

Investigating the Possibility of Developing Rainfed Cultivation of Camelina (*Camelina sativa* L.) in Lorestan Province using Fuzzy Logic

Hossein Pourhadian

Received: July 14, 2023

Accepted: February 22, 2024

Assist. Prof., Dept. of Agriculture, Payame Noor University of Lorestan. Lorestan, Iran.

*Corresponding Author: Email: hpoorhadian@pnu.ac.ir

Abstract

Background & Objectives: It is necessary to know the ability of each region to introduce a new plant so that existing resources sustainably, and will increase farmers' returns on their investment. Therefore, the ability of agricultural land in Lorestan province to develop camelina rainfed cultivation was evaluated in this research.

Materials and Methods: Maps of the climate (rainfall during vegetative and reproductive growth, sunshine hours, minimum, maximum and average temperature), topography (elevation, slope and aspect), and soil characteristics (pH, texture, organic matter, total nitrogen, potassium and available phosphorus) were created and incorporated into the GIS system in order to look into the feasibility of extending rainfed Camelina farming. The final maps of climate, topography, fertility, and final land zoning were created after the weighted maps were combined and determined using ANP. Based on fuzzy logic, the maps were categorized into four groups: highly susceptible, susceptible, semi-susceptible, and non-susceptible.

Results The assessment of the importance of environmental factors influencing the rainfed cultivation of Camelina by ANP showed that the main criterion of climate had the highest influence (with a weight of 0.54), and the main criteria of soil (with a weight of 0.30) and topography (with a weight of 0.16) were in the next ranks. The results of fuzzy zoning indicated that the fuzzy value of climate was between 0.50-0.85, topography 0-1, fertility 0.42-0.99, and final zoning between 0.50-0.86, and their highest level was in the susceptible class (93.85%), highly susceptible (42.58%), highly susceptible (57.04%) and susceptible (84.96%), respectively. Among the climatic factors; average temperature (42.44%), topography; slope direction (23.78%) and soil; Available phosphorus (11.89%) caused the greatest limitation (non-susceptible class).

Conclusion: The final result shows that Lorestan province 's agricultural lands are highly susceptible and susceptible for rainfed Camelina agriculture. Moreover, the results of this research identified the conditions of the environmental factors of each area so that decision-makers and farmers can apply their management for the optimal utilization of the resources with necessary intelligence.

Keywords: Climate, Zoning, Topography, Fertility, ANP, GIS

بررسی امکان توسعه کشت دیم کاملینا (*Camelina sativa* L.) در استان لرستان با استفاده از منطق فازی

حسین پورهادیان

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۰۳	تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۲۳
-------------------------	--------------------------

استادیار گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور، لرستان، ایران
*مسئول مکاتبه: Email: hpoorhadian@pnu.ac.ir

چکیده

مقدمه و اهداف: شناخت توانایی هر منطقه برای ورود گیاه جدید به آن جهت استفاده پایدار از منابع موجود، ضروری است و افزایش بهره بیشتر کشاورزان از سرمایه‌گذاری خود را در پی دارد. بنابراین توانایی اراضی زراعی استان لرستان برای توسعه کشت دیم گیاه کاملینا در این تحقیق مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: جهت بررسی امکان گسترش کشت دیم کاملینا نقشه‌های عوامل اقلیمی (بارش طی رشد رویشی و زایشی، ساعات آفتابی، دمای کمینه، بیشینه و متوسط)، توپوگرافی (ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت شیب) و خاک (pH، بافت، ماده آلی، نیتروژن کل، پتاسیم و فسفر قابل‌دسترس) در محیط GIS تهیه و فازی‌سازی شدند. بعد از تعیین وزن آن‌ها به کمک ANP، نقشه‌های وزن‌دار شده باهم تلفیق و نقشه‌های نهایی اقلیم، توپوگرافی، حاصلخیزی و پهنه‌بندی نهایی اراضی تولید گردید و تمام نقشه‌ها براساس منطق فازی به چهار طبقه خیلی مستعد، مستعد، نیمه‌مستعد و نامستعد طبقه‌بندی شدند و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

یافته‌ها: ارزیابی اهمیت تأثیرگذاری عوامل محیطی توسط ANP برای کشت دیم گیاه کاملینا نشان داد معیار اصلی اقلیم دارای بیشترین تأثیرگذاری (با ارزش وزنی ۰/۵۴) و معیار اصلی خاک (با ارزش وزنی ۰/۳۰) و توپوگرافی (با ارزش وزنی ۰/۱۶) در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. نتایج پهنه‌بندی فازی حاکی از ارزش فازی اقلیم بین ۰/۵۰-۰/۸۵، توپوگرافی ۰/۱-۰/۸۵، حاصلخیزی ۰/۴۲-۰/۹۹ و پهنه‌بندی نهایی ۰/۵۰-۰/۸۶ بود و به ترتیب بیشترین سطح آن‌ها به طبقه مستعد (۹۳/۸۵ درصد)، خیلی مستعد (۴۲/۵۸ درصد)، خیلی مستعد (۵۷/۰۴ درصد) و مستعد (۸۴/۹۶ درصد) مربوط شد. در بین عوامل اقلیمی؛ دمای متوسط (۴۲/۴۴ درصد)، توپوگرافی؛ جهت شیب (۲۳/۷۸ درصد) و خاک؛ فسفر قابل‌دسترس (۱۱/۸۹ درصد) بیشترین محدودیت (طبقه نامستعد) را ایجاد کردند.

نتیجه‌گیری: نتیجه نهایی حاکی از خیلی مستعد و مستعد بودن اراضی زراعی استان لرستان برای کشت دیم گیاه کاملینا داشت. همچنین نتایج این پژوهش شرایط عوامل محیطی هر پهنه مشخص کرد تا تصمیم‌گیران و کشاورزان با هوشمندی لازم، مدیریت خود را جهت استفاده بهینه از منابع اعمال کنند.

واژه‌های کلیدی: اقلیم، پهنه‌بندی، توپوگرافی، حاصلخیزی، ANP، GIS

مقدمه

در ایران به دلیل واردات بخش اعظمی از نیاز روغن بایستی توجه جدی به کشت گیاهان روغنی از جمله کاملینا به صورت کشت دیم به سبب شرایط آب و هوایی و وسعت بالای اراضی دیم‌زار داشت (قمرنیا و همکاران ۲۰۱۸).

گیاه کاملینا یک محصول روغنی از تیره چلیپائی‌ان منشأ اروپائی و آسیای جنوب غربی است (برتی و همکاران ۲۰۱۶). کاملینا می‌تواند با شرایط مختلف پدوکلیماتیک؛ از زمستان‌های شدید تا آب و هوای بسیار خشک مناطق گرمسیری سازگار شود. نهاده‌های کشاورزی کمتری (از نظر آب، آفت‌کش‌ها و مواد مغذی) در مقایسه با سایر محصولات دانه‌های روغنی سنتی نیاز دارد. چرخه زندگی بسیار کوتاه داشته و به راحتی می‌توان آن را در مناطق فقیر و حاشیه‌ای کشت کرد. بنابراین گیاهی ارزشمند برای مبارزه و سازگاری سیستم‌های کشاورزی با تغییرات آب و هوایی است (ماتئو و همکاران ۲۰۲۳). در سال‌های اخیر، ویژگی‌های مثبت گیاه کاملینا از جمله درصد بالای روغن و پروتئین، غنی بودن از اسیدهای چرب غیراشباع چندانگانه (قمرنیا و همکاران ۲۰۱۸)، ظرفیت بالا در مهار علف‌های هرز (کدینا-پاسکوال و همکاران ۲۰۲۲)، اهمیت ویژه در تناوب با غلات دیم (رستمی احمدوند و همکاران ۲۰۲۱) و داشتن نقش مهم در گسترش کشاورزی پایدار (ولیا و همکاران ۲۰۲۱) موجب شده کشت این گیاه در سراسر جهان از جمله ایران مورد توجه جدی قرار گیرد.

اولین قدم در توسعه کشت یک گیاه جدید در سطح وسیع در یک منطقه بررسی امکان زراعت آن براساس نیازهای بوم‌شناختی است که می‌توان به طرق آزمایشی، ترویجی و استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) صورت گیرد. سامانه اطلاعات جغرافیایی نشان داده به‌خوبی در سطح منطقه‌ای (پورهادیان ۲۰۲۲، مرادی و همکاران ۲۰۲۰، مويسا و همکاران ۲۰۲۲)، ملی (پراور و همکاران ۲۰۲۳، فالاسکا و همکاران ۲۰۱۴) و جهانی (نه‌بندانی و همکاران ۲۰۲۳)

توانایی بررسی امکان کشت گیاهان مختلف با صرف وقت و هزینه کمتر نسبت به دیگر روش‌ها را داراست. این سامانه بسترساز تصمیم‌های مهم برای کشت گیاهان براساس توانایی اراضی و نیل به کشاورزی پایدار است (صادق و همکاران ۲۰۲۳، شوکتی و همکاران ۲۰۱۸). پهنه‌بندی زراعی- اقلیمی امکان شناسایی مناطق با بازده بالقوه متفاوت را با توجه به شرایط محیطی برای هر گیاهی از جمله کاملینا فراهم می‌کند (فالاسکا و همکاران، ۲۰۱۴). این مهم به‌کمک GIS و ابزارهای مختلف نهفته در آن مثل منطق فازی قابل انجام است (کیلیج و همکاران ۲۰۲۲ و پورهادیان ۲۰۲۱ الف). بوداک و همکاران (۲۰۲۴) با تناسب‌بندی اراضی حوضه دجله علیای ترکیه برای کشت کلزا با استفاده از منطق فازی نشان دادند بیشترین و کمترین سطح به‌ترتیب در پهنه مناسب (۷۱/۳۵ درصد) و نامناسب (۹/۹ درصد) واقع شد. این محققین دریافتند منطق فازی به‌خوبی حاصلخیزی طبیعی زمین را منعکس می‌کند. در مطالعه‌ای دیگر (پورهادیان ۲۰۲۱ ب) جزئی‌نگری منطق فازی و ترکیب آن با رویکرد ANP در محیط GIS نشان از دقت بالای این روش برای شناخت توانایی‌ها و محدودیت‌های اراضی داشت. رومان-فیگوئروا و همکاران (۲۰۱۷) امکان گسترش کاملینا در کشور شیلی به‌کمک شرایط آب و هوایی، خاک و محدودیت‌های ژئومورفولوژی مورد ارزیابی قرار دارند. آن‌ها دریافتند که استعداد پهنه‌های منطقه مورد مطالعه متنوع است. قمرنیا و همکاران (۲۰۲۲) با پهنه‌بندی استان کردستان برای کشت کاملینا به کمک عوامل اقلیمی (بارش، ساعت آفتابی و بیشترین درجه حرارت گرمترین ماه) و توپوگرافی (ارتفاع و شیب) گزارش کردند ۷۵ درصد این استان دارای شرایط مناسب و ۲۵ درصد دارای شرایط نامناسب است. پهنه‌بندی زراعی- بوم‌شناختی کشت کلزا در دشت اردبیل به‌کمک GIS، ANP و منطق فازی نشان داد ۳۸/۳۳ در اراضی بدون محدودیت، ۱۰/۰۲ با محدودیت کم، ۳۳/۹۶ دارای محدودیت متوسط و ۱۷/۷۱ دارای محدودیت زیاد بودند (سبحانی و نصیری ۲۰۲۲). دیگر مطالعات مختلف انجام

استراتژیک از لحاظ کشاورزی و جغرافیایی است (شکل ۱).

تهیه جدول نیازمندی‌های بوم‌شناختی کاملینا

نیازهای بوم‌شناختی گیاه کاملینا شامل نیازهای اقلیمی (بارش طی دوره رشد رویشی و زایشی، ساعات آفتابی، دمای کمینه، دمای بیشینه و دمای متوسط)، توپوگرافی (ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت شیب) و خاکی (بافت، پتاسیم قابل‌دسترس، فسفر قابل‌دسترس، ماده آلی، نیتروژن کل و pH) از منابع علمی مختلف تهیه گردید و سپس حد بحرانی و مطلوب آن‌ها برای رشد این گیاه مشخص شد (جدول ۱).

تهیه نقشه عوامل محیطی

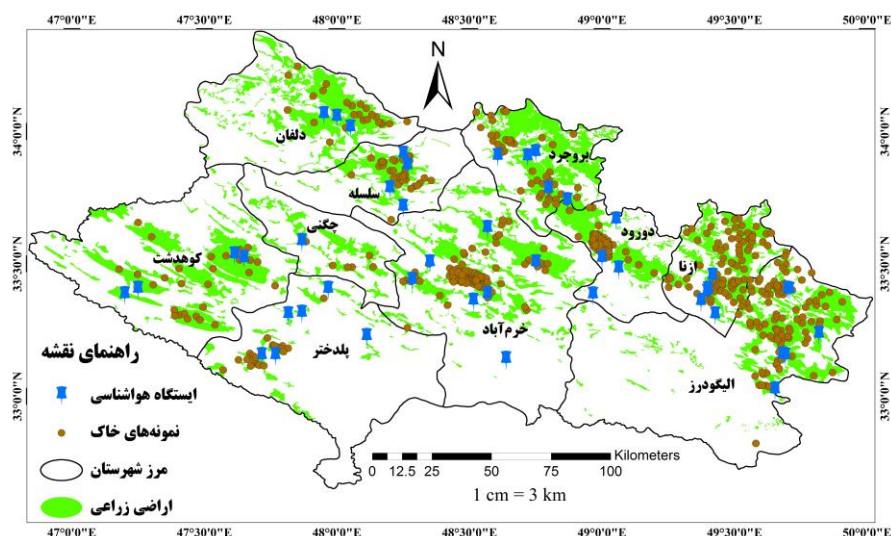
به‌منظور تهیه نقشه‌های بارش طی دوره رشد رویشی (از جوانه‌زنی تا پایان دوره رزت) و زایشی (از گل‌انگیزی تا رسیدگی فیزیولوژیکی) (۳۶ ایستگاه باران‌سنجی و ۹ هم‌دید)، ساعات آفتابی (۹ ایستگاه هم‌دید)، دمای کمینه، بیشینه و متوسط (۸ ایستگاه تبخیرسنجی و ۹ ایستگاه هم‌دید) از داده‌های مربوطه طی سال‌های ۱۳۸۳-۱۳۹۶ واقع در محدوده استان لرستان استفاده گردید (شکل ۱). ابتدا اطلاعات مورد نظر به محیط ArcGIS10.7 انتقال یافت و سپس با محاسبه آمار هر عامل اقلیمی در طول دوره کاشت (اول آبان ماه) تا برداشت (آخر خردادماه) گیاه کاملینا، نقشه آن‌ها به‌کمک میان‌یابی وزن‌دهی فاصله معکوس (IDW) در محدوده اراضی زراعی تهیه گردید. نقشه‌های فازی بارش طی دوره رشد رویشی و زایشی، ساعات آفتابی، دمای کمینه، بیشینه و متوسط براساس نیاز اقلیمی گیاه کاملینا و دامنه تغییرات عامل مورد نظر با استفاده از مدل عضویت فازی (Fuzzy Membership) در محیط GIS به‌کمک تابع خطی افزایشی تولید شدند و با ادغام این نقشه‌ها بعد از اعمال وزن هر عامل، نقشه اقلیمی اراضی زراعی استان لرستان فراهم گردید.

شده توسط منطق فازی، رویکردهای چندمعیاره و GIS نشان از توانایی این روش‌ها در جهت شناخت استعداد پهنه‌های اراضی برای کشت گیاهان مختلف دارد که این موضوع فراهم‌ساز شرایط برای استفاده بهینه از توان بوم‌شناختی منطقه و بهره‌گیری هدفمند و حساب‌شده از اراضی است (پیلهور و همکاران ۲۰۲۰، نباتی و همکاران ۲۰۲۰، سیدمحمدی و همکاران ۲۰۱۸).

با توجه به تنوع آب و هوایی (وجود چهار اقلیم اصلی)، سطح بالای دیم‌زار و نیاز به تنوع در تناوب این اراضی زراعی در استان لرستان و اقدام جهادکشاورزی در ترویج و گسترش کشت گیاه جدید و کم‌توقع کاملینا، پهنه‌بندی بوم‌شناختی اراضی زراعی ضروری است. بنابراین پهنه‌بندی استعداد زارعی-بوم‌شناختی این استان برای کشت گیاه کاملینا به‌کمک ANP، GIS و منطق فازی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش جهت کشت دیم گیاه روغنی گیاه کاملینا در اراضی زراعی با وسعت حدود ۶۸۹۴۰۹ هکتار استان لرستان (بین عرض شمالی ۳۲ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۳ دقیقه و طول شرقی ۴۶ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۰۱ دقیقه) طراحی و صورت گرفت. این استان با شهرستان‌های ازنا و الیگودرز با اقلیم نیمه‌مرطوب با تابستان معتدل و زمستان بسیار سرد، دورود با اقلیم نیمه‌مرطوب با تابستان نسبتاً گرم و زمستان سرد، بروجرد با اقلیم نیمه‌مرطوب با تابستان معتدل و زمستان سرد، سلسله با اقلیم نیمه‌مرطوب با تابستان معتدل و زمستان نسبتاً سرد، دلفان با اقلیم نیمه‌مرطوب با تابستان معتدل و زمستان بسیار سرد، خرم‌آباد، چگنی و کوهدشت با اقلیم نیمه‌مرطوب با تابستان گرم و زمستان معتدل، و پلدختر با اقلیم نیمه‌خشک با تابستان بسیار گرم و زمستان کمی سرد (لشنی زند و همکاران ۲۰۱۱) از استان‌هایی با موقعیت



شکل ۱- موقعیت مکانی ایستگاه‌های هواشناسی، نمونه‌های خاک و اراضی زراعی و مرز شهرستان‌های استان لرستان

جدول ۱- نیاز بوم‌شناختی گیاه کاملینا

عوامل محیطی	واحد	حد مطلوب	حد بحرانی
اقلیم			
بارش طی دوره رویشی	میلی‌متر	>۱۵۰	<۵۰
بارش طی دوره زایشی	میلی‌متر	>۲۰۰	<۱۰۰
دمای کمینه	درجه سانتی‌گراد	>۱۰	۱/۵
دمای بیشینه	درجه سانتی‌گراد	۲۴-۲۸	۱۵
دمای متوسط	درجه سانتی‌گراد	۲۰-۲۵	<۱۰
ساعات آفتابی	ساعت	>۱۰	<۷
توپوگرافی			
ارتفاع	متر	<۱۲۰۰	>۲۵۰۰
شیب	درصد	۰-۴	>۱۲
جهت شیب	-	فلات، جنوبی، جنوب شرقی	غربی، شمالی
خاک			
pH	-	۶-۷	<۵ و >۸/۵
بافت	-	لومی، لومی رسی، لومی شنی، لومی رسی شنی	لومی، لومی رسی، لومی شنی، لومی رسی شنی
ماده آلی	درصد	۱/۵-۲	<۰/۵
نیتروژن کل	درصد	<۰/۱۵	<۰/۰۵
فسفر قابل‌دسترس	میلی‌گرم در کیلوگرم	>۱۵	<۸
پتاسیم قابل‌دسترس	میلی‌گرم در کیلوگرم	>۳۵۰	<۱۵۰

منابع: کاظمی و همکاران ۲۰۱۲، فالسکا و همکاران ۲۰۱۴، نیازمرادی و کاظمی ۲۰۱۴، رومن-فیگوئرا و همکاران ۲۰۱۷، قمرنیا و همکاران ۲۰۲۰، پوره‌ادیان ۲۰۲۱، قربانی و همکاران ۲۰۲۲، حسینی سنه‌کوری و همکاران، ۲۰۲۳

سپس در محدوده زراعی برش داده شدند. فازسازی این سه لایه با استفاده از تابع فاز خطی کاهشی

برای تهیه نقشه ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت شیب از مدل رقومی ارتفاع ۳۰ متر استفاده گردید و

در نهایت پس از تهیه تمام نقشه‌های فازی اعم از تک تک عوامل محیطی، نقشه‌های اقلیمی، توپوگرافی، حاصلخیزی و نقشه نهایی پهنه‌بندی در محیط GIS، هر نقشه به چهار طبقه خیلی مستعد (۰/۷۵-۱)، مستعد (۰/۷۵-۰/۵۰)، نیمه مستعد (۰/۵۰-۰/۲۵) و نامستعد (۰/۲۵-۰) براساس نیاز بوم‌شناختی گیاه کاملینا تقسیم گردید (پورهادیان ۲۰۲۱ ب). مراحل انجام این تحقیق در شکل ۲ ارائه گردیده است.

وزن‌دهی به عوامل محیطی با روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP)

وزن هر عامل محیطی به کمک فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) با استفاده از نظر متخصصان، پرسش‌نامه و نرم‌افزار Super Decision 2.2.6 تعیین گردید. بدین منظور از طریق تکمیل پرسش‌نامه ANP، نظر متخصصان حوزه کشاورزی براساس طیف ۹ و بالاتر از ۹ قسمتی ساعتی (جدول ۲) اخذ گردید. سپس تجزیه و تحلیل این انجام گرفت.

به کمک مدل فازی (Fuzzy Membership) استانداردسازی شدند و با ترکیب این نقشه‌ها به همراه اعمال اهمیت وزنی، نقشه توپوگرافی تهیه گردید.

جهت تهیه نقشه‌های بافت، پتاسیم و فسفر قابل‌دسترس، ماده آلی، نیتروژن کل و pH از اطلاعات ۶۰۳ نقطه نمونه‌برداری شده خاک (بخش آب و خاک مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، نتایج آزمایش خاک کشاورزان، امیریان چکان ۲۰۱۱ و رحمان‌سالاری و امیدواری ۲۰۱۶) استفاده گردید (شکل ۱). برای تهیه نقشه این عوامل روش کریجینگ به کار گرفته شد. برای تهیه نقشه بافت خاک از روش مثلث‌بندی تیسن در محیط GIS استفاده شد. برای استانداردسازی تمام نقشه‌های عوامل خاک به جز pH که از تابع عضویت گوسی استفاده گردید، از تابع خطی افزایشی کمک گرفته شد. نقشه نهایی حاصلخیزی اراضی زراعی محدوده مورد مطالعه از ترکیب نقشه وزن‌دار عوامل فوق به دست آمد.

جدول ۲- ترجیحات کمی و کیفی برای مقایسه زوجی

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

منبع: ساعتی ۱۹۹۹

نتایج و بحث

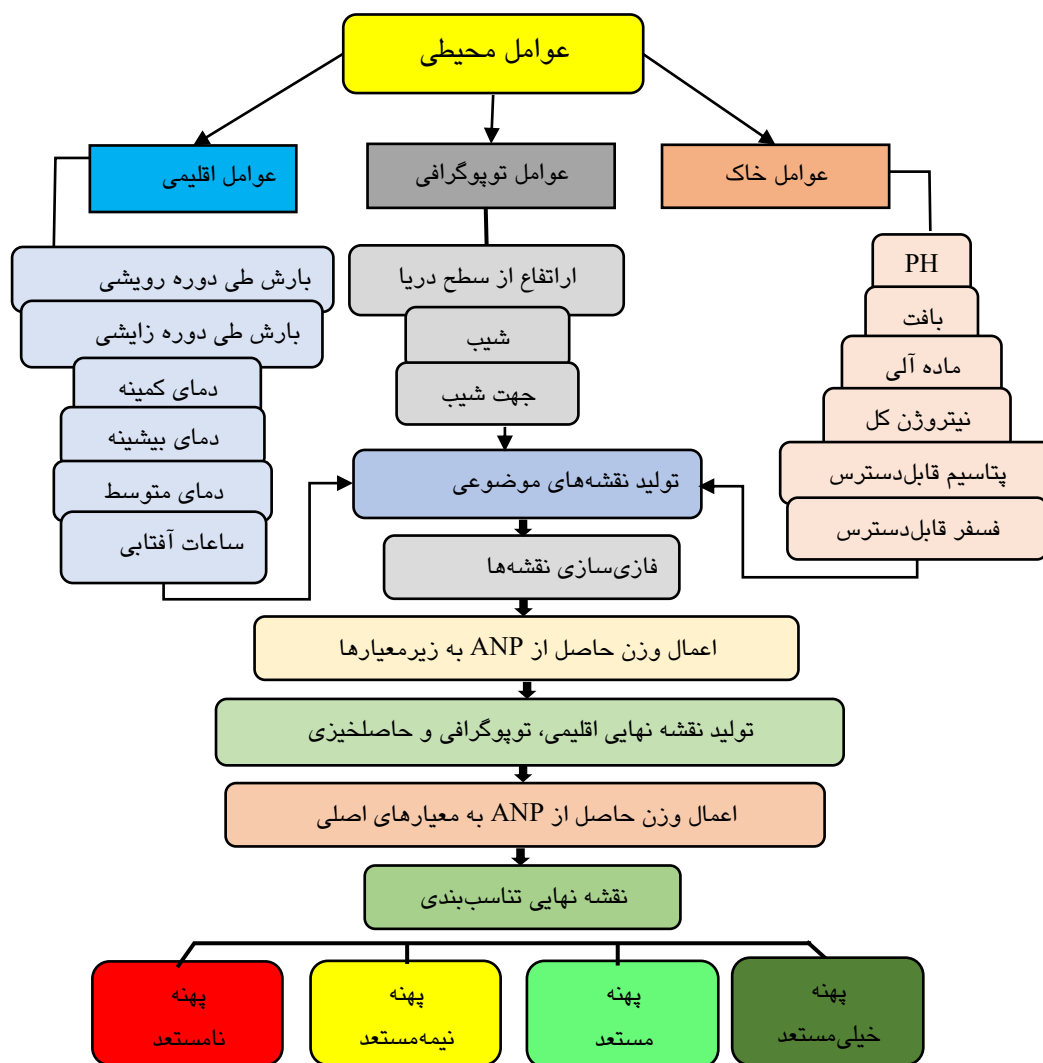
بررسی اهمیت وزنی عوامل محیطی توسط ANP

ارزیابی اهمیت تأثیرگذاری عوامل محیطی توسط ANP برای کشت دیم گیاه کاملینا نشان داد معیار اصلی اقلیم دارای بیشترین ارزش وزنی (با وزن ۰/۵۴) و معیار اصلی خاک (با وزن ۰/۳۰) و توپوگرافی (با وزن ۰/۱۶) در رتبه‌های بعدی واقع شدند. در بین معیارهای فرعی اقلیمی بارش طی دوره رشد زایشی (با

وزن ۰/۳۰) و دمای کمینه (با وزن ۰/۰۷) به ترتیب دارای بیشترین و کمترین اهمیت تأثیرگذاری بودند. بیشترین و کمترین اهمیت تأثیرگذاری عوامل خاک به ترتیب به معیار فرعی ماده آلی (با وزن ۰/۳۰) و pH (با وزن ۰/۱۰) تعلق داشت. در بین معیارهای فرعی توپوگرافی شیب اراضی زراعی با ارزش وزنی ۰/۴۹ دارای بیشترین اهمیت و ارتفاع از سطح دریا با ارزش وزنی ۰/۲۰ دارای کمترین اهمیت تأثیرگذاری بودند (جدول ۳).

تعیین اهمیت تأثیرگذاری معیارهای اصلی و فرعی عوامل محیطی مؤثر بر کشت هر گیاه بسترساز توجه ویژه عوامل دخیل در زراعت گیاه مورد نظر به هنگام عملیات زراعی جهت استفاده بهینه از شرایط محیطی منطقه است. بررسی معیارهای اصلی عوامل مؤثر بر کشت ارزن علوفه‌ای در استان لرستان نشان داد اهمیت این معیارها به ترتیب مربوط به اقلیم (۰/۵۶)، خاک (۰/۳۳) و توپوگرافی (۰/۰۴) است و در بین معیارهای

فرعی اقلیمی بیشتر اهمیت به دمای بیشینه (۰/۵۴)، خاکی به ماده آلی (۰/۳۱) و توپوگرافی به شیب (۰/۵۱) مربوط است (پورهادیان ۲۰۲۱b). در ارزیابی اهمیت عوامل محیطی برای کشت کاملینا در استان کردستان بیشترین ارزش وزنی به ساعات آفتابی و کمترین به شیب تعلق گرفت (قمرنیا و همکاران ۲۰۲۲).



شکل ۲- نمودار جریان‌ی تناسب‌بندی اراضی زراعی استان لرستان برای کشت دیم کاملینا

پهنه‌بندی اقلیمی

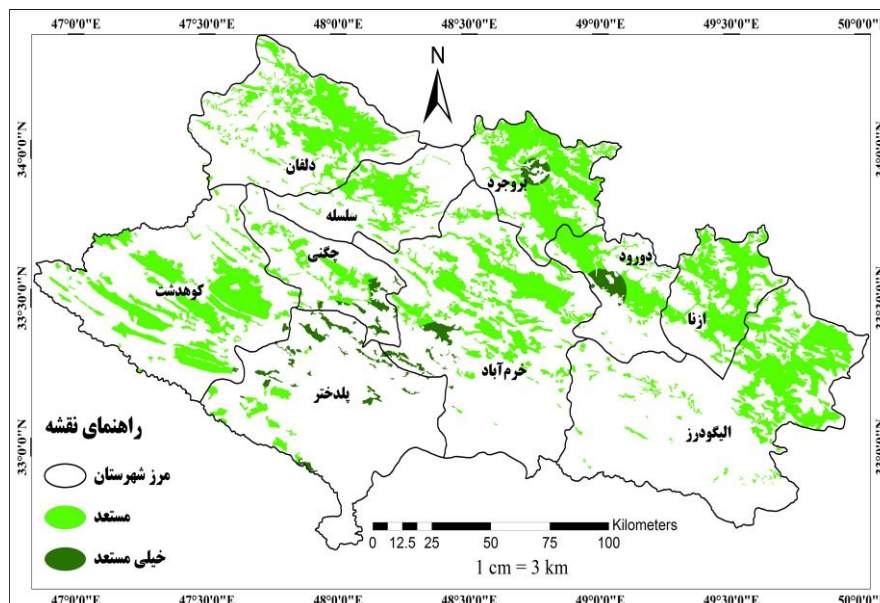
نقشه پهنه‌بندی اقلیمی اراضی زراعی استان لرستان برای کشت دیم گیاه کاملینا ارائه شده در شکل ۳ نشان از ارزش ۰/۸۵ - ۰/۵۰ فازی با میانگین ۰/۶۶ داشت. پهنه‌بندی این نقشه نشان داد اراضی زراعی مورد

مطالعه در دو پهنه خیلی‌مستعد با وسعت ۴۲۵۴۶/۱۵ هکتار (واقع شده در بخش‌های از شهرستان‌های پلدختر، چگنی، خرم‌آباد، دورود و بروجرد) و مستعد با وسعت ۶۴۸۷۴۶/۲۸ هکتار (گسترده شده در سراسر محدوده مورد مطالعه) قرار گرفتند (جدول ۳). مؤثرترین عامل

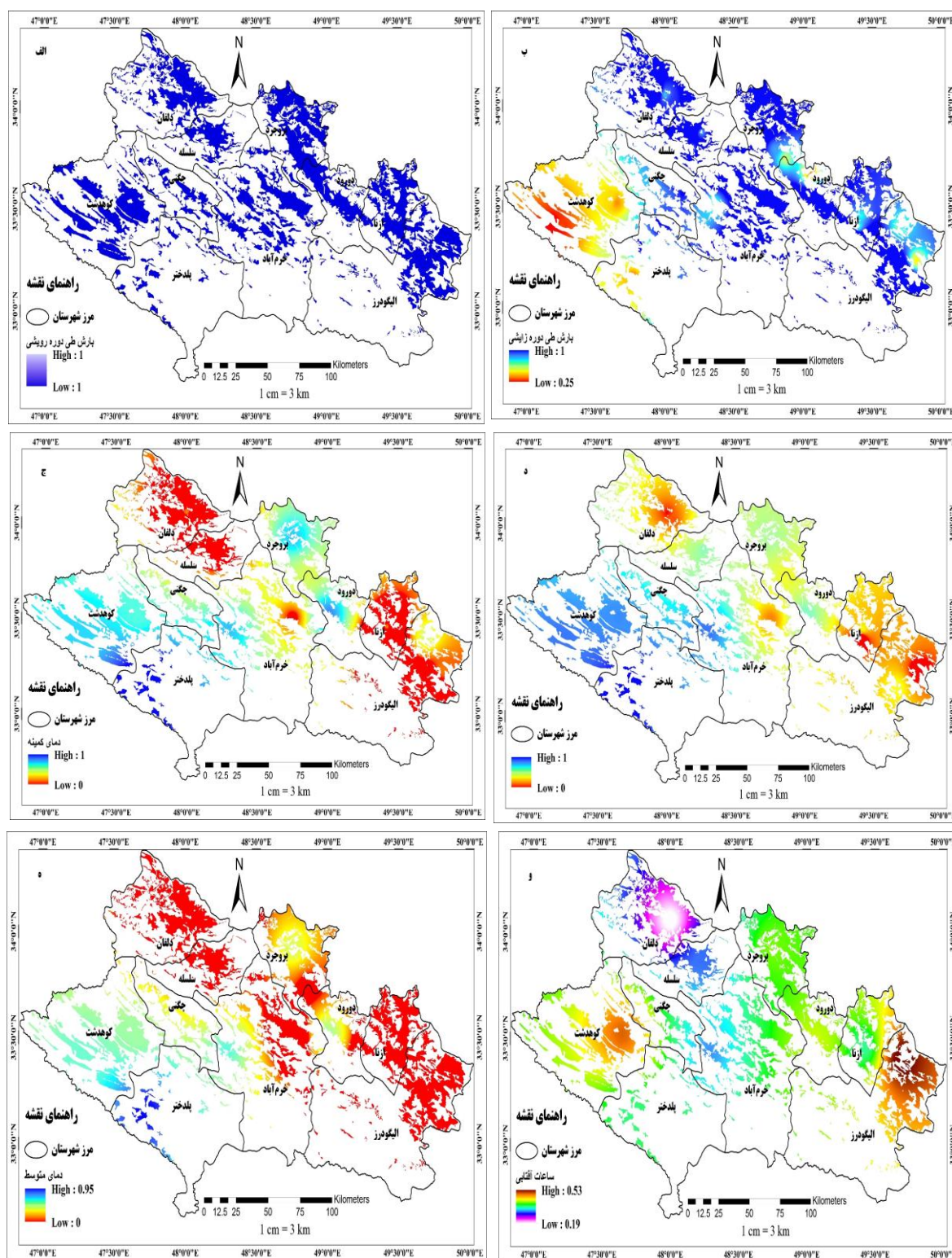
اقلیمی در افزایش استعداد منطقه بارش طی دوره رویشی با ارزش فازی ۱ بود (شکل ۴ الف) و بعد از آن بارش طی دوره زایشی با ارزش فازی ۰/۲۵ تا ۱ با میانگین ۰/۸۸ قرار داشت (شکل ۴ ب). اصلی‌ترین عامل محدودکننده دمای متوسط با ارزش فازی ۰ تا ۰/۹۲ و با میانگین ۰/۲۰ و دمای کمینه با ارزش فازی ۰ تا ۱ با میانگین ۰/۳۵ بودند (شکل ۴ ج و ه). ارزش فازی دمای بیشینه و ساعات آفتابی به‌ترتیب بین ۰ تا ۱ با میانگین ۰/۴۹ و ۰/۱۹ تا ۰/۵۳ با میانگین ۰/۳۸ بود (شکل ۴ و د).

بارش مؤثرترین عامل در کشت دیم است و کمبود آن حتی با وجود مطلوب بودن سایر عوامل، کشت را با عدم موفقیت مواجه می‌کند (دامنه تغییرات بارش سالانه در استان لرستان بین ۳۴۳/۶۲ تا ۸۱۴/۷۹ با میانگین ۵۰۱/۶۸ میلی‌متر). دما تنظیم‌کننده مراحل نمو و اعمال فیزیولوژیک گیاه بوده و ساعات آفتابی به‌دلیل تأمین نور برای عمل فتوسنتز نقش بارزی در تولیدات گیاه دارند. پهنه‌بندی اقلیمی راضی زراعی استان لرستان برای کشت دیم گلرنگ نشان داد وسعت ۸۷/۳۷

درصدی از این استان دارای شرایط خیلی مناسب و مناسب است و دمای حداقل با ایجاد شرایط ضعیف و متوسط در حدود ۹۸ درصد اراضی زراعی عامل اصلی محدودیت برای کشت گلرنگ تشخیص داده شد. اما بارش، دمای متوسط و بیشینه به‌ترتیب موجب ایجاد این شرایط در ۲/۸۸، ۳۷/۸۱ و ۲۵/۴۸ درصدی در منطقه مورد مطالعه شدند (پورهادیان ۲۰۲۲). سبجانی و نصیری (۲۰۲۲) با مطالعه پهنه‌بندی زراعی-بوم‌شناختی کشت کلزا در دشت اردبیل گزارش کردند دمای بیشینه باعث محدودیت زیاد در ۲۹/۳۶ درصد و محدودیت متوسط در ۷۰/۶۳ درصد، دمای کمینه موجب محدودیت متوسط در ۶۵/۸۷ درصد و محدودیت زیاد در ۳۴/۱۲ درصد و بارش سالانه باعث محدودیت متوسط در ۳۵/۵۹ درصد محدوده مورد مطالعه شد. پهنه‌بندی ساعات آفتابی برای کشت زیره سبز در استان آذربایجانی شرقی نشان داد ۳۰/۲۶ درصد منطقه مورد مطالعه دارای محدودیت زیاد است (شوکتی و همکاران ۲۰۱۸).



شکل ۳- تناسب‌بندی اقلیمی برای کشت دیم کاملینا در اراضی زراعی استان لرستان



شکل ۴- نقشه فازی عوامل اقلیمی شامل بارش طی فصل رشد رویشی (الف) و زایشی (ب)، دمای کمینه (ج)، بیشینه (د) و متوسط (ه) و ساعات آفتابی (و) برای کشت دیم کاملینا در اراضی زراعی استان لرستان

جدول ۳ - مساحت پهنه‌های طبقه‌بندی‌شده برای کشت دیم کاملینا در منطقه مورد مطالعه بر اساس منطق فازی و ارزش وزنی عوامل محیطی

ارزش وزنی	نامستعد		نیمه‌مستعد		مستعد		خیلی‌مستعد		پهنه
	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	
	عوامل محیطی								
۰/۵۴	-	-	-	۹۳/۸۵	۶۴۸۷۲۹۲/۲۸	۶/۱۵	۴۲۵۴۶/۱۵	اقلیم	
۰/۲۴	-	-	-	-	-	۱۰۰	۶۹۱۲۹۲/۴۳	بارش طی دوره رویشی	
۰/۳۰	-	-	۴/۹۰	۳۳۸۹۴	۱۵/۱۴	۱۰۴۶۴۵/۲۵	۷۹/۹۶	۵۵۲۷۵۳/۱۸	بارش طی دوره زایشی
۰/۰۷	۴۰/۳۲	۲۷۸۷۲۵/۹۵	۲۱/۱۲	۱۴۶۰۲۸/۳۳	۳۴/۴۴	۲۳۸۰۷۱/۹۶	۴/۱۲	۲۸۴۶۶/۱۹	دمای کمینه
۰/۱۱	۱۱/۰۳	۷۶۲۵۹/۳۴	۴۴/۷۱	۳۰۹۰۸۰/۳۴	۲۳/۶۴	۱۶۳۴۱۰/۰۳	۲۰/۶۲	۱۴۲۵۴۲/۷۲	دمای بیشینه
۰/۱۲	۴۲/۴۴	۴۳۱۶۹/۵۷	۱۷/۸۲	۱۲۳۲۲۲/۴۲	۱۷/۷۰	۱۲۲۳۷۵/۵۲	۲/۰۴	۱۴۰۷۴/۹۲	دمای متوسط
۰/۱۷	۶/۶۷	۴۶۱۳۴/۸۱	۸۹/۹۸	۶۲۲۰۱۸/۴۴	۳/۳۵	۲۳۱۳۹/۱۸	-	-	ساعات آفتابی
۰/۱۶	۴/۹۵	۳۲۸۳۴/۴۳	۱۳/۰۰	۸۶۲۰۴/۱۶	۳۹/۴۷	۲۶۱۷۶۷/۶۱	۴۲/۵۸	۲۸۲۳۴۶/۳۸	توپوگرافی
۰/۲۰	۱/۱۸	۸۱۶۰/۵۷	۹/۱۶	۶۳۲۹۹/۰۷	۳۹/۶۷	۲۷۴۲۳۶/۷۵	۴۹/۹۹	۳۴۵۶۱۵/۹۳	ارتفاع از سطح دریا
۰/۴۹	۱۴/۲۰	۹۸۱۶۹/۲۱	۴/۴۰	۳۰۳۹۷/۵۰	۱۱/۳۹	۷۸۱۷۲۷/۳۲	۷۰/۰۱	۴۸۴۰۱۸/۲۹	شیب
۰/۳۱	۲۳/۷۸	۱۵۷۹۷۴/۱۲	۲۶/۴۵	۱۷۵۷۲۶/۰۸	۲۳/۶۵	۱۵۷۱۳۹/۷۳	۲۶/۱۲	۱۷۳۵۷۶/۹۷	جهت شیب
۰/۳۰	-	-	۰/۴۶	۳۱۳۰/۵۶	۴۲/۵۰	۲۸۹۴۶۷/۰۹	۵۷/۰۴	۳۸۸۴۶۳/۶۷	حاصلخیزی
۰/۱۰	-	-	-	-	-	-	۱۰۰	۶۹۱۲۹۲/۴۳	pH
۰/۲۲	۰/۱۴	۹۷۶/۰۵	۶/۳۵	۴۳۹۱۶/۵۸	۵۲/۷۳	۳۶۴۵۴۳/۷۴	۴۰/۷۷	۲۸۱۸۷۵/۹۵	نیترژن کل
۰/۱۱	۱۱/۸۹	۸۲۲۳۱/۲۰	۱۳/۶۲	۹۴۱۴۹/۵۴	۳۰/۸۷	۲۱۳۴۱۴/۷۵	۴۳/۶۲	۳۰۱۵۱۶/۸۳	فسفر قابل‌دسترس
۰/۱۰	۰/۰۳	۲۳۰/۰۴	۲/۱۳	۱۴۷۰۴/۷۴	۱۲/۰۱	۸۳۰۰۲/۳۲	۸۵/۸۳	۵۹۳۳۷۵/۲۲	پتاسیم قابل‌دسترس
۰/۱۷	۱۲/۲۴	۸۴۶۳۷/۰۸	-	-	۱۹/۹۸	۱۳۸۱۲۹/۵۷	۶۷/۷۸	۴۶۸۵۲۵/۷۸	بافت
۰/۳۰	۰/۵۶	۳۹۰۴/۲۰	۴/۸۳	۳۳۳۹۸/۷۳	۴۹/۰۷	۳۳۹۲۵۳/۹۲	۴۵/۵۳	۳۱۴۷۵۵/۴۷	ماده آلی
-	-	-	-	-	۸۴/۹۶	۵۶۳۴۱۶/۳۸	۱۵/۰۴	۹۹۷۳۶/۲۰	پهنه‌بندی نهایی

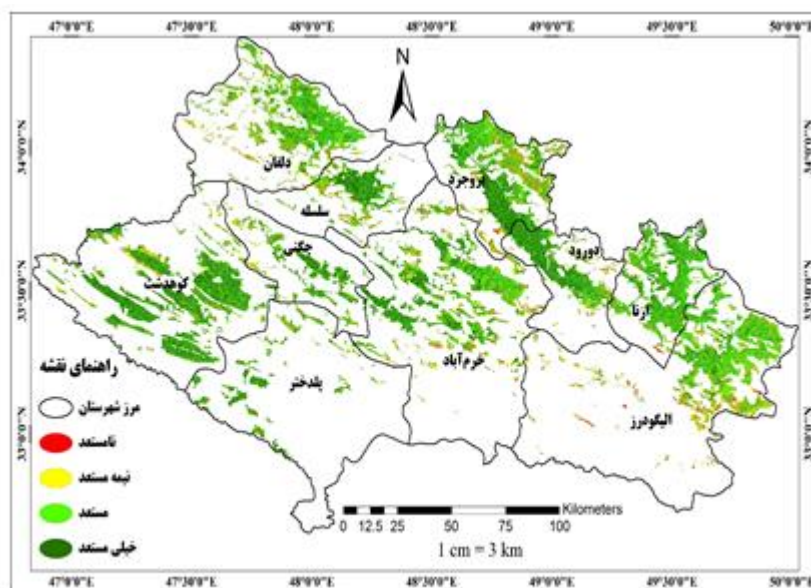
پهنه‌بندی توپوگرافی

نقشه توپوگرافی اراضی زراعی محدوده مورد مطالعه نشان داد ارزش فازی آن بین ۱-۰ با میانگین ۰/۶۸ بود (شکل ۵). از کل اراضی زراعی ۲۸۲۳۴۶/۳۸ هکتار دارای شرایط خیلی‌مستعد و ۳۲۸۳۴/۴۳ هکتار دارای شرایط نامستعد بودند و ۲۶۱۷۶۷/۶۱ و ۸۶۲۰۴/۱۶ هکتار به‌ترتیب شرایط مستعد و نیمه‌مستعد داشتند (جدول ۳). با توجه به کوهستانی بودن منطقه مورد مطالعه تمام شهرستان‌ها از چهار پهنه دارای سهم بودند. شیب با میانگین ارزش فازی ۰/۷۶ مؤثرترین عامل توپوگرافی در افزایش استعداد منطقه بود (شکل ۶ ب) و بعد از آن ارتفاع از سطح دریا با میانگین فازی ۰/۷۵ قرار داشت (شکل ۶ الف) و جهت شیب با میانگین ارزش فازی ۰/۵۱ نسبت به دو عامل دیگر محدودیت بیشتری ایجاد کرد (شکل ۶ ج). این سه عامل توپوگرافی

شیب، ارتفاع از سطح دریا و جهت شیب به‌ترتیب در ۲۹/۱۸۲۹۰۸۴، ۹۳/۳۴۵۶۱۵ و ۷۳/۱۵۷۱۳۹ هکتار بستر ساز شرایط خیلی‌مستعد برای کشت گیاه کاملینا بودند (جدول ۳).

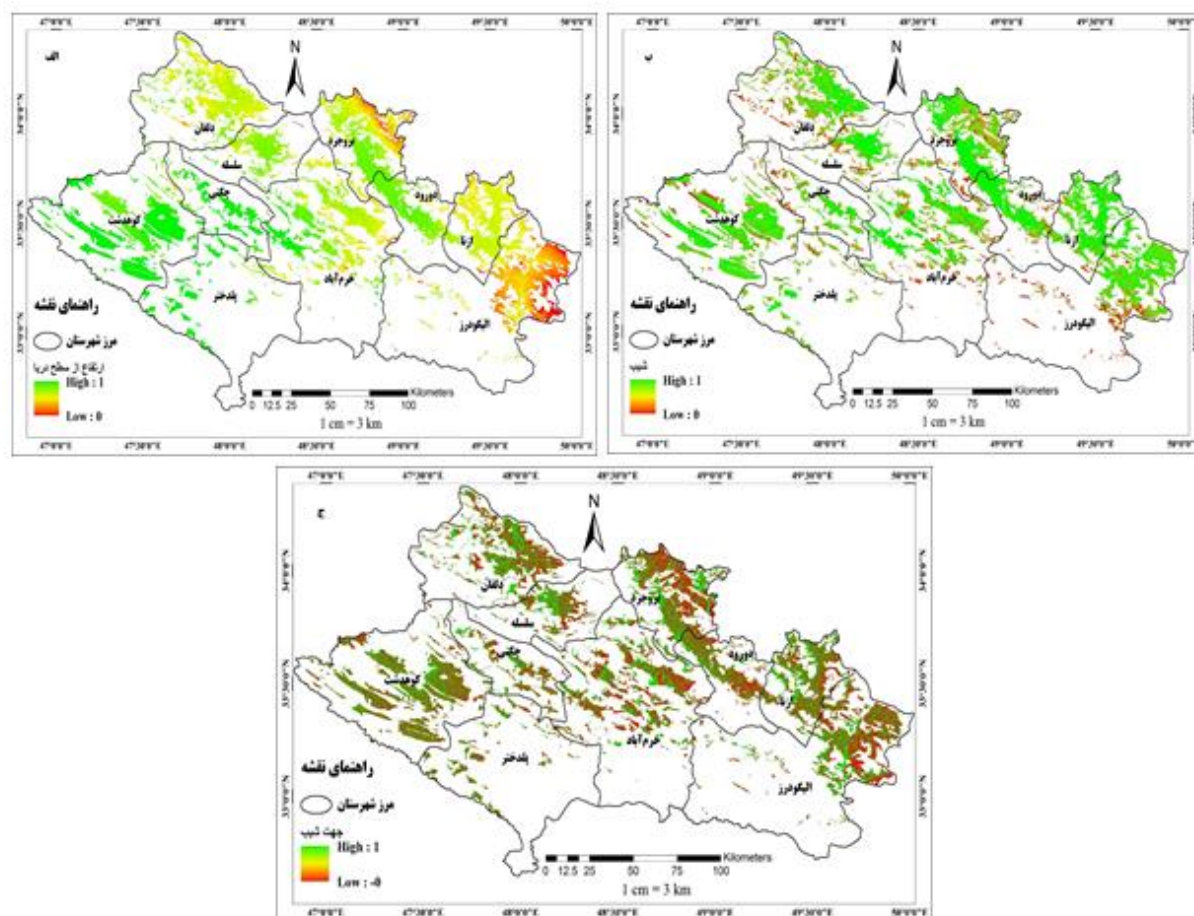
شناخت تناسب ارتفاع از سطح دریا کمک می‌کند که توجه بیشتری به نوع اقلیم منطقه برای کشت شود و تاریخ کشت را طوری تنظیم کرد که مراحل نمو گیاه با آب و هوای مناسبی برخورد کند و عملکرد بهتری حاصل شود. آگاهی از شیب اراضی زراعی شرایطی فراهم می‌کند تا با اعمال عملیات درست زراعی مانند شخم زدن از فرسایش خاک جلوگیری گردد و همچنین سرعت جاری شدن آب در زمین زراعی کند شده و فرصت بیشتری برای نفوذ در خاک داشته باشد و بهتر نیاز آبی گیاه زراعی را تأمین کند. جهت شیب تأثیر بسیار مهمی در دریافت نور خورشید جهت عمل

فتوستنتز توسط گیاه دارد به‌خصوص که در این پژوهش هدف تولید دانه از گیاه کاملینا است. پهنه‌بندی ارتفاع از سطح دریا و شیب اراضی استان لرستان برای کشت ارزن نشان داد این عوامل باعث محدودیت شدید (طبقات ضعیف و نامناسب) به‌ترتیب ۵۵/۱۸ و ۳۴/۳۲ درصد از منطقه مورد مطالعه شدند (پورهادیان ۲۰۲۱).

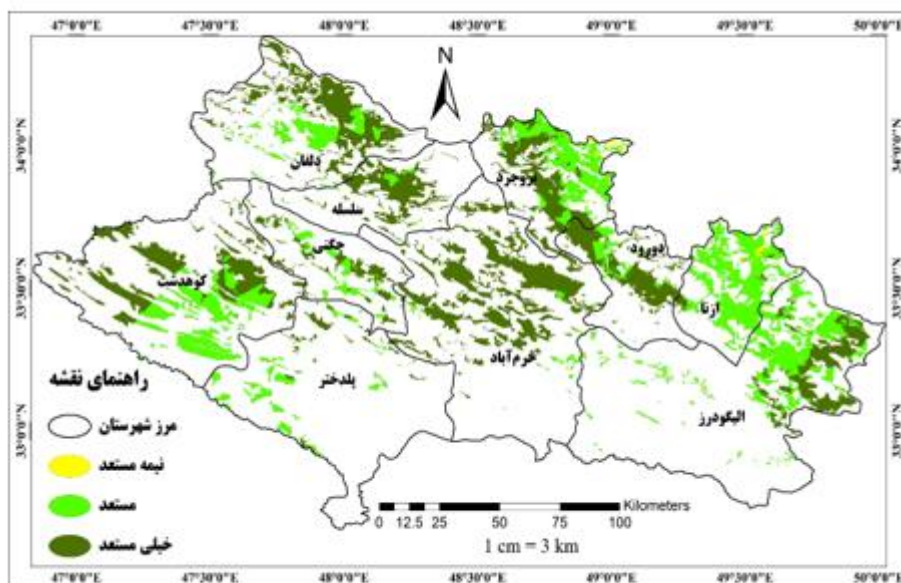


شکل ۵- تناسب‌بندی توپوگرافی برای کشت دیم کاملینا در اراضی زراعی استان لرستان

یهنه بندی حاصلخیزی



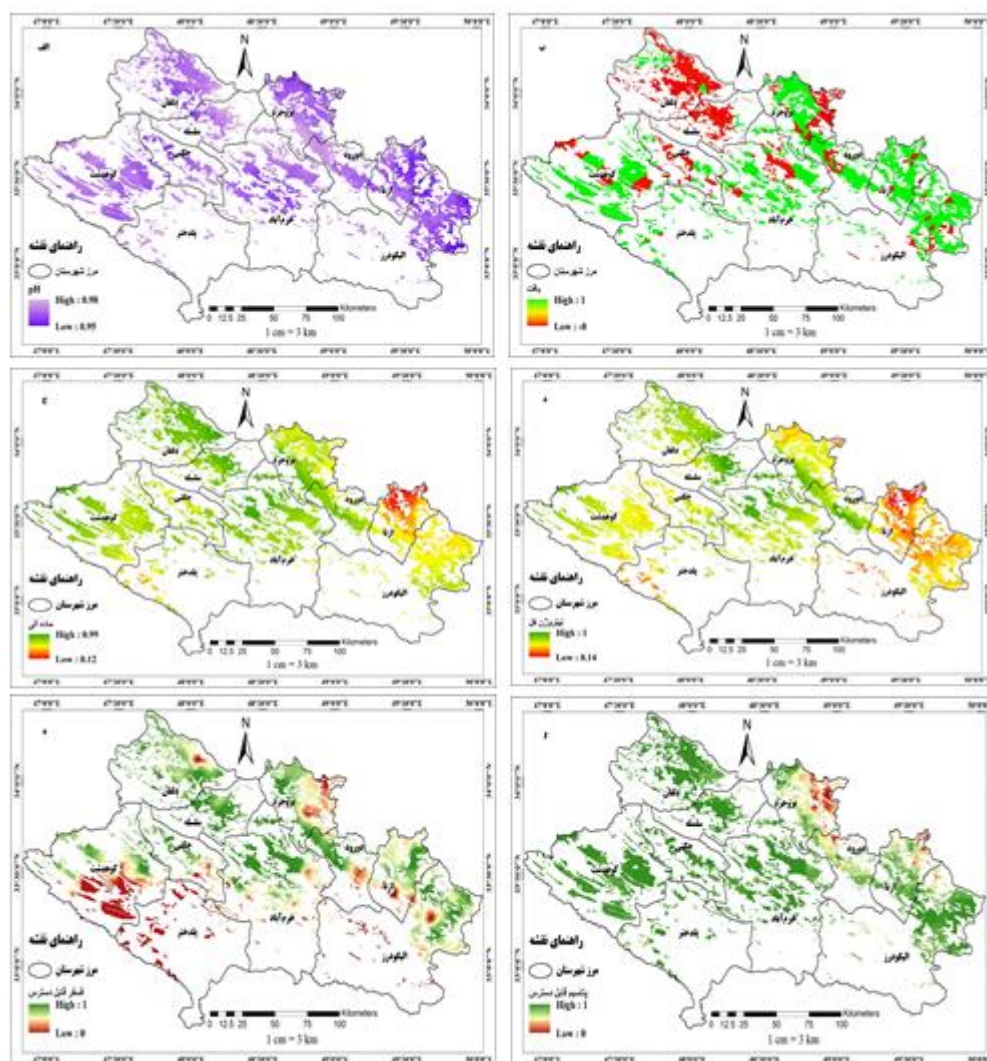
شکل ۶- نقشه فازی عوامل توپوگرافی شامل ارتفاع از سطح دریا (الف)، شیب (ب) و جهت شیب (ج) برای کشت دیم کاملینا در اراضی زراعی استان لرستان



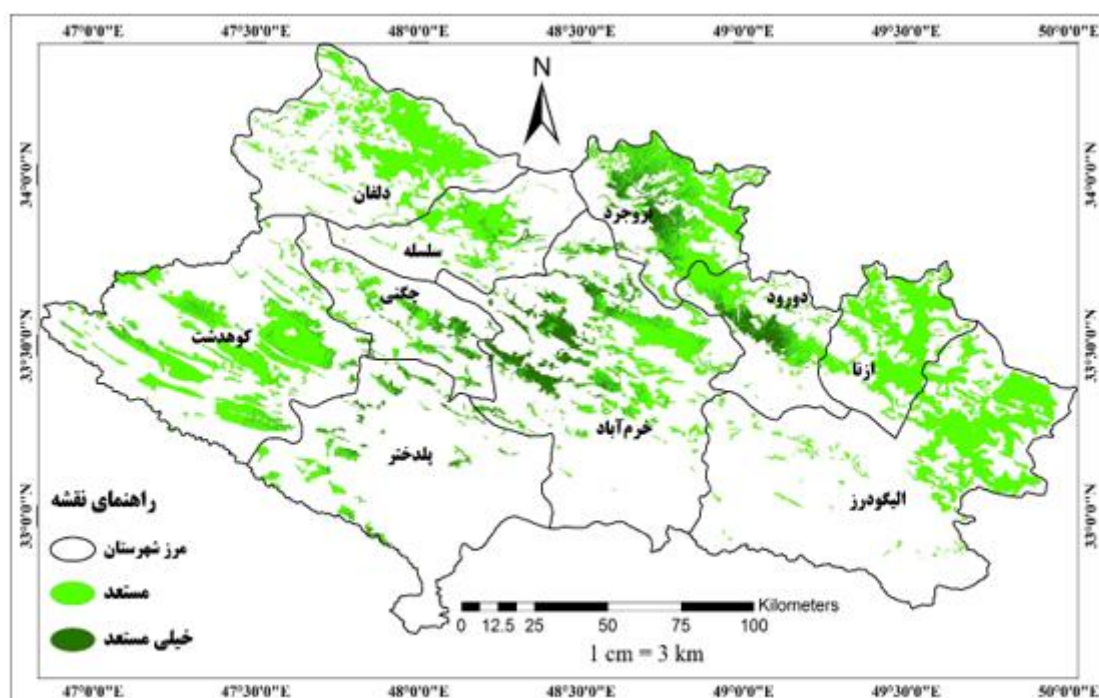
شکل ۷- تناسب‌بندی حاصلخیزی برای کشت دیم کاملینا در اراضی زراعی استان لرستان

توانایی تأمین طبیعی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه توسط خاک زراعی باعث می‌شود که از بی‌رویه مصرف کود شیمیایی صرف‌نظر کرده و شرایط برای کشاورزی پایدار و ارگانیک فراهم شود. همچنین شناخت بافت خاک مناسب علاوه بر مهیا ساختن شرایط لازم برای جوانه‌زنی گیاه کاملینا به دلیل ریز بودن دانه کمک فراوانی به ذخیره و جذب آب و مواد غذایی توسط گیاه می‌کند. ماده آلی که به عنوان قلب کشاورزی پایدار از آن یاد می‌شود بستر ساز ذخیره آب، فراهم کردن برخی مواد تغذیه‌ای و بهبود ساختمان خاک است. بررسی عوامل حاصلخیزی خاک در استان لرستان

برای کشت ارزن حاکی از محدودیت شدید (طبقات ضعیف و نامناسب) در ۳۲/۲۰، ۲/۱۶، ۲۹/۳۹، ۴۰/۰۳، ۴۵/۱۰ درصد از اراضی زراعی به ترتیب توسط بافت، پتاسیم قابل‌دسترس، فسفر قابل‌دسترس، ماده آلی و نیتروژن داشت (پورهادیان ۲۰۲۱ الف و ب). مرادی و همکاران (۲۰۲۰) به پهنه‌بندی توان بوم‌شناختی کشاورزی در شمال و مرکز استان سیستان و بلوچستان جهت کشت کلزا دریافتند عوامل خاک از جمله ماده آلی، نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل‌دسترس باعث محدودیت شدید در بخش وسیعی از منطقه می‌شوند.



شکل ۸- نقشه فازی عوامل حاصلخیزی شامل pH (الف)، بافت (ب)، نیتروژن کل (ج)، ماده آلی (د)، فسفر قابل دسترس (ه) و پتاسیم قابل دسترس (و) برای کشت دیم کاملینا در اراضی زراعی استان لرستان



شکل ۹- پهنه‌بندی نهایی اراضی زراعی استان لرستان برای کشت دیم کاملینا

پهنه‌بندی نهایی اراضی زراعی

نقشه پهنه‌بندی اراضی زراعی استان لرستان برای کشت گیاه کاملینا ارائه شده در شکل ۹ از ترکیب نقشه‌های فازی اقلیمی (شکل ۳)، توپوگرافی (شکل ۵) و حاصلخیزی خاک (شکل ۷) با اعمال وزن آن‌ها تهیه شده در روش ANP حاصل گردید. ارزش فازی این نقشه بین ۰/۸۶ - ۰/۵۰ با میانگین ۰/۶۹ بود و تمام منطقه مورد مطالعه در دو پهنه خیلی مستعد با ۹۹۷۳۶/۲۰ هکتار (معادل ۱۵/۰۴ درصد) و مستعد با ۵۶۳۴۱۶/۳۸ هکتار (معادل ۸۴/۹۶ درصد) قرار گرفت.

ارزیابی پهنه خیلی مستعد با ارزش فازی ۰/۸۶ - ۰/۷۵ نشان داد این پهنه در تمام شهرستان‌های استان لرستان به جز شهرستان ازنا و الیگودرز با اقلیم به صورت پراکنده مشاهده می‌شود. اما شهرستان‌های خرم‌آباد، بروجرد، دورود، چگنی و پلدختر بیشترین سهم از این پهنه را داشتند. با توجه به این که تنوع ۱۵ عامل محیطی مورد ارزیابی در این تحقیق در شهرستان‌های مورد مطالعه زیاد است و هر پهنه با

تنوعی از عوامل جهت کاشت گیاه کاملینا روبرو است و ارزش فازی این پهنه خیلی مستعد ۱ یا همان صد درصد مطلوب نیست. بنابراین هنگام کاشت در این پهنه بایستی با مدیریت دقیق و هدفمند با توجه به تنوع هر عامل محیطی طوری تصمیم‌گیری شود تا مراحل نمو گیاه کاملینا با بهترین شرایط محیطی دخیل در رشد مواجه شود و در نهایت از حداکثر پتانسیل ژنتیکی این گیاه جهت حصول عملکرد مطلوب استفاده گردد.

بررسی طبقه مستعد با ارزش فازی بین ۰/۷۵ - ۰/۵۰ نشان داد این پهنه با سهم ۸۴/۹۶ درصدی در سراسر استان لرستان گسترده است. در بین گروه‌بندی عوامل محیطی به صورت اقلیمی، توپوگرافی و حاصلخیزی، عوامل اقلیمی با ارزش فازی ۰/۶۶ بیشترین اثر بر کاهش ارزش استعداد اراضی زراعی از خیلی مستعد به مستعد را داشت. به طوری که فقط ۴۲۵۴۶/۱۵ هکتار شرایط خیلی مستعد داشتند و بقیه پهنه دارای شرایط مستعد بودند. عوامل توپوگرافی با میانگین فازی ۰/۶۸ و عوامل خاکی با ۰/۷۶ در رتبه‌های

بعدی قرار گرفتند و استعدادسنجی منطقه از نظر توپوگرافی و حاصلخیزی نشان داد به ترتیب ۲۸۲۳۴۶/۳۸ هکتار و ۳۸۸۴۶۳/۶۷ هکتار دارای شرایط خیلی مستعد بود و بقیه سطوح ارزشی پایین تر از این پهنه داشتند. بررسی تک به تک ۱۵ عامل محیطی مطالعه شده در شهرستان های استان لرستان نشان داد عوامل دمای متوسط در اراضی زراعی با وسعت ۵۵۴۸۴۱/۹۹ هکتار در تمام شهرستان ها به جز کوه دشت و پلدختر، دمای کمینه در ۴۲۴۷۵۴/۲۸ هکتار، بیشینه در ۲۸۵۳۳۹/۶۸ هکتار در تمامی اراضی زراعی ازنا و الیگودرز، دورود (به جز بخش مرکزی)، بروجرد (به جز بخش مرکز تا شمال)، دلفان (به جز بخش کمی در جنوب)، شرق و جنوب شرقی شهرستان خرم آباد، ساعات آفتابی در ۶۶۸۱۵۳/۲۵ هکتار در تمام منطقه مورد مطالعه به جز بخش کمی از شمال شهرستان الیگودرز، بارش طی دوره رشد زایشی در ۳۳۸۹۴ هکتار بیشتر در جنوب شهرستان کوه دشت، جهت شیب در ۳۳۳۷۰۰/۲ هکتار پراکنده در سطح منطقه مورد مطالعه، شیب در ۱۲۸۵۶۶/۷۱ هکتار گسترده در سطح مورد بحث به خصوص در مناطق کوهستانی، ارتفاع از سطح دریا در ۷۱۴۵۹/۶۴ هکتار بیشتر در شرق و مرکز شهرستان الیگودرز و شرق بروجرد، نیتروژن کل در ۴۴۸۹۲/۶۳ هکتار در شمال و مرکز شهرستان ازنا، مقدار کمی در شهرستان الیگودرز، پلدختر و بروجرد، پتاسیم قابل دسترس در ۱۴۹۳۴/۷۸ هکتار بیشتر در شمال و مرکز بروجرد و مقدار جزئی در ازنا، الیگودرز و دورود، فسفر قابل دسترس در ۱۷۶۳۸۰/۷۴ هکتار در تمام سطح اراضی زراعی شهرستان پلدختر، حدود نصف شهرستان کوه دشت از مرکز تا جنوب، جنوب شهرستان های خرم آباد، چگنی، الیگودرز، ازنا و دورود، شرق شهرستان های بروجرد و دلفان، بافت خاک در ۸۴۶۳۷/۰۸ هکتار بیشتر در دلفان و بروجرد و بخش کمتری از سلسله، دورود، چگنی، ازنا و الیگودرز (طبقه نامستعد) و ماده آلی در ۳۷۳۰۲/۹۳ هکتار از شمال تا مرکز شهرستان ازنا و بخش ناچیزی از پلدختر و الیگودرز شرایط نیمه مستعد و نامستعد به وجود آورد و

توانایی اراضی زراعی مورد مطالعه را برای کشت گیاه کاملینا از خیلی مستعد به مستعد تقلیل داد. مطالعات انجام شده در استان لرستان نشان از قرار گرفتن ۷۷ درصد اراضی زراعی برای کشت ارزن (پورهادیان ۲۰۲۱ ب) و ۹۹/۳۹ درصد برای کشت سورگوم (پورهادیان، ۲۰۲۱ الف) و ۸۷/۳۷ درصد برای کشت گلرنگ (پورهادیان، ۲۰۲۲) در دو طبقه خیلی مناسب و مناسب داشت. پهنه بندی استان کردستان برای کشت گیاه کاملینا به کمک ارتفاع از سطح دریا، بارش، ساعات آفتابی، دمای حداکثر ماه گرم طی رشد گیاه، شیب نشان داد ۲، ۱۶، ۵۷ و ۲۵ درصد از این استان به ترتیب دارای شرایط خوب، نسبتاً خوب، متوسط و ضعیف بودند (قمرنیا و همکاران، ۲۰۲۲). ارزیابی زراعی - اقلیمی کشور آرژانتین برای تعیین مناطق بالقوه رشد کاملینا به کمک بارش طی دوره رشد و دمای متوسط طی دوره رشد رویشی و زایشی حاکی از وجود پنج طبقه مطلوب، خیلی مناسب، مناسب برای مناطق مرطوب، مناسب برای مناطق نیمه مرطوب تا نیمه خشک و نامناسب داشت و پهنه مناسب برای مناطق مرطوب بخش اعظمی از سطح مورد مطالعه را به خود اختصاص داد (فالاسکا و همکاران، ۲۰۱۴). تناسب بندی اراضی برای توسعه کشت کاملینا در کشور شیلی با استفاده از عوامل دمای حداکثر ماه گرم طی دوره رشد، درجه روز، کمبود آب، کاربری زمین، ژئومورفولوژی، ارتفاع از سطح دریا نشان از وسعت ۸۰/۵ درصدی از قلمرو ملی این کشور پتانسیلی مناسب جهت تولید کاملینا داشت (رومان فیگوئروا و همکاران ۲۰۱۷).

نتیجه گیری

نتایج آن نشان داد کل سطح مورد مطالعه در دو پهنه خیلی مستعد (۱۵/۰۴ درصد) و مستعد (۸۴/۹۶ درصد) قرار گرفت. از نظر عوامل اقلیمی ۹۳/۸۵ درصد دارای شرایط مستعد، توپوگرافی ۴۲/۵۸ دارای شرایط خیلی مستعد و حاصلخیزی ۵۷/۰۴ دارای شرایط خیلی مستعد بودند. بررسی تک تک عوامل محیطی گواه بر تنوع توانایی این عوامل بر کشت گیاه کاملینا به جز

به عمل آورند و در راستای کشاورزی پایدار با توجه به خصوصیات گیاه کاملینا گام بردارند.

سپاسگزاری

نویسنده مراتب قدردانی و تشکر خود از اداره‌های کل و افرادی که اطلاعات هواشناسی و خاک (ذکرشده در بخش مواد و روش‌ها) را در اختیار ایشان قرار دادند، اعلام می‌دارند.

بارش طی دوره رشد رویشی و pH خاک داشت. نتیجه نهایی این تحقیق نشان داد تحلیل داده‌های زمین مرجع توسط GIS و منطق فازی همراه با تعیین وزن عوامل توسط ANP بستر لازم را برای تصمیم‌گیری سیاست‌گذاران و مدیران عرصه کشاورزی و کشاورزان در میدان عمل برای کشت گیاه کاملینا فراهم می‌کند تا بتوانند براساس توانایی هر پهنه و عوامل مؤثر و محدودیت‌ساز بهره مفید را از منابع موجود

منابع مورد استفاده

- Amirian Chakan A. 2011. 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.
- Berti M, Gesch R, Eynck Ch, Anderson J and Cermake S. 2016. Camelina uses, genetics, genomics, production, and management. Industrial Crops and Products, 94: 690-710. DOI:10.1016/j.indcrop.2016.09.034.
- Budak M, Kılıç M, Günel H, Çelik I and Sırrı M. 2024. Land suitability assessment for rapeseed potential cultivation in upper Tigris basin of Türkiye comparing fuzzy and boolean logic. Industrial Crops & Products, 208: 117806. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.117806>.
- Codina-Pascual N, Torra J, Baraibar B and Royo-Esnal A. 2022. Weed suppression capacity of camelina (*Camelina sativa*) against winter weeds: The example of corn-poppy (*Papaver rhoeas*). Industrial Crops & Products, 184: 115063. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115063>.
- Falasca SL, Del Fresno MC and Waldman C. 2014. Developing an agro-climatic zoning model to determine potential growing areas for *Camelina sativa* in Argentina, QScience Connect, 1: 1-11. <https://doi.org/10.5339/connect.2014.4>.
- Ghamarnia H, Kahrizi D and Rostami Ahmadvandi H. 2018. Camelina: a low input and adaptable plant. Razi University Press, 118p. (In Persian).
- Ghamarnia H, Palash M and Dousti B. 2022. Camelina zoning for different climate conditions in Kurdistan province. Agrotechniques in Industrial Crops, 2(1): 49-56. DOI: 10.22126/ATIC.2022.7903.1056.
- Ghorbani HR, Majidian P and Ramzanpour MR. 2020. Cultivation of Camelina oil-fodder plant in Mazandaran province. Mazandaran agricultural promotion coordination management, 16p.
- Hosseini Sanekhoori F, Pirdashti H and Bakhshandeh E. 2023. Effect of environmental factors on Camelina sativa seed germination and emergence. Acta Physiologiae Plantarum, 45 (1): 1-14. DOI:10.1007/s11738-022-03487-3.
- Kazemi Poshtmasari H, Tahmasebi Sarvestani Z, Kamkar B, Shataei Sh and Sadeghi S. 2012. Agroecological zoning of agricultural lands in Golestan province for canola cultivation by Geographic Information System (GIS) and Analytical Hierarchy Process (AHP). Crop production, 5(1): 123-139. DOI: 20.1001.1.2008739.1391.5.1.8.7. (In Persian).
- Kılıc OM, Ersayın K, Günel H, Khalofah A and Alsubeie MS. 2022. Combination of fuzzy-AHP and GIS techniques in land suitability assessment for wheat (*Triticum aestivum*) cultivation. Saudi Journal of Biological Sciences, 29: 2634-2644. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.12.050>.

- Lashani zad M, Parvaneh B and Biranvand F. 2011. Climatic zoning of Lorestan province using statistical methods and determining the most appropriate experimental method. *Physical Geography Quarterly*, 4(11): 89-106. (In Persian).
- Matteo R, Pagnotta E, Ugolini L, Righetti L, Tavarini S and Lazzeri L. 2023. Chapter 27 - *Camelina sativa* (Cranz.) from minor crop to potential breakthrough. *Neglected and Underutilized Crops: Future Smart Food*, 781-801. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90537-4.00025-9>.
- Moisa MB, Merga BB, Gabissa TB and Gemedo DO. 2022. Assessment of land suitability for oilseeds crops (sesame and groundnut) using geospatial techniques: In the case of Diga district, East Wollega zone, western Ethiopia. *Oil Crop Science*, 7(3): 127-134. <https://doi.org/10.1016/j.ocsci.2022.08.001>.
- Moradi E, Mobsser HR, Mehraban A and Ganjali HR. 2020. Zoning of ecological power of agriculture in northern and central of Sistan and Baluchestan province for canola production with GIS system. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 31(1): 279-295. DOI: 20.1001.1.24764310.1399.30.1.17.8 (In Persian).
- Nabati J, Nezami A, Neamatollahi E and Akbari M. 2020. GIS-based agro-ecological zoning for crop suitability using fuzzy inference system in semi-arid regions. *Ecological Indicators*, 117: 106646. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106646>.
- Nehbandani AR, Alizadeh-Dehkordi P, Dadrasi A, Filippi P and Hajjarpour A. 2023. Global suitability analysis of current and future climates for rainfed wheat production. *International Journal of Plant Production*, 17: 579–592. <https://doi.org/10.1007/s42106-023-00254-3>.
- Niazmoradi M and Kazemi H. 2014. Feasibility of wheat-canola rotation performance in agricultural lands of Bandar Torkman and Gomishan townships using Geographic Information System (GIS). *Research In Crop Ecosystems*, 1(4): 65-82. (In Persian).
- Paravar E, Soltani A, Zeinali E, Kazemi H and Dadrasi A. 2023. Agro-ecological zoning of Iran for plant production. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 21(2): 189-202. DOI: 10.22067/jcsc.2022.78336.1195. (In Persian).
- Pilevar AR, Matinfar HZ, Sohrabi A and Sarmadian F. 2020. Integrated fuzzy, AHP and GIS techniques for land suitability assessment in semi-arid regions for wheat and maize farming. *Ecological Indicators*. 110: 105887. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105887>.
- Pourhadian H, Kamkar B, Soltani A and Mukhtarpour H. 2019. Evaluation of water quality for corn cultivation using GIS, fuzzy logic and ANP (case study: four basins of Golestan province). *Crop production journal*, 13(3): 1-12. DOI: 10.22069/ejcp.2021.14056.2068. (In Persian).
- Pourhadian H. 2021a. Feasibility of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.) cultivation post-harvest of autumn cereals in semi-arid regions using fuzzy logic. *Cereal Research*, 11(2): 149-162. DOI: 10.22124/cr.2021.19255.1654. (In Persian).
- Pourhadian H. 2021b. 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*, 13(4): 287-302. 10.22034/saps.2021.42810.2576. (In Persian).
- Pourhadian H. 2022. Assessing the climatic potential of Lorestan province for dry autumn cultivation of safflower. The 17th National Congress and the 3rd International Congress of Agricultural Sciences and Plant Breeding of Iran. Shahid Bahonar University of Kerman, 5 to 7 February 2022. (In Persian).
- Rahman Salari K and ahran Omidvari Sh. 2016. 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*, Tehran, Iran. (In Persian).
- Román-Figueroa C, Padilla R, Uribe JM and M Paneque M. 2017. Land suitability assessment for camelina (*Camelina sativa* L.) sevelopment in Chile. *Sustainability*, 9, 154. DOI:10.3390/su9010154.

- Rostami Ahmadvandi H, Zeinodini A, Ghobadi R and Gore M. 2021. Benefits of adding camelina to rainfed crop rotation in Iran: A crop with high drought tolerance. *Agrotechniques in Industrial Crops*, 1(2): 91-96. DOI: 10.22126/atic.2021.6410.1007.
- Saaty TL. 1999. Fundamentals of the Analytic Network Process. *Proceedings of ISAHP*, Kobe, Japan, August, 12-14.
- Sadiq FK, Ya'u SL, Aliyu J and Maniyunda LM. 2023. 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*, 20: 100297. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2023.100297>.
- Seyedmohammadi J, Sarmadian F, Jafarzadeha SA, Ghorbani MA and Shahbazi F. 2018. Application of SAW, TOPSIS and fuzzy TOPSIS models in cultivation priority planning for maize, rapeseed and soybean crops. *Geoderma*, 310: 178-190. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.09.012>.
- Shokati B, Asgharipour MR, Feizizadeh B. 2018. Agroecological zoning for cultivation of cumin (*Cuminum cyminum*) in East-Azerbaijan province, using analytic hierarchy process approach. *Journal of Plant Ecophysiology*, 10(35): 102-116. DOI: 20.1001.1.20085958.1397.10.35.10.1. (In Persian).
- Sobhani B and Nasiri F. 2022. Agro-ecological zonation of canola cultivation in Ardebil Plain. *Journal of Applied researches in Geographical Sciences*, 22 (65): 61-78. DOI: 10.52547/jgs.22.65.61. (In Persian).
- Walia MK, Zanetti F, Gesch RW, Zaniak MK, Eynck Ch, Puttick D, Alexopoulou E, Royo-Esnal A, Stolarski MJ, Isbell T, Monti A. 2021. Winter camelina seed quality in different growing environments across Northern America and Europe. *Industrial Crops & Products*, 169: 113639. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.06.022>.