Arshive of SID

پژوهش‌های آبخیزداری شماره ۱۱۰، بهار ۱۳۹۵
(پژوهش و سازندگی)

تدوین الگوی کشت بهینه برای استان گلستان با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)

• **حسین کاظمی**
دانش آموخته دوره دکتری زراعت از دانشگاه تربیت مدرس و عضو هیات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان (نویسنده مسئول)
• **زین العابدین طهماسبی سروستانی**
عضو هیات علمی دانشگاه تربیت مدرس
• **بهنام کامکار**
عضو هیات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
• **شعبان شتایی**
عضو هیات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
• **سهراب صادقی**
عضو هیات علمی مجتمع آموزش عالی علمی- کاربردی جهاد کشاورزی جهرم

تاریخ دریافت: اسفند ماه ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: خرداد ماه ۱۳۹۲
Email: hossein_k_p@yahoo.com

چکیده

به منظور تدوین الگوی کشت مناسب در اراضی کشاورزی استان گلستان از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شد. ابتدا نیازهای زراعی- بوم‌شناختی گیاهان زراعی با استفاده از منابع علمی موجود تعیین و درجه‌بندی گردید. سپس نقشه‌های موضوعی مورد نیاز تهیه شد. لایه‌های رقومی در محیط GIS با اختصاص وزن AHP روی‌هم‌گذاری و تلفیق شدند. سپس برای هر گیاه زراعی پهنه‌بندی اراضی در چهار طبقه انجام شد. در گام بعدی نقشه‌های مکان‌یابی گیاهان زراعی با نقشه تیپ و واحد اراضی (به عنوان واحد مدیریتی) روی‌هم‌گذاری و گیاهان زراعی با درجه تناسب بسیار مستعد یا مستعد در هر واحد اراضی مشخص و سپس با لحاظ کردن شاخص‌هایی مانند نیاز آبی گیاهان، وضعیت منابع آب، شاخص سودخالص و سایر عوامل اقتصادی و توسعه‌ای، الگوی مناسب برای هر واحد انتخاب شد. در الگوهای معرفی شده برای اراضی جنوبی استان کشت دیم محصولات با سود خالص بالا و پاییزه پیشنهاد شد. در اکثر اراضی کشاورزی جنوبی و میانی، گیاهان زراعی گندم، کلزا، باقلا، نخود، شبدر برسیم، جو در الگوها قرار گرفتند. نتایج نشان داد در اراضی شمال و شمال شرقی استان الگوی کشت نخود و جو با شرایط منطقه انطباق بیشتری دارد. همچنین کشت محصولات بهاره و تابستانه در مناطق بسیار مستعد جنوب، جنوب غربی به‌صورت دیم با آبیاری تکمیلی نیز امکان‌پذیر است.

کلمات کلیدی: الگوی کشت، پهنه‌بندی زراعی- بوم‌شناختی، استان گلستان، سامانه اطلاعات جغرافیایی(GIS)، گیاهان زراعی.

www.SID.ir

Arshive of SID

Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi) No 110 pp: 88-106

Determination of suitable cropping pattern for Golestan province by geographical information system (GIS)

By: H. Kazemi, Agronomy Department of Tarbiat Modares University and Scientific Member of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources (Corresponding Author). Z. Tahmasebi Sarvestani, Agronomy Department of Tarbiat Modares University. B. Kamkar, Scientific Member of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Sh. Shataei, Scientific Member of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. S. Sadeghi, Scientific Member of Higher Education Complex of Jahrom Scientific-Applied Center.

In order to determination of suitable cropping pattern for agricultural lands of Golestan province, were used geographical information system (GIS) and analytical hierarchy process (AHP).

At first, agroecological requirements of crops were identified from scientific resources then classified and required thematic maps were provided. The digital environmental layers overlaid and integrated in GIS media with AHP weights, then zoning of lands were done in 4 classes for any crops. In future step, the crops feasibility maps and land type and unit maps (as management unit) were overlaid then were identified the high suitable and suitable classes in each unit for crops cultivation and suitable cropping pattern was selected with respect to parameters such as plant water requirements, water resources status, the net benefit and the other economic and development factors. In introduced patterns for south lands of province, were suggested dry farming of high net benefits and autumn crops. In the most agricultural lands in southern and central of province were proposed crops such as wheat, canola, beans, chickpea, berseem clover in the patterns. The results showed that the north and northeastern lands of this province, has more adapted to cropping pattern of chickpea and barley due to environmental constraints. Also, cultivation of spring and summer crops is possible in high suitable areas, in the south and southwestern province as rainfed farming with supplementary irrigation.

Keywords: Cropping pattern, Agroecological zoning, Golestan province, Geographic information system (GIS), Crop.

مقدمه

عدم توجه به توانمندی‌های اقلیمی و محیطی اراضی و کشت سنتی محصولات کشاورزی، سبب بازدهی اندک و پرنوسان محصولات می‌گردد(Dashti et al., ۲۰۱۰). طراحی الگوهای کشت از مهم‌ترین و علمی‌ترین فعالیت‌ها در جهت پایدارسازی بوم‌نظام‌های کشاورزی و بهینه‌سازی مصرف نهاده‌هاست. الگوی کشت عبارت است از تعیین یک نظام تولید محصولات کشاورزی با در نظر گرفتن مزیت‌های نسبی مناطق، مبتنی بر سیاست‌های کلان کشور، دانش بومی کشاورزان و نیز بهره‌گیری بهینه از پتانسیل‌های منطقه‌ای با رعایت اصول اکوفیزیولوژیک تولید محصولات کشاورزی در راستای حفظ محیط زیست. با توجه به گستردگی پهنه مرزی کشور و تنوع اقلیمی مختلف، رسیدن به الگوی کشت مناسب که از آن به‌توان حداکثر بهره‌برداری را از عوامل و نهاده‌های تولیدی بدست آورد، ضرورتی انکار ناپذیر است (Jihad-e-Agriculture Ministry, ۲۰۱۰). اجرا و طراحی الگوی بهینه کشت در قالب برنامه‌ای مشخص در بسیاری از کشورهای جهان به کار گرفته شده و به کمک آن بسیاری از مشکلات تولید محصولات زراعی و باغی مرتفع شده است. برای تعیین الگوی بهینه کشت در هر منطقه باید اهداف خرد و کلان مورد توجه قرار گیرد (Joolaei, ۲۰۰۴). علاوه بر آن طراحی الگوی کشت در طرح‌های توسعه هر منطقه اهمیت ویژه‌ای دارد. این راهکار فرایندی پیچیده و متأثر از عوامل متعدد و متنوعی است که در بررسی آن، طراح ملزم به جمع‌آوری، دسته‌بندی و پردازش انبوهی از داده‌ها و اطلاعات خواهد بود. بنابراین انتخاب روش پردازش، تحلیل و تلفیق اطلاعات گردآوری شده با توجه به معیارهای تخصصی بسیار با اهمیت بوده و نقشی تعیین کننده در نحوه ارزیابی دارد. طراحی الگوی کشت می‌تواند بر طبق تیپ خاک منطقه، قابلیت دسترسی به آب، تناوب زراعی، سیاست‌های تخصیص آب، مزیت‌های بوم‌شناختی و سود اقتصادی انجام شود (White, ۲۰۰۹). معمولاً تجزیه و تحلیل تغییر و طراحی الگوی کشت با دشواری‌های جمع آوری اطلاعات مورد نیاز در سطح وسیع و کمبود فرایندهای موثر محدود می‌شود. در این موارد سامانه اطلاعات جغرافیایی یک روش موثر برای مدیریت و تحلیل داده‌هاست. ترکیب GIS1 با مدل‌های آب، خاک و گیاه زراعی، همراه با سنجش از دور، می‌تواند در دستیابی به توسعه پایدار کشاورزی موثر باشد (Wang et al., ۲۰۱۱). برخی دیگر از محققان به الگوی کشت به‌عنوان یک مسئله تصمیم گیری چندمعیاره نگریسته و از مدل‌های موجود این روش مانند

www.SID.ir

Arshive of SID

2AHP برای تعیین الگوی کشت مناسب استفاده نموده‌اند. فرایند تحلیل سلسله مراتبی(AHP) اولین بار توسط ساعتی در سال ۱۹۸۰ ابداع شد که یک نمایش گرافیکی از مساله پیچیده واقعی می‌باشد که در راس آن هدف کلی مساله و در سطوح بعدی معیارها و گزینه‌ها قرار دارند. در روش AHP 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 (Ghodsipoor, ۲۰۱۰). در این زمینه می توان به مطالعه Mohammadian et al., (۲۰۰۹) در کشور ما اشاره کرد که با استفاده از فرایند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و شناخت باورهای ذهنی و معیارهای تصمیم‌گیری کشاورزان، الگوی کشت مناسب را برای منطقه تربت جام در خراسان جنوبی شناسایی و معرفی کردند. تعیین الگوی کشت بهینه اراضی تحت شبکه آبیاری دشت ورامین با استفاده روش AHP توسط Ghafari et al., (۲۰۱۰) انجام شد. زیرمعیارهای ۱۰ گانه این آزمایش تحت سه معیار اقتصادی-اجتماعی، منابع آب، خاک و اقلیم طبقه‌بندی شدند. Mainuddin et al., (۱۹۹۷) با ارائه مدل خطی و با استفاده از نرم افزار لیندو۳ و فرایند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) الگوی کشت چند مزرعه را در تایلند برای سه حالت بهینه ساختند. آنها با کاربرد روش AHP معیارها و زیر معیارها مسأله را ارزش‌گذاری کردند. با توسعه روش‌های ارزیابی تناسب اراضی جهت کشت گیاهان زراعی برخی از محققان از این روش‌ها به همراه استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور۴ به تدوین الگوی کشت پرداختند. به‌طور مثال مطالعه Dashti et al., (۲۰۱۰) در استان همدان از این دست تحقیقات می‌باشد. آنان در این تحقیق الگوی کشت گندم، جو و سیب زمینی به علت داشتن تناسب بیشتر با توان اقلیمی منطقه، به عنوان سناریو برتر برای منطقه مورد مطالعه معرفی کردند. Rahman and Saha (۲۰۰۸) با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، سنجش از دور و نیز فرایند تحلیل سلسله مراتبی(AHP) به تدوین الگوی کشت مناسب برای منطقه سیل خیز بوگرا۵ در بنگلادش پرداختند. سرانجام چهار الگوی کشت مناسب برای منطقه در فصل سیل و پس از سیل مشخص شد. Martin and Saha (۲۰۰۹) با کاربرد سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور، قابلیت استعداد اراضی حوزه آبریز دهرادون۶ در هندوستان را جهت کشت و تولید انواع محصولات بررسی کردند. همچنین بر اساس ارزیابی سرزمین، ۱۱ واحد اراضی در این منطقه مشخص شد. برحسب نتایج استعدادسنجی، برای هر واحد اراضی دو الگوی کشت زمستانه و بهاره تعیین شد. Wang et al., (۲۰۱۱) با استفاده از GIS و مدل شبیه‌سازی قابلیت دسترسی به آب آبیاری، تغییر الگوی کشت در منطقه موروممبیجی۷ در استرالیا را با شش الگوی کشت پیشنهادی برای سال ۲۰۳۰ بررسی کردند. استان گلستان از نظر تولید محصولات زراعی دارای تنوع بالایی است به‌طوری‌که در زمینه محصولات روغنی به‌خصوص سویا و کلزا، این استان دارای رتبه‌های نخست از نظر سطح زیر کشت و تولید می‌باشد و نیز یکی از مناطق مستعد برای تولید گندم و جو هم به‌صورت آبی و دیم و همچنین پنبه و برنج به شمار می‌رود (Jihad-e-Agriculture Ministry, ۲۰۱۰). در طی سه دهه گذشته سطح زیرکشت و میزان تولید پنبه در سطح کشور و استان گلستان نوسان‌های شدیدی داشته، به‌طوری‌که در بین محصولات عمده زراعی کشور، پنبه محصولی است که سیاست‌های حاکم بر بازرگانی و قیمت‌گذاری آن بیشتر از هر محصول دیگری با تغییر و بی‌ثباتی در تولید و سطح زیر کشت به‌خصوص در استان گلستان روبه‌رو بوده است (Karbasi et al., ۲۰۰۵; Jihad-e-Agriculture Ministry, ۲۰۱۰) از سوی دیگر نبود برنامه الگوی کشت مناسب با توجه به ورود و توسعه محصولات مختلف در دو دهه اخیر در منطقه و عدم پهنه‌بندی زراعی-بوم‌شناختی استان برای تعیین مناطق مستعد تولید هر محصول با توجه به خصوصیات بوم‌شناختی محیط، باعث کاهش تولید برخی محصولات، تخریب محیط‌زیست و منابع طبیعی، آلودگی منابع آب و خاک، شور شدن اراضی، کاهش سطح سفره آب زیرزمینی در این استان شده است. بنابراین، برای جلوگیری و کاهش این عوامل، توجه ویژه به این منطقه کشاورزی از طریق انجام پهنه‌بندی زراعی–بوم‌شناختی و تدوین الگوی کشت مناسب همراه با حفظ و مدیریت منابع طبیعی در راستای توسعه پایدار و همه جانبه در استان گلستان امری ضروری به نظر می رسد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: استان گلستان حدود ۲۱۵۰۰ کیلومتر مربع مساحت دارد. این استان بین ۳۶ درجه و ۴۴ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۱۴ دقیقه طول شرقی قرار دارد. 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 از لایه کاربری اراضی استان گلستان (آمایش سرزمین استان) با دقت ۲۵۰۰۰۰ استفاده شد. ابتدا محدوده کشاورزی استان شامل اراضی زراعی و باغی از سایر کاربری‌ها جدا شد. برای تکمیل تغییرات احتمالی آن از تصاویر ماهواره لندست، سنجنده تی‌ام مربوطه به سه تاریخ ۲۰۱۰/۶/۶، ۲۰۱۰/۶/۱۳ و ۲۰۱۰/۷/۳۱ استفاده گردید و نقشه محدوده کشاورزی با مقیاس ۵۰۰۰۰ به هنگام‌سازی شد (شکل ۱).

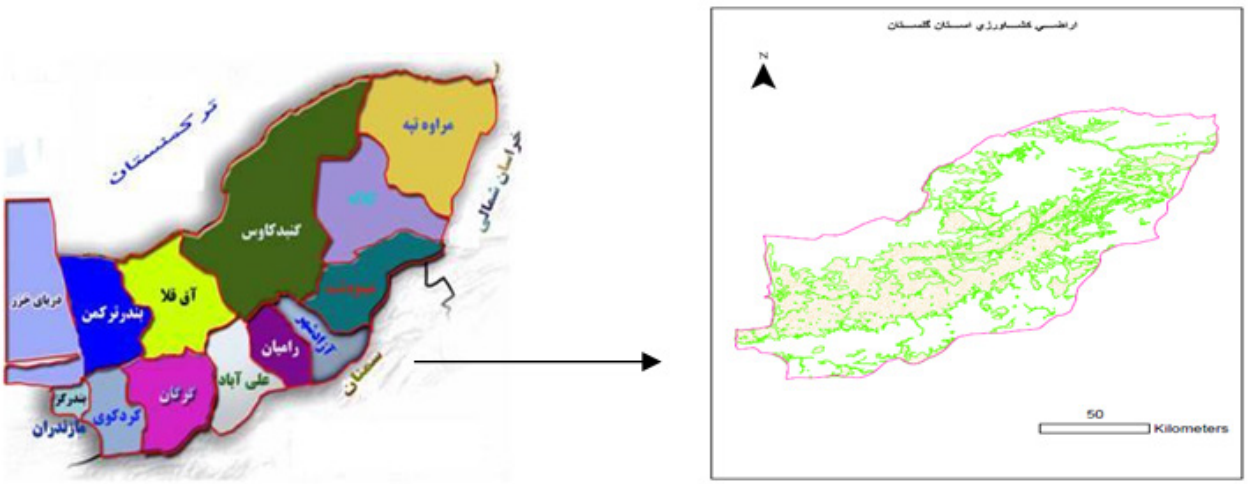
تعیین الگوی کشت مناسب در اراضی استان گلستان

برای تعیین الگوی کشت از روش Martin and Saha (۲۰۰۹) و Wang et al., (۲۰۱۱) کمک گرفته شد. برای این کار از نقشه‌های استعدادسنجی اراضی کشاورزی جهت کشت گیاهان زراعی و نقشه تیپ و واحد اراضی استان گلستان به عنوان واحد مدیریتی استفاده شد. پس از تلفیق و روی‌هم‌گذاری لایه‌های استعدادسنجی تک‌تک گیاهان در همه واحدهای اراضی، نوع تناسب‌بندی (بسیار مستعد (HS)، مستعد (S)، نیمه‌مستعد (LS) و غیر مستعد (NS)) هر گیاه در آن واحد اراضی مشخص و در جدولی یادداشت گردید. پس از اتمام این مرحله، برای هر واحد اراضی الگوی کشت پیشنهاد شد. این کار بر اساس انتخاب گیاهان زراعی با درجه تناسب بسیار مستعد (HS)

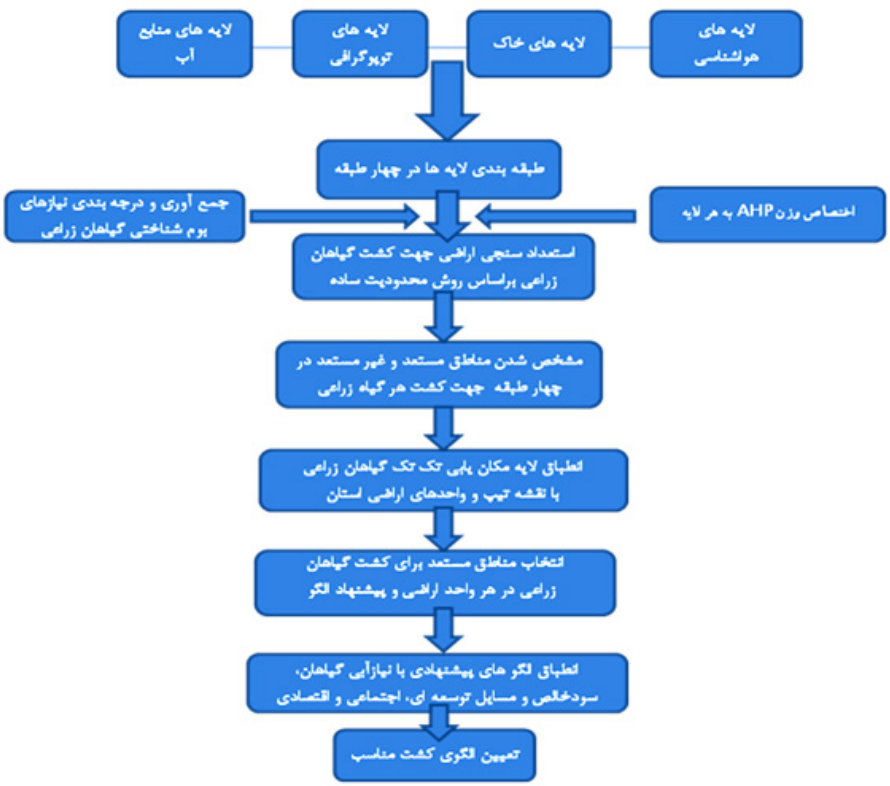
www.SID.ir

Arshive of SID

یا مستعد (S) صورت گرفت. در گام بعدی از بین الگوهای پیشنهادی، با لحاظ نمودن شاخص‌های مانند نیاز آبی گیاهان، وضعیت منابع آبی استان، شاخص سودخالص هر گیاه زراعی در هکتار و با توجه به سایر عوامل اقتصادی، توسعه‌ای و اجتماعی استان، الگوی مناسب‌تر انتخاب و پیشنهاد شد (شکل۲).



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



شکل ۲- مراحل تعیین الگوی کشت در اراضی کشاورزی استان گلستان

www.SID.ir

Arshive of SID

استعدادسنجی اراضی کشاورزی استان گلستان جهت کشت گیاهان زراعی: جهت انطباق نیازمندی‌های محیطی گیاهان زراعی با خصوصیات اراضی، ابتدا نیازهای بوم‌شناختی و زراعی گندم، جو، برنج، ذرت، کلزا، سویا، پنبه، نخود، باقلا، لوبیا، یونجه و شبدربرسیم با استفاده از منابع موجود تعیین و درجه‌بندی گردید. مبنای این درجه‌بندی بر اساس روش پیشنهادی Sys et al., (۱۹۹۱) و Ghafari et al., (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 هر گیاه زراعی (جدول ضمیمه۱ به طور نمونه جدول نیازهای محیطی گندم) 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، 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 فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شد. 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. کار تلفیق و روی هم‌گذاری لایه‌ها با اختصاص وزن AHP مختص به هر لایه، انجام شد. در انتها کار استعدادسنجی منطقه جهت تولید هر گیاه براساس جدول ۱ صورت گرفت. نقشه‌های خروجی در چهار پهنه، چگونگی انطباق نیازهای گیاه زراعی با شرایط محیطی منطقه را نشان دادند.

جدول ۱- شاخص‌های مورد نیاز جهت پهنه‌بندی اراضی (Ghafari et al., ۲۰۰۰)

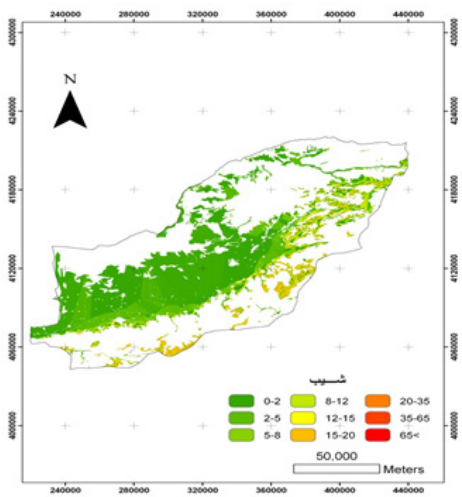
پهنه	وضعیت تولید محصول
بسیار مستعد(خیلی مناسب)	۱۰۰-۸۰ درصد پتانسیل تولید آن محصول در این پهنه وجود دارد
مستعد(نسبتاًمناسب)	۸۰-۶۰ درصد پتانسیل تولید آن محصول در این پهنه وجود دارد
نیمه مستعد(ضعیف)	۶۰-۴۰ درصد پتانسیل تولید آن محصول در این پهنه وجود دارد
غیر مستعد(نامناسب)	۴۰> درصد پتانسیل تولید آن محصول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

فرایند تحلیل سلسله مراتبی(AHP): به منظور وزن‌دهی به معیارها با روش AHP، ابتدا مساله تصمیم‌گیری که همان یافتن نواحی مستعد کشت گیاه زراعی مورد نظر 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) در سطح سوم زیر شاخه‌ها یا زیرمعیارهای هرکدام از عوامل سطح دوم دسته‌بندی شدند. 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 تأثیرگذار در مکان‌یابی است که توسط ۳۰ متخصص زراعت تکمیل شد. پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها تعیین اوزان بوسیله نرم افزار Expert Choice نسخه ۲۰۰۰ انجام شد.

تهیه نقشه‌ها و لایه‌های اطلاعاتی محیطی

نقشه‌های توپوگرافی:

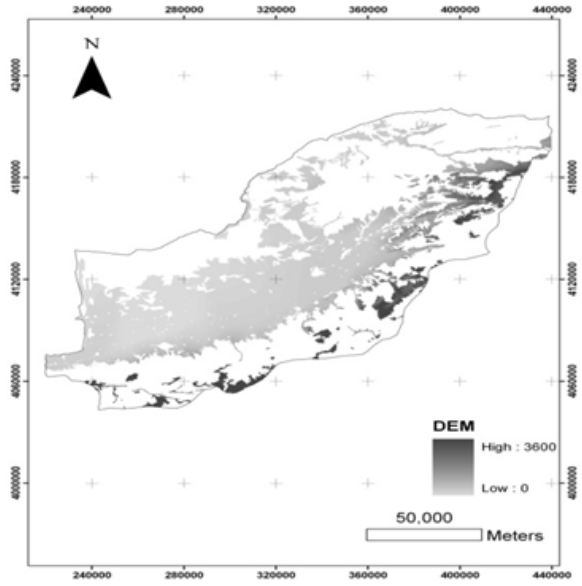
نقشه شیب، جهات شیب و ارتفاع از سطح دریا با استفاده از مدل رقومی ارتفاع (DEM)۸ استان گلستان در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ در محیط ArcMap تهیه شد (شکل ۳ و ۴).



شکل ۳-نقشه مدل رقومی ارتفاعی(DEM)

www.SID.ir

Arshive of SID



شکل۴-نقشه شیب اراضی

نقشـــه‌های اقلیمی: برای تهیه نقشـــه‌های دما و بارش محدوده مورد مطالعه، از داده‌های اقلیمی ۱۵ ساله آماری ایستگاه‌های باران‌سنجی، اقلیم‌شناسی و سینوپتیک مســـتقر در سطح استان گلستان استفاده شـــد. برای تهیه این نقشـــه‌ها روش میان‌یابی فاصله معکوس وزن‌دار (IDW) بکار برده شد.

نقشه‌های خاک: به منظـور تهیـه نقشه‌های رقومی بافت، شوری، pH، ماده آلی و نیز عناصر غذایی نیتروژن، فســـفر، پتاسیم، کلسیم، آهن و روی، بـــرای منطقه مورد مطالعه، اطلاعات و داده‌های خام ۵۰۵ نقطه از اراضی کشاورزی استان، از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلســـتان-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 نقشـــه‌های زمین شناسی و اقلیم استان گلستان مطابق با مدل گـــروه دوم توان ســـنگ‌ها و خاک‌ها (Makhoum, ۲۰۱۱) بدست آمد. برای تهیه این لایه از گزارش بهنگام سازی تلفیق مطالعات منابع آب حـــوزه آبریز رودخانه‌های قره‌ســـو-گرگانرود نیز کمک گرفته شـــد. 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 .(Ministry of Power, ۲۰۰۸)

جمع‌آوری و تهیه اطلاعات اقتصادی، توســـعه‌ای و اجتماعی: اطلاعات اقتصادی این پژوهش میزان درآمد، میزان تولید در واحد سطح، سطح زیر کشـــت، خرید تضمینی، سیاســـت‌های و برنامه‌های وزارت جهاد کشـــاورزی، پوشـــش بیمه‌ای محصول در نظر گرفته شد. برای تهیه این اطلاعات از آمار ســـالانه محصولات زراعی اســـتان گلستان تهیه شده در مرکز آمار و اطلاعات سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان اســـتفاده شد. علاوه بر آن دقت و صحت این آمار با گزارش‌های مرکز آمار ایران و نیز مصاحبه با کارشـــناس‌های خبره جهادکشاورزی و نیز کارشناســـان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان بررســـی شـــد. میزان درآمد و تولید به ترتیب با شاخص سودخالص در هکتار و متوســـط عملکرد در واحد سطح نشان داده شد. شاخص سودخالص در هکتار از کسر هزینه‌های تولید از درآمد کل بدست آمد. هزینه‌های تولید هر محصول ســـالانه توسط سازمان جهاد کشاورزی گلســـتان منتشر می‌شود. وضعیت خرید تضمینی محصولات زراعی و میزان آن، از مطالعه اطلاعات و آمار ســـازمان تعاون روســـتایی، اداره غله و دفتر گندم و جو سازمان جهاد کشاورزی گلستان مشخص شد. اطلاعات مربوط به پوشش بیمه‌ای محصولات از بانک کشاورزی استان گلستان به تفکیک محصول و شهرستان تهیه شد. در این پژوهش از اطلاعات و محاســـبات اقتصادی سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ به دلیل جامع و کامل بودن داده‌ها و اطلاعات اســـتفاده شـــد. در عوامل توســـعه‌ای استان زیر بخش‌های مانند میزان مکانیزاسیون اراضی، صنایع تبدیلی، یک‌پارچه‌ســـازی اراضی و صنایع پس از برداشـــت مورد بررسی قرار گرفتند. 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 (۱۳۸۷) در ســـطح شهرستانی استفاده شـــد. در این تحقیق مجموعه اطلاعات اقتصادی و توســـعه‌ای جمع آوری شـــده برای هر گیاه زراعی، جداگانه در قالب جدولی به تفکیک شهرستان تنظیم و به‌صورت توصیفی در استعدادسنجی اراضی استان جهت کشت آن گیاه زراعی و تدوین الگوی کشت استفاده گردید.

نتایج و بحث: الگوی کشـــت مناسب بر مبنای واحدهای اراضی خاک (به عنوان واحد مدیریتی) و براســـاس نتایج استعدادســـنجی اراضی جهت کشت گیاهان زراعی، برای ۲۹ واحد موجود در اراضی کشاورزی گلستان تعیین شـــد(جدول۲). شکل (۴) نقشه تیپ و واحد اراضی را نشـــان می‌دهد. از ۸ تیپ اراضی موجود در استان گلستان، ۶ تیپ در محدوده مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. هر تیپ دارای چند واحد اراضی اســـت که در مجموع ۲۹ واحد اراضی در زمین‌های کشاورزی استان وجود دارد.

واحد۱،۱: این واحد، بخشـــی از اراضی جنوبی استان گلستان را در بر می‌گیرد که با تغییر کاربری اراضی جنگلی به کشـــاورزی بوجود آمده اســـت (شـــکل۶). انطباق نتایج مکان‌یابی‌ها با نقشه تیپ و واحدهای اراضی نشان داد که این منطقه برای کشت یونجه، شبدر برسیم، کلزا بســـیار مستعد اســـت. علاوه بر آن برای کشت باقلا و لوبیا نیز منطقه مستعدی است (جدول ۲).

با توجه به وضعیت خوب بارندگی در این پهنه، کشـــت دیم این اکثر گیاهان امکان‌پذیر است. بنابراین با در نظر گرفتن وضعیت توپوگرافی منطقه (به‌خصوص درصد شـــیب بالا)، جهت جلوگیری از فرســـایش خاک و حفظ منابع محیطی و نیز بر اســـاس شـــاخص سود خالص و وضعیت خوب منابع آبی در این پهنه، الگوی کشت یونجه، کلزا، باقلا و شبدر برسیم پیشنهاد می‌گردد. در مطالعه Martin and Saha (۲۰۰۹) بـــرای این واحد اراضی الگویی معرفی نشـــد، زیرا این منطقه برای کشـــت همه گیاهان زراعی مورد بررسی آنان نامناسب تشخیص داده شد.

www.SID.ir

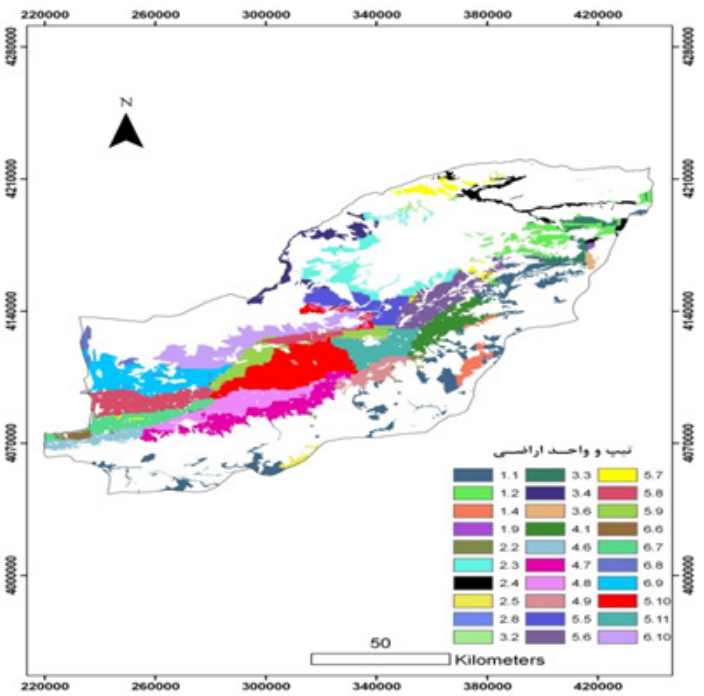
Arshive of SID

جدول ۲- نتایج انطباق نقشه‌های مکان‌یابی گیاهان زراعی با نقشه تیپ و واحد اراضی گلستان جهت تدوین الگوی کشت*

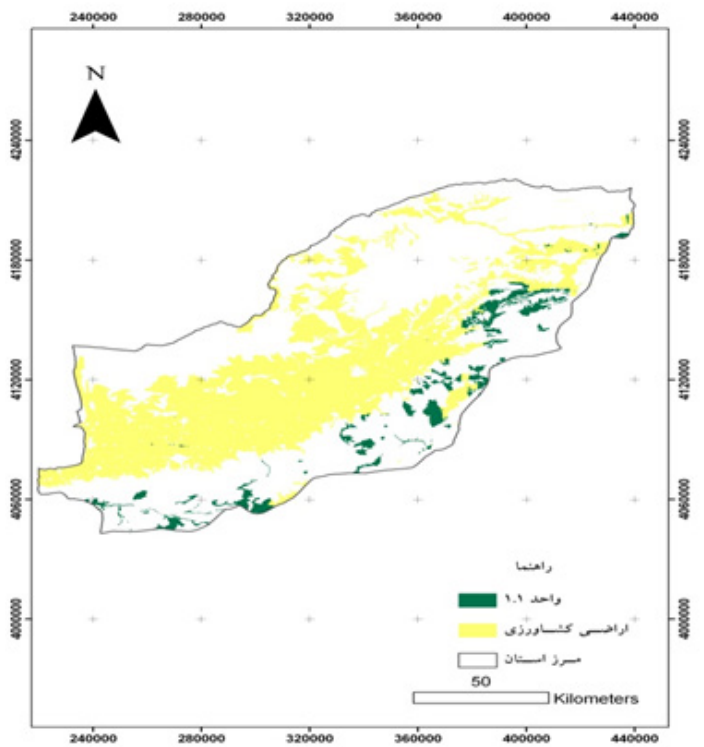
گیاه زراعی / تیپ و واحد اراضی	گندم	جو	یونجه	ذرت	کلزا	سویا	پنبه	نخود	یاقلا	لوبیا	یونجه	شبدر برسیم
۱،۱	NS** S3	S3 S2	NS	NS S3	S1 S2	S3 NS S2	S3	S3 S2	S2 S3	S2 S3	S1 S2	S1 S2
۱،۲	NS S3	S3 NS	NS S3	S3 NS S2	NS S3	NS S3	S3	S2 S3	NS S2	NS S3	S3	NS S3
۱،۴	S2	S1 S2	NS S3	S3 S2	S2	S3 S2	S3 S2	S1 S2	S3 S2	S2 S3	S2	S1 S2
۱،۹	NS	NS	NS	NS	S3	NS	NS	S3	NS	NS	S3	S3
۲،۲	S1	S1	S2 S1	S1 S2	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S1
۲،۳	S3 NS	NS S3	S3 NS	S3, NS	NS S3	NS S3	S3	S3	NS S3	NS	S3 NS	NS S3
۲،۴	NS	NS S3	S3 NS	NS S3	NS	NS	NS S3	NS S3 S2	NS	NS	NS S3	NS
۲،۵	NS S3	NS S3	NS	NS	S1	S3	S3	NS S3	S2	S2	S1	NS S2
۳،۲	NS	NS	NS S3	NS	NS	NS	S3	S3	NS	NS	NS	NS
۳،۳	NS S3	S3 NS	NS S3	NS S3	NS S3	NS	S3 NS	S2 S3	NS	NS	S3	NS S3
۳،۴	NS S3	NS S3	S3 NS	NS S3	NS S3	NS S3	S3 NS	S3 NS	NS S3	NS S3	NS S3	NS S3
۳،۶	NS	NS	NS	NS	S3	NS	S3	NS	NS	NS	S3	S3
۴،۱	S2 S1	S1 S2	S2 S1	S2 S1	S2 S1	S2 S1	S1 S2	S1	S1	S2 S1	S2 S1	S1 S2
۴،۶	S2 S1	S1 S2	S2	S1 S2	S2	S1	S1 S2	S1	S1 S2	S2 S1	S1	S1
۴،۷	S1 S2	S1	S2 S1	S1 S2	S2 S1	S1	S1 S2	S1	S1	S1	S1	S2 S1
۴،۸	S1 S2	S1	S2 S1	S1 S2	S2 S1	S1	S1 S2	S1	S1	S1 S2	S1	S1 S2
۴،۹	S1 S2	S1	S1 S2	S1 S2	S1	S1	S1	S1 S2	S1	S1 S2	S1 S2	S1
۵،۵	S3 NS	S3 NS	S3	S3	S3	S3	S3 S2	S2 S3	S3 S2	NS	S3	S2 S3
۵،۶	S3 S2 S1	S1 S2 S3	S3 S2	S3 S2	S3 S2	S2 S3 S1	S1 S2	S2 S1	S2 S3 S1	S3 S1 S2	S2 S1	S2 S1
۵،۷	NS	NS	S3	NS	NS	NS	S3 NS	S3 NS	NS	NS	NS	NS S3
۵،۸	S2 S1	S1 S2	S2 S3	S1 S2 S3,NS	S2 S1 S3	S2 S1 S3,NS	S3 S2 S1, NS	S2 S1 NS,S3	S1 S2	S1 S2	S2 S3	S2 S1
۵،۹	S3 S2	S2 S3	S3 S2	S2 S3	S2 S3	S3 S2	S2 S3	S1 S3	S2 S3 S1	S2 S3	S2 S3	S2 S1
۵،۱۰	S1 S2	S1 S2	S2	S2 S1	S2 S1	S2 S1	S2, S1	S1 S2	S1 S2	S2, S1 S3	S1	S2 S1
۵،۱۱	S2 S1	S1 S2	S2 S3	S1 S2	S2 S1	S2 S1	S2 S1	S1	S1 S2	S1 S2	S2 S1	S1
۶،۶	S2 S3	S2 S3	S2	S2	S2	S1	S1	S1	S1 S2	S2	S1	S2
۶،۷	S1 S2	S1 S2	S2 S1	S1 S2	S2 S1	S1	S1 S2	S1	S1	S1	S1	S1 S2
۶،۸	NS S3	NS S3	NS	NS	NS S3	NS	NS	NS S3	NS	NS	NS	NS S2
۶،۹	S3 S2 NS	S3 S2 NS	NS S3	NS S3	S3 S2 NS	NS S3	NS S3	S3 S2 NS	NS S3	NS S3 S2	NS S3	S2 NS
۶،۱۰	S3 NS	S3 NS S2	NS S3	NS S3	S3 NS	NS S3	S3 S2 NS	S3 S2 NS	NS S2 S3	NS S3	NS S3	S3 S2 NS

www.SID.ir

Arshive of SID



نقشه ۵- نقشه تیپ و واحد اراضی محدوده کشاورزی



شکل ۶- واحد اراضی ۱،۱

واحد ۱،۲: این واحد بخش‌هایی از شمال شرقی در محدوده شهرستان مراوه‌تپه را شامل می‌شود (شکل۶). نتایج مشخص نمود که این واحد اراضی برای اکثر گیاهان زراعی دارای درجه نامناسب (NS) یا نیمه مستعد (LS) است. تنها بخش‌های از این واحد برای گیاه نخود معمولی دارای درجه مستعد (S) و نیمه‌مستعد است (جدول۲). بنابراین با توجه به تنزل منابع بوم‌شناختی برای کشت گیاهان زراعی در این پهنه، الگوی کشت نخود معمولی به همراه آیش می‌تواند به حفظ و ارتقا کمی و کیفی منابع محیطی در این واحد کمک کند، سپس در گام بعدی با وارد کردن گیاه جو این الگو تکمیل می‌گردد.

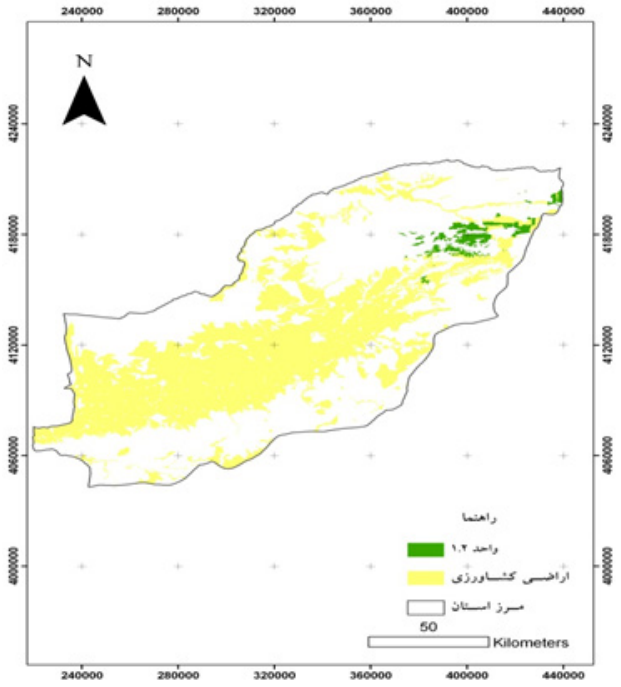
واحد ۱،۴: این واحد اراضی شامل دشت‌های کوچکی است که بین کوه‌ها واقع شده‌اند(شکل۷). نتایج انطباق لایه‌ها نشان داد که اراضی این واحد توان بسیار مستعد برای کشت نخود، شبدر برسیم و جو دارد (جدول۲). با توجه به بارش مطلوب (بالای ۴۰۰ میلی‌متر) در این مناطق کشت دیم این گیاهان امکان‌پذیر است. همچنین مشخص شد که واحد مذکور دارای درجه مستعد (S)، جهت کشت گیاهان زراعی لوبیا، کلزا، یونجه و گندم می‌باشد و این گیاهان در اولویت بعدی قرار گرفتند. با توجه به وضعیت این اراضی و انتظار حصول ۱۰۰-۸۰ درصد پتانسیل عملکرد، الگوی کشت دیم نخود ، جو، شبدر برسیم و گندم در این پهنه پیشنهاد می‌شود.

واحد ۱،۹: پهنه‌ای کوچک در شرق استان گلستان (شکل۷) که فقط جهت کشت یونجه، نخود، شبدر برسیم و کلزا دارای تناسب ضعیف (نیمه مستعد) است و برای سایر گیاهان زراعی نامناسب است (جدول۲). با توجه به وضعیت منابع آب در این پهنه و نیز وجود فرسایش خاک، کشت گیاهان علوفه‌ای از تیره بقولات می‌تواند به پایداری این پهنه‌ها کمک کند و پس از ارتقا کیفیت منابع محیطی این مناطق می‌توان گیاهان دیگر از جمله کلزا را وارد الگوی کشت کرد. بنابراین در ابتدا گنجاندن گیاهانی با نیاز زراعی-بوم شناختی پایین‌تر مثل نخود و شبدر برسیم در الگوی کشت دیم، به همراه آیش پیشنهاد می‌گردد و پس از ارتقا توان اراضی به طبقات بالاتر، کشت کلزا و یونجه امکان‌پذیر است.

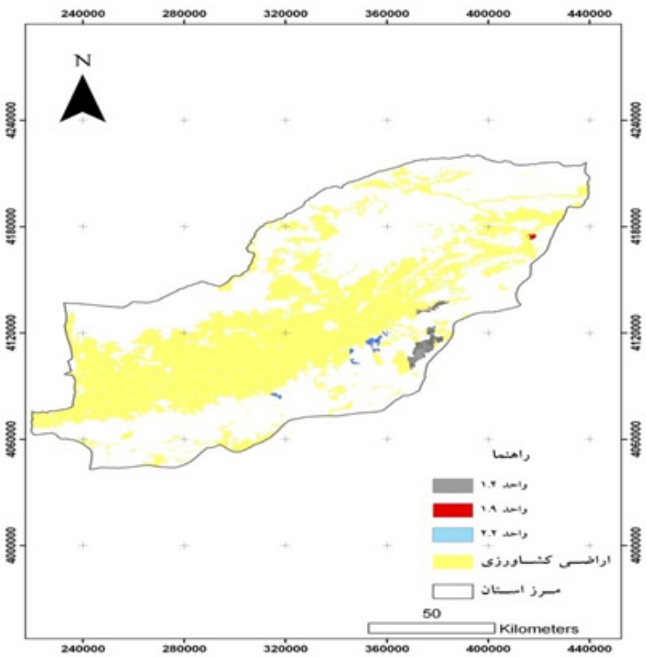
واحد ۲،۲: این واحد اراضی در دامنه تپه‌ها و کنار شیب‌ها در اراضی جنوبی استان گلستان وجود دارد(شکل۷) و مکان بسیار مناسبی برای تولید گندم، جو، ذرت، کلزا، سویا، نخود، لوبیا، شبدر و یونجه براساس نتایج مکان‌یابی گیاهان زراعی در استان گلستان می‌باشد (جدول۲). این پهنه با یک درجه پتانسیل پایین‌تر (طبقه مستعد) جهت کشت برنج و پنبه مناسب است. با توجه به وضعیت مطلوب منابع زراعی بوم‌شناختی در این اراضی، دو نوع الگوی کشت قابل پیشنهاد است: الگوی کشت دیم و الگوی کشت آبی. در الگوی دیم کشت گندم، جو، باقلا، شبدر برسیم و کلزا در این مناطق توصیه می‌شود. الگوی کشت آبی یونجه، ذرت، لوبیا و سویا نیز امکان‌پذیر است که سود اقتصادی الگوی دوم بیشتر از الگوی اول می‌باشد (داده‌ها نشان داده نشده است). Martin and Saha (۲۰۰۹) برای این واحد اراضی در دشت دهرادون در هند الگوی گندم، ذرت، خردل، برنج و نیشکر را پیشنهاد کردند.

www.SID.ir

Arshive of SID



شکل ۶- واحد اراضی ۱،۲



شکل ۷- واحدهای اراضی ۱،۴ ، ۱،۹ و ۲،۲

واحد ۲،۳: در این ارزیابی، این پهنه برای اکثر گیاهان زراعی نامناسب تشخیص داده شد (شکل۸). فقط بخش‌هایی از این واحد دارای پتانسیل نیمه‌مستعد (LS) جهت کشت پنبه، نخود ایرانی، یونجه و برنج می‌باشد (جدول۲). با توجه به پتانسیل پایین منابع آب در این اراضی، کشت نخود به همراه آیش توصیه می‌شود. با وجود محدودیت‌های بوم‌شناختی موجود در این پهنه مانند کمبود آب، عدم حاصل‌خیزی و شیب بالا، امکان استفاده از سرزمین برای سایر کاربری‌های کشاورزی نیز پیشنهاد می‌گردد.

واحد ۲،۴: بخشی از اراضی شرقی استان گلستان در این واحد قرار گرفته است (شکل ۹). این پهنه فاقد توان و جهت کشت انواع گیاهان زراعی نامناسب شناخته شد. عدم دسترسی به آب کافی، کاهش کیفیت خاک، فرسایش خاک، شیب تند و بارندگی اندک از محدودیت‌های این مناطق است. با وجود این محدودیت‌های بوم‌شناختی، هر ساله اکثر این مناطق تحت زراعت دیم قرار می‌گیرد. بهتر است در این واحدهای فاقد توان، با شناسایی سایر کاربری‌ها مانند توسعه روستایی، حفاظت، تفرج، گردش‌گری و مرتعداری زمینه‌های فعالیت ساکنان این مناطق را فراهم کرد، تا از تنزل کمیت و کیفیت منابع بوم‌شناختی در این واحدها جلوگیری شود. Ehteraf (۲۰۰۰) دریافت که بهره‌وری زراعی از اراضی شیب‌دار منطقه مراوه‌تپه بر میزان مواد آلی، نفوذپذیری و حاصل‌خیزی خاک اثر منفی دارد و موجب تشدید فرسایش خاک می‌شود در حالی‌که بهره‌برداری از این اراضی به صورت مرتع موجب افزایش نفوذپذیری، حاصل‌خیزی و کاهش میزان فرسایش گردیده است.

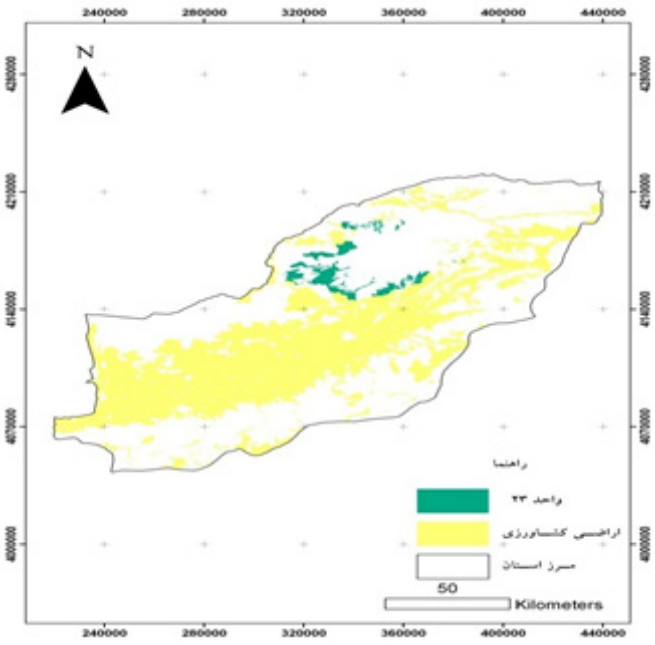
واحدهای ۵-۲ و ۳-۲: تپه‌های کم‌ارتفاع در جنوب استان که قبلا جزء مناطق جنگلی بوده ولی اکنون با کاربری کشاورزی شناخته شده‌اند، جز واحد ۲،۵ محسوب می‌شوند. الگوی مناسب در این پهنه بر اساس جدول (۲) کشت یونجه و کلزا می‌باشد. با توجه به وضعیت مطلوب منابع محیطی، گنجاندن گیاهان زراعی لوبیا و باقلا در این الگو پیشنهادی امکان‌پذیر است، زیرا این پهنه جهت کشت این دو گیاه دارای درجه مستعد می‌باشد. واحد ۳،۲ پهنه‌ای در شمال شرقی استان که فاقد توان جهت کشت اکثر گیاهان زراعی است اما برای پنبه، نخود و تا حدودی برنج دارای توان نیمه مستعد (LS) است (جدول۲). با اولویت قرار دادن حفظ منابع با ارزش محیطی و ارتقا کیفیت سرزمین، فعلاً الگوی کشت نخود معمولی و آیش پیشنهاد می‌گردد.

واحد۳،۳: این واحد در شرق استان گلستان در محدوده شهرستان مراوه‌تپه قرار دارد. در انطباق نتایج استعدادسنجی کشت گیاهان زراعی با نقشه تیپ و واحد اراضی استان گلستان، مشخص شد این پهنه جهت کشت اکثر گیاهان زراعی نامناسب است (جدول۲). عدم حاصل‌خیزی خاک، کمبود منابع آبی، کمبود عناصر فسفر، پتاسیم و روی از محدودیت‌های این پهنه می‌باشد. این سرزمین برای تولید گیاهان زراعی جو، پنبه و یونجه دارای توان نیمه مستعد (LS) و نخود دارای توان مستعد (S) و نیمه مستعد (LS) است. بنابراین با توجه به وضعیت منابع محیطی در این واحد و نیاز بوم‌شناختی این گیاهان، الگوی کشت دیم نخود، جو و آیش می‌تواند به کاهش

www.SID.ir

Arshive of SID

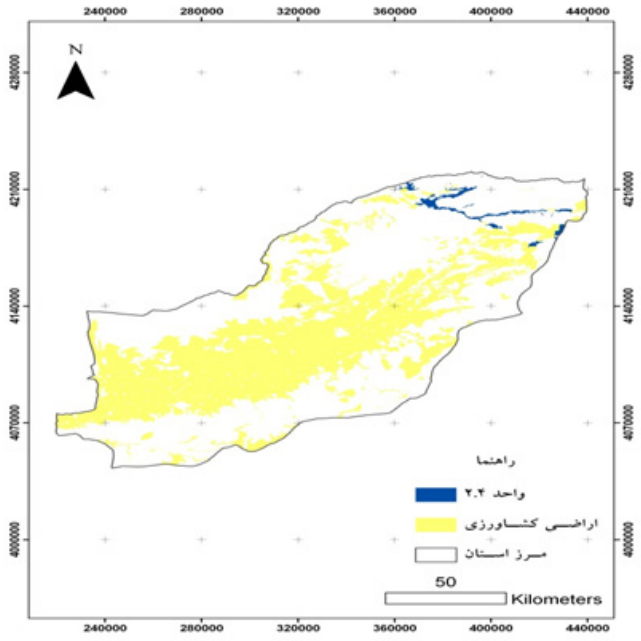
محدودیت‌ها و حفظ منابع بوم‌شـــناختی و ارتقا آن در این پهنه کمک کند. استفاده از کود ســـبز راهکار پیشنهادی برای ارتقای این اراضی اســـت. اصولاً کاربرد کودهای ســـبز یک عملیات مدیریتی مطلوب در بوم‌نظام‌های کشـــاورزی اســـت، زیرا پایداری این بوم‌نظام‌های کشت را افزایـــش می‌دهد. این کار از طریق کاهش فرســـایش خاک، اصلاح خصوصیات فیزیکی خاک، افزایش مواد آلی و ســـطح حاصل‌خیزی با افزایش حفظ عناصر غذایی و کاهش پتانسیل گرمایش جهانی صورت می‌گیـــرد (Dinnes ۲۰۰۲ ،et al؛ Robertson ۲۰۰۰ ،et al ؛ Power ۱۹۹۰). (۲۰۰۸) Tejada et al.، با کاربرد شـــبدر قرمز (L. Trifolium paratens)، کلـــزا و ترکیبـــی از این دو به عنوان کودسبز در مزرعه‌ای در نزدیک سیلویا در اسپانیا به مدت چهار سال، نتیجه گرفتند که هر ســـه تیمار کود ســـبز، اثر مثبتی بر خصوصیات زیســـتی خاک و عملکرد گیاهی دارند. در این آزمایش مشـــخص شد که کود ســـبز شبدرقرمز، زی‌توده میکروبی خاک و فعالیت آنزیم‌ها را بیشـــتر از دو تیمار دیگر به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. Singh et al. (۲۰۱۰) گزارش دادند کـــه عملکرد زی‌توده و ماده موثر گیاه نعناع (Mentha arvensis L.) بعد از تیمارهای کشت لوبیا چشم بلبلی به عنوان کودسبز و کشـــت به عنوان کودسبز به همراه مصرف علوفه‌ای، به ترتیب ۲۳/۴ درصد و ۲۵/۲درصد در مقایســـه با سطوح مختلف نیتروژن افزایش یافت.



شکل ۸-واحد اراضی ۲،۳

واحدهای ۳،۴ و ۳،۶: اراضی این واحدها فاقد توان برای اکثر کشـــت گیاهان زراعی تشـــخیص داده شد (جدول ۲). این سرزمین در شمال اســـتان در حاشـــیه رودخانه اترک، بخشـــی از اراضی مرزی ایران و ترکمنســـتان را شامل می‌شود. لذا با توجه به نتایج، الگوی پیشنهادی در این مناطق کشت نخود معمولی همراه با آیش است.

واحد ۴،۱: واحد ۴،۱ در شکل (۱۰) نشان داده شده است. بخش‌های از شهرستان‌های مینودشـــت، کلاله و گنبدکاوس در این واحد وجود دارند. این واحد اراضی دارای شـــیب ملایـــم و خاک‌های نیمه عمیق تا عمیق با بافت نســـبتاً سنگین و در بعضی قســـمت‌ها با آبراهه‌های فرسایشی است (Golestan Province Government, ۲۰۰۹). در این بررسی مشخص شـــد که این پهنه دارای درجه بسیار مستعد (HS) برای کشت جو، پنبه، نخود ایرانی، باقلا و شبدر برسیم می‌باشد و بـــرای تولید گندم، برنج، ذرت ،کلزا، ســـویا، لوبیا، و یونجه نیز پهنه مســـتعدی (S) اســـت (جدول ۲). با لحاظ قراردادن وضعیت مطلوب منابع در این پهنه چند نوع الگوی کشـــت قابل پیشنهاد است: الگوی اول: با توجه به وجود بارش بالای ۴۰۰ میلی‌متر در این واحد، الگوی کشت دیم نخود، جو، شـــبدر برسیم و باقلا پیشنهاد می‌گردد. الگوی دوم: کشـــت آبی گندم، پنبه، ذرت، سویا، لوبیا، کلزا، یونجه، برنج (در مناطقی با درجه بســـیار مســـتعد (HS)) نیز امکان‌پذیر است. الگوی ســـوم: با در نظر گرفتن شـــاخص ســـود خالص در یک هکتار، الگوی کشـــت آبی ذرت، برنج، یونجه و لوبیا (داده ها نشان داده نشده است) پیشنهاد می‌شـــود. الگوی چهارم: الگوی پیشنهادی با در نظر گرفتن مسایل اجتماعی، اقتصادی و توسعه‌ای کنونی استان گلستان، الگوی کشـــت دیم و آبی (آبیاری تکمیلی) اســـت: گندم دیم (در مناطقی با درجه بســـیار مســـتعد (HS))، جو دیم، کلزا آبی، سویای آبی، ذرت علوفه‌ای آبی و برنج (در مناطقی با درجه بســـیار مســـتعد (HS)) بر الگوی قبلی ارجحیت دارد.



شکل ۹- واحد اراضی ۲،۴

www.SID.ir

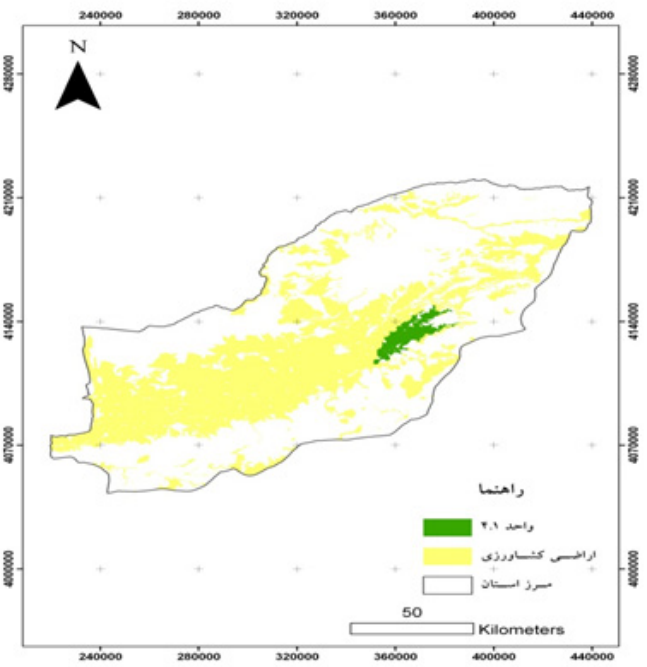
Arshive of SID

واحد ۴،۶: بخشی از اراضی غرب استان گلستان در محدوده شهرستان‌های کردکوی و بندرگز در این واحد اراضی مشاهده می‌شوند (شکل ۱۱) که مناطق بسیار مناسبی(HS) برای کشت شبدر برسیم، یونجه، باقلا، نخود، پنبه، سویا، ذرت و جو می‌باشد. اراضی این منطقه هم پتانسیل کشت دیم و آبی محصولات فوق را داراست، اما با توجه به محدودیت منابع آبی در استان گلستان، این واحد اراضی پهنه بسیار خوبی برای کشت دیم محصولات باقلا، سویا، شبدر برسیم، ذرت، جو و پنبه می‌باشد. با توجه به عامل سودخالص در هکتار، کشت برنج (آبی)، باقلا، ذرت، شبدر برسیم، لوبیا و یونجه در اراضی مقرون به صرفه‌تر از کشت سایر گیاهان خواهد بود. اما با درنظر گرفتن وضعیت موجود استان و نگاه همه جانبه به همه عوامل دخیل در تدوین الگوی کشت، الگوی دیم پیشنهادی می‌تواند در راستای پایداری تولید و حفظ منابع بوم‌شناختی در این سرزمین باشد. با توجه به این که بخشی کوچکی از این منطقه بسیار مستعد (HS) برای کشت برنج تشخیص داده شد، کشت برنج به شرط تأمین آب برنج از منابع سطحی، در این اراضی امکان‌پذیر است. چون بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی در این منطقه ممنوع اعلام شده است (Golestan Province Government, ۲۰۰۹). اصولاً نظام‌های سنتی کشت برنج به‌علت شرایط غرقابی متداوم به مصرف آب بالای نیاز دارند و این موضوع پایداری این نظام‌ها با وضعیت کنونی کمبود منابع آب در دنیا تهدید می‌کند (Kunzheng et al., ۲۰۰۶). کشت خشکه‌کاری برنج (برنج هوازی) راهکار دیگری است که می‌تواند باعث گنجاندن این گیاه در تناوب زراعی منطقه شود. زیرا عوامل اقتصادی، توسعه‌ای و اجتماعی در این منطقه مناسب برای زراعت برنج است. در سیستم کشت غرقابی برنج حدود ۶۰ درصد از آب آبیاری جهت کشت اغلب به صورت نفوذ عمقی و یا هرز آب از دسترس گیاه خارج می‌شود، که با تغییر در الگوی کاشت راندمان مصرف آب به مقدار قابل توجهی افزایش می‌یابد (Vial, ۲۰۰۷). البته قبل از گسترش و ترویج این نوع نظام کشت، حل برخی مسایل زراعی آن از جمله کنترل علف‌های هرز و شناسایی ارقام مناسب ضروری است.

واحد ۴،۷: بخشی وسیعی از اراضی جنوبی شهرستان‌های گرگان و علی‌آباد کتول در اراضی این واحد قرار می‌گیرند (شکل۱۲) با در نظر گرفتن وضعیت خوب بارش در این مناطق (حدود ۷۰۰ میلی‌متر) الگوی کشت دیم در این اراضی به‌صورت گندم، باقلا، سویا، لوبیا، ذرت و پنبه پیشنهاد می‌شود. با توجه به شاخص سودخالص در هکتار الگوی کشت ذرت، لوبیا، یونجه، باقلا، برنج و شبدر برسیم از سایر گیاهان زراعی مقرون به صرفه خواهد بود. الگوی سوم الگوی ترکیبی با لحاظ کردن عوامل اقتصادی، توسعه‌ای و اجتماعی منطقه به این صورت پیشنهاد می‌گردد: کشت دیم گندم، سویا (با آبیاری تکمیلی)، ذرت، باقلا، کلزا (مناطقی با درجه بسیار مستعد (HS)) و برنج (مناطقی با درجه بسیار مستعد (HS)). محدود کردن زراعت برنج در این واحد می‌تواند یکی از راه‌های کاهش بیلان منفی آب زیرزمینی در این مناطق باشد. منابع آب زیرزمینی حوزه گرگان‌رود با کسری سالانه معادل ۱۳ میلیون مترمکعب روبروست (Golestan Province Government, ۲۰۰۹).

Wang et al., (۲۰۱۱) در منطقه مورومبیدی در استرالیا پیش‌بینی کردند که در سال ۲۰۳۰ سطح زیر کشت برنج در این منطقه به‌طور معنی‌داری با تغییر اقلیم و قابلیت دسترسی به آب کاهش می‌یابد. در مطالعه Samanta et al. (۲۰۱۱)سامانتا و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از GIS، و روش تصمیم‌گیری چند معیاره در استان موروب در کشور گینه‌نو، مشخص شد که فقط ۴ درصد اراضی منطقه مذکور دارای تناسب بالا برای کشت برنج است.

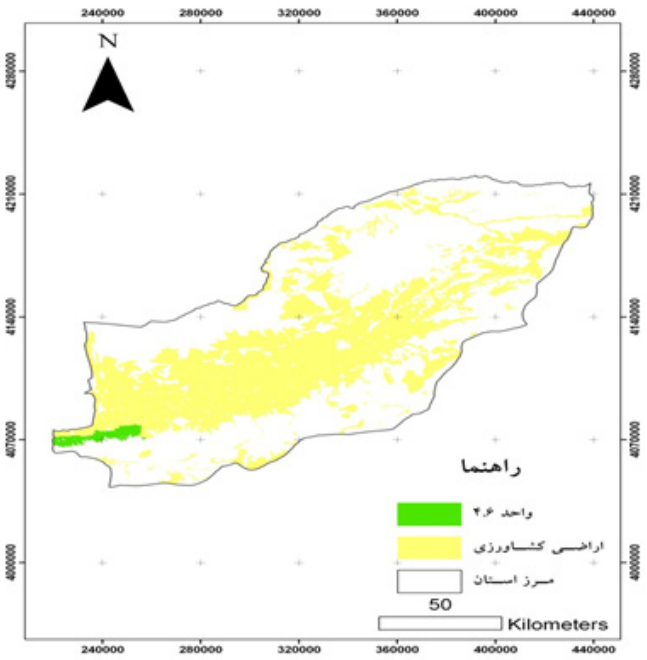
واحد ۴،۸: بخشی از اراضی میانی استان گلستان در این واحد قرار گرفته‌اند (شکل۱۳). براساس نتایج بدست آمده (جدول۲)، الگوی کشت دیم گندم، ذرت، کلزا، شبدر و باقلا در این پهنه توصیه می‌شود. همچنین این پهنه پتانسیل الگوی کشت آبی برنج (مناطقی با درجه بسیار مستعد (HS))، یونجه، سویا را داراست. با توجه به دامنه بردباری بهتر جو و نخود به شرایط محیطی، نیاز پایین‌تر به منابع محیطی و مناسب بودن پهنه‌های وسیعی از استان برای زراعت این دوگیاه از گنجاندن این گیاهان در الگوی کشت این واحد خودداری شد. بهتر است این گیاهان را در پهنه‌های که برای سایر گیاهان زراعی مناسب نیست، در برنامه الگوی کشت قرار داد. Dashti et al., (۲۰۱۰) با بررسی و پهنه‌بندی توان اقلیمی استان همدان در تولید محصولات کشاورزی با استفاده از روش ارزیابی قابلیت اراضی فائو، الگوی کشت گندم، جو و سیب‌زمینی را به علت داشتن تناسب بیشتر با توان اقلیمی منطقه، به عنوان الگوی کشت برتر معرفی کردند.



شکل ۱۰- واحد اراضی ۴،۱

www.SID.ir

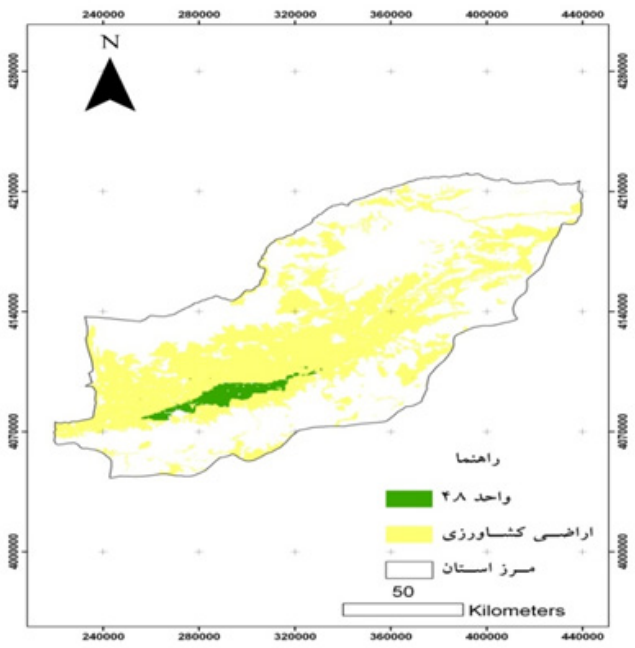
Arshive of SID



شکل ۱۱- واحد اراضی ۴،۶

واحد ۴،۹: این پهنه بسیار مستعد (HS) برای کشت و تولید اکثر گیاهان زراعی به جز برنج و نخود می‌باشد که جهت کشت این دو گیاه این پهنه در طبقه پایین‌تر یعنی طبقه مستعد (S) قرار می‌گیرد (جدول۲). الگوی پیشنهادی، کشت دیم گندم، کلزا و باقلا برای این مناطق است. زیرا تناسب اراضی برای کشت این محصولات وجود دارد. در برنامه الگوی کشت آبی گنجاندن سویا، ذرت (در مناطق با درجه بسیار مستعد(HS)) و لوبیا نیز امکان‌پذیر است. با آبیاری تکمیلی نیز الگوی پیشنهادی دوم قابل اجراست. یکی از راه‌های استفاده از نزولات جوی احداث آب‌بندان‌ها و سدهای خاکی است که می‌تواند در مهار آب‌های سطحی به‌خصوص در مناطقی با بارندگی مطلوب موثر باشد. با وجود رودخانه‌های متعدد در استان گلستان به‌ویژه در قسمت‌های جنوبی و غربی، احداث این سازه‌های کوچک و جمع‌آوری این آب‌های سطحی می‌تواند مشکل کم آبی محصولات تابستانه را حل نماید.

واحدهای ۵،۵ ، ۵،۶ و ۵،۷: واحد ۵،۵ بخشی از زمین‌های زراعی واقع در شمال استان را شامل می‌شود(شکل۱۴). الگوی کشت شبدر برسیم، نخود، باقلا (مناطقی با توان مستعد(S)) و پنبه آبی (مناطقی با توان مستعد(S)) همراه با آیش برای این واحد پیشنهاد می‌گردد. بخشی از اراضی کشاورزی شرقی استان گلستان در واحد ۵،۶ قرار دارد (شکل ۱۵). پتانسیل این واحد اراضی با درجه بسیار مستعد جهت کشت پنبه و جو و با توان مستعد برای سایر گیاهان از جمله نخود، یونجه و شبدر برسیم مشخص شد. براساس نقشه هم‌بارش استان گلستان الگوی پیشنهادی برای این پهنه کشت دیم جو، شبدربرسیم، نخود و پنبه آبی می‌باشد. کشت آبی گندم، یونجه و سویا در اراضی با توان بسیار مستعد (HS) نیز قابل پیشنهاد است. Imsande (۱۹۹۸) به مزایای کشت سویا در تناوب زراعی با گیاهانی اشاره کرد که بعد از آن کاشته می‌شوند و دلیل آن را اصلاح خاک با عمق زیاد ریشه این گیاه و ذخیره نیتروژن از طریق ریشه‌ها و غنی شدن نیتروژن خاک می‌داند. Rosa et al., (۲۰۰۹) براساس عوامل بوم‌شناختی مخصوص خاک، الگوی کشت مناسب جهت استفاده پایدار از سرزمین را برای استان سویلا در جنوب اسپانیا، الگوی گندم، سویا، آفتابگردان، چغندرقند و یونجه پیشنهاد کردند. برای اکثر گیاهان زراعی، واحد ۵،۷ فاقد توان بوده و مناسب کشت تشخیص داده نشد. این واحد در شمال شرقی استان گلستان واقع شده است (شکل۱۶) و اراضی آن دارای محدودیت‌های محیطی بوده و نیاز به احیا و ارتقا کیفیت دارند.



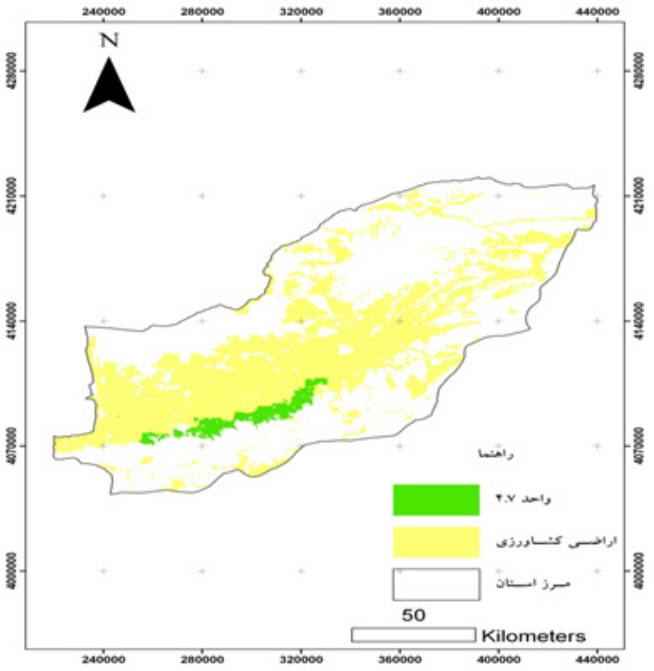
شکل۱۲- واحد اراضی ۴،۷

واحد ۵،۸: این واحد بسیار مناسب (HS) برای کشت جو، گندم، ذرت، باقلا و شبدر برسیم شناخته شد (جدول۲). این اراضی بخش‌هایی از شهرستان‌های آق‌قلا و بندرترکمن را شامل می‌شود. براساس وضعیت اقتصادی و توسعه‌ای و با توجه وضعیت بارش در بخش‌های جنوبی این واحد، الگوی کشت دیم گندم، جو، باقلا، شبدربرسیم پیشنهاد می‌شود. الگوی کشت آبی در این پهنه می‌تواند شامل یونجه، سویا و کلزا باشد. در صورت حمایت جدی دولت از تولید پنبه و کاهش هزینه‌های تولید این محصول، گنجاندن آن در برنامه الگوی کشت این مناطق قابل توصیه است. نگرش واقع‌بینانه به روند تولید پنبه در کشور موید آن است که استان گلستان به دارا بودن شرایط اقلیمی مستعد و مناسب بزرگ‌ترین مرکز تولید پنبه کشور از لحاظ کمی و کیفی است(Golami Sefidkoohi, ۲۰۰۹). بنابراین با توجه به

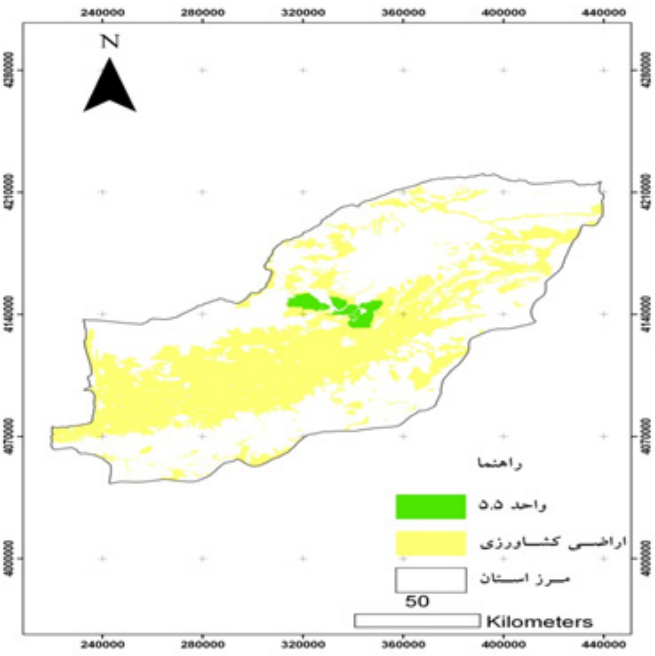
www.SID.ir

Arshive of SID

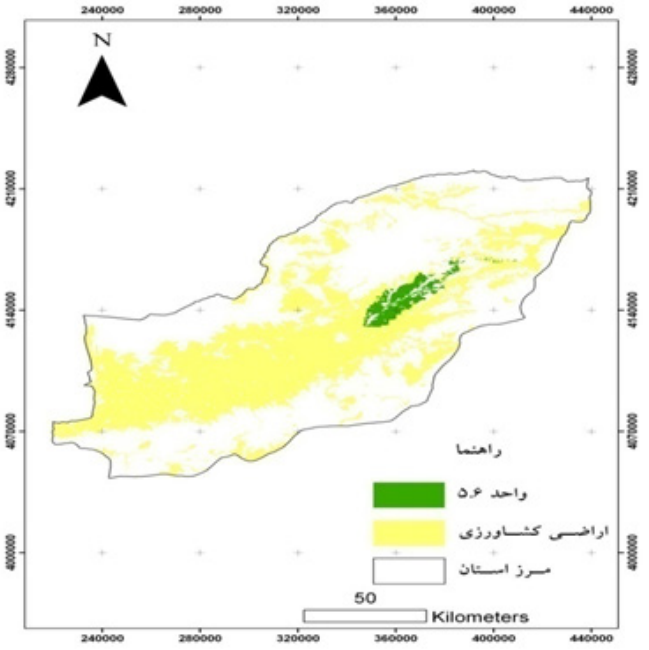
وجود پتانسیل‌های فراوان محیطی، فرهنگی و اجتماعی در منطقه برای کشت پنبه، برنامه‌ریزی و ساماندهی این زراعت و حل مسایل و مشکلات آن ضروری است.



شکل۱۳- واحد اراضی ۴،۸



شکل ۱۴- واحد اراضی ۵،۵



شکل۱۵- واحد اراضی

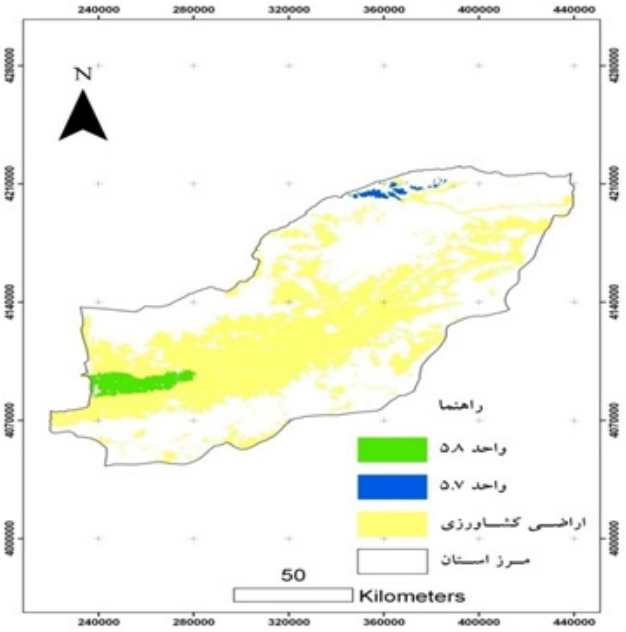
واحد ۵،۹: منطقه‌ای در اراضی میانی استان (شکل۱۷) که پتانسیل تولید اکثر گیاهان زراعی را داراست. بر طبق نتایج مکان‌یابی‌ها، زراعت جو، ذرت، کلزا، پنبه، نخود، باقلا، لوبیا، شبدر و یونجه در این مناطق موفقیت آمیز است (جدول۲). با توجه به وضعیت خوب بارش در بخش‌های از منطقه مورد نظر، الگوی کشت دیم نخود، جو، شبدر برسیم پیشنهاد می‌شود. از سویی دیگر با در نظر گرفتن عوامل اقتصادی و توسعه‌ای، الگوی کشت آبی گندم، باقلا، کلزا و لوبیا (در اراضی با توان مستعد و بالاتر) نیز قابل توصیه است. البته بخشی از این واحد مناسب (S) برای تولید پنبه است اما به‌علّت حصول پایین سودخالص در هکتار و هزینه بالای تولید، گنجاندن گیاه پنبه در این پهنه توصیه نمی‌شود، مگر اینکه حمایت‌های لازم از این محصول صورت گیرد. Sayta, (۱۹۹۹) پهنه‌بندی گیاهان زراعی گندم، ذرت خوشه‌ای، برنج و سیب‌زمینی را در هند انجام داد. او در این مطالعه از عوامل و عناصر اقلیمی مانند ارتفاع از سطح دریا، شیب، نوع خاک، دما، بارندگی، طول روز، میزان تبخیر و سرعت باد استفاده کرد و سرانجام نقشه نهایی مناطق مستعد برای کشت این گیاهان را ارائه نمود.

واحد ۵،۱۰: این واحد بخش وسیعی از اراضی میانی استان را شامل می‌شود (شکل ۱۸) که پهنه مساعدی برای تولید همه محصولات منتخب در این پژوهش است. براساس در نظر گرفتن محدودیت منابع آبی در استان و با توجه به وضعیت نزولات جوی در این پهنه، الگوی کشت دیم پیشنهادی در این منطقه کشت گیاهان زراعی گندم، جو، شبدر برسیم، باقلا و نخود می‌باشد. الگوی کشت آبی کلزا، سویا، لوبیا و ذرت (مناطقی با توان بسیارمستعد (HS)) در بخش‌های جنوبی‌تر این پهنه قابل توصیه است. چرا که کشت این گیاهان منطبق با

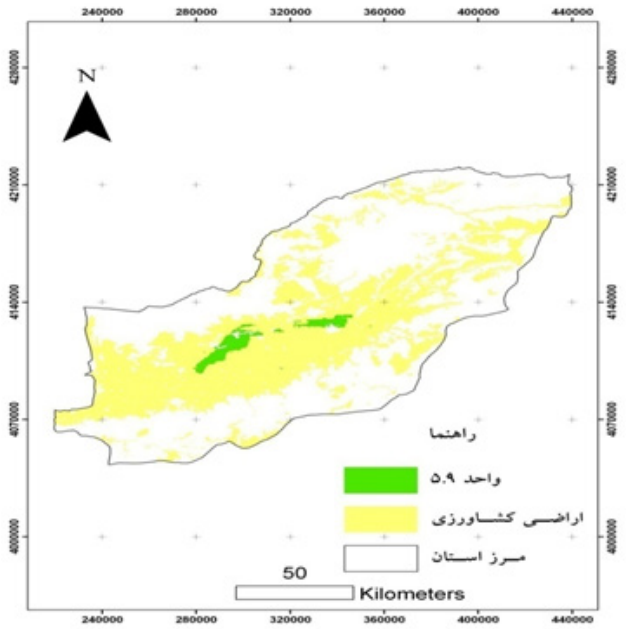
www.SID.ir

Arshive of SID

پتانسیل‌های اجتماعی، اقتصادی و توسعه‌ای منطقه می‌باشد.



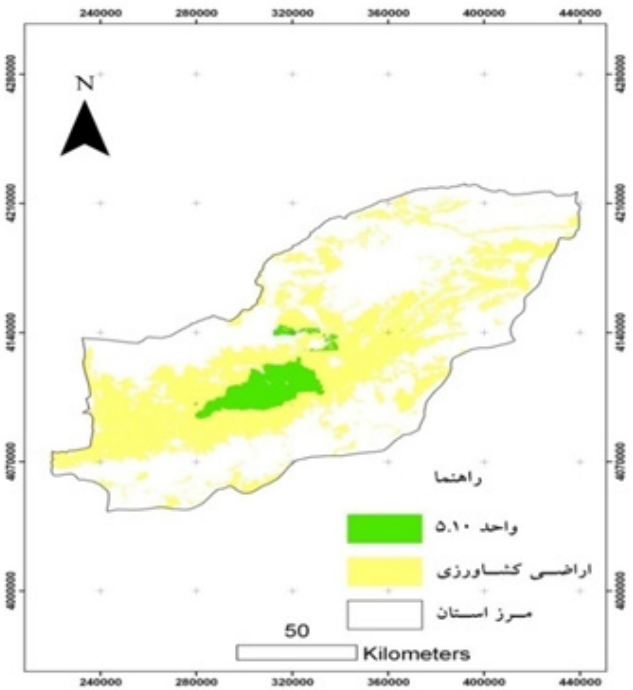
شکل ۱۶- واحدهای اراضی ۵،۷ و ۵،۸



شکل ۱۷- واحد اراضی ۵،۹

واحد ۵،۱۱: این واحد بخشی از اراضی میانی استان گلستان است (شکل ۱۹) که بسیار مستعد (HS) برای کشت جو، نخود، باقلا، لوبیا، شبدربرسیم و ذرت می‌باشد. همچنین این اراضی توان تولید گیاهان زراعی گندم، کلزا، پنبه، یونجه و سویا با درجه مستعد (S) را داراست. این پهنه بسیار مستعد، برای تولید حبوبات در استان مناسب است به‌طوری‌که خصوصیات این واحد منطبق با نیاز زراعی-بوم‌شناختی این گیاهان است و کشت دیم این گیاهان در این مناطق همراه با جو و شبدر برسیم در اولویت قرار می‌گیرد. الگوی کشت آبی با توجه به وضعیت آب سطحی و زیرزمینی و با توجه به شاخص سود خالص زراعت هر گیاه به‌صورت کشت کلزا، سویا، گندم و ذرت (مناطقی با توان بسیارمستعد (HS)) پیشنهاد می‌شود.

واحد ۶،۶: این واحد بخشی از اراضی شهرستان بندرگز را شامل می‌شود. با توجه به وضعیت مطلوب بارندگی و سایر منابع محیطی، بهتر است این پهنه به کشت دیم اختصاص یابد، اگر چه ممکن است در این الگوی پیشنهادی برخی محصولات بهاره و تابستانه نیاز به آبیاری تکمیلی داشته باشند. در این مناطق گیاهانی که دارای سودخالص بیشتری بودند در برنامه الگوی کشت قرار گرفت. بنابراین کشت دیم ذرت، سویا، کلزا، یونجه، باقلا و لوبیا در این پهنه توصیه می‌شود.



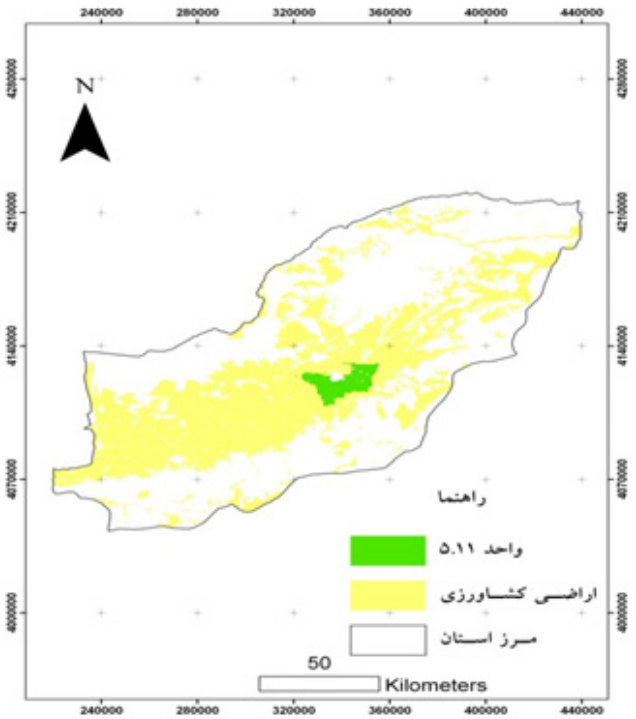
شکل ۱۸- واحد اراضی ۵،۱۰

واحد ۶،۷: براساس جدول (۲) این واحد از جمله مناطق بسیار مستعد (HS) برای کشت اکثر گیاهان زراعی می‌باشد. براساس سودخالص در هکتار و نیز با نظر گرفتن محدودیت منابع آبی استان، الگوی پیشنهادی کشت دیم یونجه، باقلا، ذرت، گندم، لوبیا، و سویا است. بخشی کوچکی از این مناطق بسیارمناسب (HS) برای کشت برنج

www.SID.ir

Arshive of SID

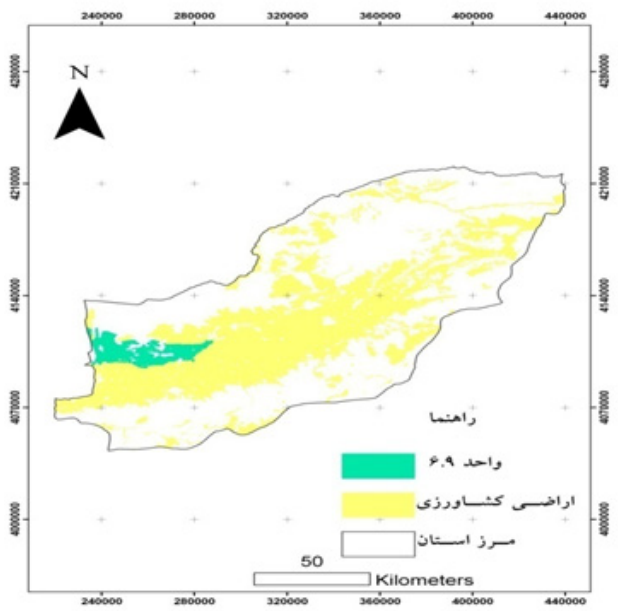
است که در الگوی پیشنهادی زراعت برنج به شرط تأمین آب از منابع سطحی قابل توصیه است. کشت جو، پنبه، کلزا، و نخود در این پهنه نیز امکان‌پذیراست اما این گیاهان به علت داشتن سودخالص کمتر و نیازهای بوم شناختی پایین‌تر، در الگوی پیشنهادی این پهنه بسیار مستعد وارد نشدند. این گیاهان پهنه‌های وسیع‌تری از استان را به خود اختصاص می‌دهند. در مطالعه Mohammadian et al., (۲۰۰۹) در تدوین الگوی کشت مناسب برای منطقه تربت جام، شاخص درآمد خالص (سود) و میزان آب مصرفی دارای بیشترین اهمیت بودند.



شکل ۱۹- واحد اراضی ۵،۱۱

واحدهای ۶،۹ و ۶،۱۰: واحد ۶،۹ بخش وسیعی از شهرستان بندرترکمن و آق‌قلا را شامل می‌شود (شکل ۲۰). بخش‌هایی از آن برای کشت جو، گندم، کلزا، نخود و شبدر برسیم نیمه مستعد (LS) تشخیص داده شد. اما برای تولید و کشت اکثر گیاهان زراعی نامناسب (S) است (جدول۲). بنابراین الگوی پیشنهادی برای این منطقه، کشت جو، نخود و شبدربرسیم به همراه آیش است. پس از احیا این مناطق و افزایش کیفیت منابع، کشت کلزا و گندم نیز امکان پذیر است. ال مجاهد (El-Mejahed ۱۹۹۹) نیز نشان داد که کاشت گندم در سال دوم پس از آیش سودمندتر از کشت متوالی گندم است. وی دلیل این امر را به افزایش ۲۴ درصدی ذخیره آب در خاک در دوره آیش نسبت داد. همچنین در چنین شرایطی روش‌هایی نظیر قرار دادن غلات در تناوب با گیاهان علوفه‌ای تیره بقولات و استفاده از گیاهان تیره بقولات به عنوان کود سبز یا کشت مخلوط به جای آیش توصیه شده است (Oram and Belaid, ۱۹۹۹). اما در این روش‌هایی جایگزینی آیش، لازم است تا دوره رویشی و تجزیه مواد آلی با نیازهای محصول بعدی مطابقت داشته باشد. از سویی دیگر Biederbeck, and Bouman (۱۹۹۴) خاطر نشان کردند که با توجه به این که بقولات از رطوبت ذخیره شده در خاک استفاده می‌کنند، باید میزان تولید این محصولات به حدی باشد که تولید اقتصادی نظام زراعی را تضمین نماید. گنجاندن گیاهان پوششی در تناوب زراعی می‌تواند مزایایی از جمله کنترل فرسایش، کاهش فشردگی خاک، کاهش آب‌شویی عناصر غذایی، افزایش نفوذ آب، بهبود تنوع زیستی خاک، کنترل علف‌های هرز و جلوگیری از بیماری‌ها، چرخش عناصر غذایی، بهبود آب، هوا، خاک و حیات وحش داشته باشد (Hoorman et al., ۲۰۰۹).

واحد ۶،۱۰ بخش‌های از اراضی شمالی استان گلستان در محدوده شهرستان‌های آق‌قلا و گنبدکاوس را شامل می‌شود (شکل۲۱) که تناسب ضعیفی (LS) برای کشت گندم، جو، کلزا، پنبه و نخود دارد. با توجه وضعیت شوری منطقه، الگوی پیشنهادی کشت جو، نخود ایرانی و پنبه در این مناطق می‌باشد.



شکل۲۰- واحد اراضی ۶،۹

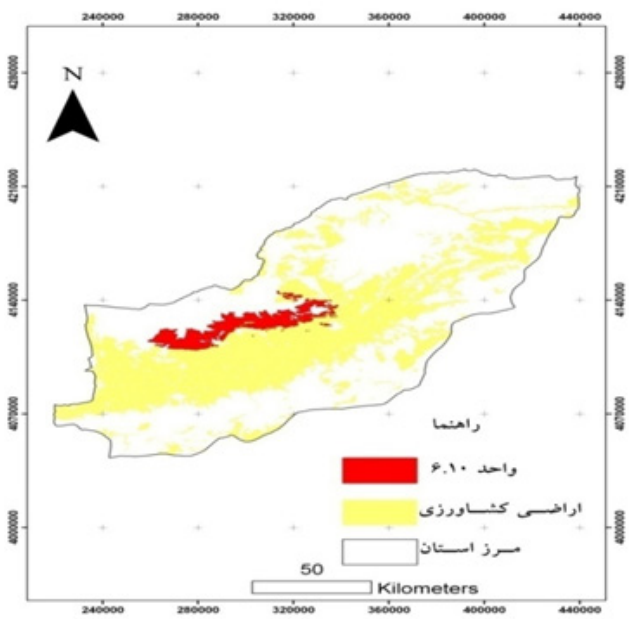
نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی نتایج استعدادسنجی اراضی جهت کشت گیاهان زراعی نشان داد که پهنه‌های بسیار مستعد و مستعد از نظر عوامل بوم‌شناختی جهت کشت انواع گیاهان زراعی، بیشتر در مناطق جنوبی استان قرار گرفته‌اند. در این مناطق وضعیت سایر عوامل مانند عوامل اجتماعی،

www.SID.ir

Arshive of SID

توسعه‌ای و اقتصادی نیز بهتر از سایر پهنه‌ها و تقریباً هماهنگ و منطبق با پهنه‌بندی زراعی-بوم‌شناختی است. مناطق شرقی، شمال شرقی و نیز بخش‌های از شمال استان برای اکثر گیاهان نامناسب تشخیص داده شد. بارش اندک، پتانسیل آبی پایین، ماده آلی اندک، کمبود عناصر غذایی مانند فسفر، آهن، روی و شوری بالا عوامل محدود کننده تولید در این مناطق به حساب می‌آید.



شکل ۲۱- واحد اراضی ۶،۱۰

یکی از دلایل عمده عدم توسعه سطح زیر کشت برنج در استان گلستان، کسری ذخایر آب زیرزمینی حوزه‌های آبریز این استان است با وجود این محدودیت، همچنان کشاورزان شالی‌کار به علت وجود مزیّت نسبی کشت برنج در گلستان، تمایل به کشت آن در مناطقی با تناسب ضعیف و متوسط دارند و این محصول در برنامه تناوب این مناطق دیده می‌شود. خشکه‌کاری برنج (کشت مستقیم) یکی از روش‌های جدید کشت برای کاهش مصرف آب در زراعت برنج است که می‌تواند با توجه به وضعیت منابع آبی فعلی استان گلستان مورد استفاده قرار گیرد. نتایج استعدادسنجی اراضی نشان داد که در بسیاری از مناطق گنجاندن گیاه پنبه در برنامه الگوی کشت امکان‌پذیر است، اما تجزیه و تحلیل اقتصادی زراعت این محصول نشان می‌دهد که متوسط درآمد حاصل از کشت آن در هر هکتار در مقایسه با سایر محصولات رقم پایینی است. همچنین به دلایلی از جمله نوسان قیمت جهانی، هزینه‌های بالای تولید، عدم حمایت همه جانبه دولت از این زراعت اشتغال‌زا، مانع از قرارگیری کشت این محصول در الگوهای پیشنهادی شده است. در این مطالعه مشخص شد که بسیاری از زمین‌های زراعی استان گلستان پتانسیل خوبی در تولید حبوبات و گیاهان علوفه‌ای دارند. حمایت دولت در افزایش درصد مکانیزاسیون مزارع، خرید تضمینی محصول، بیمه محصولات کشاورزی و توجه به صنایع پس از برداشت و تبدیلی می‌تواند مشوق کشاورزان در تولید این محصولات باشد، زیرا پتانسیل‌ها و ظرفیت‌های محیطی و اجتماعی لازم برای تولید این محصولات در استان گلستان وجود دارد. در الگوهای معرفی شده برای اراضی جنوبی استان کشت دیم محصولات با سودخالص بالا، پیشنهاد شده است. نتایج نشان داد در اراضی شمال و شمال شرقی استان به علت وجود محدودیت‌های محیطی، الگوی کشت نخود و جو با شرایط منطقه انطباق بیشتری دارد که همراه با آیش و کشت شبدر برسیم می‌تواند از تنزل منابع محیطی در این مناطق جلوگیری کند و باعث ارتقا کیفی و حفظ منابع محیطی این مناطق گردد. در انتخاب الگوی کشت مناسب سعی شد که جهت استفاده بهینه از نزولات جوی اولویت اصلی گنجاندن محصولات پاییزه نسبت به محصولات بهار باشد. در اکثر زمین‌های کشاورزی جنوبی و میانی استان گلستان، گیاهان زراعی گندم، کلزا، باقلا، نخود، شبدر برسیم و جو در الگوها پیشنهاد شدند. کشت محصولات بهاره و تابستانه در مناطق بسیار مستعد جنوب و جنوب غربی استان به‌صورت دیم با آبیاری تکمیلی نیز امکان‌پذیر است. بنابراین برای این اراضی الگوی کشت گیاهان زراعی سویا، لوبیا، پنبه و ذرت مناسب است.

پی نوشت

1-Geographic Information System, 2-Analytical Hierarchy Process, 3-Lindo, 4-Remote Sensing, 5-Bogra, 6-Dehradun, 7-Murrumbidgee, 8-Digital Elevation Model , 9-Inverse Distance Weighted

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس و از همکاری کارشناسان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان جهاد کشاورزی، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری گلستان، شرکت آب منطقه‌ای گلستان، استانداری گلستان، سازمان تعاونی روستایی استان گلستان و اداره کل هواشناسی گلستان تشکر و قدردانی می‌گردد.

www.SID.ir

Arshive of SID

جدول ضمیمه ۱- درجه تناسب عوامل محیطی برای گندم

خصوصیات	خیلی مناسب (S1)	نسبتاً مناسب (S2)	ضعیف (S3)	نامناسب (N)
میزان بارش سالیانه(میلی‌متر)	۴۰۰≤	۳۰۰-۴۰۰	۲۰۰-۳۰۰	<۲۰۰
دمای متوسط سالیانه(سانتی‌گراد)	۱۶-۲۰	۱۲-۱۶ و ۲۰-۲۴	۸-۱۲ و ۲۴-۳۰	<۸ و >۳۰
دمای کمینه (سانتی‌گراد)	۱۰-۱۵	۷-۱۰	۴-۷	<۴
دمای بیشینه (سانتی‌گراد)	۲۰-۲۵	۲۵-۳۰	۳۰-۳۷	>۳۷
EC (دسی‌زیمنس بر متر)	۰-۴	۴-۸	۸-۱۲	>۱۲
pH	۶/۵-۷/۵	۵/۵-۶/۵ و ۷/۵-۸/۵	۵-۵/۵	<۵/۵
بافت خاک	لومی-لومی رسی - رسی-لومی رسی سیلتی	لومی شنی-لومی رسی شنی	شنی لومی-لومی سیلتی - رسی شنی-رسی سیلتی	شنی
شیب(درصد)	۰-۴	۴-۸	۸-۱۲	>۱۲
جهات شیب	جنوبی-جنوب‌شرقی - بدون جهت	شرقی-شمال شرقی	جنوب غربی-شمال غربی	غربی و شمالی
ارتفاع از سطح دریا (متر)	۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۳۰۰۰	>۳۰۰۰
آهن (میلی گرم در کیلوگرم)	۱۰-۱۵	۸-۱۰ و ۱۵-۱۸	۵-۸ و ۱۸-۲۰	<۵ و >۲۰
روی (میلی گرم در کیلوگرم)	۰/۹-۱/۱	۱/۱-۲	۲-۶	<۰/۹ و >۶
کلسیم (میلی گرم در کیلوگرم)	۵-۱۵	۱۵-۲۵	۲۵-۵۰	<۵ و >۵۰
فسفر (میلی گرم در کیلوگرم)	۱۰-۱۲	۷-۱۰ و ۱۲-۱۵	۵-۷ و ۱۵-۱۸	<۵ و>۱۸
پتاسیم (میلی گرم در کیلوگرم)	۲۰۰-۲۵۰	۱۵۰-۲۰۰و ۲۵۰-۳۰۰	۱۰۰-۱۵۰	<۱۰۰
ماده آلی (درصد)	۳≤	۲-۳	۱-۲	<۱
نیتروژن (درصد)	۱≤	۰/۷-۱	۰/۵-۰/۷	<۰/۵
پتانسیل آب زیرزمینی	پربازده	خوب	متوسط	ضعیف
پتانسیل آب سطحی	بسیار خوب	خوب	متوسط	اندک

منابع مورد استفاده

1. Biederbeck, V.O., and O.T., Bouman (1994) Water use by annual green manure legumes in dryland cropping systems. Agron. J. 549-543 :86.

2. Dashti, S., M. H. Nazari Far, and R. momeni (2010) Evaluation and zoning of Climatic Capacity in crop production by FAO land evaluation method (case study: Hamadan province). Proceeding of 11th Iranian Congress in Agronomy Science and Plant Breeding. Shahi Behsti University. 25-23 July. p 40.

3. Dinnes, D.L., D.L., Karlen, D.B., Jaynes, T.C., Kaspar, J.L., Hatfield, T.S., Colvin, and C.A., Cambardella (2002) Nitrogen management strategies to reduce nitrate leaching in tile-drainded midwestern soil. Agron. J. 171–94:153.

www.SID.ir

Arshive of SID

Effects of cultivating rice crop under aerobic conditions with film mulching on soil microbial activity. Int. Rice Res. Notes. 68-56:(1)31

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

18. Makhduom, M. F. (2011) Fundamental of Land Use Planning. 4th Edition.Tehran University Press. 289 p.

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

20. Mohammadian F., N. Shahnoushi, M. Ghorbani, and H. Aghel (2009) Choosing a potential crop pattern by using AHP analysis model (case study: Torbat-e-Jam plain). Sus. Agri. Sci. J. 187-171 :(1)1.

21. Martin, D., and S. K., Saha (2009) Land evaluation by integrating remote sensing and GIS for cropping system analysis in a watershed. Current Sci. -569:(4)96 575.

22. Oram, P. and A. Belaid (1999) Legumes in farming systems. ICARDA, Aleppo, Syria.

23. Rahman, R., and S.K., Saha (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. 161:(2)53 177 -

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

25. Power, J.F. (1990) Use of green manures in the Great Plains. In: Havlin, J.L., and J.S. Jacobsen (Eds.): Proceedings of the Great Plains Soil Fertility Conference, Denver, CO. 7–6 March. Kansas State University, Manhattan, KS.18–1.

26. Robertson, G.P., E.A., Paul, and R.R., Harwood (2000) Greenhouse gases in intensive agriculture: contributions of individual gases to the radioactive forcing of the atmosphere. Sci. 1925–1922 ,289.

27. Tejada, M., J.L., Gonzalez, A.M., Garcıa-Martınez, and J. Parrado (2008) Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield.

4. Ehteraf, H. (2000) Effect of land use on soil fertility and erosion in Marvehtapeh township. MSc Thesis, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources. p103.

5. El-Mejahed, K., (1999) Effect of N on yield, N uptake and water use efficiency of wheat in rotation systems under semiarid conditions of Morocco. International Microfilms University, Ann Arbot Publication. USA.

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

7. Ghodsipoor, S. H. (2010) Analytical Hierarchy Process. Amir Kabir University Press.

8. Gholami Sefidkoohi, M.A. (2009) Optimization of yield in agriculture land by satellite images and field data, case study; Gorganrood watershed. PhD Thesis in Irrigation and Drainage, Tarbiat Modares University. 123p

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

10. Hoorman, J.J., R.,Islam, and A., Sundermeier (2009) Sustainable Crop Rotations with Cover Crops. Fact Sheet. The Ohio State University.6-1.

11. Imsande, J. (1998) Nitrogen deficit during soybean pod fill and increased plant biomass by vigorous N2 fixation. Europ. J. Agron.11-1 :8.

12. Jihad-e-Agriculture Ministry (2010) Statistics Report of 2010-2009 Years. Statistics and Information Office of Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran.

13. Jihad-e-Agriculture Organization of Golestan Province (2010) Statistics Report of 2010-2009 Years. Statistics and Information Office, Gorgan.24p.

14. Joolaei, R. (2004) Management of crop pattern in 3 central counties of Fars province in a multi region model . PhD Thesis in Agriculture Economic, Tarbiat Modares University.

15. Karbasi, A. A., M. H. Karimeh koshte, and M. Hashemi Tabar (2005) Comparative advantage evaluation of cotton production in Golestan province. Agri. Economic Develop. J.53-50:29

16. Kunzheng, C., L., Shiming, and F. Xiang (2006)

www.SID.ir

Arshive of SID

development Cooperation. Agricultural Publications, NO. 7, Brussels, Belgium.
32. Vial, L.K. (2007) Aerobic and alternate-wet-and-dry (AWD) rice systems. Nuffield Australia publishing. Griffith NSW 2680. Australia.
33. Wang, Y., Y. Chen, and S., Peng (2011) A GIS framework for changing cropping pattern under different climate conditions and irrigation availability scenarios. Water Resour. Manag .3090–25:3073.
34. White, J.W. (2009) Adapting cropping patterns to climate change. Proceedings of the 21th Annual Conference of the National Agricultural Biotechnology Council. College of Agriculture and Bioresources, University of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan, June.
Bioresour. Technol. 1767–99:1758.
28. Samanta, S., B., Pal, and D.K. Pal (2011) Land suitability analysis for rice cultivation based on multi-criteria decision approach through GIS. Int. J. Sci. Emerging Technol. 21-12:(1)2.
29. Singh, M., A., Singh, S., Singh, R.S.,Tripathi, A.K., Singh, and D.D. Patra (2010) Cowpea (Vigna unguiculata L. Walp.) as a green manure to improve the productivity of menthol mint (Mentha arvensis L.) intercropping system. Ind. Crops Prod. 293–31:289.
30. Sayta, P (1999) GIS-based spatial crop yield modeling. www. GIS development.net
31. Sys, I., E. Van-Ranst, and J. Debveye (1991) Land evaluation, Part1: principles in land evaluation and crop production calculations. General Administration for

www.SID.ir