



ارزیابی توانایی اراضی برای کشت گیاه چغندرقدن بهاره با استفاده از فناوری‌های زمین مرجع (مطالعه موردی: اراضی زراعی استان لرستان)

Evaluation of land potential for spring sugar beet cultivation using geospatial technologies (Case study: agricultural lands of Lorestan province)

حسین پورهادیان^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۱۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۰۱

نوع مقاله: پژوهشی

DOI:10.22092/JSB.2024.364298.1341

ح. پورهادیان. ۱۴۰۲. ارزیابی توانایی اراضی برای کشت گیاه چغندرقدن بهاره با استفاده از فناوری‌های زمین مرجع (مطالعه موردی: اراضی زراعی استان لرستان). چغندرقدن، ۳۹(۲): ۲۲۲-۲۰۹.

چکیده

شناخت توانایی اراضی هر منطقه بسترساز اجرای الگوی کشت و استفاده بهینه از شرایط محیطی است. هدف اصلی این مطالعه شناسایی توانایی اراضی زراعی استان لرستان برای کشت بهاره چغندرقدن است. در این پژوهش از ترکیب فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP)، منطق فازی و سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی (GIS) استفاده شد. در مجموع از ۱۵ عامل شامل: شش عامل اقلیمی، سه عامل توپوگرافی و شش عامل خاک برای شناسایی مکان‌های بالقوه مناسب کشت چغندرقدن استفاده گردید. بدین صورت که پس از انتقال اطلاعات عوامل به محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی لایه رستری آنها تهیه شد و سپس به کمک منطق فازی براساس نیاز اکولوژیکی چغندرقدن، فازی‌سازی شدند. به منظور تعیین ارزش وزنی هر معیار، از رویکرد فرآیند تحلیل شبکه‌ای استفاده شد. در نهایت لایه‌های نهایی به کمک ترکیب لایه‌های وزن دار تولید شدند و به چهار طبقه خیلی مناسب، مناسب، ضعیف و نامناسب تقسیم گردیدند. در نتایج مشخص شد که ۲۱/۰۴ درصد از کل مساحت مورد مطالعه برای کشت چغندرقدن در پهنه خیلی مناسب و ۷۶/۷۵ درصد در پهنه مناسب واقع شد و پهنه‌های ضعیف و نامناسب به ترتیب ۴/۱۸ و ۰/۰۳ درصد به خود اختصاص دادند. از عوامل اقلیمی: دمای بیشینه (۲۷/۰۲ درصد) و بارش مؤثر (۱۵/۵۵ درصد)، توپوگرافی: جهت شیب (۵۰/۱۹ درصد) و شیب (۱۸/۵۵ درصد) و خاک: نیتروژن کل (۹۹/۹۹ درصد)، ماده آلی (۱۰۰ درصد) و فسفر قابل دسترس (۲۹/۳۹ درصد) بیشترین محدودیت (پهنه ضعیف و نامناسب) برای کشت چغندرقدن بهاره در اراضی مورد مطالعه ایجاد کردند.

واژه‌های کلیدی: تناسب‌بندی، چغندرقدن بهاره، منطق فازی، ANP، GIS



مقدمه

روش توانایی سنجش هم‌زمان تمام عوامل محیطی مؤثر بر کشت و عملکرد گیاه از جمله عوامل اقلیمی، توپوگرافی و حاصلخیزی خاک را دارا است (Bazugba et al. 2023; Sarkar et al. 2023).

در سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) افزارهای مختلفی جهت سنجش توانایی اکولوژیکی هر منطقه نهفته است که افزای از جمله از مهم‌ترین این‌ها است (Azadi et al. 2023; Pourhadian 2021a). افزای به دلیل خاکستری دیدن هر عامل محیطی و ارزش‌روندی قائل شدن برای مقادیر آن بستر ساز دقت در سنجش توانایی منطقه است (Özkan et al. 2020; Pourhadian et al. 2019). ترکیب یکپارچه GIS، منطق افزای و سامانه‌های چند معیاره، پتانسیل بالایی برای افزایش اثربخشی و دقت ارزیابی تناسب زمین برای تولید محصول دارد (Budak et al. 2024; Kılıc et al. 2022).

آزادی و همکاران (Azadi et al. 2023) با بررسی حاصلخیزی خاک دشت شادکام استان فارس برای کشت گندم به کمک منطق افزای گزارش کردند ۶۲/۷۷ درصد از اراضی سطح مورد مطالعه دارای حاصلخیزی خیلی بالا و ۶/۴۲ درصد حاصلخیزی کم می‌باشند. پورهادیان (Pourhadian 2021b) با پژوهش در زمینه پهنه‌بندی اراضی استان لرستان به کمک منطق افزای برای کشت دوم ارزن علوفه‌ای (*Panicum miliaceum* L.) دریافت ۶۰/۴۲ درصد از اراضی دارای شرایط مناسب و ۱۶/۳۵ درصد دارای شرایط خیلی مناسب است و به جز اسیدیت (pH) خاک، بقیه عوامل هر کدام در بخشی از محدوده مورد مطالعه موجب محدودیت برای کشت ارزن علوفه‌ای شدند. مطالعه انجام‌شده در اراضی استان لرستان جهت کشت سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor* L.) به کمک منطق افزای و عوامل محیطی نشان داد سطح محدوده‌ی مورد مطالعه در طبقات خیلی مناسب (۶/۹۹)

چغندر قند (*Beta vulgaris* L.) گیاهی صنعتی و دوساله از تیره تاج‌خروس (*Amaranthaceae*) که به صورت یک‌ساله و برای تولید ریشه ذخیره‌ای در فصل پاییز و بهار کشت می‌شود و سازگاری بالایی به شرایط متنوع محیطی دارد. این گیاه به همراه گیاه نیشکر تأمین‌کننده شکر مورد نیاز انسان است و نقش بسیار مهمی در تناوب زراعی ایفا می‌کند. همچنین دیگر فرآورده‌های آن مصرف صنعتی و خوراک دام دارد (Khajehpour 2013). استان لرستان با سطح زیر کشت ۱۰۳۶۴ هکتار با میانگین عملکرد ۵۱ تن در هکتار و مقام پنجم با سهم ۷/۰۹ درصدی از کل تولید چغندر قند کشور، از استان‌های مهم در تولید این گیاه استراتژیک است (Anonymous 2023).

برای بهره‌گیری از حداکثر پتانسیل هر گیاه، شناخت توانایی منطقه‌ی مورد کشت از نظر تأمین نیازهای اکولوژیکی گیاه امری مهم و ضروری است. با این کار شرایطی فراهم می‌شود تا توانایی‌ها و محدودیت‌های محیطی را شناخت و براساس آنها اقدام به کشت نمود و بستر لازم را برای گسترش کشاورزی پایدار مهیا و از خسارت ناشی از کشاورزی به محیط‌زیست کاست (Sargımand Karaca 2023; Choudhary et al. 2023; Pourhadian 2021b). تحقق این موضوع به کمک تحقیقات آزمایشگاهی، مزرعه‌ای، مدل‌سازی و استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) محقق می‌شود. اما GIS به دلیل صرفه‌جویی در وقت و هزینه و مهم‌تر از همه به‌کاری هم‌زمان در پهنه‌های وسیع به وسعت محل (Sadiq et al. 2023)، منطقه (Kılıc et al. 2022)، ملی (Paravar et al. 2023) و جهانی (Nehbandani et al. 2023) امروزه کاربرد وسیعی نسبت به دیگر روش‌ها در سنجش توانایی اراضی جهت کشاورزی به‌خود گرفته است. همچنین این

اراضی مورد مطالعه دارای شرایط خیلی مناسب و مناسب هستند و در صورت بهره‌برداری صحیح از منابع آب و خاک نقش بارزی در توسعه‌ی پایدار و اقتصاد منطقه خواهد داشت.

با توجه به نیازآبی چغندر قند و گستردگی کشت بهاره و کاربرد فراوان آن در استفاده انسان از یک‌طرف و از طرف دیگر خشک‌سالی‌های پی‌درپی در ایران و به تبع آن در استان لرستان، شناخت پهنه‌های مناسب کشت این گیاه براساس نیاز اکولوژی آن کمک‌کننده در استفاده بهینه از منابع و افزایش تولید محصول در بلندمدت و فراهم‌ساز اطلاعات لازم برای آینده‌نگری است. بنابراین ارزیابی توانایی اراضی زراعی استان لرستان به کمک GIS، منطق فازی و ANP مورد پژوهش قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

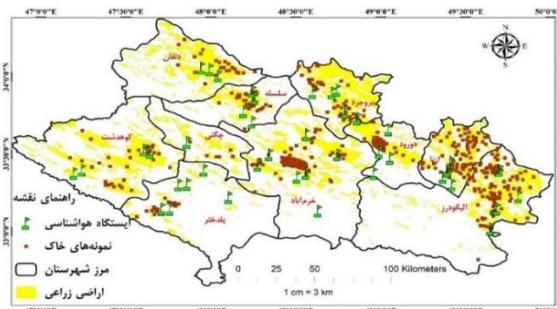
استان لرستان در غرب ایران با طول شرقی ۴۶ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۰۱ دقیقه و عرض شمالی ۳۲ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۳ دقیقه در همسایگی استان‌های خوزستان، ایلام، کرمانشاه، همدان، مرکزی، اصفهان و چهارمحال و بختیاری قرار دارد و از نظر جغرافیایی و تأمین امنیت غذایی نقش استراتژیکی دارد (شکل ۱). استان لرستان استانی چهار فصل و با خرد اقلیم‌های متنوع است. وسعت اراضی زراعی آن حد ۶۹۱۲۹۲ هکتار است که عمده گیاهان کشت‌شده در آن شامل گندم (۲۳۸۰۴۵ هکتار)، جو (۱۴۲۰۲۵ هکتار)، نخود (۶۲۰۲۴ هکتار)، لوبیا (۱۳۸۸۴ هکتار)، عدس (۶۸۰۲ هکتار)، چغندر قند (۱۰۳۶۴ هکتار)، سیب‌زمینی (۴۷۹۳ هکتار)، یونجه (۱۴۵۵۵ هکتار)، شبدر (۷۳۶۰ هکتار)، ذرت (۱۳۵۷ هکتار) و محصولات سبزیجات و جالیزی (۱۴۵۲۴ هکتار) ۱۷۵۵۵۹ هکتار بلاکشت بوده است (Annonymous 2023).

درصد)، مناسب (۹۲/۳۸ درصد) و ضعیف (۰/۶۳ درصد) مشاهده شد. طبقه خیلی مناسب در مرکز، جنوب غربی و شمال شرقی استان، طبقه مناسب در کل استان و طبقه ضعیف در شرق استان واقع شد. بررسی عوامل مؤثر بر کشت سورگوم علوفه‌ای حاکی از تنوع این عوامل در بروز استعداد منطقه داشتند و دمای کمینه در اواخر دوره رشد، ماده‌آلی، نیتروژن کل و ارتفاع از سطح دریا بیشترین محدودیت را برای این گیاه موجب شدند (Pourhadian 2021a).

خسروی و همکاران (Khosravi et al. 2014) با بررسی تناسب محیطی شهرستان تربت حیدریه برای کشت بهاره چغندر قند گزارش کردند ۵۹/۶۱ درصد دارای شرایط خیلی خوب و ۲۴/۴۹ درصد فاقد استعداد برای کشت این گیاه می‌باشد. این محققین نیازآبی و بارش مؤثر را مهم‌ترین عوامل در تولید این محصول ذکر کردند. صادق و همکاران (Sadiq et al. 2023) با مطالعه تناسب‌بندی اراضی منطقه حکومت محلی کودان در ایالت کادونای نیجریه برای کشت سویا دریافتند ۱۴/۱۴ درصد از سطح مورد مطالعه دارای شرایط مناسب و ۸۳/۷۷ درصد از آن دارای شرایط ضعیف می‌باشد. سبحانی و همکاران (Sobhani et al. 2020) با پهنه‌بندی استان آذربایجان شرقی به کمک ویژگی‌های خاک و عوامل اقلیمی برای کشت چغندر قند دریافتند ۲۹ درصد از مساحت استان دارای شرایط خیلی مناسب، ۲۵ درصد مناسب، ۲۹ درصد متوسط و ۳۲ درصد ضعیف است. در مطالعه دیگری عزیزی و همکاران (Azizi et al. 2022) با بررسی کشت پاییزه در لرستان دریافتند مناطق گرم استان شامل پلدختر و کوه‌دشت مناسب کشت چغندر قند هستند. پروین و همکاران (Parvin et al. 2017) پتانسیل سنجی اراضی جنوب آذربایجان غربی جهت کشت چغندر قند به کمک عوامل اقلیمی، توپوگرافی و خاک و منظور کردن دوره رشد از نیمه دوم اسفندماه تا اواخر شهریور، دریافتند ۱۸ درصد از

رشد مدنظر برای کشت چغندر قند (اول اردیبهشت تا پایان مهرماه) میانگین گیری شد و بعد از آن به کمک میان یابی وزن دهی فاصله معکوس (IDW) لایه رستری آنها تهیه گردید و نقشه دمای میانگین و بیشینه به کمک تابع فازی گوسی و دمای کمینه به کمک تابع خطی افزایشی با استفاده از مدل عضویت فازی (Fuzzy Membership) براساس حد بهینه و بحرانی گیاه چغندر قند (جدول ۱)، فازی شدند.

برای تهیه لایه رستری، اطلاعات نیاز آبی، بارش مؤثر و تبخیر و تعرق، از سامانه نیاز آبی کشور تهیه شده توسط مؤسسه تحقیقات خاک و آب استفاده شد. بدین صورت که با تعیین تاریخ کاشت در محدوده سال های مورد نظر (۱۳۸۳-۱۳۹۶) و ایستگاهی که آمار اقلیمی استان لرستان آن کامل بود، اطلاعات مربوط به سه پارامتر ذکر شده استخراج گردیده و با انتقال به نرم افزار لایه گستر اکسل و سپس به محیط GIS، لایه رستری در محدوده اراضی زراعی به کمک میان یابی IDW تولید گردید و سپس با استفاده از تابع فازی خطی کاهشی لایه نیاز آبی و تبخیر و تعرق و خطی افزایشی لایه بارش مؤثر، استاندارد سازی و با توجه به حد بهینه و بحرانی نیاز اکولوژیکی گیاه چغندر قند (جدول ۱) فازی شدند.



شکل ۱ موقعیت جغرافیایی ایستگاه های هواشناسی، نمونه های خاک و اراضی زراعی و مرز شهرستان های استان لرستان

عوامل اقلیمی

عوامل اقلیمی نخستین و مهم ترین عامل در تعیین کشت هر گیاه در منطقه مورد نظر هستند. چرا که دما و آب تعیین کننده رشد و مراحل فیزیولوژی و مرفولوژی گیاه و همچنین بیشترین تأثیر در عملکرد گیاه را دارند. برای تعیین اثر عوامل اقلیمی بر توانایی سنجش اراضی استان برای کشت چغندر قند ابتدا میانگین اطلاعات دماهای کمینه، بیشینه و میانگین تهیه شده طی سال های ۱۳۸۳-۱۳۹۶ (دوره ۱۴ ساله) از هشت ایستگاه تبخیرسنجی و نه ایستگاه سینوپتیک در محدوده استان لرستان به محیط GIS نسخه ۱۰/۷ انتقال داده شدند و سپس از این اطلاعات در طی دوره

جدول ۱ عوامل محیطی و حد مطلوب و بحرانی آن ها برای چغندر قند بهاره

عوامل محیطی	واحد اندازه گیری	حد مطلوب	حد بحرانی
دمای کمینه	درجه سانتی گراد	۱۵-۲۰	<۴
دمای بیشینه	درجه سانتی گراد	۲۴-۳۰	>۳۵
دمای متوسط	درجه سانتی گراد	۱۸-۲۵ (۲۱/۵)	<۱۰
بارش مؤثر	میلی متر	>۲۶	<۱۶
نیاز آبی	میلی متر	<۹۵۰	>۱۱۵۰
تبخیر و تعرق	میلی متر	<۱۰۵۰	>۱۲۵۰
ارتفاع	متر	۱۴۰۰-۱۸۰۰	>۳۰۰۰ و <۱۰۰۰
شیب	درصد	<۴	>۱۲
جهت شیب	-	فلات، جنوبی، جنوب شرقی	غربی، شمالی
فسفر قابل دسترس	میلی گرم در کیلوگرم	>۱۵	<۵
پتاسیم قابل دسترس	میلی گرم در کیلوگرم	>۲۵۰	<۱۵۰
مواد آلی	درصد	>۲	<۱
نیتروژن	درصد	>۰/۲۵	<۰/۱
بافت	-	سیلتی، لومی رسی سیلتی، لومی سیلتی، لومی رسی، لومی رسی شنی، رسی شنی	شنی، رسی
اسیدیته (pH)	-	۶-۸/۲	<۵/۲ و >۸/۵

عوامل توپوگرافی

اسیدیته، از ۶۰۳ نقطه (بخش آب و خاک مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، نتایج آزمایش خاک کشاورزان; Rahman Salari and Omidvari 2016) (Amirian Chakan 2011 جمع‌آوری شد (شکل ۱) و پس از انتقال به محیط GIS، نقشه این عوامل به جزء بافت خاک به کمک روش درون‌یابی کریجینگ تهیه گردید. نقشه بافت خاک با استفاده از مثلث‌بندی تیسن در محیط GIS تولید شد و سپس به لایه رستری تبدیل گردید. نقشه‌های تولیدی عوامل خاک به کمک مدل عضویت فازی (Fuzzy Membership) و تابع فازی افزایشی (به جز اسیدیته تابع عضویت گوسی) و با توجه به حد مطلوب و بحرانی نیاز گیاه چغندر قند (جدول ۱) فازی‌سازی شدند.

تعیین اهمیت عوامل محیطی به کمک ANP

با توجه به این که تأثیر هر عامل محیطی بر زندگی و تولید محصول هر گیاه و واکنش آن گیاه به هر عامل محیطی متفاوت است، بنابراین بایستی اهمیت هر عامل مشخص شود. بدین منظور ابتدا نظر تخصصی متخصصان با استفاده از پرسشنامه تهیه گردید و سپس انتقال اطلاعات به محیط نرم‌افزار Super Decision 2.2.6 اهمیت هر عامل محیطی به روش ANP و براساس طیف نه و بالاتر از نه قسمتی ساعتی (جدول ۲) مشخص شد (جدول ۳، ۴ و ۵).

جدول ۲ ترجیحات کمی و کیفی برای مقایسه زوجی

مقدار عددی	ترجیحات (قضاوت شفاهی)
بالاتر از ۹	نظر قطعی
۹	کاملاً برتر یا و یا کاملاً مطلوب‌تر
۷	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی
۵	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت قوی
۳	کمی برتر یا کمی مطلوب‌تر
۱	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان
۲،۴،۶،۸	ترجیحات بین فواصل فوق

عوامل توپوگرافی به دلیل تأثیر بر عوامل اقلیمی چون دما، بارش، رطوبت و باد و همچنین خاک به طریق مؤثر بودن بر فرسایش و عمق خاک، میزان ماده‌آلی و مواد تغذیه‌ای، نقش مهمی در استعداد هر منطقه بر کاشت و تولید محصول اقتصادی هر گیاه دارند. برای تهیه نقشه عوامل توپوگرافی شامل ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت شیب از مدل رقومی ارتفاع (DEM)، ۳۰ متر استفاده گردید و نقشه شیب و جهت شیب به کمک افزونه‌های نهفته در GIS در محدوده زراعی تولید گردیدند و سپس نقشه شیب، ارتفاع از سطح دریا و جهت شیب (پس از کدگذاری بر اساس تناسب نیاز گیاه) به ترتیب با استفاده از تابع فازی خطی کاهشی، گوسی و خطی کاهشی و براساس حد مطلوب و بحرانی گیاه چغندر قند (جدول ۱) فازی‌سازی شدند.

عوامل خاک

عوامل خاکی به دلیل تنوع زیاد، نقش فراوانی در کشت هر گیاه دارند. ماده آلی به دلیل نقش وافر که در بهبود ساختمان خاک و تولید موادمغزی برای گیاه ایفا می‌کند، در زراعت گیاهان به خصوص گیاهان ریشه‌ای مثل چغندر قند بسیار است. اسیدیته خاک نقش خود را بیشتر از طریق کمک به آزادسازی عناصر برای تغذیه گیاه بازی می‌کند. بافت خاک به دلیل حفظ رطوبت، بسترسازی برای رشد ریشه، ساختمان خاک و بحث تغذیه از مهم‌ترین خصلت‌های خاک در کشاورزی است. عناصر تغذیه‌ای در صورت موجود بودن در خاک نیاز گیاه را تأمین می‌کنند، که مصرف کودهای شیمیایی را به صفر یا حداقل می‌رسانند و تا کشاورزی به سمت پایداری سوق کند. به همین منظور اطلاعات خاک شامل بافت، پتاسیم و فسفر قابل‌دسترس، ماده‌آلی، نیتروژن کل و

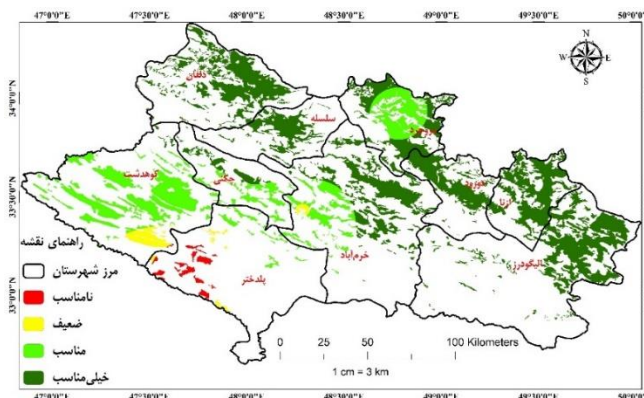
نحوه‌ی پهنه‌بندی اراضی زراعی

با اعمال وزن‌های تولیدی از روش ANP به عوامل اقلیمی (دمای میانگین، بیشینه و کمینه، نیاز آبی، تبخیر و تعرق و بارش مؤثر) لایه نهایی اقلیم، عوامل توپوگرافی (ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت شیب) لایه نهایی توپوگرافی و عوامل خاکی (اسیدیته خاک، بافت، پتاسیم و فسفر قابل دسترس، ماده‌آلی و نیتروژن کل) لایه نهایی حاصلخیزی خاک منطقه مورد مطالعه به کمک ابزار حسابگر شبکه‌ای (Raster Calculator) در محیط GIS و سپس با ترکیب لایه‌های نهایی اقلیم، توپوگرافی، حاصلخیزی وزن‌دار شده نقشه نهایی اراضی زراعی برای کشت چغندر قند بهاره تولید شد. در پایان لایه‌های تهیه‌شده بر اساس ارزش فازی به چهار طبقه خیلی مناسب (۱-۰/۷۵)، مناسب (۰/۷۵-۰/۵۰)، ضعیف (۰/۵۰-۰/۲۵) و نامناسب (۰-۰/۲۵) تقسیم گردیدند (Pourhadian et al. 2021a) به طوری که هر طبقه به ترتیب دارای توانایی ۸۰-۱۰۰، ۶۰-۸۰، ۴۰-۶۰ و کمتر ۴۰ درصد پتانسیل تولید این محصول بودند (Kazemi Poshtmasari et al. 2012) و با محاسبه مساحت هر پهنه، استعداد اراضی زراعی منطقه مورد بررسی قرار گرفت.

سنجش توانایی اقلیمی برای کشت چغندر قند بهاره

بررسی نقشه‌های عوامل اقلیمی نشان داد دمای کمینه (با میانگین ۱۲/۱۷ درجه سانتی‌گراد و ارزش فازی ۰/۷۲)، دمای بیشینه (با میانگین ۳۱/۲۶ درجه سانتی‌گراد و ارزش فازی ۰/۶۴)، دمای میانگین (با میانگین ۲۱/۷۲ درجه سانتی‌گراد و ارزش فازی ۰/۸۹)، تبخیر و تعرق (با میانگین ۱۰۳۵/۱۹ میلی‌متر و ارزش فازی ۰/۹۵)، بارش مؤثر (با میانگین ۲۵/۷۲ میلی‌متر و ارزش فازی ۰/۸۰) و نیاز آبی (با میانگین ۱۰۰۹/۴۸ میلی‌متر و ارزش فازی ۰/۶۹) دارای شرایط متنوعی طی فصل رشد گیاه چغندر قند در محدوده اراضی زراعی بودند. تبخیر و تعرق با ایجاد شرایط خیلی مناسب در ۹۵/۷۱ درصد و دمای متوسط با ایجاد شرایط خیلی مناسب در ۹۰/۰۴ از اراضی بیشتر تأثیر مثبت و دمای بیشینه و بارش مؤثر به ترتیب با ایجاد محدودیت شدید (پهنه ضعیف + نامناسب) در ۲۷/۰۲ و ۱۵/۵۵ درصد از اراضی بیشترین تأثیر منفی را بر استعداد منطقه داشتند (جدول ۳). نقشه نهایی اقلیمی که از ترکیب تمام عوامل اقلیمی ذکر شده به دست آمد (شکل ۲) دارای ارزش فازی بین ۰/۱۲ تا ۰/۹۵ با میانگین ۰/۷۷ بود و ۶۷/۲۲ درصد (معادل ۴۶۴۶۷۴/۵۹ هکتار) از محدوده مورد مطالعه دارای شرایط خیلی مناسب و ۱/۷۷ (معادل ۱۲۲۶۵/۷۴ هکتار) دارای شرایط نامناسب بود (جدول ۳).

نتیجه و بحث



شکل ۲ پهنه‌بندی اقلیمی اراضی زراعی استان لرستان برای کشت بهاره چغندر قند

جدول ۳- اهمیت وزنی و ارزش فازی عوامل اقلیمی و پهنه‌های تناسب‌بندی آن‌ها برای کشت چغندر قند بهاره

عوامل محیطی (دامنه تغییرات، واحد)	وزن	ارزش فازی	پهنه‌بندی عوامل	مساحت پهنه (هکتار)	درصد سطح پهنه
دمای کمینه (۲۴/۷۵-۵/۶۵ سانتی‌گراد)	۰/۰۸۸۴	۰/۱۵-۱	خیلی مناسب	۳۱۴۹۲۰۶/۷۴	۴۵/۴۵
			مناسب	۲۹۴۷۲۰/۲۱	۴۲/۶۳
			ضعیف	۷۷۶۵/۰۴	۱۱/۲۵
			نامناسب	۴۶۰۰/۴۴	۰/۶۷
دمای بیشینه (۳۹/۲۳-۲۸/۱۸ سانتی‌گراد)	۰/۱۱۱	۰/۰۲-۰/۹۷	خیلی مناسب	۲۹۸۷۷۶/۶۹	۴۲/۲۲
			مناسب	۲۰۵۶۹۵/۶۳	۲۹/۷۶
			ضعیف	۱۱۳۸۷۳/۰۴	۱۶/۴۷
			نامناسب	۷۲۹۴۷/۰۷	۱۰/۵۵
دمای متوسط (۳۱/۹۹-۱۷/۱۱ سانتی‌گراد)	۰/۱۸۳	۰/۰۶-۱	خیلی مناسب	۶۲۳۴۴۷/۲۹	۹۰/۰۴
			مناسب	۵۰۶۶۸/۲۹	۷/۳۳
			ضعیف	۶۹۸۲/۸۳	۱/۰۱
			نامناسب	۱۱۱۹۴/۰۲	۱/۶۲
بارش مؤثر (۳۷/۷۲-۱۶/۲۹ میلی‌متر)	۰/۲۳۷	۰/۰۳-۱	خیلی مناسب	۴۸۵۹۷۷/۵۰	۷۰/۳۰
			مناسب	۹۷۸۵۷/۹۰	۱۴/۱۶
			ضعیف	۸۴۳۳۸/۶۵	۱۲/۱۹
			نامناسب	۳۳۲۱۸/۳۸	۳/۳۶
نیاز آبی (۳۳/۱۱۹۶-۸۸۰/۵۷ میلی‌متر)	۰/۳۱۱	۰-۱	خیلی مناسب	۲۵۱۷۷۱/۳۱	۳۶/۴۲
			مناسب	۳۴۹۰۱۸/۱۱	۵۰/۴۹
			ضعیف	۷۱۶۰۰/۵۸	۱۰/۳۶
			نامناسب	۱۸۹۰۲/۴۳	۲/۷۳
تبخیر و تعرق (۸۳/۱۲۱۲-۹۱۶/۳۴ میلی‌متر)	۰/۰۷۲	۰/۱۲-۱	خیلی مناسب	۶۶۱۶۱۳/۱۳	۹۵/۷۱
			مناسب	۱۵۹۴۸/۱۸	۲/۳۱
			ضعیف	۸۵۱۲/۱۱	۱/۲۳
			نامناسب	۵۲۱۸/۳۸	۰/۷۵
پهنه‌بندی اقلیمی	۰/۴۹۳	۰/۱۲-۰/۹۵	خیلی مناسب	۴۶۴۶۷۴/۵۹	۶۷/۲۲
			مناسب	۱۹۴۹۵۰/۵۳	۲۸/۲۰
			ضعیف	۱۹۴۰۱/۵۷	۲/۸۱
			نامناسب	۱۲۲۶۵/۷۴	۱/۷۷

متوسط + پهنه نامناسب) در ۲۵/۹۳، ۷۵/۷، ۸۱/۹ و ۸۳/۴ درصد وسعت محدوده‌ی مورد مطالعه می‌شوند.

سنجش توانایی توپوگرافی برای کشت چغندر قند بهاره

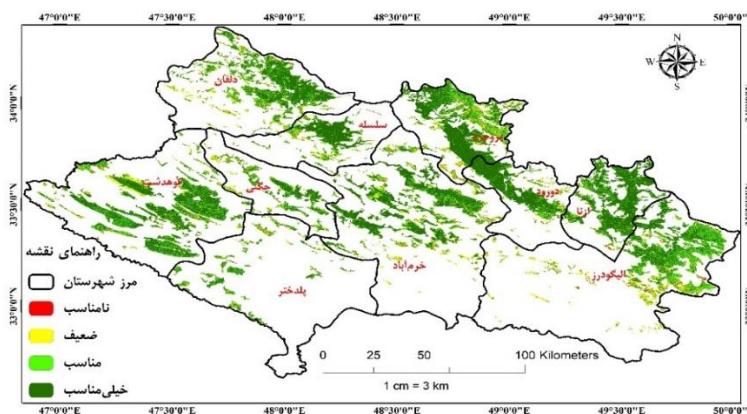
ارزیابی نقش‌های عوامل توپوگرافی حاکی از تنوع توانایی عوامل توپوگرافی مورد بررسی شامل شیب (با میانگین ۶/۵۴ درصد و ارزش فازی ۰/۷۶)، جهت شیب (۴ جهت اصلی، ۴ جهت فرعی و تخت با میانگین ارزش فازی ۰/۵۱) و ارتفاع از سطح دریا (با میانگین ۱۶۹۲/۷۲ متر و ارزش فازی ۰/۹۱) بود (جدول ۴). ارتفاع از سطح دریا با ایجاد شرایط خیلی مناسب در ۸۵/۹۲ درصد اراضی

پورهادیان (Pourhadian 2021b) با ارزیابی تناسب

اقلیمی اراضی زراعی استان لرستان برای کشت ارزن علوفه‌ای دریافت ۲۹/۰۲ درصد از کل اراضی دارای شرایط خیلی مناسب، ۳۲/۷۲ درصد دارای شرایط مناسب و ۳۸/۲۶ درصد دارای شرایط ضعیف می‌باشند. ایشان بیان داشت دمای کمینه و میانگین به ترتیب بیشترین محدودیت ایجاد کردند. خسروی و همکاران (Khosravi et al. 2014) با بررسی تناسب محیطی شهرستان تربت‌حیدریه برای کشت چغندر قند بهاره گزارش کردند دما، بارش مؤثر، نیاز آبی و تبخیر و تعرق به ترتیب با محدودیت شدید (پهنه

(معادل ۱۶۰۹۶/۶۸ هکتار) دارای شرایط نامناسب بود (جدول ۴). بررسی عوامل توپوگرافی برای کشت سورگوم علوفه‌ای در اراضی استان لرستان نشان داد اراضی مورد بررسی دارای تنوع تناسب هستند (Pourhadian 2021a). خسروی و همکاران (Khosravi et al. 2014) دریافتند شیب باعث محدودیت بالا (پهنه متوسط + نامناسب) در ۲۲/۳ درصد اراضی شهرستان تربت‌حیدریه و همچنین ارتفاع زمین از سطح دریا در ۹/۵ درصد این اراضی، عاملی بر محدودیت کشت چغندر قند بهاره هستند.

دارای بیشترین تأثیر مثبت و جهت شیب با ایجاد محدودیت شدید (پهنه ضعیف + نامناسب) در ۵۰/۱۹ درصد از اراضی زراعی مورد مطالعه بیشترین اثر منفی را در توانایی تأمین نیاز چغندر قند داشتند و شیب باعث ایجاد شرایط خیلی مناسب و نامناسب به ترتیب در ۷۰/۰۵ و ۱۴/۱۶ درصد از اراضی گردید (جدول ۴). امکان‌سنجی نقشه نهایی توپوگرافی حاصل از سه عامل مورد مطالعه (شکل ۳) با ارزش فازی ۰/۰۶ تا یک را نشان داد ۶۱/۹۳ درصد (معادل ۴۲۸۱۰۵/۷۹ هکتار) دارای شرایط خیلی مناسب و ۲/۳۳ درصد



شکل ۳ پهنه‌بندی توپوگرافی اراضی زراعی استان لرستان برای کشت بهاره چغندر قند

جدول ۴ اهمیت وزنی و ارزش فازی عوامل توپوگرافی و پهنه‌های تناسب‌بندی آنها برای کشت چغندر قند بهاره

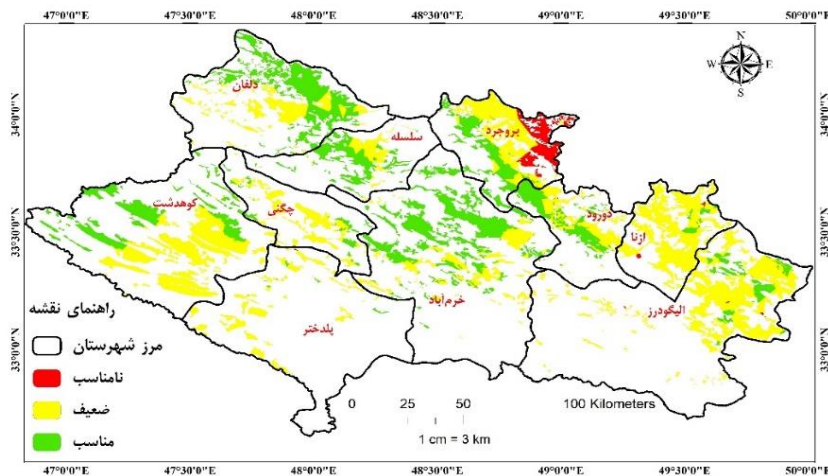
عوامل محیطی (دامنه تغییرات، واحد)	وزن	ارزش فازی	پهنه‌بندی عوامل	مساحت پهنه (هکتار)	درصد سطح پهنه
ارتفاع از سطح دریا (۳۴۵ تا ۳۱۱۹ متر)	۰/۲۶۳	۰/۲۵-۱	خیلی مناسب	۵۹۳۹۲۹/۸	۸۵/۹۲
			مناسب	۹۶۴۲۳/۲۱	۱۳/۹۵
			ضعیف	۹۰۷/۱۱	۰/۱۳
			نامناسب	۳۲/۳۱	۰/۰۰۵
			خیلی مناسب	۴۸۴۲۶۳/۰۹	۷۰/۰۵
شیب (۰-۶۸/۵ درصد)	۰/۵۴۷	۰-۱	خیلی مناسب	۷۸۷۶۳/۱۴	۱۱/۳۹
			مناسب	۳۰۴۰۲/۸۱	۴/۴۰
			ضعیف	۹۷۸۶۳/۳۹	۱۴/۱۶
			نامناسب	۱۸۰۵۹۷/۶۰	۲۶/۱۲
			خیلی مناسب	۱۶۳۳۳۷/۱۸	۲۳/۶۹
جهت شیب (۴ جهت اصلی، ۴ جهت فرعی و تخت)	۰/۱۹۰	۰-۱	خیلی مناسب	۱۸۳۱۷۹/۷۹	۲۶/۵۰
			مناسب	۱۶۳۳۳۷/۸۶	۲۳/۶۹
			ضعیف		
			نامناسب		
			خیلی مناسب		
پهنه‌بندی توپوگرافی	۰/۱۹۶	۰/۰۶-۱	خیلی مناسب	۴۲۸۱۰۵/۷۹	۶۱/۹۳
			مناسب	۱۵۷۰۵۷/۸۳	۲۲/۷۲
			ضعیف	۹۰۰۳۲/۱۳	۱۳/۰۲
			نامناسب	۱۶۰۹۶/۶۸	۲/۳۳

سنجش توانایی حاصلخیزی اراضی برای کشت چغندر قند

تولید نقشه‌های عوامل خاک در محدوده اراضی زراعی استان لرستان برای کشت چغندر قند نشان داد خاک‌های اراضی دارای توانایی متفاوتی هستند، به طوری که خاک دارای ۱۰ نوع کلاس بافتی از ۱۲ کلاس اصلی خاک با میانگین ارزش فازی ۰/۸۵، فسفر قابل دسترس با میانگین ۱۱/۷۵ و ارزش فازی ۰/۶۵، پتاسیم قابل دسترس با میانگین ۳۲۲/۸۲ میلی‌گرم در کیلوگرم و ارزش فازی ۰/۹۷، ماده آلی با میانگین ۱/۰۳ درصد و ارزش فازی ۰/۰۹، نیتروژن کل با میانگین ۰/۱ درصد با ارزش فازی ۰/۰۶ و اسیدیته با میانگین ۷/۷۳ و ارزش فازی ۰/۹۹ بود.

اسیدیته با ایجاد شرایط خیلی مناسب در ۱۰۰ درصد و پتاسیم قابل دسترس با ایجاد شرایط خیلی مناسب در ۹۴/۵۹ درصد اراضی بیشترین تأثیر مثبت و نیتروژن کل و ماده آلی با ایجاد شرایط نامناسب به ترتیب ۹۵/۰۲ و ۹۰/۶۴ درصد بیشترین اثر منفی را در استعداد منطقه داشتند (جدول ۵). نقشه حاصلخیزی خاک که از ترکیب عوامل خاکی مورد مطالعه به دست آمد (شکل ۴) دارای

ارزش فازی ۰/۱۶ تا ۰/۷۴ بود و بیشترین سطح آن دارای شرایط ضعیف (۵۹/۰۳ درصد معادل ۴۰۸۰۹۸/۲۵ هکتار) و کمترین دارای شرایط نامناسب (۳/۰۶ درصد معادل ۲۱۱۱۷/۲۴ هکتار) بود (جدول ۵). سارگین و کاراجا (Sargın and Karaca 2023) با ارزیابی اراضی منطقه طوسبای استان وان ترکیه برای کشت گندم (*Triticum aestivum* L.) و جو (*Hordeum vulgare* L.) به کمک خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بهره‌وری خاک دریافتند ۲۸/۲۹ درصد دارای شرایط مناسب، ۳۹/۹۳ درصد دارای شرایط ضعیف و ۲۸/۱۷ درصد دارای شرایط نامناسب و مابقی دارای ارزش غیرزراعت بود. پورهادیان و همکاران (Pourhadian et al. 2019) با ارزیابی حاصلخیزی اراضی چهار حوضه کشاورزی استان گلستان برای کشت ذرت (*Zea mays* L.) با استفاده از GIS، منطق فازی و ANP گزارش کردند سهم پهنه‌های حاصلخیزی زیاد، متوسط و کم به ترتیب ۰/۰۴، ۵۹/۸۷ و ۴۰/۰۹ درصد بود. این پژوهشگران تنوع توانایی اراضی از نظر عناصر مورد نیاز گیاه را در سطح مورد مطالعه به اثبات رسانند.



شکل ۴ پهنه‌بندی حاصلخیزی خاک اراضی زراعی استان لرستان برای کشت چغندر قند بهره‌ار

جدول ۵ اهمیت وزنی و ارزش فازی عوامل خاک و پهنه‌های تناسب‌بندی آنها برای کشت چغندر قند بهاره

عوامل محیطی (دامنه تغییرات، واحد)	وزن	ارزش فازی	پهنه‌بندی عوامل	مساحت پهنه (هکتار)	درصد سطح پهنه
بافت (۱۰ کلاس)	۰/۲۱۲	۰-۱	خیلی مناسب	۵۶۵۳۰/۳۴	۸۱/۷۶
			مناسب	۳۱۳۳۰/۳۶	۴/۵۲
			ضعیف	۱۰۱۹۴/۷۵	۱/۴۷
			نامناسب	۸۴۳۷/۰۸	۱۲/۲۴
پتاسیم قابل دسترس (۴۳۳/۸۰-۱۴۷/۵۶ میلی‌گرم در کیلوگرم)	۰/۰۷۷	۰-۱	خیلی مناسب	۶۵۳۸۵/۳۷	۹۴/۵۹
			مناسب	۲۲۴۸۱/۶۴	۳/۲۵
			ضعیف	۱۱۵۱۵/۹۵	۱/۶۷
			نامناسب	۳۴۰۹/۴۷	۰/۴۹
فسفر قابل دسترس (۲۹/۳۳-۴/۲۷ میلی‌گرم در کیلوگرم)	۰/۱۰۶	۰-۱	خیلی مناسب	۲۴۸۳۰/۸/۵۶	۳۵/۹۲
			مناسب	۲۳۹۸۰/۵/۷۲	۳۴/۶۹
			ضعیف	۱۵۴۴۹۹/۴۰	۲۲/۳۵
			نامناسب	۴۸۶۷۸/۷۵	۷/۰۴
اسیدیته (pH) (۷/۴۴-۷/۹۸)	۰/۱۱۹	۰/۹۸-۱	خیلی مناسب	۶۹۱۳۹۲/۴۳	۱۰۰
			مناسب	-	-
			ضعیف	-	-
			نامناسب	-	-
ماده آلی (۱/۴۷-۰/۵۲ درصد)	۰/۳۰۰	۰-۰/۴۷	خیلی مناسب	-	-
			مناسب	-	-
			ضعیف	۶۴۷۰۷/۸۴	۹/۳۶
			نامناسب	۶۲۶۵۸۴/۵۹	۹۰/۶۴
نیترژن کل (۰/۱۸-۰/۰۵ درصد)	۰/۱۸۵	۰-۰/۵۳	خیلی مناسب	-	-
			مناسب	۹۰/۲۷	۰/۰۱
			ضعیف	۳۴۳۶۶/۲۳	۴/۹۷
			نامناسب	۶۵۶۸۳۵/۹۳	۹۵/۰۲
حاصلخیزی	۰/۳۱۱	۰/۱۶-۰/۷۴	خیلی مناسب	-	-
			مناسب	۲۶۲۰۷۶/۹۴	۳۷/۹۱
			ضعیف	۴۰۸۰۹۸/۲۵	۵۹/۰۳
			نامناسب	۲۱۱۱۷/۲۴	۳/۰۶

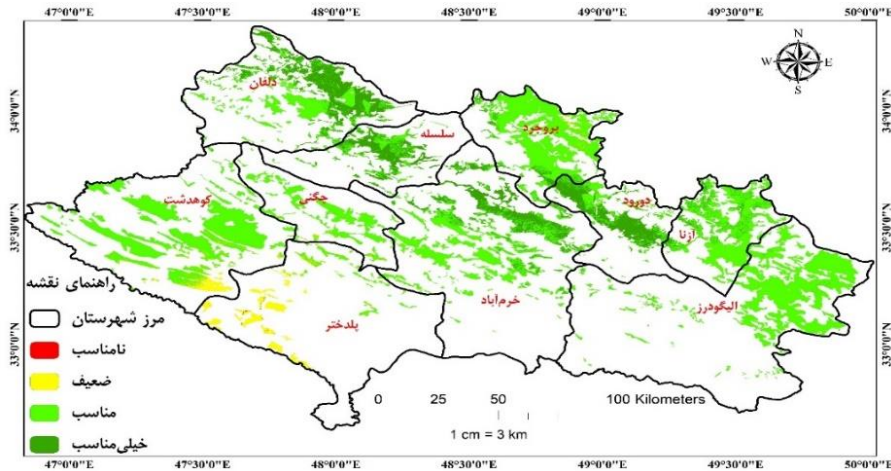
موضوع است. البته نکته‌ای که بایستی در این پهنه به آن اشاره کرد این است که ارزش فازی آن بین ۰/۷۵ تا ۰/۸۷ بود. بنابراین شرایط تمام عوامل محیطی صد در صد خیلی مناسب نیستند و در مدیریت آنها (ماده آلی و نیترژن کل) بایستی توجه لازم را مدنظر قرار داد (جدول ۳، ۴ و ۵). چرا که استفاده بهینه از توانایی ذاتی این پهنه با مدیریت اصولی و هدفمند حاصل خواهد شد. ارزیابی پهنه مناسب با ارزش فازی ۰/۵۰ تا ۰/۷۵ نشان داد بخش وسیعی از تمام شهرستان‌ها به جزء شهرستان پلدختر و بخشی از جنوب شهرستان کوهدشت دارای شرایط این پهنه بودند (شکل ۵ و جدول ۶). بررسی تک‌به‌تک عوامل محیطی حاکی از کاهش ارزش فازی از پهنه

امکان‌سنجی نهایی اراضی برای کشت چغندر قند بهاره

نقشه نهایی توانایی اراضی استان لرستان برای کشت بهاره چغندر قند دارای ارزش فازی ۰/۲۱ تا ۰/۸۷ با میانگین ۰/۶۸ بود. ۲۱/۰۴ درصد اراضی دارای شرایط خیلی مناسب، ۷۴/۷۵ درصد دارای شرایط مناسب، ۴/۱۸ درصد دارای شرایط ضعیف و ۰/۰۳ درصد دارای شرایط نامناسب بودند (شکل ۵ و جدول ۶). بررسی پهنه‌به‌پهنه اراضی نشان داد که پهنه خیلی مناسب از بیشترین وسعت به کمترین وسعت به ترتیب شامل شهرستان دورود، سلسله، دلفان و خرم‌آباد می‌شود که بستر لازم را برای تولید عملکرد بالا دارا هستند. بررسی میدانی عملکرد توسط کشاورزان نیز مؤید این

درصد)، ارتفاع از سطح دریا (۱۴/۰۸ درصد)، بافت خاک (۱۸/۲۴ درصد)، فسفر قابل دسترس (۶۴/۰۸ درصد)، پتاسیم قابل دسترس (۵/۴۱ درصد) نیتروژن کل (۹۹/۹۹ درصد)، و ماده آلی (۱۰۰ درصد) داشت (جدول ۳، ۴ و ۵).

خیلی مناسب به پهنه‌های با ارزش کمتر به وسیله تبخیر و تعرق (۴/۲۹ درصد)، بارش مؤثر (۲۹/۷ درصد)، نیاز آبی (۵۸/۶۳ درصد)، دمای بیشینه (۵۶/۷۸ درصد)، دمای کمینه (۵۵/۵۵ درصد)، دمای متوسط (۹/۹۶ درصد)، شیب (۲۹/۹۵ درصد)، جهت شیب (۷۳/۸۸



شکل ۵ پهنه‌بندی نهایی اراضی زراعی استان لرستان برای کشت چغندر قند بهاره

جدول ۶ تناسب‌بندی نهایی اراضی زراعی استان لرستان جهت کشت چغندر قند بهاره

طبقه	ارزش فازی	مساحت (هکتار)	سهم هر طبقه (درصد)
خیلی مناسب	۰/۷۵ - ۰/۸۷	۱۴۵۴۴۷/۶۵	۲۱/۰۴
مناسب	۰/۵۰ - ۰/۷۵	۵۱۶۷۲۸/۲۵	۷۴/۷۵
ضعیف	۰/۲۵ - ۰/۵۰	۲۸۹۰۷/۱۹	۴/۱۸
نامناسب	۰/۲۱ - ۰/۲۵	۲۰۹/۳۴	۰/۰۳

شیب ضعیف و نامناسب و عوامل خاکی؛ ماده آلی، نیتروژن کل و فسفر قابل دسترس در تمام پهنه ضعیف، پتاسیم قابل دسترس و بافت خاک در شرق بروجرد باعث کاهش ارزش اراضی برای کشت چغندر قند از پهنه مناسب به ضعیف شدند. پهنه نامناسب با ارزش فازی ۰/۲۱ تا ۰/۲۵، با سهم ۰/۰۳ درصدی از کل اراضی زراعی استان لرستان در شهرستان پلدختر واقع گردید (شکل ۵ و جدول ۶). به جزء دمای کمینه، پتاسیم قابل دسترس، اسیدیته خاک بقیه عوامل محیطی در این پهنه موجب ایجاد شرایط نامناسب برای کشت بهاره چغندر قند در شهرستان پلدختر شدند.

بررسی پهنه ضعیف با ارزش فازی ۰/۲۵ تا ۰/۵۰ با سهم ۵/۶۳ درصدی از کل اراضی مورد مطالعه بیشتر در اکثر اراضی شهرستان پلدختر، جنوب شهرستان کوه‌دشت و چگنی و شرق شهرستان بروجرد مشاهده شد (شکل ۵ و جدول ۶). از عوامل اقلیمی؛ بالا بودن دمای متوسط، دمای حداکثر، نیاز آبی، تبخیر و تعرق و کم بودن بارش مؤثر در شهرستان پلدختر و جنوب کوه‌دشت و چگنی، از عوامل توپوگرافی؛ پایین بودن ارتفاع از سطح دریا (پایین بودن این عامل محیطی باعث افزایش دمای هوا شده و موجب تأثیر منفی بر کشت بهاره چغندر قند می‌گردد) و جهت

جهت شیب) و برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (بافت، اسیدیته، هدایت الکتریکی، آهنک، ماده آلی و عمق خاک) بیان داشتند شرایط خیلی مناسب، مناسب، ضعیف و نامناسب دائمی به ترتیب ۲/۶۳، ۹/۸۵، ۳۲/۵۹ و ۵۴/۹۲ درصد از مساحت مورد مطالعه را شامل شدند. نتایج این محققین نشان داد که ادغام الگوریتم فازی-AHP و تکنیک‌های GIS روشی مفید برای ارزیابی دقیق تناسب زمین در برنامه‌ریزی برای تولید محصولات خاص و کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی فعالیت‌های کشاورزی است.

نتیجه‌گیری

شرایط محیطی شامل اقلیم و توپوگرافی و خاک، شاخص‌های مطلوبی برای کشت انواع مختلف محصولات زراعی هستند. استان لرستان با توجه به شرایط محیطی که دارد، سرزمینی مناسب برای کشت چغندر قند است. بنابراین پتانسیل اراضی زراعی آن برای کشت چغندر قند بهاره با استفاده از ترکیب ANP، منطق فازی و GIS و عوامل اقلیمی، توپوگرافی و خاک مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مناطق خیلی مناسب و مناسب ۹۵/۷۹ درصد و مناطق ضعیف و نامناسب ۴/۲۱ درصد از سطح اراضی مورد مطالعه را شامل می‌شوند. بنابراین نتایج حاصله نشان دهنده فراهم بودن محیط زراعی برای کشت گسترده چغندر قند در استان لرستان را نوید می‌دهد و کشاورزان با گسترش کشت و مدیریت بهینه و سرمایه‌گذاران و سازمان‌های دولتی و غیردولتی با فراهم کردن بستر لازم و خرید تضمینی این محصول می‌توانند نقش بارزی در تولید این محصول استراتژیک ایفا کنند.

استفاده ترکیبی از GIS و نرم‌افزارهای چند معیاره، بستر ساز شناسایی عوامل مؤثر بر کشت هر گیاه در منطقه مورد مطالعه جهت به‌کارگیری الگوی کاشت مناسب است. تنوع تأثیر عوامل اقلیمی، توپوگرافی و خاکی در استان لرستان بر کشت ارزن علوفه‌ای (Pourhadian 2021b) و سورگوم علوفه‌ای (Pourhadian 2021a) در استان آذربایجان شرقی (Sobhani et al. 2020) و غربی (Parvin et al. 2017) و تربت‌حیدریه (Khosravi et al. 2014) بر کشت چغندر قند و دشت شادکام استان فارس بر کشت گندم (Azadi et al. 2023) گزارش شده است. بوداک و همکاران (Budak et al. 2024) با ارزیابی تناسب زمین برای تولید کلزا (*Brassica napus L.*) با استفاده از اطلاعات عوامل توپوگرافی، خاک و اقلیم به کمک منطق فازی، AHP و GIS نشان دادند طبقات مناسب، ضعیف و نامناسب به ترتیب ۷۱/۳۴، ۱۸/۷۵ و ۹/۹ درصد از سطح مورد مطالعه را شامل شدند. این محققین گزارش کردند منطق فازی سنجش دقیقی از تناسب زمین برای کشت گیاه مورد نظر فراهم می‌کند. صادق و همکاران (Sadiq et al. 2023) با مطالعه تناسب‌بندی اراضی منطقه حکومت محلی کودان در ایالت کادونای نیجریه برای کشت سویا (*Glycine max L.*) دریافتند ۱۴/۱۴ درصد از سطح منطقه دارای شرایط نسبتاً مناسب و بخش قابل توجهی (۸۳/۷۷ درصد) از آن ضعیف و مابقی (۲/۰۹ درصد) نامناسب است. این محققین اقدامات مدیریتی مانند ساخت‌وساز زهکشی، ادغام بقایای آلی با خاک و کاربرد کود مناسب برای بهبود تناسب زمین پیشنهاد کردند. کیلیچ و همکاران (Kilic et al. 2022) ارزیابی تناسب اراضی برای کشت گندم به کمک تکنیک‌های فازی-AHP و GIS در زیرحوضه توزانلی کشور ترکیه با استفاده از مشخصات توپوگرافی (ارتفاع از سطح دریا، شیب و

References

منابع مورد استفاده

- Amirian Chakan A. Spatial modeling of land suitability using fuzzy set theory and geostatistical techniques (Case study: Silakhor plain of Dorud city, Lorestan province). (PhD Thesis). Tehran University, 2011. [In Persian].
- Anonymous. Agricultural statistics in 2022, Volume One: Crop Products. Ministry of Agriculture-Jahad, Tehran. 2023; p.103. [In Persian].
- Azadi A, Zareian Gh, Shakeri S. Digital mapping of soil fertility for some agricultural lands by using Fuzzy-AHP (FAHP) techniques and GIS in highly calcareous soil, southwest Iran. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2023, 54(20): 2885-2897. doi:10.1080/00103624.2023.2245413.
- Azizi M, Mazreh H, Taleghani DF. Identification of prone areas to autumn cultivation of sugar beet in Lorestan and Ilam provinces based on temperature and precipitation. *Journal of sugar beet*. 2022; 38(1): 37-54. doi:10.22092/JSB.2022.358534.1305. [In Persian].
- Bazugba IAJ, Massawe BH, Shitindi MJ, Deng PK. Land suitability evaluation for rainfed maize production using geospatial technologies in Nzara and Yambio counties, South Sudan. *Journal of Soil Science and Environmental Management*. 2023; 14(1):1-13. doi:10.5897/JSSEM2023.0925.
- Budak M, Kılıç M, Günel H, Çelik I, Sırrı M. Land suitability assessment for rapeseed potential cultivation in upper Tigris basin of Türkiye comparing fuzzy and boolean logic. *Industrial Crops & Products*. 2024; 208: 117806. doi:10.1016/j.indcrop.2023.117806.
- Choudhary K, Boori MS, Shi W, Valiev A, Kupriyanov A. Agricultural land suitability assessment for sustainable development using remote sensing techniques with analytic hierarchy process. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*. 2023; 32: 101051. doi:10.1016/j.rsase.2023.101051.
- Kazemi Poshtmasari H, Tahmasebi Sarvestani Z, Kamkar B, Shataei Sh, Sadeghi S. Agroecological zoning of agricultural lands in Golestan province for canola cultivation by Geographic Information System (GIS) and Analytical Hierarchy Process (AHP). *Crop production*. 2012; 5(1): 123-139. doi:10.1001/1.2008739.1391.5.1.8.7. [In Persian].
- Khajepour MR. Industrial plants. University Jihad of Isfahan University Technology Branch. 2013; pp. 564. [In Persian].
- Khosravi M, Amani M, Hosseinzadeh Kermani M. Assessment of environmental suitability for sugar beet planting in Torbat-e- Heydarieh city using Geographic Information System (GIS). *Journal of sugar beet*. 2014; 30(1): 101-116. doi:10.22092/JSB.2014.5944. [In Persian].
- Kılıc OM, Ersayın K, Gunal H, Khalofah Ah, Alsubeie MS. Combination of fuzzy-AHP and GIS techniques in land suitability assessment for wheat (*Triticum aestivum*) cultivation. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2022; 29: 2634-2644. doi:10.1016/j.sjbs.2021.12.050.
- Nehbandani AR, Alizadeh- Dehkordi P, Dadrasi A, Filippi P, Hajjarpoor A. Global suitability analysis of current and future climates for rainfed wheat production. *International Journal of Plant Production*. 2023; 17: 597-592. doi:10.1007/s42106-023-00254-3.
- Özkan B, Dengiz O, Turan İD. Site suitability analysis for potential agricultural land with spatial fuzzy multi-criteria decision analysis in regional scale under semi-arid terrestrial ecosystem. *Scientific Reports*. 2020; 10(1): 22074. doi:10.1038/s41598-020-79105-4.
- Paravar E, Soltani A, Zeinali E, Kazemi H, Dadrasi A. Agro-ecological zoning of Iran for plant production. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 2023; 21(2): 189-202. doi:10.22067/JCESC.2022.78336.1195. [In Persian].
- Parvin N, Karami MR, Bozorgmansh A. Assessment south of West Azerbaijan lands for agricultural development and management of rural sustainable development using AHP and GIS and Aster images. *Urban Management*. 2017; 47: 107-118. [In Persian].
- Pourhadian H, Kamkar B, Soltani A, Mukhtarpour H. Evaluation of water quality for corn cultivation using GIS, fuzzy logic and ANP (Case study: four basins of Golestan province). *Crop Production Journal*. 2019; 13(3): 1-12. doi:10.22069/EJCP.2021.14056.2068. [In Persian].
- Pourhadian H. Feasibility of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.) cultivation post-harvest of autumn cereals in semi- arid regions using fuzzy logic. *Cereal Research*, 2021a; 11(2): 149-162. doi:10.22124/CR.2021.19255.1654. [In Persian].
- Pourhadian H. Land suitability of Lorestan province lands for the double cropping of forage Millet using Geographic Information System (GIS), Network Analysis Process (ANP) and fuzzy logic. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*. 2021b; 13(4): 287-302. doi:10.22034/SAPS.2021.42810.2576. [In Persian].
- Rahman Salari, K, Omidvari Sh. Study of the efficiency of geostatistical methods (kriging and IDW) in preparing the fertility map of Kamalvand plain of Khorramabad. *International Conference on Architecture, Urbanism, Civil Engineering, Art, Environment; Future Horizons and retrospect*, 2016 7 March; Iran: Tehran. 2016; P. 262. [In Persian].

- Sadiq FK, Ya'u SL, Aliyu J, Maniyunda LM. Evaluation of land suitability for soybean production using GIS-based multi-criteria approach in Kudan Local Government area of Kaduna State Nigeria. *Environmental and Sustainability Indicators*. 2023; 20: 100297. doi:10.1016/j.indic.2023.100297.
- Sarçın B, Karaca S. Land suitability assessment for wheat-barley cultivation in a semi-arid region of Eastern Anatolia in Turkey. *PeerJ*. 2023; 11: e1639. doi: 10.7717/peerj.16396.
- Sarkar D, Saha S, Prolay Mondal P. Modelling agricultural land suitability for vegetable crops farming using RS and GIS in conjunction with bivariate techniques in the Uttar Dinajpur district of Eastern India. *Green Technologies and Sustainability*. 2023; 1: 100022. doi:10.1016/j.grets.2023.100022.
- Sobhani B, Safarianzengir V, Tabatabaei B. Agroecological zoning of sugar beet cultivation based on soil nutrients and climatic conditions (Case study: East Azarbaijan Province). *Journal of Environmental Science and Technology*. 2020; 22(95):95-107. doi:10.22034/JEST.2020.28698.3741.[In Persian].

Evaluation of land potential for spring sugar beet cultivation using geospatial technologies (Case study: agricultural lands of Lorestan province)

H. poorhadian²

(Received 3 Dec. 2023 ; Accepted 22 Jul 2024)

H. poorhadian.2024. Evaluation of land potential for spring sugar beet cultivation using geospatial technologies (Case study: agricultural lands of Lorestan province). **J. Sugar Beet**. 39(2): 209- 222 (in Persian).

Abstract

Identifying the potential of the lands of each region is the basis for the implementation of cultivation pattern and the optimal use of environmental conditions. The main goal of this study was to identify the potential of agricultural lands in Lorestan province for spring sugar beet cultivation. In this research, the combination of network analysis process (ANP), fuzzy logic and geographic information system (GIS) was used. In total, 15 factors including six climatic factors, three topographical factors and six soil factors, were used to identify suitable potential sites for sugar beet cultivation. Thus, after transferring the criteria information to the GIS environment, their raster layer was prepared and then they were fuzzy based on the ecological needs of sugar beet with the help of fuzzy logic. In order to determine the weight value of each criterion, the ANP approach was used. Subsequently, the final layers were produced by combining weighted layers and were divided into four classes: very suitable, moderately suitable, marginally suitable and unsuitable. It was identified that 17.04% of the total studied area for sugar beet cultivation was located in very suitable area and 76.75% in moderately suitable area, and marginally suitable and unsuitable areas occupied 4.18% and 0.03% of the areas, respectively. From climatic factors: maximum temperature (27.02%) and effective rainfall (15.55%), topography: aspect (50.19%) and slope (18.55%) and soil: total nitrogen (99.99%), material Organic (100%) and available phosphorus (29.39%) created the greatest limitation (marginally suitable and unsuitable zone) for spring sugar beet cultivation in the studied lands.

Keywords: Suitability, spring sugar beet, fuzzy logic, ANP, GIS