

پهنه‌بندی زراعی - بوم‌شناختی اراضی استان گلستان جهت کشت سویا با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی

حسین کاظمی^{1*}، زین العابدین طهماسبی سروسنایی²، بهنام کامکار³، شعبان شتایی³ و سهراب صادقی⁴

تاریخ دریافت: 90/12/6 تاریخ پذیرش: 92/2/11

- 1- دانش آموخته دوره دکتری زراعت دانشگاه تربیت مدرس و استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
 - 2- دانشیار دانشگاه تربیت مدرس
 - 3- دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
 - 4- عضو هیات علمی مجتمع آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی جهرم
- * مسئول مکاتبه hossein_k_p@yahoo.com

چکیده

با مطالعات بوم‌شناختی می‌توان پتانسیل محیطی را در مناطق مختلف مشخص و از آنها حداکثر بهره‌برداری را نمود. به منظور پهنه‌بندی زراعی-بوم‌شناختی اراضی کشاورزی کنونی استان گلستان برای کشت سویا، از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و فرایند سلسله مراتب تحلیلی (AHP) استفاده شد. بدین منظور ابتدا نیازهای زراعی-بوم‌شناختی سویا با استفاده از منابع علمی موجود تعیین، درجه‌بندی و سپس نقشه‌های موضوعی مورد نیاز تهیه شدند. متغیرهای محیطی مورد مطالعه دمای متوسط، دمای کمینه، دمای بیشینه، بارش، شیب، جهات شیب، ارتفاع از سطح دریا، ماده آلی، شوری، بافت، pH، میزان نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، آهن، روی و پتانسیل آب زیرزمینی و سطحی می‌باشد. طبقه‌بندی و رتبه‌بندی هر لایه با توجه به روش محدودیت ساده در 4 طبقه صورت گرفت. از فرآیند سلسله مراتب تحلیلی برای تعیین وزن معیارها از طریق تجزیه و تحلیل پرسش‌نامه‌های AHP، استفاده شد. لایه‌های رقومی عوامل محیطی در محیط GIS پس از اختصاص وزن AHP مختص به هر لایه، روی هم‌گذاری و تلفیق شدند. سپس پهنه‌بندی اراضی در چهار طبقه بسیار مستعد، مستعد، نیمه‌مستعد و غیرمستعد انجام شد. نتایج نشان داد که به ترتیب 27/59 و 27/35 درصد زمین‌های زراعی استان گلستان جهت تولید سویا در پهنه‌های بسیار مستعد و مستعد قرار دارند. طبقات نیمه‌مستعد و غیر مستعد جهت کشت سویا، به قسمت‌های شمالی و شرقی اراضی استان اختصاص یافت. در این مناطق میزان بارش و پتانسیل منابع آبی پایین، شوری و کمبود برخی عناصر غذایی از عوامل محدود کننده کشت این گیاه شناخته شدند. در این مطالعه، پهنه غیرمستعد کمترین مساحت را در اراضی کشاورزی استان گلستان دارا بود (17/34 درصد).

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی زراعی-بوم‌شناختی، فرایند سلسله مراتب تحلیلی (AHP)، سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، استان گلستان، سویا

Agro-Ecological Zoning of Golestan Province Lands for Soybean Cultivation Using Geographical Information System (GIS)

H Kazemi¹, Z Tahmasebi Sarvestani^{2*}, B Kamkar³, Sh Shataei³ and S Sadeghi⁴

Received: February 25, 2012 Accepted: May 1, 2013

¹Former of PhD in Agronomy, Tarbiat Modares University and Scientific Member of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

²Assoc Prof University Tarbiat Modarres, Iran

³Assoc Prof University of Agricultural Sciences and Natural, Gorgan, Iran

⁴Scientific Member of Higher Education Complex of Jahrom Scientific-Applied Center, Iran

*Corresponding Author: E-mail: hossein_k_p@yahoo.com

Abstract

Ecological studies can be used to identify the environmental potential in different regions to achievement maximum utilization. Geographic information system (GIS) and analytical hierarchy process (AHP) were applied to agro-ecological zoning of current agricultural lands in Golestan province for soybean cultivation. For this purpose, agro-ecological requirements of soybean firstly, identified according to scientific resources. Rating and thematic requirement maps were then provided. Studied environmental-components were: average, minimum and maximum temperatures, precipitation, slope percent, elevation, slope aspects, soil characteristics (OM, pH, EC, texture, nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, iron, zinc), surface water and groundwater potentials. Each layer is classified into 4 classes according to Simple Limitation Method (SLM). The analytical hierarchy process (AHP) was used to determine the weight of criteria by using the questionnaires analysis sheet. The digital environmental layers overlaid and integration in GIS media then zoning of lands carried out in 4 classes (high suitable, suitable, less suitable and non-suitable). The results showed that 27.59% and 27.35% of this area were high suitable and suitable for soybean cropping, respectively. The less suitable and non-suitable regions were located in the north and northeast of Golestan province. In these areas, the limitation factors include high EC, low precipitation, deficient of some elements and low water resources. In this study, non-suitable class had the minimum area of Golestan agricultural lands (17.34%).

Keywords: Agro-ecological zoning, AHP, GIS, Golestan province, Soybean

آب، پستی و بلندی و شرایط خاک به صورت یک مجموعه همگن زیست محیطی در ارتباط با سامانه‌های زراعی مشخص، کاربری اراضی و تنوع زیستی

مقدمه

پهنه‌بندی زراعی-بوم‌شناختی، تلفیقی از لایه‌های اطلاعاتی محیطی است که در آن منابع اقلیم،

پارامتریک) انجام و نشان دادند که این منطقه برای کشت سویا مناسب بوده و میزان عملکرد محصول به میزان محدودیت ناشی از عوامل خاکی بستگی دارد. در تحقیق دیگری، با تجزیه و تحلیل عناصر اقلیمی در استان چهارمحال و بختیاری و تعیین نیازهای اقلیمی حبوبات مهم منطقه، مناطق مناسب برای کشت حبوبات در آن استان مشخص گردید. برای انجام این کار، علاوه بر استفاده از عناصر اقلیمی، از شاخص واحد گرمایی نیز استفاده شد (اسدی بروجنی و محمدی ده‌چشمه، 1384).

(دلاروزا و همکاران 2009) با کاربرد راهکارهای بوم‌شناختی مخصوص خاک (سامانه تصمیم‌گیری میکرولیز²)، جهت استفاده پایدار از سرزمین در استان سویلا³ در جنوب اسپانیا، به این نتیجه رسیدند که از مجموع 12 محصول زراعی رایج در منطقه، گندم، سویا، آفتابگردان، چغندر قند و یونجه از محصولات مناسب برای این منطقه تعیین و میزان کربنات بالا در خاک عامل محدود کننده کشت گیاهان می‌باشد. (بهاگت و همکاران 2009) منطقه هیمال پراداش⁴ هند را جهت تولید غلات با استفاده از عوامل متعدد مانند عوامل اقلیمی (دما و بارندگی) توپوگرافی (ارتفاع)، نوع خاک و پوشش گیاهی منطقه مورد ارزیابی قرار داده و مناطق مستعد و غیر مستعد جهت کشت و تولید این گیاهان را مشخص کردند. نتایج نشان داد که 36 درصد از کل منطقه برای کاربری کشاورزی بسیار مناسب است. (بویکس و زینک⁵ 2008) با پهنه‌بندی منطقه چاکو⁶ در استان توکومان⁷ واقع در آرژانتین براساس دستورالعمل فائو برای گیاهان زراعی سویا، ذرت، گندم، نیشکر، گلرنگ و مرکبات، گزارش کردند که 16 درصد منطقه مذکور جهت کشت محصولات منتخب دارای تناسب بالایی می‌باشد. در این منطقه محدودیت اصلی

بررسی می‌گردد. پهنه‌بندی زراعی-بوم‌شناختی یک ابزار ضروری در برنامه‌ریزی کشاورزی محسوب می‌شود. با تلفیق اجزاء اصلی و مؤثر کشاورزی، امکان بررسی همه جانبه شرایط تولید فراهم شده و پتانسیل‌ها و محدودیت‌های محیطی بهتر بررسی گردیده و تصمیم‌گیرندگان عرصه کشاورزی با داشتن یک نقشه جامع و کامل به جای نقشه‌های واحد و پراکنده، تصمیمات درستی اتخاذ می‌کنند (غفاری و همکاران 1386).

مساعده بودن آب و هوای استان گلستان برای تولید اغلب محصولات کشاورزی باعث شده که این استان از نظر تولید محصولات زراعی دارای تنوع بالایی باشد، به طوری که در دانه‌های روغنی به‌خصوص سویا و کلزا، استان گلستان در کشتو دارای رتبه‌های نخست از نظر سطح زیر کشت و تولید می‌باشد. از نظر تولید شلتوک نیز این استان در مقام سوم قرار داشته و به عنوان یکی از مناطق مستعد برای تولید گندم و جو آبی یا دیم و همچنین پنبه به شمار می‌رود (بی‌نام، 1389). عدم پهنه‌بندی و شناسایی توان استان برای انواع فعالیت‌های کشاورزی با توجه به خصوصیات و عوامل بوم‌شناختی منطقه، باعث تخریب محیط زیست و منابع طبیعی، آلودگی منابع آب و خاک، شور شدن اراضی، کاهش سفره آب زیرزمینی و در نهایت ناپایداری بوم‌نظام‌های کشاورزی در این استان شده است.

در مورد پهنه‌بندی بوم‌شناختی کشاورزی مطالعه‌های متعددی در ایران انجام شده که اکثراً به‌صورت پهنه‌بندی زراعی-اقلیم‌شناختی¹ مناطق مختلف کشور جهت کشت محصول گندم می‌باشد و یا با توجه به چارچوب‌های پیشنهادی فائو بر اساس ارزیابی خصوصیات خاک انجام شده است. به عنوان مثال (عماری و قائمیان 1388) تناسب اراضی مناطق پیرانشهر، پسوه و جلدیان در استان آذربایجان غربی را جهت کشت سویا به روش پیشنهادی فائو (روش

² - MicroLEIS

³ - Sevilla

⁴ - Himachal Pradesh

⁵ - Boix and Zinck

⁶ - Chaco

⁷ - Tucuman

¹ - Agro-climatology

(میرزابیاتی، 1383). (رحمان و ساها 2008) با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، سنجش از دور و همچنین فرایند سلسله مراتب تحلیلی به تدوین الگوی کشت مناسب برای منطقه سیلخیز بوگرا⁴ در بنگلادش پرداختند. بعد از تلفیق روش‌های مورد استفاده، نتایج نشان داد که منطقه مورد نظر تناسب متوسط تا بالایی برای تولید گیاهان زراعی انتخاب شده دارد و چهار الگوی کشت مناسب برای منطقه در فصل سیل و پس از سیل بدین شرح مشخص شد: الگوی کشت اول: برنج-گندم/سیب‌زمینی، الگوی کشت دوم: برنج (کشت تأخیری)-سیب‌زمینی، الگوی کشت سوم: سیب‌زمینی-برنج و الگوی کشت چهارم: برنج-خردل.

(چن و همکاران 2010) بررسی جامعی در استان هنان⁵ جهت کشت تنباکو بر پایه سامانه اطلاعات جغرافیایی انجام دادند. آنها در این تحقیق از 17 شاخص مرتبط به اقلیم، خاک و شکل زمین⁶ استفاده کردند. وزن این شاخص‌ها از پرسش‌نامه‌های فرایند تحلیل سلسله مراتبی بدست آمد. نتایج نشان داد که حدود 22/52 درصد از اراضی این استان واقع قسمت‌های غرب و جنوب دارای تناسب مطلوب برای کشت تنباکو است. دلیل این امر وجود دما، نور، بارندگی مناسب، pH متوسط و مواد آلی زیاد در خاک می‌باشد. به‌طور کلی این مطالعه با هدف ارزیابی اراضی کنونی کشاورزی استان گلستان جهت کشت سویا، شناسایی توانمندی‌ها، استعدادها و محدودیت‌های اراضی به منظور استفاده در برنامه‌ریزی‌های کشاورزی و منابع طبیعی، با بررسی 20 متغیر محیطی و همچنین مسایل اجتماعی، اقتصادی و توسعه‌ای در سال 1390 انجام شد.

کشت، بارندگی سالانه کم و وضعیت زهکشی در شرق و همچنین عامل شیب توام با وضعیت زهکشی در غرب اعلام شد. (سامانتا و همکاران 2011) با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، و روش تصمیم‌گیری چند معیاره، استان موروبه¹ در گینه‌نو را جهت کشت برنج پهنه‌بندی کردند. در این مطالعه از داده‌های خاکشناسی، اقلیم، توپوگرافی، منابع آب و اراضی استفاده و نتایج نشان داد که تنها چهار درصد این منطقه دارای تناسب بسیار خوب و 21 درصد دارای تناسب متوسط برای کشت برنج می‌باشد.

(مارتین و ساها 2009) با کاربرد سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور، قابلیت استعداد اراضی حوزه آبریز دهرادون² در هندوستان را جهت کشت و تولید انواع محصولات بررسی کردند. بر اساس ارزیابی اراضی، 11 واحد در این منطقه مشخص شد. برحسب نتایج استعدادسنجی، برای هر واحد اراضی دو الگوی کشت زمستانه و بهاره تعیین شد.

فرایند سلسله مراتب تحلیلی (AHP)³ اولین بار توسط ساعتی در سال 1980 ابداع شد (ساعتی، 1980) که یک نمایش گرافیکی از مساله پیچیده واقعی می‌باشد. در راس آن هدف کلی مساله و در سطوح بعدی معیارها و گزینه‌ها قرار می‌گیرند. در فرایند سلسله مراتب تحلیلی مساله تصمیم‌گیری از طریق تشکیل درخت سلسله مراتبی تصمیم حل می‌شود و در آن معیارها یا زیر معیارها دو به دو مورد مقایسه قرار می‌گیرند. در این روش کارشناس‌ها و افراد خبره قضاوت‌های مقایسه‌ای زوجی ساده‌ای را از طریق سلسله مراتب ایجاد شده تا رسیدن به اولویت‌هایی برای تمامی گزینه‌ها انجام می‌دهند (قدسی پور، 1389).

در مطالعه‌ای، نواحی مستعد برای کشت زعفران در دشت نیشابور با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و با مقایسه سه مدل وزن‌دهی رتبه‌ای، نسبتی و فرایند سلسله مراتب تحلیلی مشخص شد

⁴Bogra⁵Henan⁶Land form¹ Morobe² Dehradun³ Analysis Hierarchy Process-

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان گلستان حدود 21500 کیلومتر مربع مساحت دارد. این استان در مختصات بین 36 درجه و 44 دقیقه تا 38 درجه و 5 دقیقه عرض شمالی و 51 درجه و 53 دقیقه تا 56 درجه و 14 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. بخش‌های شمالی استان از سطح دریای آزاد پایین‌تر قرار دارد و به سمت شرق و جنوب بر میزان ارتفاعات افزوده می‌شود.

آب و هوای استان را می‌توان با توجه به خصوصیات دما و بارش به سه نوع معتدل خیزی مرطوب، کوهستانی (معتدل و سرد) و نیمه‌خشک (نیمه بیابانی) تقسیم کرد (بی نام، 1388). 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 ترکیبات رنگی تصاویر ماهواره تی ام (TM)¹ مربوطه به سه تاریخ 2010/6/6، 2010/6/13 و 2010/7/31 استفاده گردید و نقشه محدوده کشاورزی به‌هنگام‌سازی شد (شکل 1).

نحوه استعدادسنجی اراضی کشاورزی جهت کشت سویا

برای مکان‌یابی مناطق مستعد کشت سویا و جهت انطباق نیازمندی‌های محیطی گیاه زراعی با خصوصیات اراضی، براساس روش محدودیت ساده² (SLM) عمل شد. برای این کار ابتدا نیازهای بوم‌شناختی و زراعی گیاه زراعی با استفاده از منابع موجود تعیین و درجه‌بندی گردید. مبنای این درجه‌بندی بر اساس روش پیشنهادی (سایس و همکاران 1991) و

غفاری و همکاران 2000) می‌باشد که در جدول 1 نشان داده شده است. سپس براساس متغیرهای این جدول لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز در محیط ArcMap تهیه گردید که عبارت بودند از: دمای متوسط، دمای کمینه، دمای بیشینه، بارش، شیب، جهت شیب، ارتفاع از سطح دریا، ماده آلی، شوری، بافت، pH، میزان نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، آهن، روی و پتانسیل آب زیرزمینی و سطحی. بعد از تهیه این لایه‌ها، کار طبقه‌بندی و رتبه‌بندی هر لایه براساس روش محدودیت ساده و جدول نیازهای محیطی سویا، در چهار طبقه بسیار مناسب (بسیار مستعد)، مناسب (مستعد)، متوسط، نامناسب (غیر مستعد) صورت گرفت.

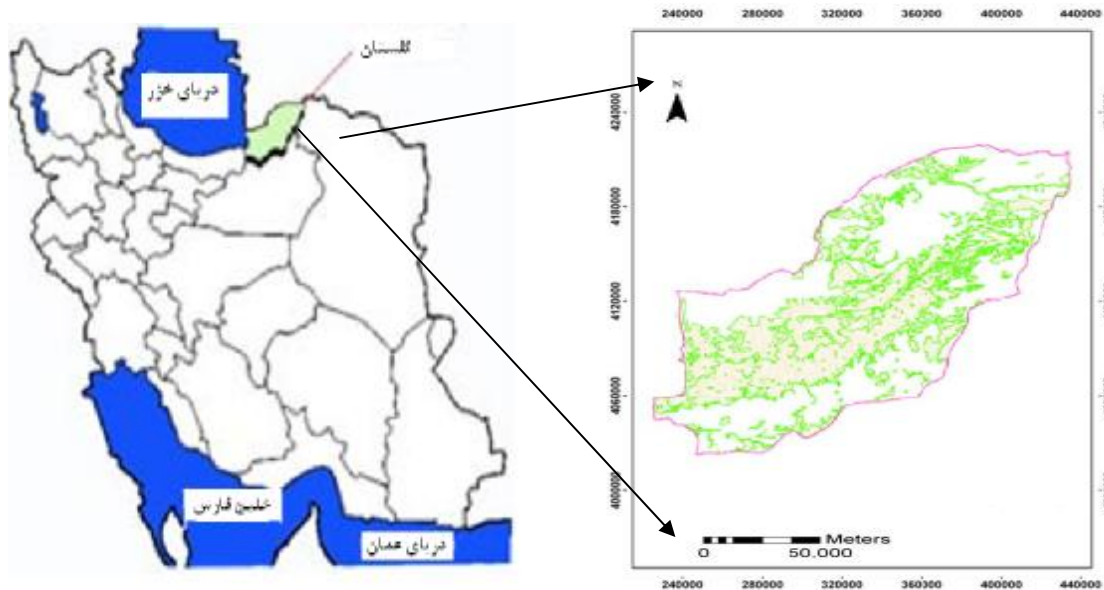
با توجه به اینکه عوامل محیطی جهت تعیین تناسب اراضی فراوان بوده و دارای اهمیت یکسانی نیز نمی‌باشند، لذا برای ارزیابی دقیق‌تر و تصمیم‌گیری لازم بود تا اهمیت نسبی هر عامل مشخص گردد. در این تحقیق جهت تعیین اهمیت و ارزش متغیرها از فرآیند سلسله مراتب تحلیلی استفاده شده است. این کار از طریق طراحی پرسش‌نامه‌های AHP و تکمیل آن توسط متخصان زراعت صورت گرفت. پس از استخراج اوزان از پرسشنامه‌ها و ارزیابی صحت آنها با شاخص ناسازگاری³ (IR) و تهیه 20 لایه رستری طبقه‌بندی شده، این لایه‌های اطلاعاتی در محیط GIS نسخه 9/3 فراخوانی شدند. با کمک حسابگر شبکه‌ای⁴ کار تلفیق و روی هم‌گذاری لایه‌ها با اختصاص وزن AHP مختص به هر لایه، انجام شد. در انتها کار استعدادسنجی منطقه جهت تولید سویا براساس جدول 2 صورت گرفت. نقشه‌های خروجی در چهار پهنه، چگونگی انطباق نیازهای گیاه زراعی سویا با شرایط محیطی منطقه را نشان دادند.

³Inconsistence Ratio

⁴Raster Calculator

¹Thematic Map

²Simple Limitation Method



شکل 1- موقعیت استان گلستان در کشور و محدوده اراضی کشاورزی آن

جدول 1- درجه تناسب عوامل محیطی برای سویا

<300	300-400	400-500	500-750	میزان بارش (میلی متر)
>33	30-33	15-18 و 25-30	18-25	دمای متوسط سالیانه (سانتی گراد)
<10	8-10	10-12	12-15	دمای کمینه سالیانه (سانتی گراد)
>35	30-35	15-20 و 25-30	20-25	دمای بیشینه سالیانه (سانتی گراد)
>10	6-10	3/5-6	0-3/5	EC (دسی زیمنس بر متر)
<5	5-5/5	7/5-8/5 و 5/5-6/5	6/5-7/5	pH
سایر کلاس‌ها	سیلتی-شنی رسی سیلتی	شنی لومی - لومی رسی شنی-لومی رسی سیلتی	لومی شنی-لومی رسی - لومی-لومی سیلتی	بافت خاک
>8	5-8	3-5	0-3	شیب (درصد)
غربی و شمالی	جنوب غربی - شمال غربی	شرقی - شمال شرقی	فلات - جنوبی - جنوب شرقی	جهت شیب
>3000	2000-3000	1000-2000	0-1000	ارتفاع از سطح دریا (متر)
>20 و <5	5-8 و 18-20	8-10 و 15-18	10-15	آهن (میلی گرم در کیلوگرم)
<1 و >6	4-6	2-4 و 1-1/5	1/5-2	روی (میلی گرم در کیلوگرم)
<5 و >50	50-25	20-25	5-20	کلسیم (میلی گرم در کیلوگرم)
> 25 و <5	20-25 و 5-8	15-20 و 8-10	10-15	فسفر (میلی گرم در کیلوگرم)
<100	100-150	250-300 و 150-200	200-250	پتاسیم (میلی گرم در کیلوگرم)
<1	1-2	2-3	>3	ماده آلی (درصد)
<0/5	0/5 - 0/7	0/7-1	1≤	نیترژن (درصد)
ضعیف	متوسط	خوب	پربازده	پتانسیل آب زیرزمینی
اندک	متوسط	خوب	بسیار خوب	پتانسیل آب سطحی

منابع: خواجه پور (1385)، مخدوم (1390)، ملکوتی و غیبی (1376)، سرکار (2008)، گول و همکاران (2005)، سائز و همکاران (1991) (مهربان و همکاران، 1384: غفاری و همکاران، 2000)

جدول 2- شاخص‌های مورد نیاز جهت پهنه بندی اراضی

پهنه	وضعیت تولید محصول
بسیار مستعد	100-80 درصد پتانسیل تولید آن
(خیلی مناسب)	محصول در این پهنه وجود دارد
مستعد	80-60 درصد پتانسیل تولید آن محصول
(نسبتاً مناسب)	در این پهنه وجود دارد
نیمه	60-40 درصد پتانسیل تولید آن محصول
مستعد (ضعیف)	در این پهنه وجود دارد
غیر مستعد	<40% پتانسیل تولید آن محصول در این
(نامناسب)	پهنه وجود دارد

جدول 3- مقادیر ترجیحات مقایسه های زوجی (قدسی پور،

(1389)

مقدار عددی	ترجیحات (فضاوت شفاهی)
9	کاملاً مرجح یا کاملاً مهم‌تر و یا کاملاً مطلوب‌تر
7	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی
5	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت قوی
3	کمی مرجح یا کمی مهم‌تر یا کمی مطلوب‌تر
1	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان
2, 4, 6 و 8	ترجیحات بین فواصل فوق

فرایند سلسله مراتب تحلیلی (AHP)

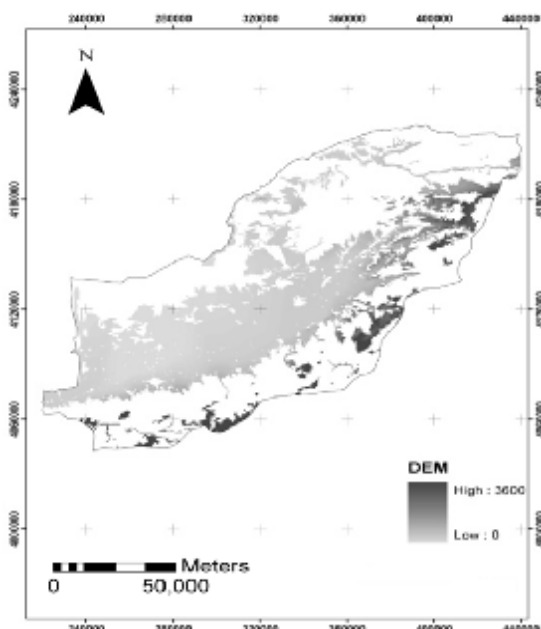
به منظور وزن‌دهی به معیارها با روش AHP، ابتدا مساله تصمیم‌گیری که همان یافتن نواحی مستعد کشت گیاه سویا می‌باشد، به صورت درخت سلسله مراتبی که شامل عناصر تصمیم‌گیری است، تجزیه شد در سطح اول هدف اصلی، در سطح دوم معیارهای اصلی تأثیرگذار در کشت محصول (توپوگرافی، منابع خاک، اقلیم، عوامل اقتصادی، اجتماعی و توسعه‌ای) و در سطح سوم زیر شاخه‌ها یا زیر معیارهای هر کدام از عوامل سطح دوم دسته‌بندی شدند.

برای جمع‌آوری داده‌های فرآیند سلسله مراتب تحلیلی و وزن معیارها و زیرمعیارها از پرسشنامه AHP استفاده شد. این پرسشنامه‌ها حاوی مقایسه‌های مشترک برای کلیه عوامل تأثیرگذار در مکان‌یابی است که توسط 30 متخصص زراعت شاغل در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی و جهاد کشاورزی استان گلستان، ناظران طرح سویا و کشاورزهای پیشرو تکمیل شد. پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها تعیین وزن‌ها بوسیله نرم‌افزار Expert Choice انجام شد. مقایسه‌های زوجی این تحقیق در قالب ماتریس‌های مقایسه‌های زوجی و بر اساس طیف 9 قسمتی ساعتی (قدسی پور، 1389) صورت گرفت (جدول 3).

تهیه نقشه‌ها و لایه‌های اطلاعاتی محیطی

نقشه‌های توپوگرافی

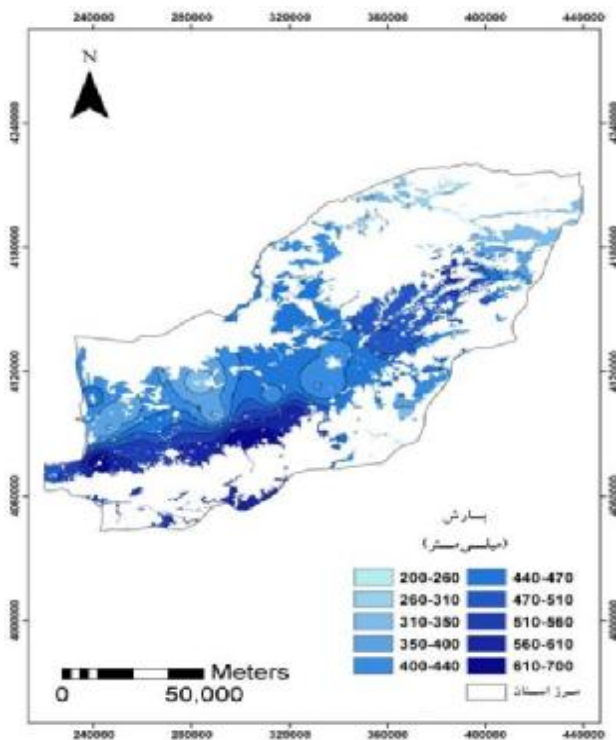
نقشه شیب، جهت شیب و ارتفاع از سطح دریا با استفاده از مدل رقومی ارتفاع¹ (DEM) استان گلستان (شکل 2) (بی‌نام، 1388) در مقیاس 1:50000 در محیط ArcMap تهیه شد.



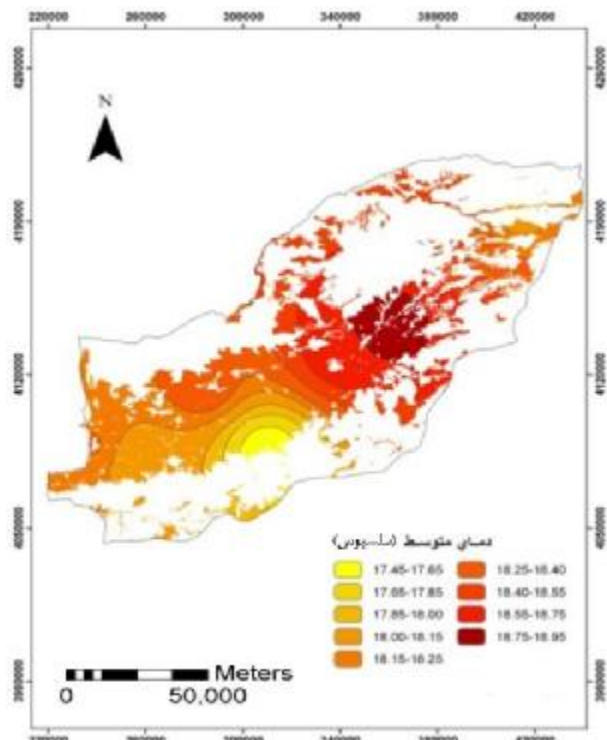
شکل 2- نقشه مدل رقومی ارتفاع اراضی کشاورزی

استان گلستان

¹ - Digital Elevation Model



شکل 4- نقشه هم‌بارش



شکل 3- نقشه هم‌دمای متوسط

نقشه‌های خاک

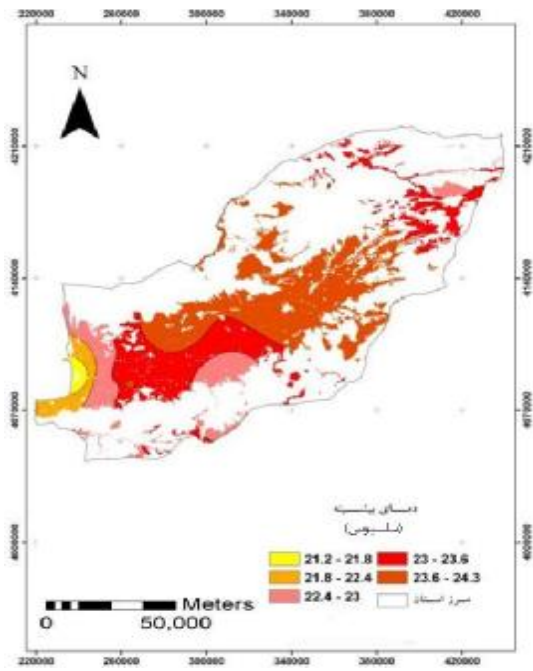
به منظور تهیه نقشه‌های رقومی بافت، شوری، pH، ماده آلی و نیز عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، آهن و روی، برای منطقه مورد مطالعه، اطلاعات و داده‌های خام 505 نقطه از اراضی کشاورزی استان، از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان-بخش خاک و آب دریافت شد. پراکنش این نقاط در محدوده اراضی کنونی کشاورزی استان گلستان انتخاب شده است. برای تهیه لایه بافت خاک از روش درونیابی تیسن² در محیط GIS استفاده شد (شکل 7). برای تهیه نقشه سایر ویژگی‌های خاک از روش‌های مختلف درونیابی زمین‌آماری کمک گرفته شد. شکل‌های 8 تا 16 نقشه‌های خاک را نشان می‌دهد.

نقشه‌های اقلیمی

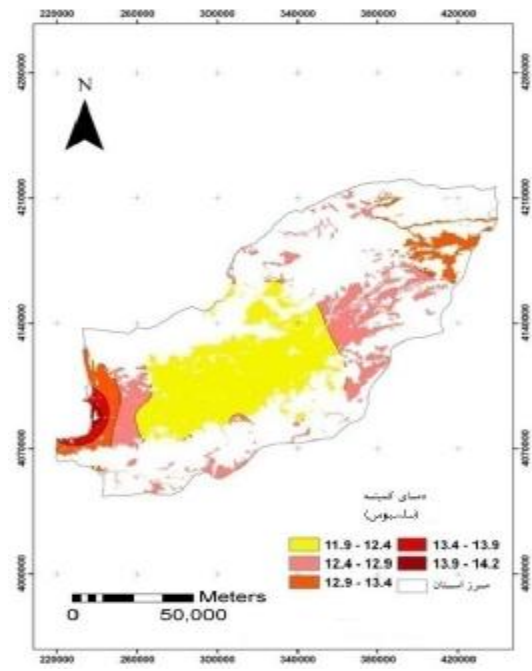
برای تهیه نقشه‌های دما و بارش محدوده مورد مطالعه، از داده‌های اقلیمی 15 ساله (1373 تا 1388) ایستگاه‌های باران‌سنجی، اقلیم‌شناسی و هم‌دیدی مستقر در سطح استان گلستان (در مجموع 38 ایستگاه) استفاده شد. برای تهیه این نقشه‌ها روش میان‌یابی فاصله معکوس وزن‌دار (IDW¹) بکار برده شد. در این روش برای هر کدام از نقاط اندازه‌گیری شده، براساس فاصله بین آن نقطه تا موقعیت نقطه مجهول، وزن مشخصی در نظر گرفته می‌شود. سپس این اوزان توسط توان وزن‌دهی کنترل می‌شود، به طوری که توان‌های بزرگ‌تر اثر نقاط دورتر از نقطه مورد برآورد را کاهش داده و توان‌های کوچک‌تر وزن‌ها را به طور یکنواخت‌تری بین نقاط هم‌جوار توزیع می‌کنند (مهدیان، 1385). نقشه‌های هم‌دما، هم‌بارش در شکل‌های 3 تا 6 نشان داده شده است.

²Thiessen

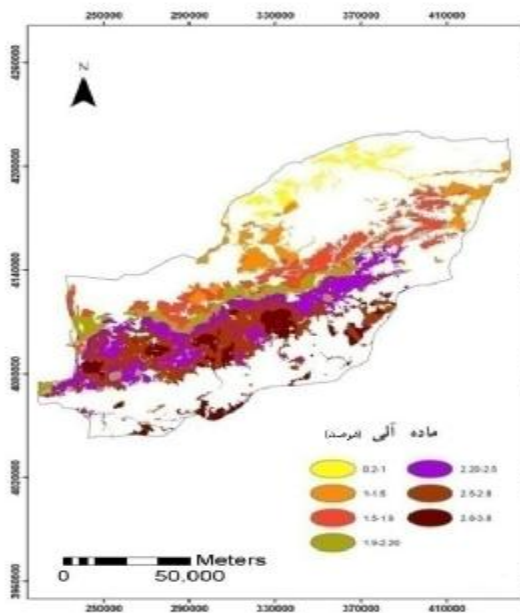
¹ Inverse Distance Weighted



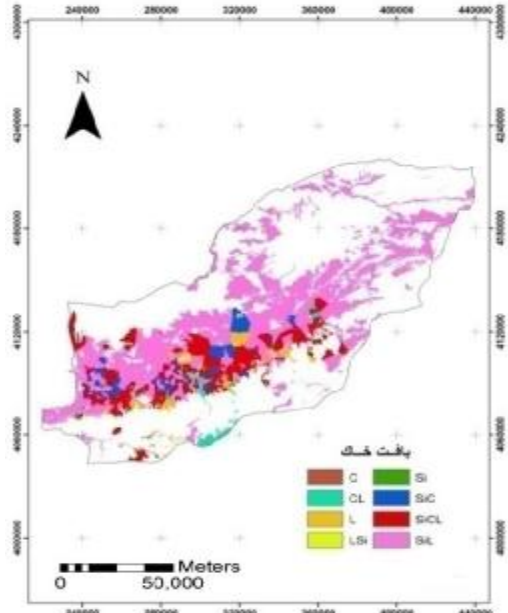
شکل 6- نقشه هم‌دمای بیشینه



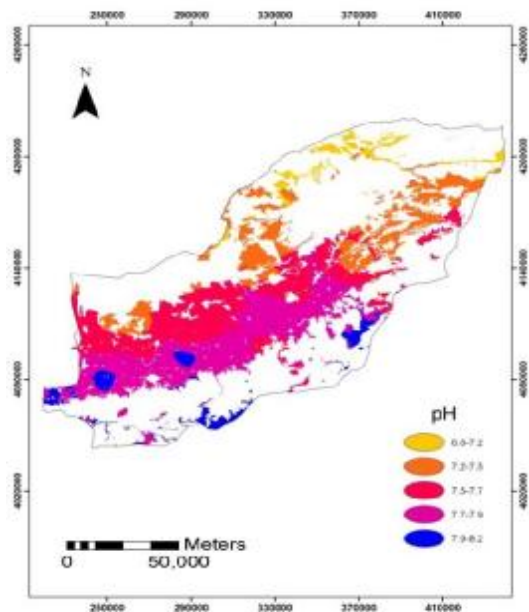
شکل 5 - نقشه هم‌دمای کمینه



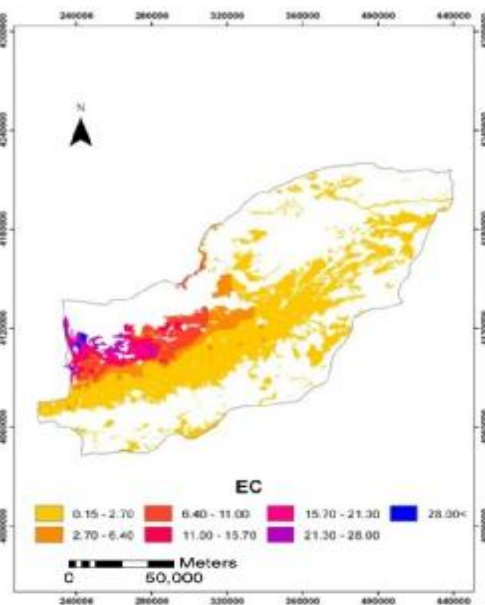
شکل 8- نقشه ماده آلی



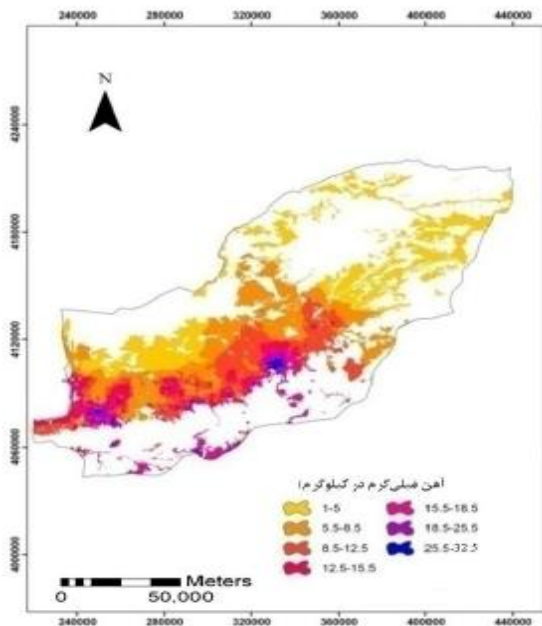
شکل 7- نقشه بافت خاک



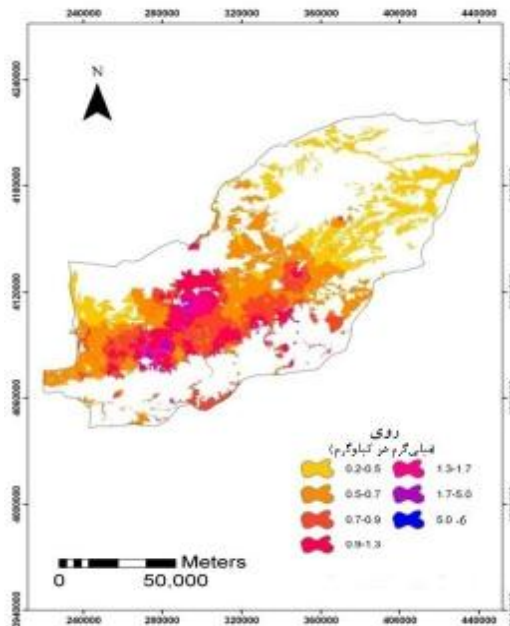
شکل 10- نقشه pH خاک



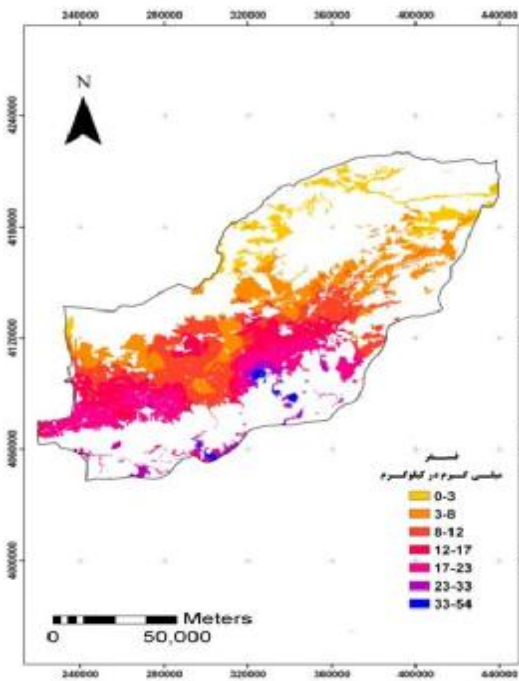
شکل 9 - نقشه EC خاک



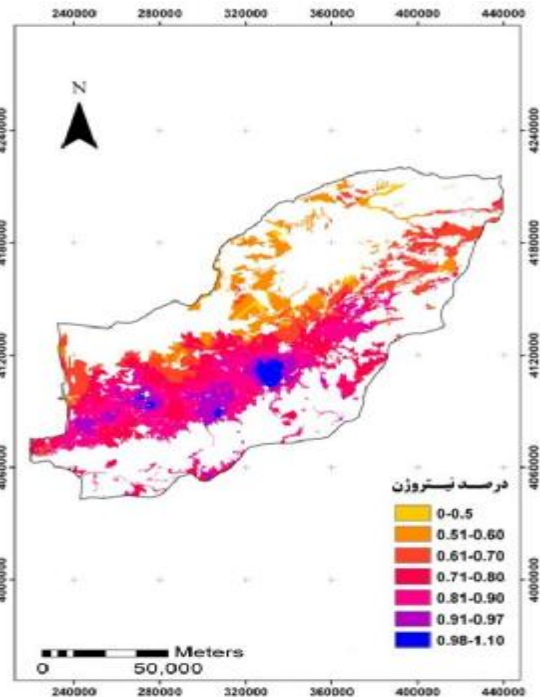
شکل 12- نقشه پهنه‌بندی عنصر آهن



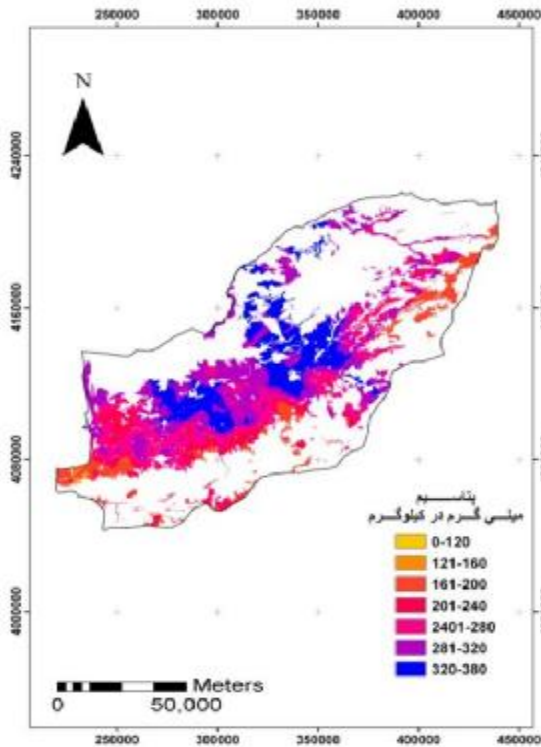
شکل 11- نقشه پهنه‌بندی روی



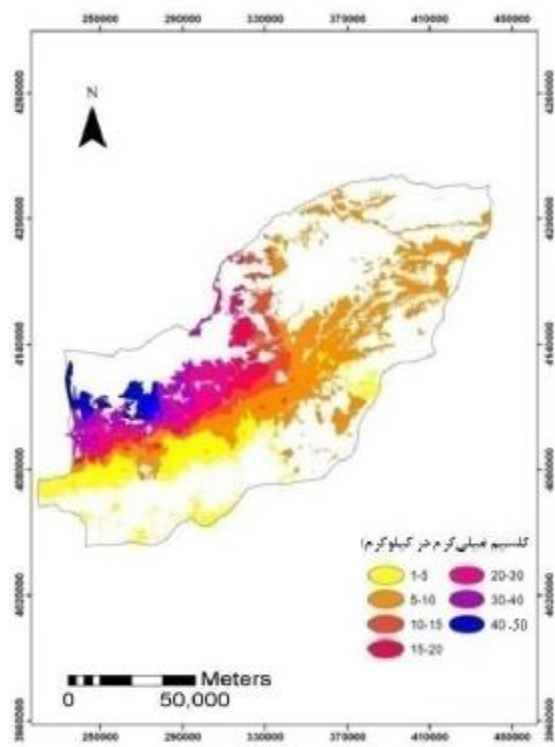
شکل 14- نقشه پهنه‌بندی عنصر فسفر



شکل 13- نقشه پهنه‌بندی عنصر نیتروژن



شکل 16- نقشه پهنه‌بندی عنصر کلسیم



شکل 15- نقشه پهنه‌بندی عنصر پتاسیم

نقشه پتانسیل منابع آبی

لایه پتانسیل آب زیرزمینی از روی نوع سنگ و نوع اقلیم براساس نقشه‌های زمین شناسی و اقلیم استان گلستان مطابق با مدل گروه دوم توان سنگ‌ها و خاک‌ها (مخدوم، 1390) بدست آمد. برای تهیه این لایه از گزارش به‌هنگام‌سازی تلفیق مطالعات منابع آب حوزه آبریز رودخانه‌های قره‌سو-گرگان‌رود (بی‌نام، 1387b) 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. ابتدا لیست رودخانه‌های هر حوزه آبریز اصلی مشخص و سپس با استفاده از اطلاعاتی مانند آب‌دهی و وسعت زیرحوزه، طول رودخانه، دبی سالیانه و موارد دیگر، براساس تقسیم‌بندی گزارش مطالعات منابع آب استان گلستان (بی‌نام، 1387b) کار طبقه‌بندی زیرحوزه‌های رودخانه‌ها در 4 سطح انجام شد (نقشه‌ها نشان داده نشده است).

جمع‌آوری و تهیه اطلاعات اجتماعی، اقتصادی و توسعه‌ای

برای تهیه اطلاعات و آمار مربوط به عوامل اجتماعی از قبیل میزان جمعیت، جمعیت شاغل در بخش کشاورزی، سطح سواد و سن از گزارش‌های مرکز آمار ایران (1387a) در سطح شهرستانی استفاده شد. جهت میان‌یابی این داده‌ها و تعمیم آن به محدوده مورد مطالعه، از دستور Kernel Density از نوارا‌بزار Spatial Analysis Tools در محیط ArcMap استفاده و نقشه‌های مربوطه ترسیم شد. برای تهیه اطلاعات اقتصادی و توسعه‌ای از آمار سالانه محصولات زراعی استان گلستان تهیه شده در مرکز آمار و اطلاعات

سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان، سازمان تعاون روستایی و بانک کشاورزی استان گلستان استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) جهت کشت سویا

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل پرسشنامه‌ها نشان داد که معیارهای اقلیم و خاک در بین 6 معیار مورد مطالعه با اختلاف جزئی دارای بیشترین وزن و اهمیت بودند و توپوگرافی و عوامل اجتماعی در مکان‌های آخر رتبه‌بندی قرار گرفتند. در بین زیر معیارهای اقلیم، ضریب عامل بارش و منابع آبی نسبت به دمای کمینه دو برابر بود این دو زیر معیار به ترتیب بیشترین و کمترین ضرایب پس از تجزیه و تحلیل پرسشنامه‌ها کسب کردند (جدول 4). معیار اقتصادی در بین انواع معیارها مورد ارزیابی، رتبه سوم را کسب کرد. میزان درآمد و سیاست‌ها و برنامه‌های وزارت جهاد کشاورزی به ترتیب بیشترین و کمترین وزن‌ها را از نظر متخصصین زراعت در استان گلستان جهت کشت سویا کسب کردند. همچنین نتایج نشان داد که عامل خاک (با 10 خصوصیت فیزیکی و شیمیایی) با کسب ضریب 0/268 جایگاه ویژه‌ای در زراعت سویا دارد. بیشترین ضرایب این عامل، به ماده آلی و شوری و کمترین به عناصر کم‌مصرف آهن و روی تعلق داشت. سطح سواد با ضریب 0/405 و یک‌پارچه‌سازی اراضی با وزن 0/280 به ترتیب به عنوان زیرمعیارهایی از عوامل اجتماعی و توسعه‌ای از اهمیت بیشتری نسبت به سایر زیرمعیارهای این دو عامل برخوردار بودند (جدول 4).

جدول 4- ارزش وزنی و رتبه معیارها و زیرمعیارهای مربوط به عوامل تأثیرگذار بر کشت سویا در استان گلستان

رتبه / ارزش	معیار / زیر معیار	رتبه / ارزش	معیار / زیر معیار
0/268	5-خاک	0/296	1-اقلیم
6 0/090	4-1- بافت	1 0/348	1-1- بارش و منابع آبی
2 0/173	EC-4-2	2 0/279	1-2- دمای متوسط
3 0/118	pH-4-3	3 0/209	1-3- دمای بیشینه
4 0/110	4-4- نیتروژن	4 0/164	1-4- دمای کمینه
5 0/098	4-5- فسفر	0/104	2-توپوگرافی
7 0/079	4-6- پتاسیم	1 0/434	2-1- جهات شیب
8 0/044	4-7- کلسیم	3 0/267	2-2- ارتفاع از سطح دریا
1 0/216	4-8- ماده آلی	2 0/290	3-3- شیب
9 0/037	4-9- آهن	0/173	3-عوامل اقتصادی
10 0/034	4-10- روی	1 0/335	3-1- میزان درآمد
0/063	5-عوامل اجتماعی	2 0/190	3-2- میزان تولید
4 0/184	5-1- میزان جمعیت	4 0/140	3-3- سطح زیر کشت
2 0/212	5-2- جمعیت شاغل در کشاورزی	6 0/067	3-4- سیاست‌های وزارت
1 0/405	5-3- سطح سواد	3 0/182	3-5- پوشش بیمه‌ای
3 0/199	5-4- سن	5 0/086	3-5- خرید تضمینی
0/03	ضریب ناسازگاری (IR)	0/122	4-عوامل توسعه‌ای
		4 0/226	6-1- میزان مکانیزاسیون
		3 0/239	6-2- صنایع تبدیلی
		2 0/255	6-3- صنایع پس از برداشت
		1 0/280	6-4- یک‌پارچه سازی اراضی

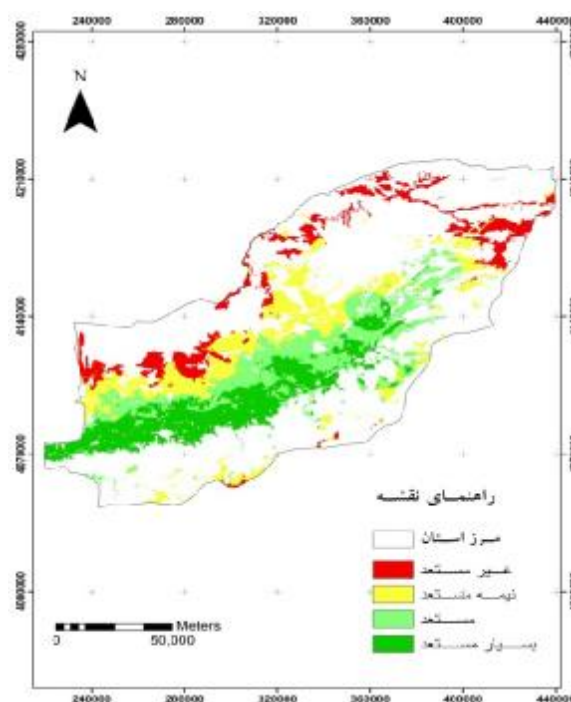
مستعد دارای بارش بالای 500 میلی‌متر در سال، شوری بسیار پایین، خاک لومی، زهکشی مناسب، اراضی بدون شیب با ارتفاع زیر 1000 متر از سطح دریا، درصد ماده آلی بالا، 100-80 درصد پتانسیل تولید سویا را دارا هستند. این مناطق تقریباً تمام اراضی شهرستان‌های بندرگز، کردکوی، گرگان و علی آباد کتول را شامل می‌شود که در پهنه اراضی با پتانسیل بسیار مستعد جهت کشت سویا قرار گرفتند.

نتایج استعدادسنجی اراضی کشاورزی جهت کشت سویا استان گلستان با داشتن 57 هزار هکتار اراضی زیر کشت سویا مقام اول را از نظر سطح در کشور به خود اختصاص داده است (بی‌نام، 1389). با استعدادسنجی اراضی استان مشخص شد مساحت این اراضی قابل توسعه تا 216 هزار هکتار است (جدول 5). نقشه استعدادسنجی اراضی جهت کشت سویا در شکل 17 نشان داده شده است. این اراضی با توان بسیار

جدول 5- مساحت پهنه‌های طبقه‌بندی شده جهت کشت سویا

رتبه‌بندی پهنه‌ها	مساحت (هکتار)	نسبت مساحت پهنه به مساحت کل اراضی کشاورزی (درصد)
مناطق بسیار مستعد	216827/10	27/59
مناطق مستعد	215002/97	27/35
مناطق نیمه مستعد	217698/26	27/72
مناطق غیر مستعد	136337/21	17/34

پایین در شرق، کمبود عناصر غذایی مانند آهن، روی و فسفر و همچنین میزان اندک ماده آلی در شمال شرقی و شرق استان، محدود کننده کشت سویا است. اراضی که دارای این محدودیت‌ها، در پهنه‌های نیمه‌مستعد و غیر مستعد طبقه‌بندی شدند (شکل‌های 18 و 19). این پهنه‌ها مساحتی بالغ بر 45 درصد از زمین‌های زراعی گلستان را شامل می‌شود (جدول 5). در این بررسی همچنین مشخص شد بیشترین میزان EC خاک در مناطق شمالی استان در شهرستان‌های آق‌قلا، گنبد و بندرتراکم مشاهده شد (شکل 13) که باعث نامناسب شدن خاک بخشی از این مناطق برای کشاورزی شده است. گزارش‌ها و بازدیدها از منطقه نشان می‌دهد که عوامل متعددی در شور شدن خاک این مناطق دخالت داشته است که عبارتند از: رسوب‌گذاری دریای خزر، سیلاب‌های فصلی، شیب کم، بافت سنگین، وزش باد، پساب کارخانه‌ها و فاضلاب شهری، مدیریت نادرست زراعی (زهتابیان و سرابیان، 1383). (سرکار¹ 2008) خصوصیات اراضی مناسب برای کشت سویا را داشتن خاکی با عمق بالای 70 سانتی‌متر و بدون فرسایش، زهکشی خوب تا متوسط، شیب زیر سه درصد اعلام کرد. این اراضی حدود یک درصد از منطقه مورد مطالعه این محقق یعنی منطقه مدهای پردازش هند را شامل شد. (بویکس و زینک 2008) گزارش دادند که در شرایط کشت آبی 66 درصد اراضی منطقه چوکو² در آرژانتین، دارای تناسب متوسط، 20 درصد تناسب ضعیف و بقیه جهت تولید سویا نامناسب است. در شرایط کشت دیم تنها یک درصد اراضی دارای تناسب متوسط، 39 درصد تناسب ضعیف و بقیه نامناسب گزارش شد. این محققین شیب، بارش اندک و شرایط غرقابی را عوامل محدود کننده کشت سویا اعلام کردند. در این مطالعه مشخص شد که اکثر اراضی کشاورزی مورد مطالعه از نظر پستی و بلندی و اقلیمی (دما) شرایط مناسبی برای تولید سویا دارند و محدودیتی از این نظر وجود ندارد. در مطالعه (فرچ‌زاده و همکاران 2007) در سبزواری نیز مشخص شده بود که اراضی مسطح و دشت، مساعد برای کشت کلزا می‌باشد.

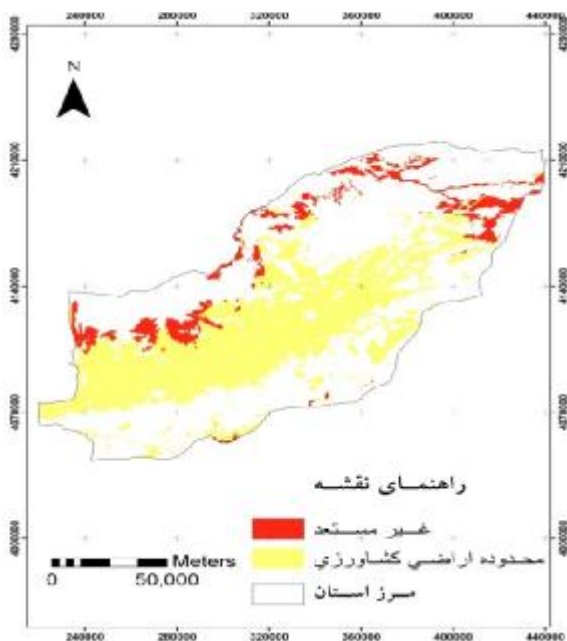


شکل 17- استعدادسنجی اراضی استان گلستان جهت کشت سویا

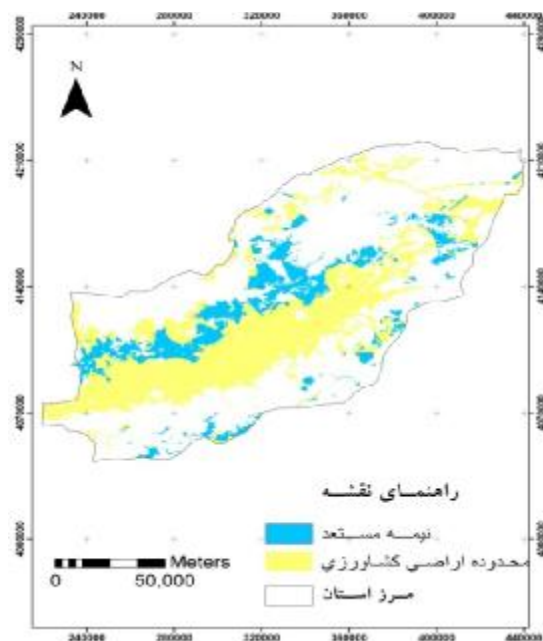
در این مکان‌یابی حدود 27 درصد اراضی استان به پهنه با توان مستعد برای کشت سویا اختصاص داده شد (جدول 5). این پهنه به صورت نوار عرضی پیوسته در قسمت‌های میانی استان بین دو پهنه بسیار مستعد و نیمه مستعد قرار گرفته است (شکل 17). این مناطق از نظر وضعیت منابع آبی در شرایطی نسبتاً خوبی قرار گرفته حصول 80 درصد پتانسیل واقعی محصول در این پهنه دور از انتظار نیست. (عماری و قائمیان 1388) گزارش دادند که مناطق پیرانشهر، پسوه و جلدیان برای کشت سویا مناسب (S1) بوده و میزان عملکرد محصول بستگی به میزان محدودیت ناشی از عوامل خاکی و اراضی دارد و برای استفاده بهینه می‌بایست بهره‌برداری از اراضی با توجه به درجات تناسبی که برای هر واحد اراضی بدست آمده است، صورت گیرد و برای اصلاح اثرات منفی خصوصیات محدود کننده خاک نسبت به انجام عملیات اصلاحی بررسی‌های فنی و اقتصادی و اجتماعی صورت گیرد. در این بررسی مشخص شد عواملی مانند شوری بالا در قسمت‌های شمالی، بارش و پتانسیل آبی

¹-Sarkar

²- Choco



شکل 19- پهنه غیر مستعد اراضی استان گلستان جهت کشت سویا

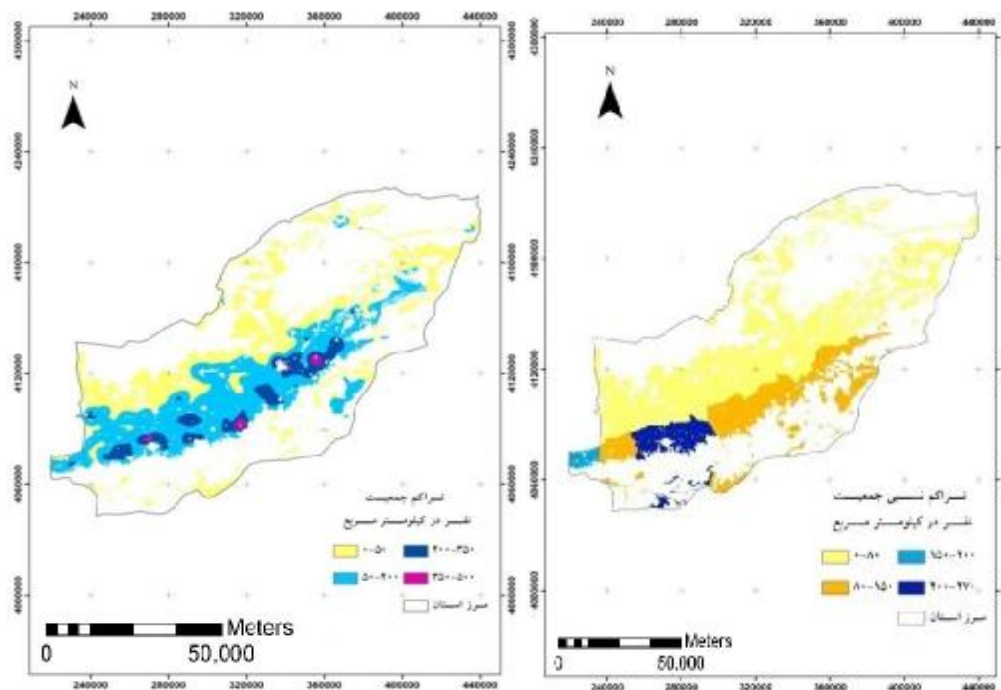


شکل 18- پهنه نیمه مستعد اراضی استان گلستان جهت کشت سویا

افراد باسواد به زیر 50 نفر در کیلومتر مربع می‌رسد (نقشه نشان داده نشده است). گزارش مرکز آمار ایران (بی‌نام، 1387a) نشان می‌دهد که از 559912 نفر افراد باسواد در نقاط روستایی گلستان، 228923 در سطح ابتدایی، و 154571 نفر سطح راهنمایی و 112584 نفر دارای مدرک متوسطه و تنها 18752 نفر دارای تحصیلات دانشگاهی و عالی می‌باشند. مطالعه مطیعی (لنگرودی و همکاران 1389) در شهرستان آق‌قلا نشان می‌دهد که 6 متغیر سن بهره‌بردار، سرمایه‌گذاری، میزان مشارکت، اندازه زمین زراعی، دسترسی به نهاده‌ها و ماشین‌آلات دارای اثرات مستقیم و متغیرهای بهره‌برداری از منابع اطلاعاتی کشاورزی و سطح سواد، به‌طور غیرمستقیم بر سطح پایداری نظام‌های بهره‌برداری زراعی تأثیرگذار است. این محققین، برای افزایش میزان تولید و رسیدن به تولید پایدار در این منطقه ارتقاء سطح سواد، دانش فنی و مهارت‌های مدیریت مزرعه کشاورزان را پیشنهاد دادند.

انطباق نتایج استعدادسنجی اراضی جهت کشت سویا با اطلاعات اقتصادی، اجتماعی و توسعه‌ای

با مطالعه عوامل اجتماعی در محدوده مورد مطالعه مشخص شد که تراکم نسبی جمعیت، تراکم جمعیت باسواد، تراکم جمعیت نسبی روستاها منطبق با لایه پهنه‌بندی مکانی سویا است، بدین صورت از جنوب به شمال و از غرب به شرق استان از میزان و ارزش این شاخص کاسته شد. نقشه تراکم نسبی جمعیت کل استان گلستان در شکل 20 نشان داده شده است. بیشترین تراکم جمعیتی استان در غرب و جنوب غربی دیده می‌شود. محدوده وسیعی از اراضی دارای جمعیت روستایی با تراکم نسبی 50-200 نفر در کیلومتر مربع می‌باشد. طبقه با تراکم بالای 200 نفر در کیلومتر مربع به‌صورت پراکنده در بخش‌های کوچکی در جنوب استان مشاهده شد (شکل 21). تعداد افراد باسواد در محدوده جنوبی و میانی استان بالاتر از 50 نفر در کیلومتر مربع است. در اراضی شمالی استان نیز تراکم



شکل 20- نقشه تراکم نسبی جمعیت کل در محدوده مورد مطالعه

شکل 21- نقشه تراکم جمعیت روستایی در محدوده مورد مطالعه

است. وجود سه خشک‌کن دانه‌های روغنی و 9 کارخانه روغن‌کشی و تصفیه روغن، عملیات پس از برداشت سویا و تبدیلی آن را انجام می‌دهند. از 9 کارخانه روغن‌کشی فعلاً 4 کارخانه فعال است. در این استان تنها یک کارخانه تولید کنجاله وجود دارد که در شهرستان گرگان واقع شده است (جدول 6).

نتیجه‌گیری

در این مطالعه با توجه به ارزیابی 19 عامل محیطی و براساس نظرات متخصصین زراعت استان گلستان در قالب پرسشنامه‌های AHP، مناطق مستعد و غیر مستعد کشت سویا در چهار طبقه شناسایی شدند. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل پرسشنامه‌ها AHP نشان داد که در بین عوامل تأثیرگذار بر انتخاب گیاهان زراعی مختلف در برنامه الگوی کشت، معیار اقلیم گیاهان زراعی دارای بالاترین اهمیت و عوامل اجتماعی کارشناسان خبره زراعت در استان گلستان بودند. به همراه توپوگرافی دارای کمترین اهمیت از نظر معیارهای خاک و اقتصادی در بین انواع معیارها رتبه دوم و سوم را کسب کردند. با شناسایی توانمندی‌های و محدودیت‌های محیطی کشت سویا در استان گلستان

در نتایج مکان‌یابی کشت سویا بر حسب نیازهای زراعی بوم‌شناختی این گیاه با شرایط محیطی استان، مشخص شد که اراضی غربی تا شرقی استان دارای پتانسیل بالایی جهت تولید سویا هستند. در ارزیابی عوامل اقتصادی نیز همین نتایج تایید شد. بیشترین سطح زیر کشت سویا در این مناطق مشاهده شد. متوسط عملکرد تولید سویا و نیز بیشترین سودخالص از هر هکتار کشت آبی در شهرستان گرگان مشاهده شد. در کشت دیم نیز بیشترین درآمد از زراعت سویا مربوط به شهرستان کردکوی بود. از 18348 هکتار سطح زیر کشت سویا در شهرستان گرگان حدود 4848/2 هکتار در سال 1384 تحت پوشش بیمه محصولات کشاورزی قرار گرفته است، که در بالاترین سطح قرار داشت. سطح اراضی بیمه شده در سایر شهرستان‌ها به زیر 1000 هکتار می‌رسد.

طرح افزایش تولید دانه‌های روغنی باعث افزایش سطح زیرکشت و تولید سویا در استان گلستان شده است (بی‌نام، 1389). اکثر عملیات کاشت داشت و برداشت سویا در این استان به‌خصوص در شهرستان گرگان مکانیزه صورت می‌گیرد. خرید تضمینی این محصول نیز جزء وظایف شرکت‌های تعاونی روستایی

جدول 6- نتایج توصیفی عوامل اقتصادی و توسعه‌ای مربوط به زراعت سویا در استان گلستان در سال زراعی 89-1388

متغیر/شهرستان	آزاد شهر	آق فلا	گرگان	گیبدکارس	کردکوی	بندر گز	بندر ترکمن	علی آباد	رامیان	مینودشت	کاله	مراوه تپه
عوامل اقتصادی												
درآمد (سودخالص) - کشت آبی (ریال/هکتار)	5178310	3970860	5452810	3515760	4614060	4640810	3077760	4589810	4165110	3118476	3975760	-
درآمد (سودخالص) - کشت دیم (ریال/هکتار)	-	-	-	-	6352740	4774490	-	-	-	-	-	-
موسط عملکرد - کشت آبی (کیلوگرم/هکتار)	2304	2097	2372	1711	2049	2054	1631	2194	2152	1651	1911	-
موسط عملکرد - کشت دیم (کیلوگرم/هکتار)	-	-	-	-	1564	1269	-	-	-	-	-	-
سطح زیر کشت (هکتار)	935	1058	18348	975	6889	3053	222	13250	3800	6402	2800	-
وضعیت خرید تضمینی												
سیاست‌ها و برنامه‌های وزارت جهاد کشاورزی												
اراضی تحت پوشش بیمه (هکتار)	150	962	4842/2	53	1140/85	401/75	-	280	282	36	-	-
طرح افزایش تولید دام‌های روغنی												
عوامل توسعه‌ای												
میزان مکانیزاسیون مزارع (درصد)	80	90	100	100	90	90	90	90	90	90	90	80
صنایع پس از برداشت: تعداد خشک کن دامه‌های روغنی	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-
صنایع تبدیلی: تعداد کارخانه‌های روغن کشی و تصفیه	-	1	3	-	1	-	1	1	-	1	1	-
تعداد کارخانه‌های تولید کچاله	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
یکپارچه‌سازی اراضی (هکتار)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

در کل استان با قیمت هر کیلو 5750 ریال

پروتئین، شیر سویا، کنجاله سویا می‌تواند نقش زراعت این محصول را در اقتصاد استان افزایش داده و کشت آن را از نظر اقتصادی توجیه پذیر نماید..

سپاسگزاری

ضمن تشکر از معاونت پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس جهت حمایت مالی از این طرح، از کارشناسان محترم سازمان جهاد کشاورزی، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، سازمان تعاون روستایی، دفتر بیمه بانک کشاورزی و شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان گلستان جهت همکاری در این پژوهش قدردانی می‌گردد.

مشخص شد که بیش از 55 درصد اراضی کشاورزی استان دارای توان مناسبی برای تولید سویا می‌باشد که عمدتاً در مناطق جنوبی و میانی استان قرار دارند. در مناطق نیمه مستعد یا غیر مستعد شمال و شمال شرقی استان، با انجام یکسری اقدامات 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 می‌توان اراضی این طبقات نامرغوب را از نظر کیفی ارتقا داد. همچنین با توجه به انطباق خوب زراعت سویا در استان گلستان توجه به یک‌پارچه‌سازی و سرمایه‌گذاری در بخش صنایع تبدیلی و پس از برداشت این محصول از جمله احداث کارخانه‌های روغن‌کشی، کارخانه‌های تولید کننده فرآورده‌های مختلف سویا مانند

منابع مورد استفاده

- اسدی بروجنی ا و محمدی ده چشمه ش، 1384. مکان‌یابی مناطق مستعد کشت تعدادی از حبوبات در استان چهارمحال و بختیاری با توجه به نیازهای حرارتی. مجموعه مقالات اولین همایش ملی حبوبات. پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد.
- بی‌نام، 1387a. سالنامه آماری استان گلستان. انتشارات مرکز آمار ایران.
- بی‌نام، 1387b. گزارش به‌هنگام سازی تلفیق مطالعات منابع آب حوزه آبریز رودخانه‌های قره سو-گرگان‌رود. جلد دوم: بررسی‌ها و مشخصات عمومی. شرکت سهامی آب منطقه‌ای گلستان.
- بی‌نام، 1388. برنامه آمایش استان گلستان. معاونت برنامه‌ریزی استانداری گلستان.
- بی‌نام، 1389. آمارنامه محصولات زراعی سال زراعی 1388-1389. اداره کل آمار و اطلاعات سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان.
- خواججه‌پور م ر، 1385. گیاهان صنعتی (چاپ دوم). انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان.
- زهتابیان غ و سرابیان ل، 1383. بررسی علل شور شدن آب و خاک در دشت گنبد-آلاگل. مجله بیابان، جلد نهم. شماره 2. صفحه‌های 171 تا 181.

عماری، پ. و قائمیان ن. 1388. ارزیابی تناسب اراضی برای سویا به روش پارامتریک در مناطق پیرانشهر، پسوه و جادیان (آذربایجان غربی). صفحه 144. خلاصه مقالات یازدهمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان.

غفاری ع، دپائو ر و میرقاسمی س، 1386. پهنه‌بندی اگرواکولوژی حوزه آبریز رودخانه کرخه. دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان.

قدسی‌پور س ح، 1389. فرایند سلسله مراتب تحلیلی. انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر.

مخدوم م، 1390. شالوده آمایش سرزمین (چاپ یازدهم). انتشارات دانشگاه تهران.

مطیعی لنگرودی س ح، رضوانی م ر، فرجی سبکبار ح و خواجه شاهکوهی ع، 1389. تحلیل پایداری نظام‌های بهره برداری زراعی خانوادگی و تعاونی‌های تولید روستایی (مطالعه موردی: شهرستان آق قلا). مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران. سال چهل و یکم، شماره 3.

ملکوتی م ج و غیبی م ن، 1376. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی محصولات استراتژیک و توصیه صحیح کودی در کشور. نشر آموزش کشاورزی.

مهربان ا، غفاری ع، قنبری بنجار ا و جلالی ن، 1384. پهنه‌بندی اقلیم برای گندم زمستانه دیم در مناطق مغان و اردبیل با استفاده از GIS. مجله دانش کشاورزی. جلد پانزدهم. شماره 4. صفحه‌های 1 تا 13.

مهیدیان م ح، 1385. کاربرد زمین آمار در علوم خاک. مجموعه مقالات اولین کنفرانس خاک، توسعه پایدار و محیط زیست. دانشگاه تهران، تهران.

میرزاییاتی ر، 1383. بررسی مکان‌های مستعد کشت زعفران در دشت نیشابور بوسیله سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سنجش از دور (RS). پایان‌نامه کارشناسی ارشد سنجش از دور و GIS، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس.

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

Boix LR and Zinck JA, 2008. Land-use planning in the Chaco plain (Burruryacu, Argentina). Part 1: Evaluating land-use options to support crop diversification in an agricultural frontier area using physical land evaluation. Environ Manage 42:1043-1063.

Chen HS, Liu GS, Yang YF, Ye XF and Shi Z, 2010. Comprehensive evaluation of tobacco ecological suitability of Henan province based on GIS. Agri Sci. China 9:583-592.

De la Rosa D, Anaya-Romero M, Pereira ED, Heredia N and Shahbazi F, 2009. Soil-specific agro-ecological strategies for sustainable land use- A case study by using MicroLEIS DSS in Sevilla Province (Spain). Land Use Policy 26: 1055-1065.

- Farajzadeh M, Adab H and Amiri R, 2007. The preparation of the colza (*Brassica napus*) suitability map using statistical analysis and GIS; case study: Sabzevar township, Iran. *Inter J. Bot* 3: 359-365.
- Ghafari A, Cook HF and Lee HC, 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.
- Gool DV, Tille P and Moore G, 2005. Land Evaluation Standards for Land Resource Mapping. (Third ed). Department of Agriculture Government of Western Australia.
- Martin D and Saha SK, 2009. Land evaluation by integrating remote sensing for cropping system analysis in a watershed. *Current Sci* 96(4):569-575.
- Rahman R and Saha SK, 2008. Remote sensing, spatial multi criteria evaluation (SMCE) and analytical hierarchy process (AHP) in optimal cropping pattern planning for a flood prone area. *J. Spatial Sci* 53(2):161– 177.
- Saaty T L, 1980. The Analytical Hierarchy Process, Planning, Priority, Resource Allocation, USA. RWS Publications, Pittsburgh.
- Samanta S, Pal B and Pal DK, 2011. Land suitability analysis for rice cultivation based on multi-criteria decision approach through GIS. *Inter. Sci. Emerging Technol* 2(1):12-21
- Sarkar A, 2008. Geo-spatial approach in soil and climatic data analysis for agro-climatic suitability assessment of major crops in rainfed agro-ecosystem. M.Sc Thesis of Technology in Remote Sensing and Geographic Information System. Andhra University, India.
- 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. Brussels, Belgium.