS in Khorasan provinces. Elec. J. Crop. Prod. 3: 121-131. (In Persian)

Sarmadian, F., Moravej, K., Mahmoodi, Sh., and Ebrahimi Khomami, S.M. 2003. An investigation of land suitability evaluation for irrigated crop, using remote sensing and geographical information system techniques in parts of Varamin plain. Iranian J. Agri. Sci. 34: 899-912. (In Persian)

Simpson, J., and Stitt J.A. 1998. Procedure for the detection and removal of clouds shadow from AVHRR data over land. IEEE Truncation. Geosci. Remote Sens. 36: 880-897.

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. Agricultural Publications, NO. 7, Brussels, Belgium.

Thapa, R., and Murayama, Y. 2008. Land evaluation for peri-urban agriculture using analytical hierarchical process of geographic information system techniques: A case study of Hanoi. J. Land Use Policy. 25: 225-239.

EJCP., Vol. 5 (1): 123-139
ejcp.gau@gmail.com

Agroecological zoning of agricultural lands in Golestan province for canola cultivation by Geographic Information System (GIS) and Analytical Hierarchy Process (AHP)

H. Kazemi Poshtmasari[1],*Z. Tahmasebi Sarvestani[2], B. Kamkar[3], Sh. Shataei[3] and S. Sadeghi[4]

[1]Ph.D. Student of Tabiat Modares University, [2]Scientific Member of Tabiat Modares University, [3]Scientific Member of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [4]Scientific Member of Higher Education Complex of Scientific-Applied Center, Agricultural Jihad of Jahrom

Received: 2011-04-09; Accepted: 2012-03-01

Abstract

In order to agroecological zoning of current agricultural lands in Golestan province for canola cultivation, Geographic Information System (GIS) and Analytical Hierarchy Process (AHP) were used to match the environmental requirements of crop and the land characteristics. The first, agroecological requirements of canola was identify from scientific resources then classified and needed thematic maps were provided. The classification of layers carried out by simple limitation approach. The digital environmental layers overlaid and integration in GIS media then zoning of lands was done in 4 classes of high suitable until non-suitable. The results showed that 21.31 and 35.04% of the area were high suitable and suitable for canola crop, respectively. These zones had enough rainfall (400-500 mm) and high fertility. The less suitable and non-suitable regions are located in the north and northeast parts of Golestan province. In these areas, the limitation factors were including: high EC, low precipitation, deficient nutrition elements and low water resources.

Keywords: Canola; Agroecological zoning; GIS; Golestan.

*Corresponding Author; Email: tahmaseb@modares.ac.ir

جدول ضمیمه ۱- تناسب‌بندی عوامل محیطی جهت کشت کلزا

خصوصیات	خیلی مناسب (S1)	نسبتا مناسب (S2)	ضعیف (S3)	نامناسب (N)
میزان بارش (میلی متر)	۵۰۰-۴۰۰	۴۰۰-۳۰۰	۳۰۰-۲۵۰	<۲۵۰
دمای متوسط	۲۰-۱۷	۲۵-۲۰ و ۱۷-۱۵	۳۰-۲۵	>۳۰
دمای کمینه	۱۵-۱۰	۱۰-۷	۷-۴	<۴
دمای بیشینه	۳۰-۲۵	۳۳-۳۰	۳۸-۳۳	>۳۸
EC (دسی زیمنس بر متر)	۴-۰	۸-۴	۱۲-۸	>۱۲
pH	۷-۶	۸-۷ و ۶-۵/۵	۵/۵-۵ و ۸/۵-۸	۵> و ۸/۵<
بافت خاک	لومی-لومی رسی- لومی شنی- لومی رسی شنی	لومی رسی سیلتی - رسی شنی	شنی لومی-لومی سیلتی- رسی	شنی
شیب (درصد)	۲/۵-۰	۵-۲/۵	۷/۵-۵	>۷/۵
جهات شیب	فلات- جنوبی- جنوب شرقی	شرقی- شمال شرقی	جنوب غربی- شمال غربی	غربی و شمالی
ارتفاع از سطح دریا (متر)	۱۵۰۰-۰	۲۰۰۰-۱۵۰۰	۲۵۰۰-۲۰۰۰	>۲۵۰۰
آهن (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۱۵-۱۰	۱۸-۱۵ و ۱۰-۸	۲۰-۱۸ و ۸-۵	۵> و ۲۰<
روی (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۲-۱	۴-۲	۶-۴	۱> و ۶<
کلسیم (میلی‌گرم درکیلوگرم)	۱۵-۵	۲۵-۱۵	۲۵-۵۰	۵۰< و ۵>
فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۱۳-۱۰	۱۰-۸ و ۱۵-۱۳	۸-۵ و ۲۰-۱۵	۵> و ۲۰<
پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۲۵۰-۲۰۰	۲۰۰- ۱۵۰و ۳۰۰-۲۵۰	۱۵۰-۱۰۰ و ۳۵۰-۳۰۰	۱۰۰> و ۳۵۰<
ماده آلی (درصد)	۳<	۳-۲	۲-۱	۱>
نیتروژن (درصد)	۱≤	۱-۰/۷	۰/۷ - ۰/۵	۰/۵>
پتانسیل آب زیرزمینی	پربازده	خوب	متوسط	ضعیف
پتانسیل آب سطحی	بسیار خوب	خوب	متوسط	اندک