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

حسین کاظمی[1*]، زین العابدین طهماسبی سروستانی[2]، بهنام کامکار[3]، شعبان شتایی[3]، سهراب صادقی[4]
۱- دانش‌آموخته دوره دکتری زراعت از دانشگاه تربیت مدرس و عضو هیأت علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲- عضو هیات علمی دانشگاه تربیت مدرس
۳- عضو هیات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۴- عضو هیات علمی مجتمع آموزش عالی علمی- کاربردی جهاد کشاورزی جهرم
*hossein_k_p@yahoo.com

چکیده

به منظور پهنه‌بندی زراعی- بوم‌شناختی اراضی کشاورزی کنونی استان گلستان جهت کشت برنج، از سامانه اطلاعات جغرافیایی(GIS) و فرایند تحلیل سلسله مراتبی(AHP)، جهت انطباق نیازمندی‌های محیطی گیاه زراعی برنج با خصوصیات اراضی استفاده شد. برای این کار ابتدا نیازهای زراعی-بوم شناختی برنج با استفاده از منابع علمی موجود تعیین، درجه‌بندی و سپس نقشه‌های موضوعی مورد نیاز تهیه شد. متغیرهای محیطی مورد مطالعه عبارت بودند از: دمای متوسط، دمای کمینه، دمای بیشینه، بارش، شیب، جهات شیب، ارتفاع از سطح دریا، ماده آلی، شوری، بافت، pH، خاک، میزان نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، آهن، روی و پتانسیل آب زیرزمینی و سطحی. از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برای تعیین وزن معیارها از طریق تجزیه و تحلیل پرسشنامه‌ها، استفاده شد. لایه‌های رقومی عوامل محیطی در محیط GIS پس از اختصاص وزن AHP مختص به هر لایه، روی‌هم‌گذاری و تلفیق شدند. سپس پهنه‌بندی اراضی در چهار طبقه انجام شد. نتایج نشان داد که حدود ۶/۲۶ **درصد** درصد اراضی زراعی استان برای تولید برنج بسیار مستعد هستند. طبقات نیمه‌مستعد و غیرمستعد جهت کشت برنج، به قسمت‌های شمالی و شرقی اراضی استان اختصاص یافت. در این مناطق پتانسیل آبی پایین، شوری بالا، بافت‌های سبک‌تر، pH بالا، میزان کلسیم بالا و کمبود عنصر روی از عوامل محدود کننده کشت این گیاه شناخته شدند.

کلمات کلیدی: برنج، استان گلستان، پهنه بندی، سامانه اطلاعات جغرافیایی(GIS)، فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

مقدمه

سرزمین‌های مختلف توان‌ها و استعدادهای متفاوتی در رابطه با انواع کاربری‌ها دارند و استعداد اراضی برای تولید گیاهان زراعی یکسان نمی‌باشد، همچنان که نیازهای گیاهان نیز متفاوت است. بنابراین تعیین مناطق مستعد برای تولید هر محصول امکان بهره‌برداری بهینه از منابع تولید را فراهم و از تخریب محیط زیست جلوگیری می‌کند. یک قطعه زمین در عین مستعد بودن برای تولید یک محصول، ممکن است برای محصول دیگر نیمه مستعد و یا حتی نامناسب باشد (غفاری و همکاران، ۱۳۸۱). در مورد پهنه‌بندی بوم‌شناختی کشاورزی مطالعات متعددی در ایران انجام شده که اکثراً به‌صورت پهنه‌بندی زراعی-اقلیم‌شناختی مناطق مختلف کشور جهت کشت محصول گندم می‌باشد.

تاریخچه این موضوع به دهه ۱۳۵۰ بر می‌گردد. در آن دهه برای اولین بار پهنه‌بندی کشور جهت کشت ۱۵ محصول مهم توسط سازمان هواشناسی کشور و با همکاری شرکت خارجی کوانتا انجام شد (سازمان هواشناسی، ۱۳۵۴). روزا و همکاران (۲۰۰۹) با کاربرد راهکارهای بوم‌شناختی مخصوص خاک، جهت استفاده پایدار از سرزمین در استان سویلا در جنوب اسپانیا، به این نتیجه رسیدند که از مجموع ۱۲ محصول زراعی رایج در منطقه، گندم، سویا، آفتابگردان، چغندرقند و یونجه محصولات مناسب برای این مکان بوده و میزان کربنات بالا در خاک عامل محدودکننده کشت گیاهان در آن منطقه می‌باشد. بهاگت و همکاران (۲۰۰۹) منطقه هیماچال پراداش 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 دادند و مناطق مستعد و غیرمستعد جهت کشت و تولید این گیاهان را در این منطقه مشخص کردند. 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 (قدسی پور، ۱۳۸۹). سامانتا و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، و روش تصمیم‌گیری چند معیاره، استان موروبه در گینه‌نو را جهت کشت برنج پهنه‌بندی کردند. در این مطالعه از داده‌های خاکشناسی، اقلیم، توپوگرافی، منابع آب و سرزمینی استفاده شد. نتایج نشان داد که چهار درصد منطقه مذکور دارای تناسب بسیار خوب و ۲۱ درصد تناسب متوسط برای کشت برنج می‌باشد. رحمان و ساها (۲۰۸۰) 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 بوگرا در بنگلادش پرداختند. وانگ و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از GIS و مدل شبیه‌سازی قابلیت دسترسی به آب آبیاری، تغییر الگوی کشت در منطقه مورومبیجی در استرالیا را با شش الگوی کشت پیشنهادی برای سال۲۰۳۰ بررسی کردند. چن و همکاران (۲۰۱۰) بررسی جامعی در استان هنان چین جهت کشت تنباکو بر پایه سامانه اطلاعات جغرافیایی انجام دادند. آنها در این تحقیق از ۱۷ شاخص محیطی و فیزیکی استفاده کردند. وزن این شاخص‌ها از پرسشنامه‌های فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) بدست آمد. با هدف ارزیابی اراضی کنونی استان گلستان جهت کشت برنج، شناسایی توانمندی‌ها، استعدادها و محدودیت‌های سرزمینی به منظور استفاده در برنامه‌ریزی‌های کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، این مطالعه با ارزیابی ۲۰ متغیر محیطی انجام شد.

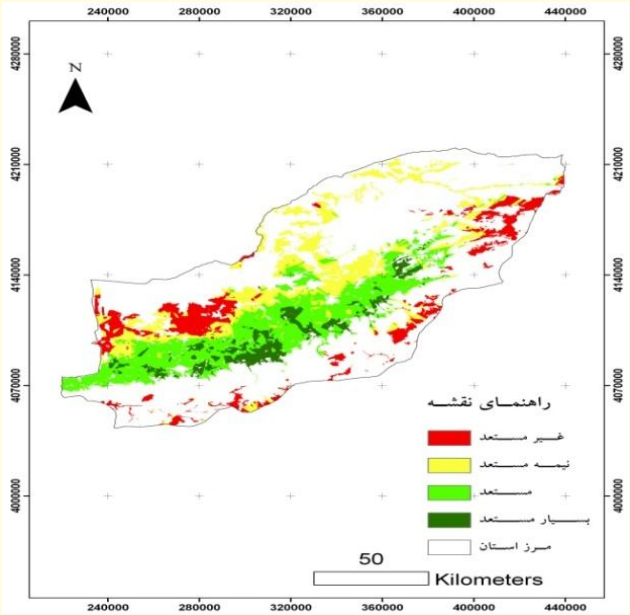
مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه اراضی کنونی کشاورزی استان گلستان انتخاب شد. برای مکان‌یابی مناطق مستعد کشت گیاه زراعی برنج و جهت انطباق نیازمندی‌های محیطی گیاه زراعی با خصوصیات اراضی، براساس روش محدودیت ساده 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 سایز و همکاران (۱۹۹۱) و غفاری و همکاران (۲۰۰۰) می‌باشد. سپس براساس متغیرهای این جدول لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز در محیط نرم‌افزار ArcMap تهیه گردید که عبارت بودند از: دمای مطلوب، دمای کمینه، دمای بیشینه، بارش، شیب، ارتفاع از سطح دریا، جهات شیب، پتانسیل آب زیرزمینی و

سطحی، 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 برنج در چهار طبقه صورت گرفت. 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 ۲۰ لایه 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 (هم‌پوشانی وزنی). نقشه‌های خروجی در چهار پهنه بسیار مستعد (خیلی مناسب)، مستعد (نسبتاًمناسب)، نیمه مستعد (ضعیف) غیر مستعد (نامناسب) چگونگی انطباق نیازهای گیاه زراعی برنج با شرایط محیطی منطقه را نشان دادند.

نتایج و بحث

نتایج استعدادسنجی استان گلستان جهت کشت برنج مشخص کرد که حدود ۶/۲۶ درصد از اراضی کشاورزی استان مناطق بسیار مستعد برای تولید این محصول می‌باشند. این نواحی به‌صورت پراکنده در محدوده شهرستان‌های کردکوی، گرگان، علی‌آباد کتول، رامیان و مینودشت قرار گرفته است (شکل ۱). نیاز برنج به بافت‌های سنگین، pH پایین و نیاز آبی بالا باعث شده این پهنه با توان بسیار مناسب، مساحت پایینی نسبت به سایر پهنه‌ها داشته باشد. در مطالعه بواتنگ (۲۰۰۵) در کشور غنا مناطق مناسب برای کشت برنج بین ۲۶ تا ۴۸ درصد برآورد و برحسب نوع رقم و دوره رسیدگی این مساحت متغیر اعلام شد.



شکل ۱-استعداد سنجی اراضی کشاورزی استان گلستان جهت کشت برنج

مساحت سایر پهنه‌های استعدادسنجی اراضی استان گلستان برای کشت برنج در جدول (۱) آمده است. اراضی با طبقه مستعد با مساحت حدود ۲۸/۱۷ درصد از اراضی استان، به صورت نوار عرضی در قسمت جنوبی استان کشیده شده است. معمولاً حدود ۸۰-۶۰ درصد پتانسیل تولید برنج در این مناطق حاصل می‌شود(غفاری و همکاران، ۲۰۰۰) اراضی نیمه‌مستعد و غیرمستعد در تولید برنج تقریباً ۶۵ درصد از اراضی کشاورزی استان را تشکیل می‌دهند. در این مناطق وجود پتانسیل آبی پایین، شوری بالا، بافت‌های سبک‌تر، pH بالا، میزان کلسیم بالا و کمبود عنصر روی را می‌توان از عوامل محدود کننده کشت برنج نام برد. در مطالعه ایوبی و همکاران (۱۳۸۰)، درجه حرارت پایین، شوری، زهکشی و خصوصیات فیزیکی خاک از جمله بافت خاک به عنوان عوامل محدود کننده کشت برنج در منطقه براآن اصفهان شناخته شد. بهاگات و همکاران (۲۰۰۹) گزارش دادند که در منطقه هیماچال پرداش هند سطح کشت برنج تا ۲۷ درصد نسبت به سطح زیر کشت کنونی قابل افزایش است. این مناطق مستعد دارای خصوصیاتی همچون بارش سالانه بالای ۱۰۰۰ میلی‌متر، دمای متوسط ۳۰-۱۸ درجه سانتی‌گراد و بافت خاک رسی و لومی رسی با نگهداری بالای آب می‌باشند.

جدول ۱- مساحت پهنه‌های طبقه‌بندی شده جهت کشت برنج

رتبه بندی پهنه ها	مساحت (هکتار)	نسبت مساحت پهنه به مساحت کل اراضی کشاورزی (درصد)
مناطق بسیار مستعد	۴۴۶۷۰/۵۲	۶/۲۶
مناطق مستعد	۲۱۵۶۰۹/۶۰	۲۸/۱۷
مناطق نیمه مستعد	۲۴۹۷۱۷/۷۱	۳۱/۲۲
مناطق غیر مستعد	۲۶۹۶۶۶/۲۵	۳۴/۳۵

در این مطالعه منابع آبی یک عامل محدود کننده کشت برنج شناسایی شد. یکی از دلایل عمده عدم توسعه سطح زیر کشت برنج در استان گلستان، کسری ذخائر آب زیرزمینی حوزه‌های آبریز این استان است، به‌طوری‌که، منابع آب زیرزمینی حوزه گرگان‌رود (حوزه‌ای بزرگ که مرکز و بخش وسیعی از جنوب و جنوب‌شرقی و شرق استان را در برگرفته است) با کسری ذخائر روبروست. این کسری سالانه معادل ۱۳ میلیون مترمکعب برآورد شده است. در حوزه قره‌سو (حوزه‌ای که قسمت‌های جنوب‌غربی و بخشی از جنوب استان را شامل می‌شود) به دلیل همین کسری ذخائر کلیه سفره‌های واقع در این حوزه به لحاظ بهره‌برداری ممنوع اعلام شده‌اند. در حوزه دیگر استان، حوزه اترک (حوزه پهنه شمالی استان) با توجه به میزان ورودی آب به دشت‌های این حوزه منابع آب زیرزمینی این حوزه نیز با کسری روبروست (استانداری گلستان، ۱۳۸۸). با وجود این محدودیت‌ها، همچنان کشاورزان شالی‌کار به علت وجود مزیت 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 و استقبال خوب کشاورزان منطقه از زراعت برنج، مورد استفاده قرار گیرد. با کاشت برنج به روش مستقیم حدود ۲۵ درصد هزینه کارگری و ۳۰ درصد هزینه تولیدی برنج

کاهش می‌یابد. در پی کمبود آب و خشکسالی دهه‌های اخیر در چین، توجه به تولید برنج هوازی بسیار جدی‌تر شد. تحقیقات در این زمینه به آزادسازی رقم هان دائو منجر شد و این رقم به سرعت گسترش یافته به‌طوری‌که هم اکنون در سطحی بیش از ۱۲۰۰۰۰ هکتار در این منطقه کشت می‌شود (تمپلتون و بایوت، ۲۰۱۱). به نظر می‌رسد توسعه کشت مستقیم برنج، نیازمند انجام تحقیقات جامعی در زمینه‌های به‌زراعی و به‌نژادی از جمله کنترل علف‌های هرز و شناسایی و معرفی ارقام مناسب است تا مسایل و مشکلاتی که در اجرای این نوع کشت وجود دارد حل گردد.

منابع

ایوبی، ش.ا.، جلالیان، ا. و گیوی، ج.۱۳۸۰. ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای محصولات زراعی مهم منطقه براآن شمالی در استان اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد پنجم. شماره اول. صفحه‌های۷۵-۵۷.

غفاری، ع.، کوک، ه .ف.، و لی، ه .س.۱۳۸۱. تعیین مناطق مناسب کشت گندم در راستای کشاورزی پایدار با استفاده از GIS. صفحه ۵۲۷. خلاصه مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج.

قدسی پور، س. ح.۱۳۸۹. فرایند تحلیل سلسله مراتبی. انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر.

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

Boateng, E. 2005. Geographic Information System (GIS) as a decision support tool for land suitability assessment for rice production in Ghana. West African Journal of Applied Ecology.7:69-81.

Chen, H. S., Liu, G.SH., Yang, Y.F., Ye, X.F. and Shi, Zh. 2010. Comprehensive evaluation of tobacco ecological suitability of Henan province based on GIS. Agricultural Science in China. 9(4):583-592.

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

Rahman, R. and Saha, S. K. 2008. Remote sensing, spatial multi criteria evaluation (SMCE) and analytical hierarchy process (AHP) in optimal cropping pattern planning for a flood prone area. J. Spatial Sci. 53(2):161– 177.

Rosa, D.D.L., Anaya-Romero, M., Pereira E.D., 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.

Samanta, S., Pal, B., and Pal, D.K. 2011. Land suitability analysis for rice cultivation based on multi-criteria decision approach through GIS. International Journal of Science and Emerging Technologies. 2(1):12-21.

Sys, I., Van Ranst, E. and Debveye, J. 1991. Land Evaluation. Part1: Principles in Land Evaluation and Crop Production Calculations. General Administration for Development Cooperation. Agricultural Publications. NO. 7. Brussels, Belgium.

Templeton, D., and Bayot, R., 2011. Aerobic rice - responding to water scarcity: An impact assessment of the developing a system of temperate and tropical aerobic rice (STAR) in Asia project. CGIAR Challenge Program on Water and Food. *www.waterandfood.org*.

Wang, Y., Chen, Y. and Peng, S. 2011. A GIS framework for changing cropping pattern under different climate conditions and irrigation availability scenarios. Water Resource Management .25:3073–3090.