نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال دهم، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۲

صفحات ۳۱ - ۵۲

پهنه‌بندی فضایی کشت گندم و جو در اراضی کشاورزی در معرض بحران آب مورد مطالعه: ناحیه سنتی لنجانات اصفهان

پرستو دارویی[1]؛ دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی و استادیار جهاد دانشگاهی، واحد اصفهان، اصفهان، ایران.

پرویز ضیائیان فیروزآبادی؛ دانشیار گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

فرهاد عزیزپور؛ دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، گروه جغرافیای انسانی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی،تهران، ایران.

وحید ریاحی؛ دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، گروه جغرافیای انسانی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی،تهران، ایران.

دریافت مقاله :۱۴۰۱/۰۳/۲۹ پذیرش نهایی:۱۴۰۲/۰۴/۰۱

چکیده

فعالیت‌های کشاورزی به‌عنوان یکی از محورهای اساسی رشد و توسعه و جزئی از فرایند توسعه روستایی، تضمین‌کننده حیات اقتصادی بسیاری از روستاهای کشور بوده که در سال‌های اخیر تحت‌تاثیر بحران کم‌آبی و محدودیت‌های سایر منابع تولید قرار گرفته و پایداری و حیات سکونتگاه-های روستایی را با چالش‌های جدی مواجه ساخته است. در همین راستا ساماندهی الگوی کشت یا تدوین الگوی کشت بهینه یک امر ضروری در جهت نیل به اهداف توسعه پایدار کشاورزی و روستایی ایران به شمار می‌رود. برای نیل به این هدف باید کشت محصولات کشاورزی متناسب با ظرفیت‌ها و قابلیت‌های منابع تولیدی به‌خصوص منابع آبی و در راستای توازن‌بخشی به فضا باشد. بنابراین تعیین توزیع فضایی مناسب اراضی برای کشت انواع محصولات، از پایه‌های اصلی اجرای طرح‌های تدوین الگوی کشت بهینه می‌باشد. بر همین اساس، در این پژوهش با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، به تهیه نقشه‌های تناسب محصولات عمده کشاورزی در ۱۰ کیلومتری دو طرف حاشیه رودخانه زاینده‌رود در ناحیه سنتی لنجانات که درمعرض بحران فزاینده آب قرار گرفته‌اند، پرداخته شد. بدین‌ترتیب، ابتدا نیازهای زراعی- بوم‌شناختی دو محصول عمده ناحیه (گندم و جو) تعیین گردید و برای هر گیاه زراعی، نقشه‌های معیار با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS طبقه‌بندی شدند. لایه‌های رقومی با اختصاص وزن به‌دست آمده از روش تحلیل سلسله مراتبی و با استفاده از روش وزن‌دهی جمعی ساده روی‌هم‌گذاری و تلفیق شدند و در نهایت کار پتانسیل‌سنجی و پهنه‌بندی اراضی در چهار طبقه از نامناسب تا خیلی‌مناسب برای کشت گندم و جو انجام شد. نتایج حاصل از نقشه میزان تناسب اراضی نشان داد که مجموعا ۹۰/۶ درصد و ۹۱/۴ درصد از اراضی کشاورزی محدوده به‌ترتیب برای کشت گندم و جو بسیار مناسب و نسبتاً مناسب است. مناطق شمالی و شرقی محدوده، واقع در شهرستان فلاورجان و بخش شمالی شهرستان مبارکه، مناسب‌ترین مناطق برای کشت گندم و جو هستند و هر چه از سمت شمال و شرق به‌طرف غرب محدوده پیش می‌رویم، از میزان استعداد مناطق کشت گندم و جو کاسته می‌شود. بافت نامناسب خاک، عمق کم خاک، شیب بالا و زهکشی پایین از مهم‌ترین عوامل محدودکننده کشت گندم و جو در این مناطق هستند. همچنین، نتایج این مطالعه نشان داد که پهنه‌بندی مناسب اراضی (با هدف تناسب اراضی با الگو کشت) می‌تواند با بهینه‌سازی ساختار فضایی کشت محصولات زراعی، زمینه را برای توازن‌بخشی فضایی فراهم سازد.

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی فضایی، الگوی کشت بهینه، روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، روش وزن‌دهی جمعی ساده، لنجانات.

[1] نویسنده مسئول: Email: parastoodarouei@gmail.com

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-26]

مقدمه

فلسفه وجودی شکل‌گیری و پایداری بسیاری از روستاها در هر دوره‌ای ناشی از وجود انسان‌ها و تلاش آن‌ها در جهت برآوردن نیازهای اساسی خود بوده است (طاهرخانی و رحمانی، ۱۳۸۵)، ولیکن پویایی و پایداری مناطق روستایی در ایران چندین دهه است که با نارسایی‌ها و موانع عمیق و گسترده‌ای در درون و بیرون مواجه شده است. افزون برکمبود منابع و سرمایه، فقر گسترده، بیکاری، مهاجرت و خالی شدن روستاها از نیروهای جوان و کارآمد از دیرباز، بروز و استمرار خشکسالی‌ها همراه با سوءمدیریت منابع آبی در سال‌های اخیر باعث شده معضل کم‌آبی، ماهیت، کارکرد و پیامدهایی از جنس بحران یافته و آن‌را به بحرانی اساسی در پایداری حیات اقتصادی و اجتماعی بسیاری از روستاها به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک کشور تبدیل نموده که تأثیرات گسترده و عمیقی را در ابعاد و جوانب اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی بر پیکره‌ی مناطق و گستره‌های روستایی مورد وقوع بر جای گذاشته است. به‌طورکلی، بارزترین آثار اقتصادی خشکسالی را می‌توان در خسارت به تولید محصولات کشاورزی ملاحظه کرد (امینی‌فسخودی و میرزایی، ۱۳۹۲).

کشاورزی به عنوان جزیی از فرایند توسعه روستایی نقش برجسته‌ای در زندگی بخش زیادی از جمعیت روستایی داشته و قادر است از طریق ایجاد فرصت‌های شغلی مناسب با بهره‌وری و ارزش افزوده بالا موجب افزایش درآمد و رفاه اجتماعی بهره‌برداران کشاورزی گردد (طاهرخانی و رحمانی، ۱۳۸۵). اما کشاورزی به مانند دیگر فعالیت‌های انسانی همواره تحت‌تأثیر شرایط جامعه انسانی و شرایط طبیعی درحال تغییر و دگرگونی است. باتوجه به اهمیت و نقش کشاورزی، باید تغییراتی را هم که بر آن حادث می‌شود به‌ویژه در جوامع روستایی به‌دقت مورد پایش قرار داد تا از این طریق از ایجاد خسران و بروز پیامدهای منفی برای این جوامع جلوگیری به عمل آید (پورطاهری و همکاران، ۱۳۹۳). محدودیت منابع آبی همواره یکی از مهم‌ترین موانع توسعه‌ی بخش کشاورزی، به عنوان بستر اصلی نیل به خودکفایی مواد غذایی بوده است (محمدیان و همکاران، ۱۳۸۹). علاوه بر محدودیت‌های منابع آبی، محدودیت‌هایی همچون کیفیت پایین خاک‌زراعی، تغییرات اقلیمی، خردبودن اراضی، نوسانات قیمت بازار و عواملی از این قبیل، از دیگر چالش‌های مهم تولید کشاورزی در کشور محسوب می‌شوند.

با وجود چنین محدودیت‌هایی و با توجه به این‌که فعالیت‌های کشاورزی تضمین‌کننده‌ی حیات اقتصادی بسیاری از روستاهای کشور است و به‌همان‌سان، به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین مصرف‌کننده‌های منابع آبی محسوب می‌شوند، طراحی برنامه‌ای منسجم و هدفمند در زمینهِ کشت محصولات کشاورزی برای غلبه بر مشکلات موجود امری اجتناب ناپذیر است. بنابراین لازم است تا برای جلوگیری از بحران و تعدیل در اتلاف آب از یک‌سو، و تلاش برای پایداری سکونتگاه‌های روستایی از سوی دیگر، ضمن توسعه بخش کشاورزی، باتوجه به محدویت‌های موجود، اقداماتی در زمینه بهره‌برداری بهینه از قابلیت‌های محلی و منطقه‌ای صورت پذیرد. برنامه‌ریزی صحیح در ارتباط با الگوی بهره‌برداری اراضی و اصلاح الگوی کشت، از راه‌حل‌های مناسب در این خصوص است.

طراحی و اجرای الگوی کشت مناسب، نه تنها به‌منظور مقابله با خشکسالی و کم آبی، بلکه به منظور کنترل هر چه بیشتر عوامل محدود کننده و بهره‌بردرای بهینه از امکانات موجود و باتوجه به توان اکولوژیکی اراضی ضرورتی است که دنیا بدان پی برده و عمل کرده است. طراحی الگوی بهینه کشت از مهم‌ترین و علمی‌ترین فعالیت‌ها در جهت پایدارسازی بوم نظام‌های کشاورزی و بهینه‌سازی مصرف نهاده‌هاست که در بسیاری از کشورهای جهان بکار گرفته شده و به کمک

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-26]

آن بسیاری از مشکلات تولید محصولات مرتفع شده است. با توجه به گستردگی پهنه مرزی کشورها و تنوع اقلیمی مختلف، رسیدن به الگوی کشت مناسب که بتوان از آن حداکثر بهره‌برداری را از عوامل و نهاده‌های تولیدی بدست آورد، ضرورتی انکار ناپذیر است (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۵).

البته با در نظرگرفتن تفاوت‌های فضایی در نواحی روستایی، بهینه‌کردن الگوی کشت، قاعده عمومی نیست که در هر مکان جغرافیایی قابلیت کاربرد داشته باشد. بی‌تردید هر مکانی با توجه به شرایط اجتماعی، اقتصادی و محیطی خاص خود از مزیت‌هایی برخوردار است که روش‌ها و الگوهای متفاوتی را برای توسعه طلب می‌نماید و تغییر در الگوی کشت باید با توجه به مزیت‌های نسبی و قابلیت‌ها و ویژگی‌های فضایی خاص هر منطقه صورت پذیرد و کشت محصولات زراعی، باغی و یا بهره‌برداری از مراتع و جنگل‌ها باید متناسب با عوامل تولید و پتانسیل منطقه‌ای باشد.

در واقع از پایه‌های اصلی اجرای طرح‌های تدوین الگوی کشت، تعیین تناسب اراضی برای کشت انواع محصولات می‌باشد و اجرای مطالعات ارزیابی به منظور انتخاب نوع کشت باید متناسب با توان زمین موردنظر می‌باشد (گیوی، ۱۳۷۶) که اطلاعات ضروری برای بهینه‌سازی توزیع فضایی کشت هر محصول را به‌منظور تحقق استفاده معقول و بهره‌برداری پایدار از منابع زمین‌های زیرکشت و همچنین ارائه مراجع برای مدیریت علمی را فراهم می‌آورد (Hao et al., ۲۰۱۷). ارزیابی اراضی، عکس‌العمل زمین را در قبال بهروره‌وری خاصی که از آن می‌شود، تعیین می‌کند و به کمک آن می‌توان رابطه بین زمین و نوع بهره‌وری از آن را مشخص کرد. سپس براساس این رابطه به نوع استفاده مناسب از آن زمین پی برد (گیوی، ۱۳۷۶).

یک قطعه زمین در عین مستعد بودن برای تولید یک محصول، ممکن است برای محصولات دیگر نیمه‌مستعد و یا حتی نامناسب باشد. پهنه‌بندی بوم‌شناختی کشاورزی، تلفیقی از لایه‌های اطلاعاتی محیطی است که در آن منابع اقلیم، منابع آب، پستی و بلندی و شرایط خاک به‌صورت یک مجموعه همگن زیست‌محیطی در ارتباط با سامانه‌های زراعی مشخص، کاربری اراضی و تنوع زیستی بررسی می‌گردد. این نوع پهنه‌بندی یک ابزار ضروری در برنامه‌ریزی کشاورزی محسوب می‌شود که به وسیله آن امکان بررسی همه‌جانبه شرایط تولید فراهم شده و پتانسیل‌ها و محدودیت‌های محیطی بهتر بررسی گردیده و تصمیم‌گیرندگان عرصه کشاورزی با داشتن یک نقشه جامع و کامل به‌جای نقشه‌های واحد و پراکنده، تصمیمات درستی اتخاذ می‌کنند (غفاری و همکاران، ۲۰۰۲ به‌نقل از کاظمی، ۱۳۹۲). به‌علت اینکه اکثر داده‌های مورد استفاده در این نوع از تحقیقات جنبه مکانی دارند و دارای مختصات زمینی می‌باشند، در این موارد بکارگیری سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) یک روش مؤثر برای مدیریت و تحلیل داده‌هاست. ترکیب GIS با مدل‌های آب، خاک و گیاه زراعی، همراه با سنجش از دور، می‌تواند در دستیابی به توسعه پایدار کشاورزی مؤثر باشد (Wang et al., ۲۰۱۱).

در مورد پهنه‌بندی بوم‌شناختی کشاورزی مطالعات متعددی در ایران انجام شده که اکثراً به صورت پهنه‌بندی زراعی اقلیم‌شناختی[۱] مناطق مختلف کشور جهت کشت محصول گندم می‌باشد. تاریخچه این موضوع به دهه ۱۳۵۰ بر می‌گردد. در آن دهه برای اولین‌بار پهنه‌بندی اقلیمی کشور جهت کشت ۱۵محصول مهم توسط سازمان هواشناسی کشور و با همکاری شرکت خارجی کوانتا انجام شد (کاظمی، ۱۳۹۳). طرح پژوهشی توسط اداره کل آمار و اطلاعات وزارت کشاورزی (۱۳۷۹) تحت عنوان "سامانه مدیریت اطلاعات جغرافیایی کشاورزی استان همدان" با هدف یافتن مکان‌های مناسب برای کشت محصولاتی زراعی چون گندم با درنظر گرفتن ویژگی‌های متعدد سرزمینی انجام شده که با استفاده از این

[۱] Agroclimatology

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-26]

سامانه می‌توان تناسب اراضی را برای انواع محصولات موردنظر از طریق پارامترهای مختلف تعیین نمود. این طرح توسط دفتر آمار و فن‌آوری اطلاعات وزارت کشاورزی در سال ۱۳۸۱ برای استان قم نیز تکرار شد.

فرج‌زاده اصل و تکلوبیغش (۱۳۸۰) نیز ناحیه‌بندی اقلیم‌شناختی استان همدان را با استفاده از GIS با تأکید بر گندم دیم انجام داده‌اند. در پژوهش آن‌ها، عوامل زمینی مانند توپوگرافی، شیب، تیپ اراضی، عمق و بافت خاک و عناصر اقلیمی مانند مقدار بارش سالانه، دمای سالانه و تبخیر و تعرق بالقوه در نظر گرفته شده است. با استفاده از توابع ویژه در سیستم اطلاعات جغرافیایی، ابتدا متناسب با قابلیت کشت گندم دیم، به لایه‌ها ارزش وزنی داده شده و سپس در یک نقشه نهایی با یکدیگر ترکیب شده‌اند. نقشه نهایی نشان دهنده قابلیت مناطق مختلف استان همدان به کشت گندم دیم است. مطیعی‌لنگرودی (۱۳۸۴) نیز با بهره‌گیری از سیستم اطلاعات مکانی (GIS) و نقشه‌های توپوگرافی رقومی، مناطق مساعد برای کشت گندم دیم در روستاهای دره‌ای غرب شهرستان مشهد را شناسایی نموده است.

علیجانی و همکاران (۱۳۸۵) نیز در پژوهش دیگری نواحی مستعد کشت زرشک در استان خراسان جنوبی را به‌وسیله رقومی‌سازی نقشه‌های مورد نیاز و ایجاد پایگاه داده در محیط GIS و با در نظرگرفتن پارامترهای اقلیمی مؤثر و نقشه‌های سطوح ارتفاعی، شیب، جهت شیب و نقشه سه بعدی (TIN) مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج این تحقیق نشان داد که در بین عوامل مؤثر بر تولید و گسترش کشت زرشک، شرایط اقلیمی نقش برجسته‌ای دارند و با استفاده از توانایی بالقوه محیط GIS می‌توان تحقیقات مکانی دقیق‌تر و سریع‌تر با نتایج روشن‌تری را انجام داد. در منطقه مورد مطالعه مساحت زمین‌های مستعد کشت زرشک، بسیار بیشتر از مساحت زیرکشت موجود است و بیشتر زمین‌های مستعد در نواحی مرکزی، شمالی و شمال غربی و قسمت های شمال شرقی استان قرار دارند. نویدی و همکاران (۱۴۰۱) به ارزیابی تناسب اراضی برای کشت گندم در دشت‌های آبی ایران پرداخته‌اند. نتایج نشان داد که ۳.۴۸ میلیون هکتار از اراضی در طبقه‌های مناسب و نسبتا مناسب می‌باشند و ۱.۹۲ میلیون هکتار در طبقه تناسب کم قرار گرفته است. ۵۲۴ هزار هکتار اراضی دارای کلاس نامناسب درحال‌حاضر و ۵۰۳ هزار هکتار از اراضی نامناسب دائمی می‌باشند. عمده‌ترین ویژگی‌های محدودکننده تناسب اراضی ویژگی‌های فیزیکی خاک مانند بافت، شوری و قلیائیت، شیب و زهکشی و در برخی مناطق ویژگی‌های اقلیمی می‌باشد.

در این زمینه پژوهش‌های متعددی در خارج از کشور نیز انجام شده است. در پژوهشی باگات[۱] و همکاران (۲۰۰۹) منطقه هیماچال پراداش هند را جهت تولید غلات با استفاده از عوامل متعدد مانند عوامل اقلیمی، توپوگرافی، نوع خاک و پوشش گیاهی منطقه مورد ارزیابی قرار داده و مناطق مستعد و غیرمستعد جهت کشت و تولید این گیاهان مشخص را مشخص کردند. نتایج نشان داد که ۳۶ درصد از کل منطقه برای کاربری کشاورزی بسیار مناسب است. همچنین در پژوهش دیگری مارتین و ساحا[۲] (۲۰۰۹)، با کاربرد سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور، قابلیت استعداد اراضی حوزه آبریز دهرادون هندوستان را بررسی و ۱۱ واحد را در این منطقه مشخص کردند. برحسب نتایج استعدادسنجی، برای هر واحد اراضی دو الگوی کشت زمستانه و بهاره تعیین گردید.

[۱] Bhagat

[۲] Martin and Saha

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-26]

در اسپانیا خان[۱] و همکاران (۲۰۱۰) با ارزیابی اراضی قابل کشت محصولاتی هم‌چون گندم، جو و آفتابگردان، تاثیر عوامل محیطی، توپوگرافی و خاک را بر روی این گیاهان بررسی کرده و با وزن‌دهی هر کدام از لایه‌ها در محیط GIS، نقشه مناطق مستعد کشت را تهیه نمودند. چن[۲] و همکاران (۲۰۱۰) بررسی جامعی در استان هنان را جهت کشت تنباکو بر پایه سامانه اطلاعات مکانی انجام دادند. آن‌ها در این تحقیق از ۱۷ شاخص مرتبط به اقلیم، خاک و شکل زمین استفاده کردند. وزن این شاخص ها از پرسشنامه‌های فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) بدست آمد. نتایج نشان داد که ۲۲/۵۲ درصد از اراضی این استان واقع در غرب و جنوب دارای تناسب مطلوب برای کشت تنباکو است.

بررسی پژوهش‌های پیشین مرتبط با حوزه ارزیابی تناسب کشت محصولات زراعی نشان می‌دهد که شناسایی و پهنه‌بندی اراضی کشاورزی برای کشت محصولات مختلف کشاورزی از موضوعات اساسی و کلیدی در زمینه مدیریت بحران آب و مطالعات مربوط به تعیین الگوی کشت است که به‌منظور حفظ منابع محیطی به‌خصوص منابع آب و تولید پایدار محصولات کشاورزی ضروری به‌نظر می‌رسد. با این وجود، کمبود این نوع مطالعات برای برنامه‌ریزی در زمینه تعیین الگوی کشت درکشور ما کاملاً مشهود و بارز است و متاسفانه در ایران باوجود محدودیت‌های شدید منابع آب و خشکسالی-های پیاپی و دیگر محدودیت‌ها، روند بهره‌گیری از توان‌ها و پتانسیل‌های محیطی برای کشت محصولات کشاورزی به سبب الگویِ مدیریتی نادرست به خوبی طی نشده و این مسئله تخریب منابع آب و خاک، کاهش ظرفیت محیطی و به تبع آن بحران‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی شدیدی را به‌خصوص در نواحی روستایی با اقتصاد و ساختار اجتماعی مبتنی بر کشاورزی به‌همراه داشته است.

یکی از این نواحی مهم کشاورزی، ناحیه (سنتی) لنجانات یا بلوک لنجان در جنوب‌غربی استان اصفهان است که به‌دلیل عبور بخش عمده‌ای از رودخانه زاینده‌رود در بستر آن و نهرها و مادی‌های ناشی از تقسیم‌بندی شیخ‌بهایی همواره به‌عنوان یکی از بلوک‌های ارزشمند و از نواحی پررونق کشاورزی در استان اصفهان مطرح بوده است، لیکن وقوع دوره‌های متوالی خشکسالی و برداشت‌های بی‌رویه آب، رودخانه زاینده‌رود را در سال‌های اخیر با بحران شدید کم‌آبی مواجه کرده و پایداری منابع آب و معیشت ساکنان روستایی این ناحیه را با چالش‌های جدی مواجه ساخته که هویت چندین هزارساله کشاورزی این ناحیه رو به نابودی قرار داده است. وجود و بروز تنش‌های محیطی به همراه ضعف نقش‌پذیری مؤثر دولت، باعث ناپایداری الگوی کشت در این ناحیه شده و نواحی روستایی را با پیامدهایی همچون تغییر و تخریب اراضی زراعی، تضعیف نظام اقتصادی کشاورزان و در نهایت افزایش مهاجرفرستی و زوال روستایی روبرو ساخته است. باتوجه به تشدید بحران آب در سال‌های اخیر و پیامدهای ناشی از ناپایداری الگوی کشت بر نواحی روستایی لنجانات، برنامه‌ریزی دقیق در زمینه‌ی ساماندهی الگوی کشت یا تدوین الگوی کشت بهینه‌ی متناسب با ظرفیت‌ها و قابلیت‌های منابع تولیدی، به‌خصوص منابع اکولوژیکی منطقه لنجانات از طریق تعیین توزیع فضایی مناسب اراضی برای کشت هر محصول امری بسیار ضروری برای این ناحیه است (ریاحی و همکاران، ۱۳۹۸). بر این اساس، پژوهش حاضر با انگیزه یافتن روشی سریع همراه با دقتی قابل قبول درصدد است به پهنه‌بندی فضایی مناسب گندم و جو به‌عنوان دو کشت غالب در اراضی کشاورزی حاشیه زاینده‌رود در ناحیه سنتی لنجانات که درمعرض بحران فزاینده آب قرار گرفته‌اند، پرداخته و سپس با مقایسه

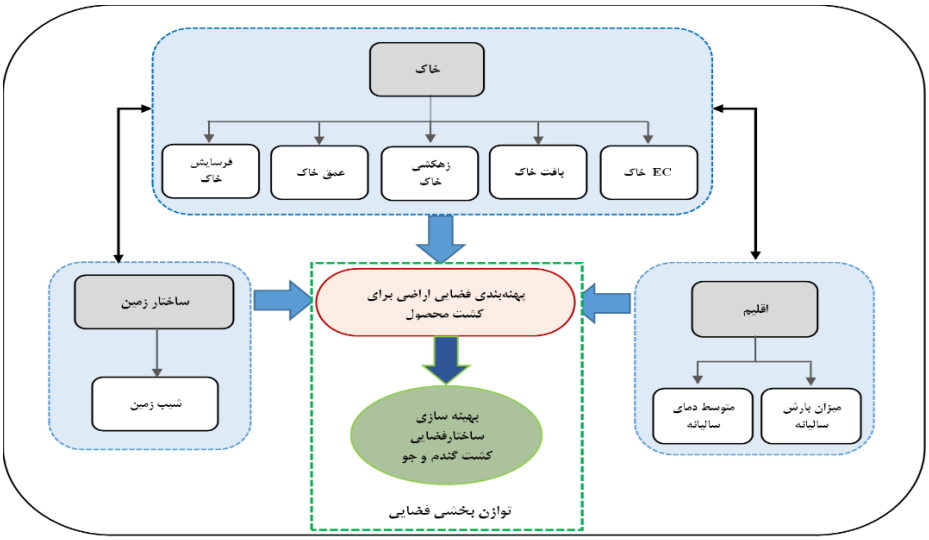
[۱] Khan

[۲] Chen

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-26]

توزیع فضایی الگوی کشت اراضی زراعی در وضعیت فعلی با توزیع فضایی تناسب اراضی برای محصول به تحلیل الگوی کشت موجود از لحاظ ایجاد زمینه توازن فضایی در سطح ناحیه روستایی لنجانات بپردازد.

پهنه بندی فضایی ناحیه مبتنی بر هدف مطرح شده با مروی بر ادبیات موضوع مبتنی بر چارچوبی انجام گرفته است که در آن سه مولفه اقلیم (با شاخص‌های میزان بارش سالیانه و متوسط دمای سالیانه)، خاک (با شاخص‌های بافت خاک، عمق خاک، فرسایش خاک، زهکشی خاک و EC خاک) و ساختار زمین (با شاخص شیب زمین) دارای اهمیت هستند. با توجه به ماهیت هر یک از مولفه‌ها، برخی از درجه اهمیت بالاتر نسبت به بقیه برخوردار هستند. پهنه‌بندی مبتنی بر این مولفه‌ها و روابط حاکم بر آن‌ها بستری را فراهم می‌سازد تا ساختار فضایی بهینه‌ای برای کشت محصولات گندم و جو شکل گیرد. این تغییر خود می‌تواند به بهبود مولفه توازن فضایی که متاثر از رفتار بهره‌برداران دچار چالش‌هایی شده است، کمک نماید (شکل ۱).



شکل ۱. مدل مفهومی پهنه‌بندی فضایی محصولات در اراضی کشاورزی

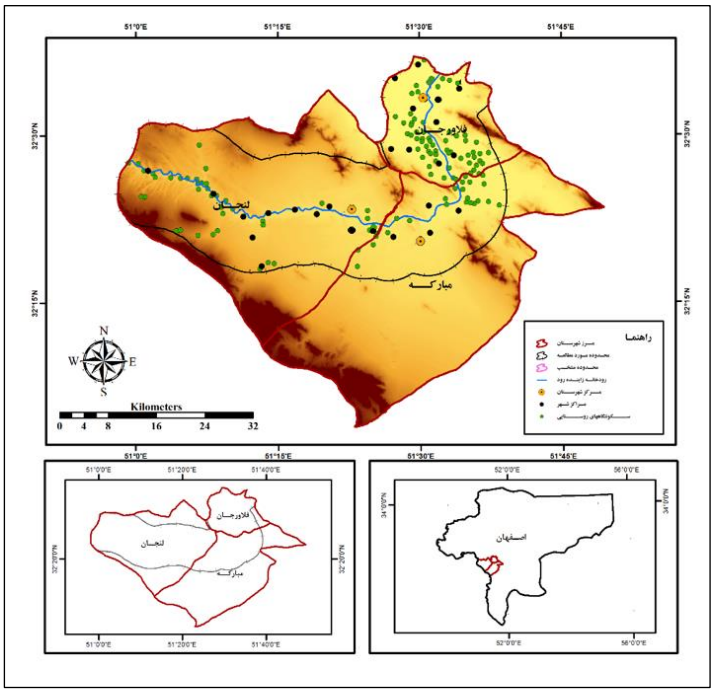
داده‌ها و روش کار

- **قلمرو جغرافیایی مورد مطالعه**

قلمرو مورد مطالعه در این پژوهش بلوک لنجان معروف به لنجانات است که در ناحیه‌ی جنوب‌غرب استان اصفهان قرار دارد. بلوک لنجان، بلوک یازدهم و بزرگترین بلوک اصفهان است که درهر دو طرف زاینده‌رود واقع شده و رودخانه از میان آن می‌گذرد. این بلوک در ۵۰ درجه و ۵۶ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۴۹ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۳ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۳۷ دقیقه عرض شمالی با ارتفاعی بین ۱۶۱۰ تا ۱۷۰۰ متر واقع شده و شامل کوهپایه، دشت و دره است. بر اساس تقسیمات کشوری درسال ۹۳، درمجموع شامل سه شهرستان کنونی فلاورجان، لنجان و مبارکه می‌باشد. از نظر شرایط آب و هوایی، مشابه با دیگر بخش‌های مرکزی ایران از اقلیم خشک برخوردار می‌باشد، ولی به‌دلیل قرارگیری در اطراف رودخانه و وجود رطوبت و بیشه‌زارها از خشکی هوا کاسته شده است (علیان، ۱۳۷۷ :۱۳). جمعیت این ناحیه در سال ۱۳۹۵ برابر با ۶۶۳۱۶۷ نفر بوده است که از این تعداد، ۵۲۷۷۱۹ نفر در شهرها و ۱۳۵۴۴۷ نفر در روستاها ساکن بوده‌اند (مرکز ملی آمار، ۱۳۹۵). این منطقه از نظر کاربری‌های کشاورزی و شهری اهمیت بسیاری دارد و از مهم‌ترین قطب‌های تولید کشاورزی و صنعتی در استان اصفهان و ایران محسوب می‌شود. طبق آمار آبان ۱۳۹۳، تعداد کل واحدهای

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-26]

بهره‌برداری در زمینه زراعی و باغی در این ناحیه درمجموع برابر با ۲۶۶۶۲ واحد است که تعداد بهره‌برداری اراضی زراعی برابر با ۱۷۹۲۱ واحد و بهره‌برداری اراضی‌باغی ۸۷۴۱ واحد بوده است (مرکز ملی آمار، ۱۳۹۵). کشاورزی در این ناحیه به‌طور معمول در دو فصل زراعی تابستانه و زمستانه انجام می‌گیرد. کشت تابستانه عمدتاً شامل برنج و علوفه و کشت زمستانه به‌صورت غالب شامل گندم و جو می‌باشد (امامی‌حیدری و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۰۹۶). باتوجه به این‌که بیش از ۹۰ درصد از اراضی کشاورزی و سکونتگاه‌های این ناحیه در فاصله ۱۰ کیلومتری از دو طرف رودخانه زاینده‌رود قرار گرفته‌اند، این محدوده به‌عنوان محدوده مطالعاتی انتخاب شده است. شکل ۲، نقشه موقعیت ناحیه‌ی لنجانات و محدوده موردمطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۲. نقشه موقعیت سیاسی و اداری ناحیه لنجانات در استان (نقشه پایین سمت راست) و نقشه محدوده مورد مطالعه در سه شهرستان فلاورجان، لنجان و مبارکه (نقشه بالا و نقشه پایین سمت چپ)

- **روش کار**

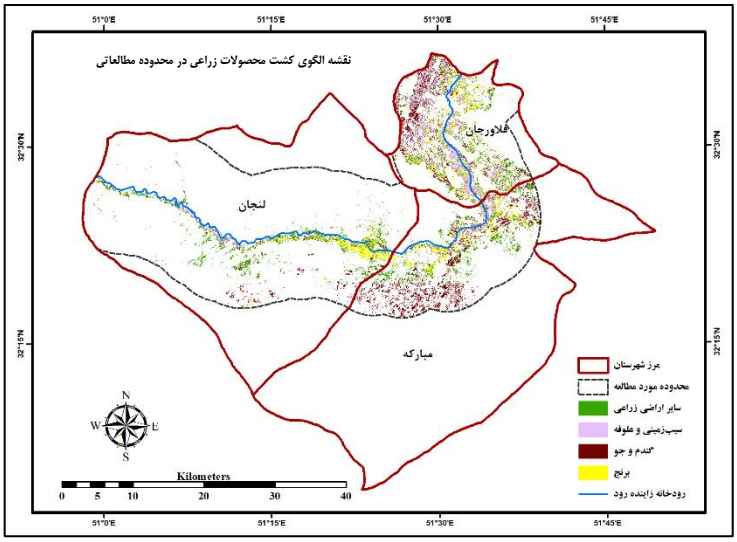
باتوجه به هدف اصلی پژوهش مبنی بر پهنه‌بندی فضایی مناسب کشت گندم و جو در اراضی کشاورزی حاشیه رودخانه زاینده‌رود و سپس تحلیل الگوی کشت موجود از لحاظ ایجاد زمینه توازن فضایی، مدل انجام کار مبتنی بر استفاده از اطلاعات حاصل از نقشه‌های توزیع فضایی الگوی کشت محصولات زراعی در وضعیت فعلی و توزیع فضایی مناسب بودن اراضی برای کشت محصولات است.

- **شناسایی نحوه پراکندگی فضایی الگوی کشت محصولات زراعی در وضع موجود**

آگاهی از وضعیت کاربری اراضی و سطح زیرکشت محصولات کشاورزی، به‌عنوان یکی از گام‌های اصلی در ساماندهی الگوی کشت و مدیریت بهینه اراضی مطرح است. داده‌ها و نقشه الگوی کشت محصولات زراعی در ناحیه لنجات از پژوهش ریاحی و همکاران (۱۳۹۸) به‌دست آمده است. در این پژوهش، به‌منظور شناسایی و تفکیک اراضی زیرکشت محصولات

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-26]

زراعی غالب در ناحیه لنجانات، از تصاویر چندزمانه سال ۲۰۱۶ سنجنده OLI، ماهواره لندست۸، استفاده شد و با جمع‌آوری تقویم زراعی محصولات مختلف و براساس تفاوت اقلیمی و تفاوت در کاشت و برداشت، تصاویر ماهواره‌ای در زمان‌های مناسب انتخاب گردید. سپس با بهره‌گیری از روش طبقه‌بندی‌حداکثر احتمال، نقشه کاربری و پوشش اراضی محدوده و الگوی کشت محصولات این منطقه با دقت مناسب تعیین گردید. نقشه الگوی کشت محصولات زراعی در محدوده مطالعاتی در ناحیه لنجانات در سال ۱۳۹۵، در شکل ۳ نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود شالیزارهای برنج که با رنگ‌زرد بر روی نقشه مشخص شده، بیشتر در مجاورت رودخانه قرار گرفته‌اند و در محدوده شهرستان لنجان شالیزارهای برنج بیش‌تر از محدوده دو شهرستان فلاورجان و مبارکه دیده می‌شود. با فاصله‌گرفتن از رودخانه کشت گندم و جو بیشتر شده و این اراضی در قسمت شمال‌شرق و جنوب‌شرقی ناحیه بیشتر دیده می‌شود. در مجاورت با گندم‌زارهای شمال‌شرقی محدوده (محدوده شهرستان فلاورجان)، سطح وسیعی از اراضی به کشت سیب‌زمینی و گیاهان علوفه‌ای مانند ذرت‌علوفه‌ای و یونجه اختصاص یافته است.



شکل۳. نقشه الگوی کشت محصولات زراعی ناحیه لنجانات در محدوده مورد مطالعه در فاصله ۱۰ کیلومتری از دوطرف رودخانه (منبع: دارویی، ۱۳۹۸: ۲۶۹)

- **روش پهنه‌بندی فضایی اراضی مناسب برای کشت گندم و جو**

تناسب اراضی برای کشت محصولات از دیگر گام‌های اصلی برای تعیین الگوی کشت بهینه است که اطلاعات ضروری برای تخصیص اراضی به کشت محصولات مختلف را فراهم می‌آورد. در این راستا، با درنظر گرفتن ویژگی‌ها و نیازهای گیاهان زراعی غالب و شرایط محیطی منطقه، نقشه‌های ارزیابی تناسب محصولات زراعی عمده محدوده (گندم و جو) تهیه شده است.

برای جمع‌آوری اطلاعات از تکنیک‌های کاوش در اسناد (آمارخوانی و بهره‌گیری از جداول آماری و سالنامه‌های آماری و اطلاعات آماری مراکز مرتبط، تصویرخوانی و استفاده از تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث[۱]، فایل‌های وکتوری و نقشه توپوگرافی و سندخوانی و استفاده از مدارک و مستندات مانند کتب و مقالات فارسی و لاتین، گزارش‌های رسمی،

[۱] Google Earth

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-26]

تحقیقات دانشگاهی اعم از پایان‌نامه‌ها، رساله‌ها و پژوهش‌های علمی و سایر اطلاعات اینترنتی) و استفاده از پرسشنامه پژوهش‌گر ساخته استفاده شد.

در این پژوهش برای تهیه‌ی نقشه‌های تناسب محصولات عمده‌ی کشاورزی در ۱۰ کیلومتری دو طرف حاشیه رودخانه زاینده‌رود در ناحیه سنتی لنجانات از روش‌های آنالیز چندمعیاری استفاده شد. بدین‌ترتیب که پس از پهنه‌بندی اراضی در چهار طبقه برای هر یک از معیارها و نیازهای اکولوژیکی هر محصول زراعی شامل عوامل اقلیمی و محیطی (میزان بارش سالیانه و متوسط دمای سالیانه)، خصوصیات خاک (بافت، عمق، EC، زهکشی و فرسایش خاک) و عوامل جغرافیایی (شیب زمین)، نقشه‌های معیار در چهار کلاس طبقه‌بندی شدند و نقشه‌های موضوعی موردنیاز تهیه شد. لایه‌های رقومی در محیط GIS با اختصاص وزن AHP حاصل از نظر متخصصان و با روش وزن‌دهی جمعی ساده[۱](SAW) روی‌هم‌گذاری و تلفیق شدند و در نهایت کار پتانسیل‌سنجی و پهنه‌بندی اراضی در چهار طبقه برای کشت گندم و جو آبی انجام شد. استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی و بهره‌گیری از نظر متخصصان باعث شده نتایج از دقت بالایی برخوردار باشند. از نرم‌افزارهای Expert Choice و ArcGIS برای تجزیه و تحلیل اطلاعات استفاده شده است. در کل فرآیند ارزیابی تناسب کشت محصولات توسط این روش شامل مراحلی است که در شکل۴ نشان داده شده است. در ادامه به شرح مختصری هر یک از این مراحل پرداخته می‌شود.

شکل ۴. فرآیند ارزیابی تناسب کشت محصولات زراعی

۱. شناسایی و تعیین معیارهای ارزیابی

اولین گام برای ارزیابی تناسب کاشت محصولات، شناسایی و انتخاب معیارهای ارزیابی و سپس جمع‌آوری و تکمیل لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز است. بدین‌ترتیب، در این مرحله براساس بررسی جامع تحقیقات مرتبط و پژوهش‌های مشابه، استفاده از نظرات کارشناسی، میزان دسترسی به لایه‌های اطلاعاتی و شرایط محدوده مطالعاتی معیارها و زیرمعیارهای تأثیرگذار بر تعیین و تناسب کشت محصولات مختلف شناسایی و آماده سازی می‌گردد.

[۱] Simple Additive Weighting

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-26]

در این پژوهش ابتدا به‌منظور شناسایی و تعیین معیارهای ارزیابی، براساس شرایط موجود زیست محیطی، بررسی جامع تحقیقات مرتبط (Sys et al., ۱۹۹۱، Sys et al., ۱۹۹۳، Ghafari et al., ۲۰۰۰، Ceballos-Silva and Lopez-Blanco, ۲۰۰۳، Martin and Saha, ۲۰۰۹ و Samanta et al. ۲۰۱۱) و پژوهش‌های مشابه در ایران (گیوی، ۱۳۶۷؛ گیوی، ۱۳۷۷؛ کاظمی و همکاران، ۱۳۹۵؛ نصرالهی و همکاران، ۱۳۹۵ و یوسفی فاتح و همکاران، ۱۳۹۵) و نظرات کارشناسی، معیارها و زیرمعیارهای تأثیرگذار بر تعیین و تناسب کشت محصولات مختلف شناسایی و آماده سازی گردید. بدین‌ترتیب معیارهای عوامل اقلیمی و محیطی (میزان بارش سالیانه و متوسط دمای سالیانه)، خصوصیات خاک (بافت خاک، عمق خاک، EC خاک، زهکشی خاک و فرسایش خاک) و عوامل جغرافیایی (شیب زمین) انتخاب شده شدند. این عوامل برای رشد محصول ضروری است و برای ارزیابی مناسبات زیست‌محیطی و کاشت محصول استفاده می‌شود. این معیارها به صورت یک لایه نقشه در پایگاه داده مکانی مبتنی بر ArcGIS آماده‌سازی و تحت‌عنوان نقشه‌های معیار ذخیره شدند.

۲. آماده‌سازی، طبقه‌بندی و استاندارد سازی معیارها

با توجه به بررسی‌های انجام شده، بسیاری از معیارهای مرتبط در ارزیابی تناسب زمین برای محصولات زراعی، از طریق مقادیر عددی قابل بیان نمی‌باشند و حجم زیادی از اطلاعات مرتبط به صورت کیفی بیان شده است و بنابراین طبقه‌بندی قطعی زمین به کلاس‌های تناسب مشکل است. درنتیجه با استفاده از منابع موجود و استفاده از نظرات کارشناسی به‌وسیله ارائه پرسشنامه و نظرسنجی از متخصصین در رشته‌های مربوطه، نقشه‌های معیار با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS در ۴ کلاس خیلی مناسب(S۱)، نسبتاًمناسب(S۲)، ضعیف(S۳) و نامناسب (N) طبقه‌بندی شد (جدول ۱).

جدول ۱. شاخص‌های مورد نیاز جهت پهنه‌بندی اراضی به ازای هر معیار (منبع: Ghafari et al., ۲۰۰۰)

پهنه	وضعیت تولید محصول
بسیارمستعد (خیلی مناسب (S۱))	۸۰-۱۰۰ درصد پتانسیل تولید محصول در این پهنه وجود دارد.
مستعد (نسبتاً مناسب (S۲))	۶۰-۸۰ درصد پتانسیل تولید محصول در این پهنه وجود دارد.
نیمه‌مستعد (ضعیف) (S۳))	۴۰-۶۰ درصد پتانسیل تولید محصول در این پهنه وجود دارد.
غیرمستعد (نامناسب) (N))	کمتر از ۴۰ درصد پتانسیل تولید محصول در این پهنه وجود دارد.

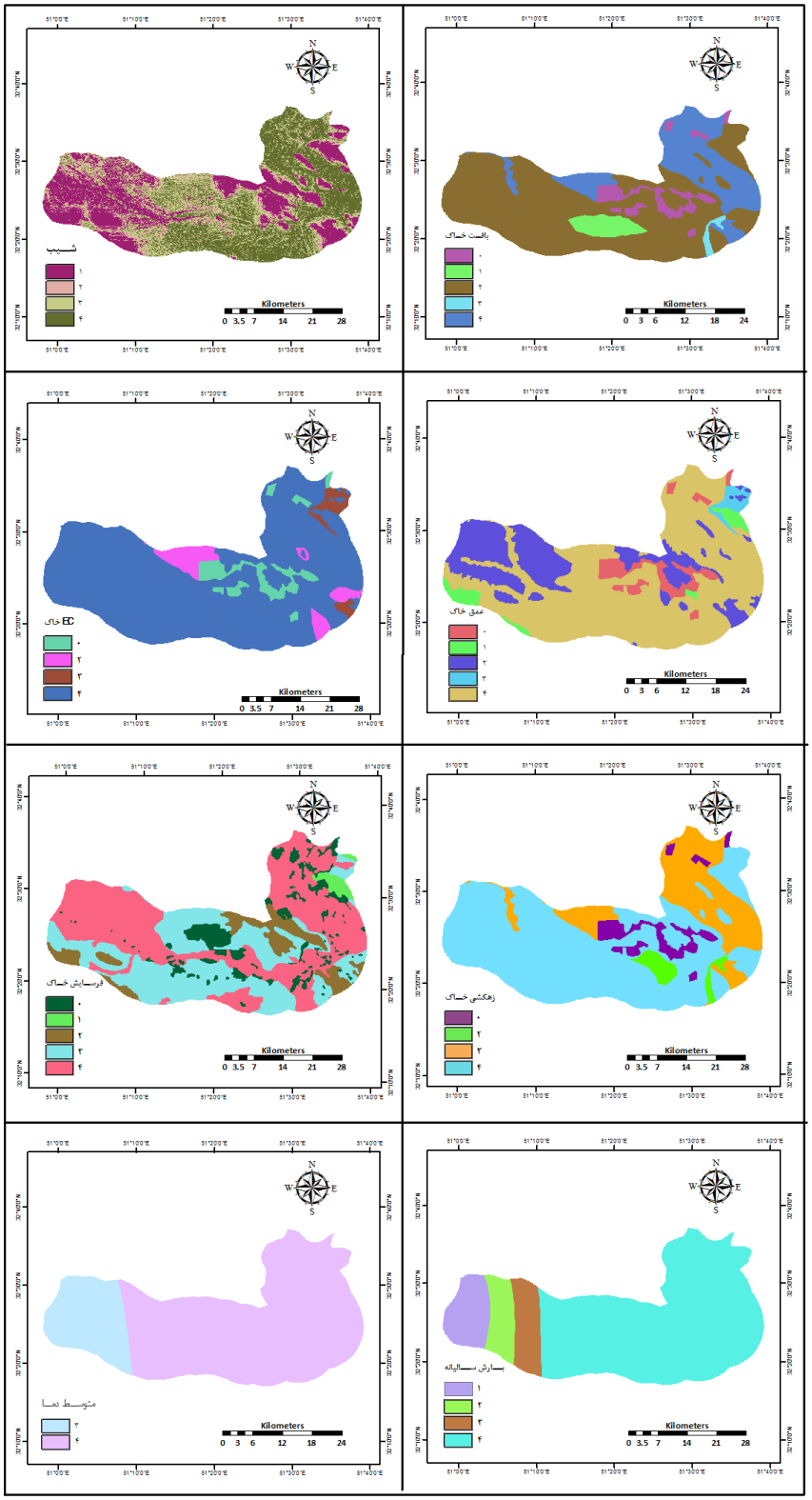
جدول ۲، نیازهای رویشی محصول گندم و جو را نشان می‌دهد که با استفاده از منابع پیش‌تر گفته شده و نظرات کارشناسی و تطبیق آن‌ها با شرایط محلی حاصل شده است و در ۴ کلاس فوق طبقه‌بندی شده‌اند. به‌طور مشابه برای سایر محصولات نیز به همین روش می‌توان عمل نمود. با استفاده از این جدول، نقشه‌های معیار با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS طبقه‌بندی شدند. خروجی این مرحله به‌صورتی است که میزان تناسب هر قطعه به ازای هر معیار برای کشت هر محصول را مشخص می‌کند. شکل‌های ۵ و۶، نقشه‌های تناسب اراضی را برای گندم آبی و جو آبی بر اساس نیازهای رویشی آن‌ها و تناسب معیارهای مختلف نشان می‌دهد.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-26]

جدول ۲. درجه تناسب معیارهای مختلف برای گندم و جو

معیارهای ارزیابی		کلاس تناسب	گندم	جو
عوامل جغرافیایی	شیب	S۱ S۲ S۳ N	۰-۲ ۲-۴ ۴-۶ >۶	۰-۴ ۴-۸ ۸-۱۶ >۱۶
خصوصیات خاک	بافت خاک	S۱	بافت سنگین (لومی رسی، لومی رسی سیلتی)	بافت سنگین (لومی رسی، لوم رسی شنی)
		S۲	بافت بسیارسنگین (رسی)	بافت بسیارسنگین (رسی)
		S۳	بافت متوسط (لومی، لومی شنی)	بافت متوسط (لومی، لومی شنی)
		N	بافت سبک (شنی)	بافت سبک (شنی)
	عمق خاک	S۱ S۲ S۳ N	>۹۰ ۶۰-۹۰ ۱۰-۶۰ ۱۰>	>۶۰ ۳۰-۶۰ ۱۰-۳۰ ۱۰>
	EC خاک	S۱ S۲ S۳ N	۰-۴ ۴-۶ ۶-۸ >۸	۰-۴ ۴-۶ ۶-۸ >۸
	زهکشی خاک	S۱ S۲ S۳ N	زهکشی خوب زهکشی متوسط زهکشی ضعیف زهکشی بسیار ضعیف	زهکشی خوب زهکشی متوسط زهکشی ضعیف زهکشی بسیار ضعیف
	فرسایش خاک	S۱ S۲ S۳ N	کم متوسط زیاد بسیار زیاد	کم متوسط زیاد بسیار زیاد
عوامل اقلیمی و محیطی	متوسط دمای سالیانه	S۱ S۲ S۳ N	۱۶-۲۰ ۱۲-۱۶ ۸-۱۲ ۸>	۱۸-۲۴ ۱۵-۱۸ ۱۰-۱۵ ۱۰>
	متوسط بارش سالیانه	S۱ S۲ S۳ N	۲۰۰-۲۵۰ ۲۵۰-۲۷۵ و ۱۷۵-۲۰۰ ۲۷۵-۳۰۰ و ۱۰۰-۱۷۵ > ۳۰۰ و <۱۰۰	۱۷۰-۲۲۰ ۲۲۰-۲۵۰ و ۱۵۰-۱۷۰ ۲۵۰- ۲۷۵ و ۱۰۰- ۱۵۰ > ۲۷۵ و <۱۰۰

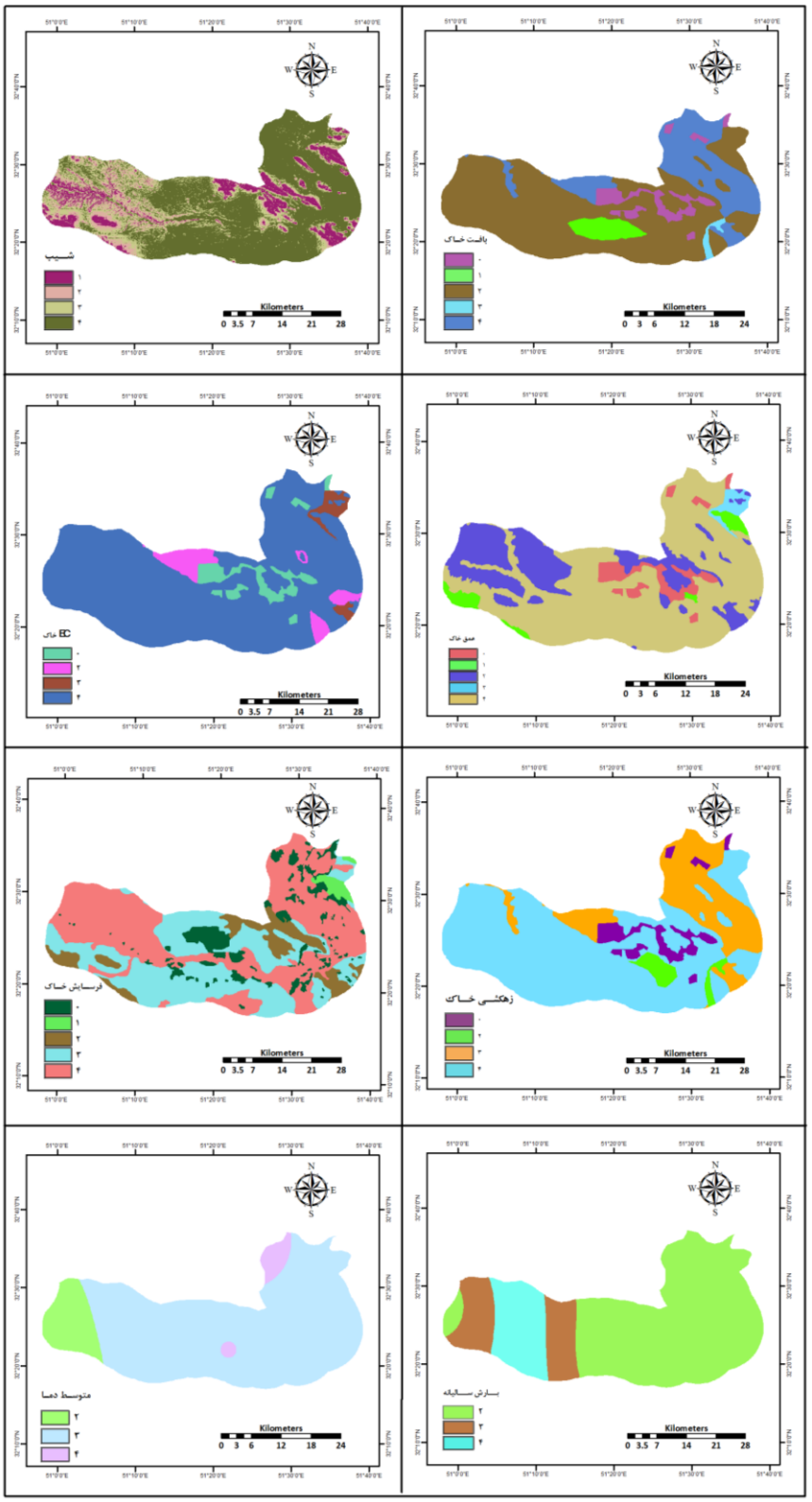
[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-26]



راهنما: ۰: مناطق شهری و صنعتی ۱: نامناسب ۲: ضعیف ۳: نسبتا مناسب ۴: خیلی مناسب

شکل ۵. نقشه تناسب معیارهای مختلف برای گندم آبی

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-26]



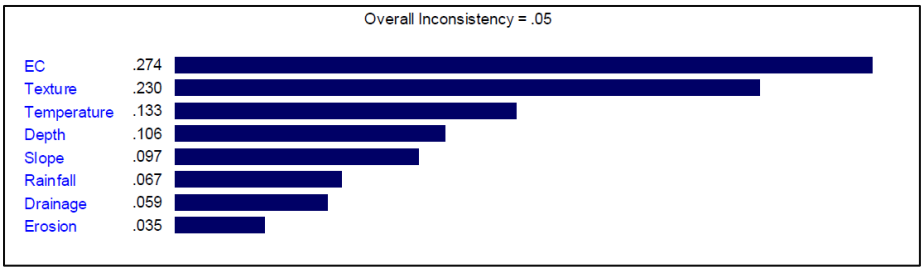
راهنما: ۰: مناطق شهری و صنعتی ۱: نامناسب ۲: ضعیف ۳: نسبتا مناسب ۴: خیلی مناسب

شکل۶. نقشه تناسب معیارهای مختلف برای جوآبی

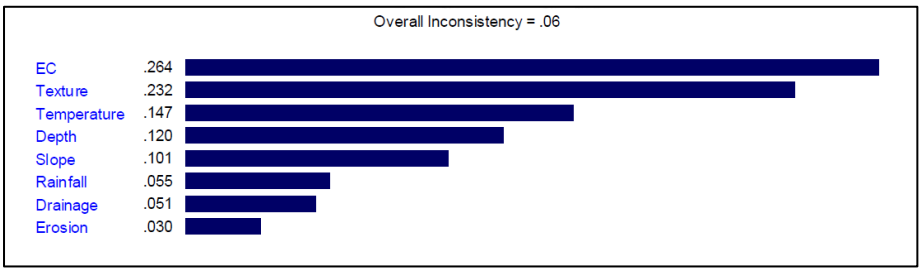
[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-26]

۳. وزن‌دهی معیارها

با توجه به این‌که هر یک از معیارها جهت تعیین تناسب اراضی دارای اهمیت یکسانی نمی‌باشند، برای ارزیابی دقیق‌تر و تصمیم‌گیری لازم است تا اهمیت نسبی هر عامل مشخص گردد. در این پژوهش، جهت تعیین اهمیت و ارزش متغیرها از فرایند تحلیل سلسله مراتبی[۱](AHP) استفاده شده است. در روش AHP، تصمیم‌گیرنده می‌بایست هر زوج از معیارهای تصمیم‌گیری را با همدیگر مقایسه کند. مقایسه اهمیت نسبی هر زوج معیار نسبت به یکدیگر، در ابتدا به‌صورت کیفی انجام شده و سپس در مقیاس عددی ۱ تا ۹ کمی می‌شود. در این روش با تشکیل ماتریس که ارائه‌دهنده‌ی آرای بیان شده در خصوص مقایسه هر زوج معیار تصمیم‌گیری است، در نهایت وزن نسبی هر معیار تعیین می‌شود (قدسی‌پور، ۱۳۸۴). بدین‌منظور برای وزن‌دهی به معیارها با روش AHP، ابتدا مسأله تصمیم‌گیری که همان یافتن نواحی مستعد کشت گیاه زراعی مورد نظر می‌باشد، به‌صورت درخت سلسله‌مراتبی که شامل عناصر تصمیم‌گیری است، تجزیه شد. در سطح اول هدف اصلی و در سطح دوم معیارهای اصلی تأثیرگذار در کشت محصول(عوامل محیطی و اقلیمی، خصوصیات منابع خاک و عوامل جغرافیایی) 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 ۱۰ نفر از متخصص زراعت تکمیل شد. پس از ارزیابی معیارها توسط کارشناسان زراعت، معیارهای مورد بررسی نمره‌دهی و با استفاده از میانگین هندسی نتایج نظرات برای هر معیار وارد نرم‌افزار Expert Choice شد و وزن و رتبه‌ی هر معیار تعیین گردید. وزن معیارهای تعیین‌شده برای محصولات مختلف، متفاوت است. وزن معیارهای مذکور برای گندم و جو در شکل‌های ۷ و ۸ برآورد شده است. شایان ذکر است که نسبت سازگاری (CR) برای این دو محصول کمتر از ۰/۱ بدست آمد، که نشان‌دهنده‌ی قابل‌قبول بودن نتیجه می‌باشد.



شکل۷. نمودار مقایسه زوجی معیارهای اصلی مدل ارزیابی تناسب کشت گندم آبی



شکل۸. نمودار مقایسه زوجی معیارهای اصلی مدل ارزیابی تناسب کشت جو آبی

[۱] Analytical Hierarchy Process

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-26]

۴. ایجاد نقشه‌های استاندارد شده وزنی و تلفیق معیارهای ارزیابی و محاسبه میزان تناسب

پس از مشخص شدن وزن اختصاص یافته به هر یک از معیارها و طبقه‌بندی صورت‌گرفته روی آن‌ها، به‌منظور ترکیب نقشه‌های معیار لازم است، نقشه‌های مختلف را استاندارد نمود. برای این منظور مقدار وزن اختصاص یافته به هر معیار در ارزش طبقات مختلف آن معیار ضرب می‌شود. در مرحله بعد، داده‌ها و اطلاعات مرتبط بر گزینه‌ها و الویت تصمیم‌گیران به کمک قاعده تصمیم‌گیری با هم ترکیب شده و در غالب برآورد کلی از گزینه‌ها مطرح می‌گردند (مالچفسکی، ۱۳۹۵). تعداد زیادی از قواعد تصمیم‌گیری بدین‌منظور وجود دارد که می‌توان از آن‌ها در برخورد با یک مسأله‌ی تصمیم‌گیری‌های چندشاخصه[۱] (MADM) استفاده کرد. در این بخش یکی از روش‌هایی که در GIS معمول بوده و در تحقیقات انجام شده بیشتر از آن‌ها در تخصیص کاربری کاربرد داشته، استفاده شده است. این روش، روش وزن‌دهی جمعی ساده (SAW) است. روش وزن‌دهی جمعی ساده که از آن تحت‌عنوان روش ترکیب خطی وزنی[۲] (WLC) نیز یاد می‌شود، از جمله قدیمی‌ترین و متداول‌ترین فنون مورد استفاده در کار بر روی مسائل مرتبط بر تصمیم‌گیری چند صفته مکانی است که بر پایه‌ی میانگین وزنی قرار دارد. در این روش برای ارزیابی هر گزینه یا Ai از رابطه‌ی زیر استفاده می‌شود (Sharifi and Herwijnen, ۲۰۰۲).

$$Ai = \Sigma j wj\ xij$$

که در آن:

xij : معرف مناسبت واحد i در ارتباط با معیار j ام

wj : یک وزن استاندار شده است به‌گونه‌ای که $\Sigma wj = ۱$.

بنابراین پس از استخراج وزن‌ها از پرسشنامه‌ها و نیز تهیه لایه‌های رستری طبقه‌بندی‌شده، این لایه‌های اطلاعاتی در محیط ArcGIS فراخوانی شده وکار تلفیق و روی هم‌گذاری لایه‌ها با اختصاص وزن مختص به هر لایه انجام می‌شود و بدین‌ترتیب پتانسیل‌سنجی منطقه جهت تولید هر گیاه انجام می‌شود.

شرح و تفسیر نتایج

- **پهنه‌های مناسب کشت گندم و جو**

نقشه ۹ و جدول ۳ میزان تناسب اراضی زراعی محدوده مورد مطالعه جهت کشت گندم و جو آبی را نشان می‌دهند. همان‌گونه که مشاهده می‌شود بخش اعظمی از محدوده (بیش از ۹۰ درصد)، پهنه بسیار مناسب و نسبتاً مناسبی برای کشت محصول گندم آبی هستند، به این ترتیب که ۵۴/۱ درصد از اراضی کشاورزی محدوده بسیار مناسب و ۳۶/۵ درصد اراضی نسبتاً مناسب هستند و تنها ۹/۴ درصد از اراضی برای کشت گندم ضعیف و نامناسب است. این گیاه زراعی سازگاری بالایی نسبت به شرایط محدوده دارد. به‌طوری‌که، ۳۰۳۵۴/۲ هکتار از اراضی در پهنه مناسب قرار گرفته و سطحی کمتری از اراضی برابر با ۳۱۴۱/۴ هکتار در پهنه نامناسب و ضعیف برای کشت این گیاه قرار دارند. مناطق شمالی و شرقی محدوده، واقع در شهرستان فلاورجان و بخش شمالی شهرستان مبارکه، مناسب‌ترین مناطق برای کشت گندم هستند و هر چه از سمت شمال و شرق به‌طرف غرب محدوده پیش می‌رویم، از میزان استعداد مناطق کشت گندم کاسته

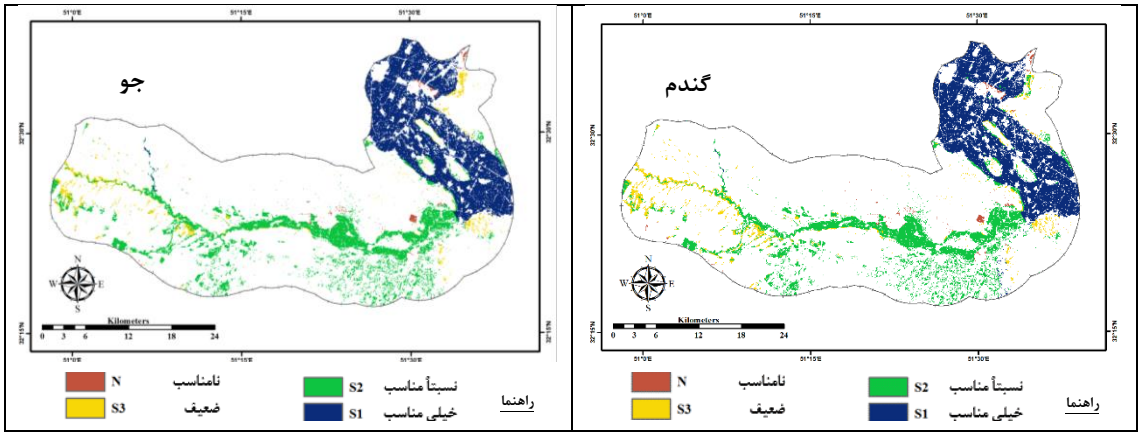
[۱] Multiple Attribute Decision Making

[۲] Weighted Linear Combination

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-26]

می‌شود. عوامل محدودکننده کشت گندم در این مناطق، بافت نامناسب خاک، دمای پایین، عمق کم خاک، شیب بالا، میزان اندک بارش و زهکشی پایین می‌باشد.

برای کشت محصول جو آبی نیز همانند گندم، بخش وسیعی از محدوده برابر با ۳۰۶۳۵/۳ هکتار (بیش از ۹۱ درصد)، در پهنه بسیار مناسب و نسبتاً مناسب قرار دارد و این پهنه در قسمت‌های شمالی و شرقی محدوده واقع شده است. هر چقدر از سمت شمال و شرق به‌طرف غرب محدوده پیش می‌رویم، از میزان استعداد مناطق کشت جو کاسته می‌شود. بافت نامناسب خاک، عمق کم خاک، شیب بالا و زهکشی پایین از مهم‌ترین عوامل محدودکننده کشت جو در این مناطق هستند.



شکل۹. نقشه میزان تناسب اراضی زراعی محدوده مورد مطالعه جهت کشت گندم آبی (سمت راست) و جو آبی (سمت چپ)

جدول ۳. میزان تناسب اراضی محدوده مورد مطالعه برای کشت گندم و جو آبی

قابلیت اراضی برای کشت	گندم آبی		جو آبی	
	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)
نامناسب	۴۲۶/۰	۱/۳	۳۸۹/۲	۱/۲
ضعیف	۲۷۱۵/۴	۸/۱	۲۴۷۱/۱	۷/۴
نسبتاً مناسب	۱۲۲۲۸/۵	۳۶/۵	۱۲۳۸۶/۷	۳۶/۹
بسیارمناسب	۱۸۱۲۵/۷	۵۴/۱	۱۸۲۴۸/۶	۵۴/۵
کل اراضی	۳۳۴۹۵/۶	۱۰۰/۰	۳۳۴۹۵/۶	۱۰۰/۰

مقایسه توافق مکانی دو نقشه میزان تناسب اراضی زراعی محدوده مورد مطالعه جهت کشت گندم و جو آبی (شکل ۹) نشان می‌دهد که پهنه‌های مناسب و نامناسب برای کشت گندم و جو بسیار مشابه است و مقایسه پیکسل به پیکسل این دو نقشه نشان می‌دهد، این دو نقشه در پهنه‌های مناسب (بسیار مناسب و نسبتاً مناسب) و نامناسب (نامناسب و ضعیف)، بیش از ۹۷ درصد توافق کلی برخوردارند و تنها در کمتر از ۳ درصد با یکدیگر اختلاف داشته که بیشتر مربوط به دو کلاس نسبتاً مناسب و بسیارمناسب با هم (۱/۷ درصد) است (جدول ۴).

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-26]

جدول ۴. مقایسه توافق مکانی ارزیابی تناسب اراضی برای گندم و جو

	طبقه	گندم				مجموع
		N	S۳	S۲	S۱	
جو	N	۵۲۰	۹	۰	۰	۵۲۹
	S۳	۵۹	۲۵۳۷	۲۵۸	۰	۲۸۵۴
	S۲	۰	۲۱۹	۱۶۵۹۲	۹۱	۱۶۹۰۲
	S۱	۰	۰	۶۹۸	۲۴۵۴۷	۲۵۲۴۵
	مجموع	۵۷۹	۲۷۶۵	۱۷۵۴۸	۲۴۶۳۸	۴۵۵۳۰

- **تحلیل فضایی الگوی کشت موجود از لحاظ ایجاد زمینه توازن فضایی**

با توجه به درصد بالای توافق دو نقشه تناسب اراضی برای کشت گندم و جو، به‌منظور مقایسه سطح زیرکشت گندم و جو با پهنه‌های مناسب برای کشت این دو محصول، به مقایسه نقشه الگوی کشت محصولات زراعی (شکل ۳) با نقشه میزان تناسب اراضی محدوده مورد مطالعه برای کشت گندم آبی پرداخته شد تا تفاوت بین الگوی کشت فعلی و توان بالقوه مناسب برای گندم و جو مشخص شود و اطلاعات مفیدی در مورد توزیع فضایی سطوح مختلف تناسب به‌دست آید. نتایج این مقایسه در جدول ۵ آمده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، بیش از ۹۷ درصد سطح گندم و جو کشت شده در پهنه بسیارمناسب و نسبتاًمناسب برای کشت این دو محصول قرار گرفته‌اند و کشت این دو محصول با توجه به توان اکولوژیکی اراضی به‌درستی توزیع شده‌اند و اکثر اراضی دارای شرایط مناسب مانند EC مناسب، زهکشی کافی، عمق زیاد خاک، فرسایش کم، بارش سالیانه کافی و متوسط دمای مناسب برای کشت گندم و جو می‌باشند.

جدول **۵. مقایسه نقشه تناسب اراضی برای محصول گندم و جو با سطح زیرکشت این دو محصول در وضعیت موجود**

بسیار مناسب		نسبتاً مناسب		ضعیف		نامناسب	
هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد
۴۶۸۴/۷	۵۸/۰	۳۱۶۶/۲	۳۹/۲	۱۹۳/۸	۲/۴	۳۲/۳	۰/۴

تجزیه و تحلیل همپوشانی بین نقشه تناسب گندم و جو و نقشه الگوی کشت موجود محدوده موردمطالعه برای درک بهتر رابطه آن‌ها انجام شده و لایه حاصل، اطلاعات مفیدی را در مورد کشت گندم و جو در اراضی مناسب ارائه می‌دهد و اجازه می‌دهد تا در هنگام تعیین الگوی کشت، نتایج به‌دقت تنظیم شود.

یافته‌های پژوهش نشان داد بخش‌های زیادی از اراضی محدوده مورد مطالعه برای کشت گندم و جو تناسب دارند. به‌عبارت دیگر، اراضی زیرکشت گندم و جو در انطباق بالا با نقشه توان اکولوژیک ناحیه است. این تناسب تحت‌تاثیر متغیرهایی چون بافت خاک، دما ، عمق خاک، شیب، میزان بارش و زهکشی است. پژوهش وفا و همکاران (۱۳۹۷) نیز دما، شیب و ارتفاع را به عنوان موثرترین عوامل در تعیین تناسب اراضی برای کشت گندم معرفی کرده‌اند. پاکپوروربطی و همکاران (۱۳۹۲) نیز بافت خاک، ذرات درشت‌تر از شن و توپوگرافی را به همراه اسیدیته و آهک خاک از مهم‌ترین عوامل

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-26]

خاکی معرفی کردند که تولید جو را با محدودیت مواجه می‌سازند. البته مارتین و ساحا (۲۰۰۹) در کنار برخی از این متغیرها، بر سیل‌گیری و فرسایش نیز تاکید داشتند.

تطبیق پهنه‌بندی فضایی انجام گرفته با نتایج تحقیقات دیگران بویژه گیوی (۱۳۷۷) (که در پژوهش خود به این نتیجه رسیده‌اند که قسمت اعظم اراضی برای کشت آبی گندم و جو تناسب خوبی وجود دارد، اما در بعضی از اراضی وجود بافت نامناسب و سنگریزه‌ها، شوری، پستی و بلندی، سیل‌گیری و وضعیت زهکشی می‌تواند برای کشت گندم و جو ایجاد محدودیت کند) در این قلمرو جغرافیایی نشان می‌دهد که الگوی رفتاری بهره‌برداران از زمین (روستاییان) مبتنی بر تجربه زیسته‌شان از فضایشان است. آن‌ها در روند زمانی به این تجربه رسیده‌اند که اراضی را به کشت گندم و جو اختصاص دهند که در متغیرهای بافت خاک، دما، عمق خاک، شیب، میزان بارش و زهکشی از شرایط مطلوب‌تری برخوردار باشند. این الگو رفتاری در سطح ناحیه کاملا آشکار است. بدین معنا که، بهره‌برداران، اراضی غربی ناحیه که از وضعیت مناسب برخوردار نبودند را کمتر به این محصولات اختصاص دادند.

البته، تحقیقات دیگر در کنار متغیرهای محیطی، متغیرهای اجتماعی - فرهنگی و سیاسی اقتصادی را برای بهینه-سازی ساختار فضایی الگوی کشت مورد توجه قرار می‌دهند. آن‌ها بر نقش روابط و مناسبات اجتماعی- اقتصادی، قیمت محصول و بازار و سود خالص محصولات نیز تاکید دارند. کاظمی و همکاران (۱۳۹۵)، پس از توان‌سنجی بوم‌شناختی محصولات مختلف در هر واحد اراضی (به‌عنوان واحد واحد مدیریتی)، با لحاظ کردن شاخص‌هایی مانند نیاز آبی گیاهان، وضعیت منابع آب، هزینه‌های تولید، سودخالص و سایر عوامل اقتصادی و توسعه‌ای، الگوی مناسب برای هر واحد را تعیین کردند. هائو و همکاران (۲۰۱۷) نیز پس از پهنه‌بندی فضایی محصولات کشاورزی با توجه به شاخص‌هایی مانند حداکثر سود خالص کشاورزی در هر واحد آبیاری، اقدام به بهینه‌سازی الگوی کشت برای دو محصول گندم و ذرت نمودند.

از آن‌جا که، گندم و جو از محصولات استراتژیک است لازم است میان گزینه‌های موجود برای انتخاب محل کشت این دو محصول، باتوجه به اولویت‌های مختلف، بهترین مکان را انتخاب کرد. یکی از معیارهای اساسی برای این انتخاب، مقایسه الگوی کشت در وضع موجود با توان‌سنجی است. به‌نحوی‌که، از نظر مکانی، کمترین تفاوت را داشته باشند. در این‌صورت، کارشناسان واحدهای کشاورزی می‌توانند مدیریت بهتر بر الگوی کشت ناحیه داشته باشند.

با توجه به این‌که ناحیه لنجانات در سطح وسیعی از اراضی خود دارای شرایط لازم برای کشت گندم و جو است، ممکن است یک واحد زراعی برای چندین محصول دیگر نیز توان لازم را داشته باشد. بنابراین ضرورت دارد برای بهینه‌سازی ساختار فضایی الگوی کشت و توازن‌بخشی فضایی، سطح زیرکشت درنظر گرفته برای کشت این دو محصول، با توجه به تناسب کشت سایر محصولات با توان اکولوژیک ناحیه مورد بازبینی قرار گیرد. بدین معنا که، این دو محصول در اراضی کشت شوند که برای سایر محصولات انتخاب شده برای کشت، نامناسب و یا نیمه‌مناسب بوده، اما برای کشت این دو محصول مستعد است. برهمین اساس لازم است این مراحل برای سایر محصولات الگوی کشت ناحیه مانند برنج، سیب‌زمینی، پیاز و انواع علوفه تکرار شود تا ضمن پهنه‌بندی اراضی محدوده برای کشت محصولات، میزان تناسب توزیع محصولات الگوی کشت فعلی با توان اراضی این محصولات سنجیده شود. همچنین پهنه‌بندی فضایی محصولات جایگزین با نیاز آبی کم‌تر و سود اقتصادی بالاتر نیز برای معرفی در الگوی کشت بهینه تهیه گردد.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-26]

نتیجه‌گیری

پهنه‌بندی فضایی یکی از کلیدی‌ترین روش‌ها برای سنجش تناسب اراضی با الگوهای کشت در وضع موجود است. این روش می‌تواند به سیاستگذاران و برنامه‌ریزان برای بهینه‌سازی ساختار فضایی نواحی و توازن‌بخشی آن‌ها کمک نماید. یافته‌های تحقیق انجام گرفته بر این سه نتیجه کلیدی تاکید دارد:

- در پهنه بندی فضایی الگوی کشت بویژه در قلمروهای که دارای محدودیت منابع آب هستند مولفه‌های کلیدی متعددی در ابعاد مختلف طبیعی، اجتماعی-فرهنگی و سیاسی- اقتصادی اثرگذار هستند. اما در این میان نقش عوامل طبیعی مهمتر است؛
- الگوی کشت گندم و جو در وضع موجود در تناسب با توان اکولوژیک ناحیه است. این نکته نشان از ادراک درست بهره‌برداران روستایی از فضای فعالیتی خود است؛
- پهنه‌بندی مناسب اراضی (با هدف تناسب اراضی با الگو کشت) می‌تواند با بهینه سازی ساختار فضایی کشت محصولات زراعی، زمینه را برای توازن‌بخشی فضایی فراهم سازد.

بر اساس نتایج پژوهش پیشنهاد می‌شود:

- به منظور توزیع فضایی الگوی کشت بهینه لازم است که در کنار توجه به توان اکولوژیکی اراضی، با در نظر گرفتن سایر معیارها و الویت‌های طبیعی، اجتماعی- فرهنگی، اقتصادی و سیاسی، به شناسایی و سپس اولویت-بندی و جایگزینی سایر محصولات و اقدامات لازم روی آورد و الگویی از کشت را توسعه داد که زمینه پویش مطلوب فضا را فراهم آورد.
- در این مطالعه با توجه به محدودیت داده‌ها برای ارزیابی تناسب کشت، تنها معیارها و نیازهای زراعی- بوم-شناختی با داده‌های دردسترس مورد بررسی قرار گرفته و تکمیل نقشه‌های تناسب اراضی با در نظر گرفتن معیارهای ارزیابی بیشتر مانند میزان تبخیر و تعرق، میزان آب در دسترس و مواردی از این قبیل و سایر روش‌های تصمیم‌گیری‌های چندشاخصه توصیه می‌شود.

منابع

اداره کل آمار و اطلاعات. ۱۳۷۹. سامانه مدیریت اطلاعات جغرافیایی کشاورزی استان همدان، انتشارت وزارت کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و بودجه، اداره کل آمار و اطلاعات، تهران.

امامی‌حیدری، حامد؛ هادی جعفری و غلام‌حسین کرمی. ۱۳۹۳. نقش مدیریت کشاورزی در تداوم جریان‌زاینده‌رود. پژوهش‌های آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، **۲۸(۶)** :۱۰۹۵-۱۱۰۶.

امینی فسخودی، عباس و مهرنوش میرزایی. ۱۳۹۲. پیامدهای بحران کم‌آبی و خشک شدن زاینده‌رود در مناطق روستایی (مطالعه موردی: جلگه برآآن در شرق اصفهان). توسعه محلی، **۵(۲)**: ۱۵۷-۱۸۰.

پاکپور ربطی، احمد؛ علی‌اصغر جعفرزاده؛ فرزین شهبازی و پرویز عماری. ۱۳۹۲. ارزیابی اراضی مستعد برای تعدادی از محصولات کشاورزی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در مناطقی از استان آذربایجان غربی. دانش آب و خاک (دانش کشاورزی)، **۲۳(۱)**: ۱۷-۱۶۵.

پورطاهری، مهدی؛ عبدالرضا رکن‌الدین افتخاری و علی‌اصغر سوادی مالیدره. ۱۳۹۳. پیامدهای اجتماعی و اقتصادی تغییر الگوی کشت و نقش آن در توسعه‌ی روستایی مطالعه موردی: تغییر الگوی کشت برنج به مرکبات در دهستان بالاتجن استان مازندران. جغرافیا و توسعه، **۱۲(۳۵)**: ۲۱۷- ۲۳۲.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-26]

داروپی، پرستو. ۱۳۹۸. تحلیل فضایی الگوی کشت نواحی روستایی لنجانات، رساله دکتری، دانشگاه خوارزمی تهران.
دفتر کل آمار و فن‌آوری اطلاعات. ۱۳۸۱. سامانه مدیریت اطلاعات جغرافیایی کشاورزی استان قم، انتشارت وزارت کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و بودجه، دفتر کل آمار و فن‌آوری اطلاعات، تهران.
ریاحی، وحید؛ پرویز ضیائیان فیروزآبادی، فرهاد عزیزپور و پرستو دارویی. ۱۳۹۸. تعیین و بررسی سطح زیرکشت محصولات زراعی در ناحیه لنجانات با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای. تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، **۱۹(۵۲)**: ۱۴۷-۱۶۹.
ریاحی، وحید؛ پرویز ضیائیان فیروزآبادی، فرهاد عزیزپور و پرستو دارویی. ۱۳۹۸. عوامل موثر بر ناپایداری الگوی کشت در ناحیه لنجانات. اقتصاد فضا و توسعه روستایی، **۸(۴)**: ۱۳۹-۱۶۸.
طاهرخانی، مهدی و داریوش رحمانی. ۱۳۸۵. تحلیلی بر تخصصی شدن الگوی کشت و نقش آن در توسعه روستایی نمونه موردی: کشت توت فرنگی در منطقه ژاورود مریوان. برنامه‌ریزی و آمایش فضا، **۱۰(۱)**: ۸۱-۱۰۲.
علیان، علی. ۱۳۷۷. آشنایی با منطقه لنجانات، انتشارات نقش خورشید، اصفهان.
علیجانی، بهلول و رضا دوستان. ۱۳۸۵. تعیین نواحی مستعد کشت زرشک در استان خراسان جنوبی با استفاده از GIS. جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، **۸**: ۱۳-۳۳.
فرج زاده اصل، منوچهر و عباس تکلوبیغش. ۱۳۸۰. ناحیه‌بندی اگروکلیمایی استان همدان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی با تأکید بر گندم دیم.، پژوهش‌های جغرافیایی، **۴۱**: ۹۳-۱۰۶.
قدسی‌پور، حسن. ۱۳۸۴. فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP). چاپ چهارم. انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران.
کاظمی، حسین. ۱۳۹۲. پهنه‌بندی زراعی- بوم‌شناختی اراضی کشاورزی شهرستان گرگان جهت کشت جولخت بر اساس منطق بولین. تولیدات گیاهان زراعی، **۶(۴)**: ۱۶۵-۱۸۵.
کاظمی، حسین. ۱۳۹۳. پهنه‌بندی بوم‌شناختی اراضی کشاورزی شهرستان گرگان جهت کشت آفتابگردان. پژوهش‌های تولید گیاهی، **۲۱(۱)**: ۴۷-۲۵.
کاظمی، حسین؛ زین العابدین طهماسبی سروستانی؛ بهنام کامکار؛ شعبان شتایی و سهراب صادقی، سهراب. ۱۳۹۵. تدوین الگوی کشت بهینه برای استان گلستان با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، پژوهش‌های آبخیزداری، **۱۱۰**: ۸۸-۱۰۶.
گیوی، جواد. ۱۳۷۶. ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای نباتات زراعی و باغی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه فنی شماره **۱۰۱۵**.
گیوی، جواد. ۱۳۷۷. ارزیابی، کیفی، کمی و اقتصادی تناسب و تعیین پتانسیل تولید اراضی برای محصولات منطقه فلاورجان اصفهان، مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی.
محمدیان، فرشاد؛ ناصر شاه نوشی فروشانی؛ محمد قربانی و حسن عاقل. ۱۳۸۹. تدوین الگوی زراعی پایدار در دشت فریمان- تربت جام. اقتصاد کشاورزی (اقتصاد و کشاورزی)، **۴(۲)**: ۱-۴۱.
مرکز آمار ایران. ۱۳۹۵. جمعیت برحسب جنس، سن و وضعیت سکونت برحسب تفکیک استان و شهرستان براساس نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن ۱۳۹۵. https://www.amar.org.ir
مرکز آمار ایران. ۱۳۹۵. تعداد بهره‌برداری و مساحت زمین بهره برداری‌های با زمین برحسب نوع‌کشت و شهرستان: آبان ۱۳۹۳، سالنامه آماری استان اصفهان ۱۳۹۵.https://salnameh.sci.org.ir
مالچفسکی، یاچک. ۱۳۹۵. سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چندمعیاری، اکبر پرهیزکار و عطا غفاری‌گیلانده. چاپ چهارم. انتشارات سمت، تهران.
مطیعی لنگرودی، حسن. ۱۳۸۴. جایگاه کشاورزی در روستاهای دره‌ای غرب شهرستان مشهد، تنگناها و راهکارها. جغرافیا و توسعه، **۳(۵)**: ۲۴-۵.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-26]

نصرالهی، نیلوفر؛ حسین کاظمی؛ بهنام کامکار و سهراب صادقی. ۱۳۹۵. ارزیابی زراعی بوم شناختی اراضی شهرستان آق قلا (استان گلستان) جهت کشت گندم دیم با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی. نشریه زراعت، **۱۱۰**: ۸۳-۹۴.

نویدی، میرناصر؛ جواد سیدمحمدی؛ سیدرضا سیدجلالی؛ علی زین‌الدینی؛ اصغر فرجنیا؛ غلامرضا زارعیان؛ نورایر تومانیان؛ شاهرخ فاتحی؛ مهناز اسکندری و بهاره دلسوز. ۱۴۰۱. ارزیابی تناسب اراضی برای کشت گندم در دشت‌های آبی ایران. پژوهش‌های خاک، **۳۶(۲)**: ۱۴۵-۱۲۷.

وفا، پروانه؛ مهرشاد براری؛ یاسر علی‌زاده و مرزبان فرامرزی. ۱۳۹۷. پهنه بندی بوم شناختی زراعی گندم آبی با استفاده از سامانه های اطلاعات جغرافیایی و مدل تحلیل سلسله مراتبی در استان ایلام. کشاورزی بوم شناختی، **۸(۱)**: ۶۱-۷۴.

یوسفی فاتح، مهرداد؛ حسین آقامحمدی زنجیرآباد و سعید بهزادی. ۱۳۹۵. مدل‌سازی مکان‌مند الگوی بهینه کشت با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی و سیستم‌های اطلاعات مکانی: مورد دشت اسدآباد. مهندسی نقشه برداری و اطلاعات مکانی،**۷(۲)**: ۱۳-۲۴.

Bhagat, R.M.; S. Singh; C. Sood; R.S. Rana; V. Kalia; S. Pradash; W. Immerzeel, and B. Shrestha. ۲۰۰۹. Land suitability analysis for cereal production in Himachal Pradash (India) using Geographical Information System. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, **۳۷(۲)**: ۲۳۳-۲٤۰.

Ceballos-Silva, A., and J. Lopez-Blanco. ۲۰۰۳. Delineation of suitable areas for crops using a Multi-Criteria Evaluation approach and land use/cover mapping: a case study in Central Mexico. Agricultural Systems, **۷۷(۲)**: ۱۱۷-۱۳٦.

Chen, H.S.; G. S Liu; Y.F Yang; X.F. Ye, and S.H.I. Zhou. ۲۰۱۰. Comprehensive evalution of tobacco ecological suitability of Henan province based on GIS. Agriculture science in chine. **۹(٤)**: ۵۸۳-۵۹۲.

Ghafari A.; H.F. Cook, and H.C. Lee. ۲۰۰۰. Integrating climate, soil and crop information: a land suitability study using GIS. In Proceeding of ٤th International Conference on Integration GIS and Environmental Modeling (GIS/EM٤): Problems, Prospects and Research Needs, Banff, Alberta, Canada, September (pp. ۲-۸).

Hao, L.; X. Su; V.P.Singh, and O.O. Ayantobo. ۲۰۱۷. Spatial Optimization of Agricultural Land Use Based on Cross-Entropy Method. Entropy, **۱۹(۱۱):** ۵۹۲.

Khan, M. R.; C.A. De Bie; H. Van Keulen; E.M.A. Smaling, and R. Real. ۲۰۱۰. Disaggregating and mapping crop statistic using hypertemporal remote sensing. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, **۱۲(۱)**: ۳٦-٤٦.

Martin, D., and S. K. Saha. ۲۰۰۹. Land evaluation by integrating remote sensing and GIS for cropping system analysis in a watershed. Current Science, **۹٦(٤)**:۵٦۹-۵۷۵.

Samanta, S.; B. Pal, and D.K. Pal. ۲۰۱۱. Land suitability analysis for rice cultivation based on multi-criteria decision approach through GIS. International Journal of Science and Emerging Technologies, **۲(۱)**: ۱۲-۲۰.

Sharifi, M.A., and M.V. Herwijnen .۲۰۰۲. Spatial Decision Support Systems, Lecture Series, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC).

Sys, C.; E. Van Ranst, J. Debaveye, and F. Beernaert. ۱۹۹۱. Land evaluation. Part I: Principles in land evaluation and crop production calculations. Agricultural Publications n° ۷, General Administration for Development Cooperation (GADC), Brussels, Belgium.

Sys C., E. Van Ranst, J. Debaveye, and F. Beernaert. ۱۹۹۱. Land evaluation, Part II: Method in Land evaluation. Agricultural Publications n° ۷, Administration for Development Cooperation (GADC), Brussels, Belgium.

Sys C., E. Van Ranst, and J. Debaveye and F. Beernaert. ۱۹۹۳. Land evaluation, Part: III, Crop Requirement. Agricultural Publications n° ۷, Administration for Development Cooperation (GADC), Brussels, Belgium, ۱۹۱ p.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-26]

Wang, D.C.; C.J. Li; X.Y. Song; J.H. Wang; X.D. Yang; W.J. Huang; J.Y.Wang, and J.H. Zhou. ۲۰۱۱. Assessment of land suitability potentials for selecting winter wheat cultivation areas in Beijing, China, using RS and GIS. Agricultural Sciences in China, **۱۰(۹)**: ۱٤۱۹-۱۳۳۰.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-26]