نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران
سال دوازدهم. شماره چهل و هفت. بهار ۱۴۰۱

ارزیابی تناسب اراضی جهت کشت آبی و دیم کلزا با استفاده از روش ترکیبی فازی-سلسله مراتبی در شهرستان جیرفت

زهره افتخاری کنزرکی[۱]، مهدیه امیری نژاد[۲]، الهام رفیعی ساردوئی[۳]*، امان الله سلیمانی[۴]، محمد نادریان فر[۵]

تاریخ ارسال: ۱۳۹۹/۰۹/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۸

مقاله: علمی پژوهشی

چکیده

شناسایی پتانسیل اراضی براساس منابع محیطی موجود در هر منطقه نظیر اقلیم، خاک و توپوگرافی اولین گام در توسعه نظام کشاورزی پایدار است. برای این منظور، در این پژوهش تناسب اراضی شهرستان جیرفت، جهت کشت دیم و آبی کلزا با استفاده از روش فازی-سلسله مراتبی در سیستم اطلاعات جغرافیایی مورد مطالعه قرار گرفت. از این‌رو در ابتدا وزن و اهمیت لایه‌های اطلاعاتی شامل اقلیم (دما، بارش، درجه روز رشد)، توپوگرافی (شیب، ارتفاع)، خاک (شوری، قلیایت و نوع خاک) به همراه دسترسی به منابع آبی، براساس روش تحلیل سلسله مراتبی، به طور جداگانه جهت کشت آبی و کشت دیم کلزا به دست آمد. سپس لایه‌های اطلاعاتی مطابق با نیازمندی‌های محیطی محصول کلزا، در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی طبقه‌بندی و فازی شدند. در نهایت هم‌پوشانی لایه‌ها با ضرب وزن به دست آمده از روش سلسله مراتبی در لایه‌های فازی شده، صورت گرفت. در نهایت نقشه تناسب اراضی کشت آبی و کشت دیم کلزا به صورت جداگانه تهیه و طبقه‌بندی گردید. نتایج ارزیابی تناسب اراضی جهت کشت آبی کلزا نشان داد که ۱۴/۷، ۲۴/۷۵، ۲۱/۶۱، ۲۶/۰۲ و ۱۲/۹۱ درصد از کل سطح اراضی موجود در محدوده مورد مطالعه، به ترتیب در طبقات بسیار مناسب، مناسب، تناسب متوسط، تناسب کم و نامناسب، قرار گرفته‌اند. هم‌چنین نتایج ارزیابی تناسب اراضی جهت کشت دیم کلزا نشان داد که ۱۲/۶۵، ۱۸/۴۶، ۲۴/۴، ۲۲/۸۲ و ۲۱/۷۶ درصد از کل سطح اراضی موجود در محدوده مورد مطالعه، به ترتیب در طبقات بسیار مناسب، مناسب، تناسب متوسط، تناسب کم و نامناسب، واقع شده‌اند. در این طبقه‌بندی، عوامل دسترسی به منابع آب جهت کشت آبی و بارش جهت کشت دیم، عوامل اصلی محدود کننده رشد کلزا بودند. این نتایج می‌تواند برای سیاست‌گذاران و کشاورزان، جهت طراحی الگوی کشت مناسب مفید واقع شود.

واژه‌های کلیدی: مکان‌یابی، وزن‌دهی، مناطق مستعد کشت، سیستم اطلاعات جغرافیایی.

[۱] دانشجوی ارشد اگرواکولوژی، دانشگاه جیرفت، کرمان، ایران. تلفن: ۰۳۴۴۳۳۴۷۰۶۱ و z.eftekhari1373@gmail.com

[۲] استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، کرمان، ایران. تلفن: ۰۳۴۴۳۳۴۷۰۶۱ و mamiri@ujiroft.ac.ir

[۳] استادیار گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه جیرفت، کرمان، ایران. تلفن: ۰۳۴۴۳۳۴۷۰۶۱ و ellrafiei@ujiroft.ac.ir (*نویسنده مسئول)

[۴] استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، کرمان، ایران. تلفن: ۰۳۴۴۳۳۴۷۰۶۱ و aman.soleimani@ujiroft.ac.ir

[۵] استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، کرمان، ایران. تلفن: ۰۳۴۴۳۳۴۷۰۶۱ و Naderian.mohamad@ujiroft.ac.ir

مقدمه

یکی از راهکارهای اساسی برای توسعه کشاورزی، استفاده بهینه از اراضی، متناسب با شرایط اقلیمی است و اصولاً لازمه آن شناخت عوامل مختلف تحت عنوان عوامل پایدار (ارتفاع و خاک) و عوامل ناپایدار (بارندگی و دما) می‌باشد (کافی و همکاران، ۱۳۷۹؛ خورشیددوست و همکاران، ۱۳۹۰). برای رسیدن به حداکثر توان تولیدی و کاهش هزینه‌های سربار لازم است هرگونه گیاهی در دامنهٔ مطلوب بردباری خود نسبت به عوامل محیطی و اقلیمی کشت شود تا حداقل تنش‌ها و استرس‌های محیطی را متحمل گردد. لازم است دامنه مطلوب بردباری هرگونه مشخص و سپس با ابزارهای علمی و مهندسی، مناطق مستعد و با تولید بالا مشخص شود (کاظمی، ۱۳۹۳؛ اشرفی و همکاران،۱۳۹۲). تنوع آب و هوایی کشور ایران، امکانات کم‌نظیری برای تولید محصولات متنوع در کلیه فصول سال را فراهم نموده است. ایجاد ثبات نسبی برای عرضه محصولات کشاورزی به بازار، مستلزم شناخت دقیق وضعیت آب و هوایی مناطق و میکروکلیمای مختلف در گوشه و کنار کشور است. آگاهی از زمان مناسب کاشت، داشت و برداشت محصولات زراعی مناطق مختلف و شناخت شاخص‌های اقلیمی، این امکان را برای برنامه-ریزان فراهم می‌سازد تا بتوانند در مورد تخصیص صحیح منابع به محصولات مختلف تصمیم بگیرند. امروزه بررسی اقلیم و عوامل محیطی در تعیین گونه‌های زراعی هر منطقه یک امر اجتناب‌ناپذیر است، هم‌چنین مدیریت زراعی و افزایش تولید در واحد سطح، استفاده بهینه از منابع طبیعی و شناخت هر چه بیش‌تر از این منابع را می‌طلبد (علوی‌زاده و همکاران،۱۳۹۲).

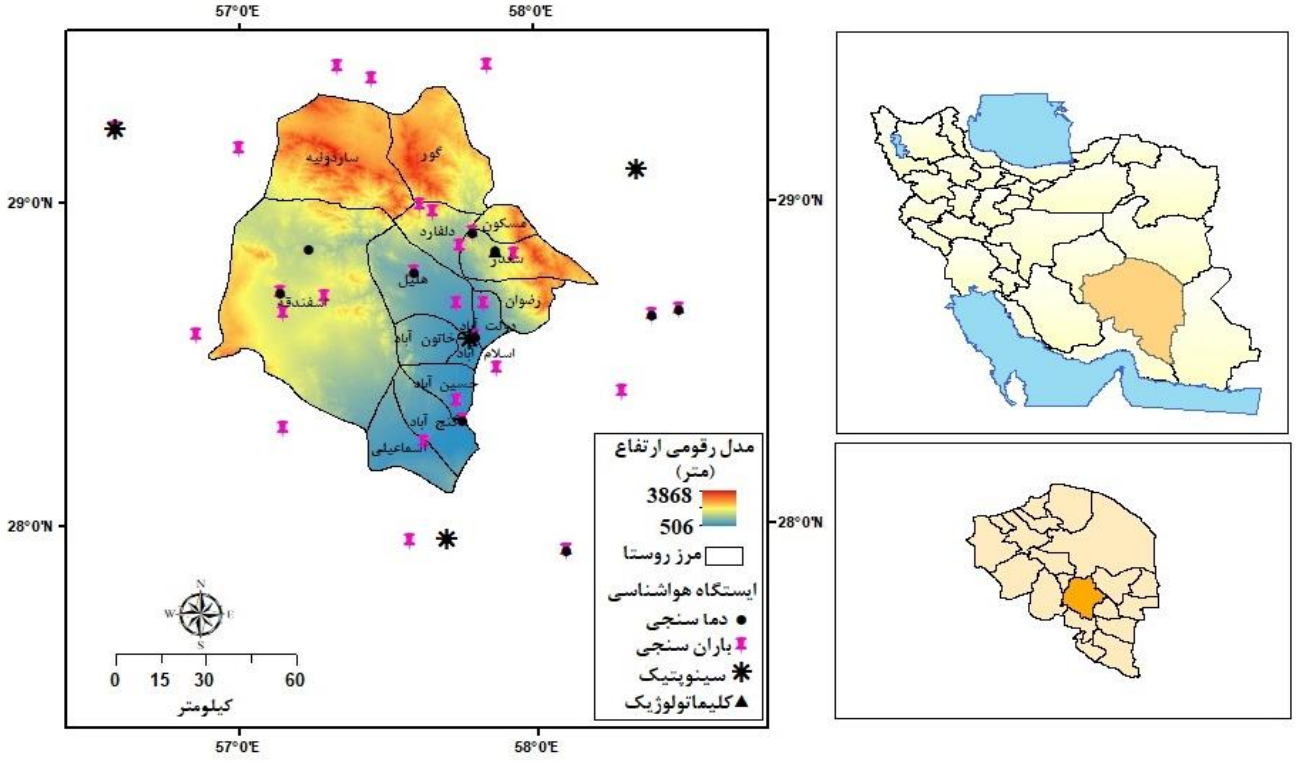
یکی از روش‌های رایج جهت بررسی تناسب اراضی جهت کشت محصولات مختلف، استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره شامل روش تاپسیس[1]، روش تحلیل سلسله مراتبی[2] و ... می‌باشد که در مطالعات مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است (خورشید دوست و همکاران،۱۳۹۰؛ حیدرپور و همکاران، ۱۳۹۷؛ سید محمدی و همکاران، ۲۰۱۸). بیش از ۳۵۰ نوع دانه روغنی در دنیا وجود دارد. دانه‌های روغنی پس از غلات، دومین ذخایر غذایی جهان را شامل می‌شوند و کلزا یکی از مهم‌ترین دانه-های روغنی سطح جهان است (ایمان مهر و همکاران، ۱۳۸۵). کلزا با نام علمی *Brassica napus* گیاهی است از خانواده چلیپیان با عدد کروموزومی ۳۸، که عمدتاً دارای تیپ‌های رشد بهاره، پاییزه و بینابین می‌باشد (امیدوار و همکاران، ۱۳۹۳). محققین مختلف به مکان‌یابی کشت کلزا براساس متغیرهای اقلیمی و محیطی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره[3] (MCDM) در مناطق مختلف پرداخته‌اند.

استواری[4] و همکاران (۲۰۱۹) در مقاله‌ای با استفاده از نرم‌افزار GIS و روش تصمیم‌گیری چند معیاره، به مکان-یابی کشت کلزا در مناطق نیمه خشک پرداختند. نتایج نشان داد که پارامترهای بافت خاک (۰/۳۴۱)، کربنات کلسیم (۰/۱۷۱) و ارتفاع (۰/۱۱۴) مهم‌ترین پارامترها در مکان‌یابی کشت کلزا بودند. خورشید دوست و همکاران (۱۳۹۰) در مقاله‌ای به تعیین مکان‌های مناسب برای کشت کلزا در استان کردستان با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) پرداختند. نتایج نشان داد که تنها حدود ۶/۸ درصد از مساحت استان از جمله دشت‌های دیواندره، دهگلان و مریوان برای کشت کلزا بسیار مناسب می‌باشند که بیش‌تر به علت شرایط اقلیمی و توپوگرافی و خاک مناسب آن‌هاست. میکانیکی و همکاران (۱۳۹۲) در مقاله‌ای به امکان‌سنجی کشت کلزا در شهرستان ایذه با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی[5] پرداختند. نتایج نشان داد که بیش از ۴۰ درصد مساحت محدودهٔ مورد مطالعه برای کشت کلزا دارای شرایط ایده‌آل و مساعدی هستند. حیدر پور و همکاران (۱۳۹۷) در مقاله‌ای به امکان‌سنجی تعیین نواحی کاشت محصولات گندم[6] و کلزا [7] در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی در حوضه مارون در استان خوزستان پرداختند.

[1] Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution
[2] Analytical Hierarchy Process
[3] Multi Criteria Decision Making
[4] Ostovari *et al.*
[5] Geographic Information System
[1] *Triticum aestivum L.*
[2] *Brassica napus L.*

بر طبق نتایج عوامل شوری خاک و دسترسی به منابع آب (بارش و پتانسیل منابع آبی)، عوامل محدود کننده اصلی رشد هر دو محصول بودند.

کلزا در اغلب مناطق ایران کشت می‌شود و کشت آن در اکثر خاک‌ها امکان‌پذیر است. مقدار روغن دانه کلزا حدود ۴۰ تا ۴۵ درصد وزن کل دانه است (ایمان‌مهر و همکاران، ۱۳۸۵). پس از غلات، دانه‌های روغنی دومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می‌دهند و کلزا پس از سویا و نخل روغنی، سومین منبع تامین روغن نباتی در سطح جهان به شمار می‌رود (شریعتی و قاضی شهنی‌زاده، ۱۳۷۹). با توجه به مواردی ازجمله نیاز روزافزون جامعه به محصولات روغن نباتی، حمایت‌های گسترده دولت از کشت دانه‌های روغنی، به منظور کاهش وابستگی کشور به واردات روغن نباتی و حفظ امنیت غذایی، بررسی امکان کشت بهینه دانه‌های روغنی در مناطق مستعد کشور امری ضروری است. شهرستان جیرفت یکی از مناطق مستعد کشاورزی در ایران می‌باشد و مطالعه محصولات زراعی خصوصاً دانه‌های روغنی با توجه به تاثیر آب و هوا و عوامل فیزیکی زمین در منطقه از اهمیت زیادی برخوردار است. از این‌رو در این مطالعه، تناسب اراضی جهت کشت آبی و دیم کلزا، براساس روش فازی-سلسله مراتبی در شهرستان جیرفت، مورد ارزیابی قرار گرفت.



شکل (۱): موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان کرمان و ایران

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

شهرستان جیرفت که بین ´۵۵ °۵۶ تا ´۱۵ °۵۸ درجه شرقی طول جغرافیایی و ´۰۵ °۲۸ تا ´۲۰ °۲۹ درجه شمالی عرض جغرافیایی واقع شده است. این شهرستان با وسعت حدود ۹۷۰۵/۷۶ کیلومترمربع معادل ۵/۴ درصد استان را به خود اختصاص داده است. شهرستان جیرفت از شمال به شهرستان کرمان از جنوب به شهرستان کهنوج و شهرستان فاریاب، از شرق به شهرستان بم و از غرب به شهرستان بافت مشرف می‌باشد، این شهرستان دارای سه مرکز شهری، چهار بخش، ۱۴ دهستان و ۷۶۲ آبادی دارای سکنه می‌باشد. روستاهای گور، ساردوئیه، دلفارد، مسکون، سغدر، رضوان، دولت آباد، اسفندقه، هلیل، خاتون آباد،

حسین آباد، اسلام آباد، گنج آباد و اسماعیلی از جمله دهستان‌های موجود در این شهرستان می‌باشند. حداقل و حداکثر ارتفاع موجود در منطقه ۵۰۶ و ۳۸۶۸ متر از سطح دریا بوده و متوسط بارندگی و دمای سالانه منطقه مورد مطالعه به ترتیب ۲۳۶/۲۸ میلی‌متر و ۲۱/۲۹ درجه سانتی-گراد می‌باشد. هم‌چنین سطح کل اراضی باغی و زارعی آن حدود ۵۴۱/۴۶ کیلومتر مربع می‌باشد. شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را در ایران نشان می‌دهد.

روش تحقیق

هدف این تحقیق تعیین نواحی مستعد کشت کلزا در شهرستان جیرفت می‌باشد. برای این‌کار ابتدا نیازهای محیطی و زراعی محصول کلزا با استفاده از منابع علمی موجود تعیین و طبقه‌بندی گردید (Sys et al., 1991; FAO, 2014). سپس براساس پارامترهای موثر بر رشد آن، لایه‌های اطلاعاتی رقومی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی، تهیه شد. نیازهای رویشی به کار گرفته شده در این تحقیق شامل دو پایگاه داده‌های اقلیمی و پایگاه اطلاعات منابع زمینی است.

تهیه لایه‌های مختلف اطلاعاتی در محیط GIS

پایگاه داده های اقلیمی

برای استخراج پایگاه داده‌های اقلیم، اطلاعات مربوط به متغیرهای آب و هوایی ۴۴ ایستگاه هواشناسی موجود در داخل و خارج منطقه مورد مطالعه که دارای آمار کامل و بلند مدت بودند، جمع آوری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. از این میان ۴ ایستگاه سینوپتیک، ۱ ایستگاه کلیماتولوژی و ۲۷ ایستگاه باران سنجی و ۱۲ ایستگاه دما سنجی بوده‌اند. برای ایستگاه‌های هواشناسی، دوره مشترک آماری ۲۸ ساله (۱۳۹۵-۱۳۶۸) استفاده شده است. داده-های مورد نیاز از بخش اطلاعات و آمار سازمان هواشناسی کشور تهیه گردیدند. موقعیت ایستگاه‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است.

نقشه‌های دما و بارش دوره رشد (از زمان کاشت در آبان ماه هر سال تا زمان برداشت در اواخر فروردین ماه سال بعدی) منطقه مورد مطالعه، براساس موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی، در محیط جی ای اس نسخه ۱۰.۲.۲، با استفاده از روش درون‌یابی کریجینگ، تهیه شدند. از بین روش‌های درون‌یابی، روش کریجینگ (به دلیل دقت بالاتر) مورد استفاده قرار گرفت (McCoy and Johnston, 2001).

هر گیاه برای تکمیل یک مرحله از رشد خود و ورود به مرحله بعد، با شرط فراهم بودن رطوبت و سایر عوامل مزرعه‌ای، نیازمند دریافت میزان حرارتی است که تحت عنوان در جه حرارت تجمعی یا درجه روز رشد تعریف می-گردد (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۹۲). در جه روز رشد مورد نیاز برای هر مرحله رشدی گیاه کلزا، میزان حرارتی است که باید طی یک دوره زمانی در طول شبانه روز تجمع پیدا کند و موجب عبور از یک مرحله رشدی به مرحله بعدی و نهایتاً تکمیل سیکل رشد گردد (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۵). در این تحقیق برای دست‌یابی به تاریخ دقیق رسیدن به مراحل مختلف رشد کلزا در مناطق مختلف شهرستان جیرفت از درجه روز رشد (GDD) استفاده گردید. برای محاسبه درجه روز رشد تجمعی مورد نیاز مرحله "کاشت تا سبز شدن" کلزا از رابطه زیر استفاده گردید (Khoshhal Dastjerdi and Baratiyan, 2010):

$$GDD = \sum_{a}^{b}\left[\left(\frac{T\ \max+T\ \min}{2}\right)-Tb\right] \quad \text{(رابطه ۱)}$$

در این رابطه GDD: درجه روز رشد تجمعی، Tmax و Tmin به ترتیب درجه حرارت‌های حداکثر و حداقل روزانه (بر حسب درجه سانتی‌گراد)، Tb درجه حرارت پایه (بر حسب درجه سانتی گراد)، a تاریخ شروع مرحله فنولوژیک و b تاریخ پایان مرحله فنولوژیک مورد نظر هستند. قابل ذکر است که دمای پایه، پایین‌ترین دمایی است که فرض می‌شود پایین‌تر از آن رشدی صورت نمی‌گیرد که این مقدار برای کلزا پنج درجه سانتی‌گراد تعیین شده است (مرادی و همکاران، ۱۳۹۹، حلبیان، ۱۳۹۶، کاظمی پشت مساری، ۱۳۹۱). چنانچه درجه حرارت حداکثر بالاتر از ۳۵ درجه سانتی گراد باشد در محاسبه درجه روز رشد از درجه حرارت ۳۵ درجه سانتی‌گراد برای این منظور استفاده می-گردد (موسی پور گرجی و حسن آبادی، ۱۳۹۱؛ کلاته عربی و همکاران، ۱۳۹۰).

از این‌رو در منطقه مورد مطالعه از دماهای متوسط کمینه و بیشینه روزانه آمار ۲۸ ساله ۱۲ ایستگاه دماسنجی

جهت محاسبه شاخص درجه روز رشد از زمان کاشت در آبان ماه هر سال تا زمان برداشت در اواخر فروردین ماه سال بعدی، کلزا استفاده گردید. در نهایت با استفاده از ArcGIS 10.2.2 نقشه مربوط به درجه روز رشد کلزا با استفاده از روش درون‌یابی کریجینگ تولید گردید.

پایگاه اطلاعات زمینی

پایگاه اطلاعات زمینی شامل مدل رقومی ارتفاع (DEM)، نقشه شیب، نقشه کاربری اراضی و نقشه خاک-شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ تولید شده در سازمان جنگلها و مراتع کشور، نقاط نمونه برداری قلیایت (pH) و شوری خاک برداشت شده توسط سازمان جهاد کشاورزی جنوب استان کرمان و نقشه فاصله از منابع آب می‌باشد.

در این تحقیق به منظور تهیه نقشه توپوگرافی (شیب و ارتفاع) از مدل رقومی ارتفاع (DEM) منطقه مورد مطالعه استفاده گردید. نقشه کاربری اراضی شهرستان جیرفت دارای ۵ طبقه زراعت آبی، اراضی بایر، اراضی سنگلاخی، اراضی باغی، اراضی مرتعی می‌باشد. مناطقی با کاربری‌های محدوده شهری، رخنمون سنگی و اراضی بایر تحت عنوان غیر قابل استفاده طبقه‌بندی شدند. در مجموع از کل اراضی قابل کشت محصول کلزا که در حدود ۸۴/۷۴ درصد از کل اراضی منطقه مورد مطالعه می باشد، ۹۴/۲۸ درصد اختصاص به مراتع و ۵/۷ درصد را اراضی زراعی آبی به خود اختصاص داده است. نقشه خاک جنوب استان کرمان از لایه اطلاعات خاک کشور ۱:۲۵۰۰۰۰ استخراج گردید. نقشه خاک ایران در واقع یک نقشه تلفیقی است که در آن اجزا تشکیل دهنده خاک براساس روش آمریکایی طبقه‌بندی شده است. براساس روش طبقه‌بندی خاک آمریکایی، خاک‌های منطقه مورد مطالعه به سه رده انتی سول، اینسپتی سول، اریدی سول و رخنمون سنگی تقسیم‌بندی می‌شوند. حدود ۴۸/۵۸ درصد از خاک‌های شهرستان جیرفت در رده خاک‌های انتی سول قرار دارد. حدود ۳۰/۴ درصد از خاک‌های منطقه در رده خاک‌های اینسپتی سول می‌باشد. هم‌چنین حدود ۱۲/۹ درصد خاک‌های منطقه به کلاس رخنمون سنگی تعلق دارد که دارای خاک‌های کم عمق بوده و برای کشاورزی مناسب نمی‌باشد (Ghafari et al., 2007). اطلاعات شوری خاک و pH از آزمون‌های خاک انجام شده در سال‌های اخیر توسط سازمان جهاد کشاورزی جنوب استان کرمان در مناطق مختلف شهرستان، جمع آوری و نقشه شوری و pH منطقه مورد مطالعه براساس روش درون‌یابی کریجینگ تهیه گردید. یکی از مهم‌ترین لایه‌های تهیه شده که با توجه به شرایط منطقه مورد مطالعه از اهمیت زیادی برخوردار است، لایه فاصله از منابع آب (چاه) است. برای تهیه نقشه این لایه، از اطلاعات توصیفی نقشه پراکنش چاه‌ها به دست آمده از سازمان آب منطقه‌ای کشور استفاده شد و نقشه فاصله از منابع آب (چاه‌های بهره برداری) با روش فاصله اقلیدسی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه گردید. مناطق با فاصله کمتر نسبت به منابع آب دارای اولویت بالاتری جهت کشت آبی کلزا می‌باشند. شکل (۲) نقشه لایه‌های اطلاعاتی استفاده شده در این مطالعه را نشان می‌دهد.

تعیین ارزش معیارها براساس روش تحلیل سلسله مراتبی

با توجه به این‌که معیارهای اقلیمی و محیطی جهت تعیین تناسب اراضی فراوان بوده و نیز دارای اهمیت یکسانی نمی‌باشند، لذا برای ارزیابی دقیق‌تر و تصمیم‌گیری لازم است تا اهمیت نسبی معیارها مشخص گردد. به منظور ارزیابی معیارهای تعیین شده، از مدل تحلیل سلسله مراتبی استفاده شده است. این روش در برگیرنده مجموعه‌ای از قضاوت‌ها و ارزش‌گذاری به یک شیوه منطقی بوده و بر دانش کارشناسی استوار است. به طوری‌که از یک طرف، تکنیکی وابسته به تصورات شخصی و طرح‌ریزی سلسله مراتبی یک مسئله بوده و از طرف دیگر با منطق و درک آن، جهت تصمیم‌گیری و قضاوت نهایی مرتبط می‌شود (Saaty, 2004).

این مدل با مقایسه زوجی بین معیارها، براساس میزان اهمیت و تاثیر آن‌ها روی رشد کلزا، معیارها را وزن‌دهی می‌کند. در این مطالعه به دلیل این‌که هر یک از ویژگی‌های خاک و محیط دارای تاثیر متفاوتی هستند، به هر یک براساس اهمیت، وزنی بین یک الی نه اختصاص می‌یابد (جدول ۱). برای این منظور، معیارهای تعیین شده به صورت زوجی و سلسله مراتبی در قالب پرسش‌نامه تهیه شده و از ۳۰ نفر از کارشناسان و محققان کشاورزی تکمیل و در نهایت پس از محاسبه میانگین پرسش‌نامه ها، داده

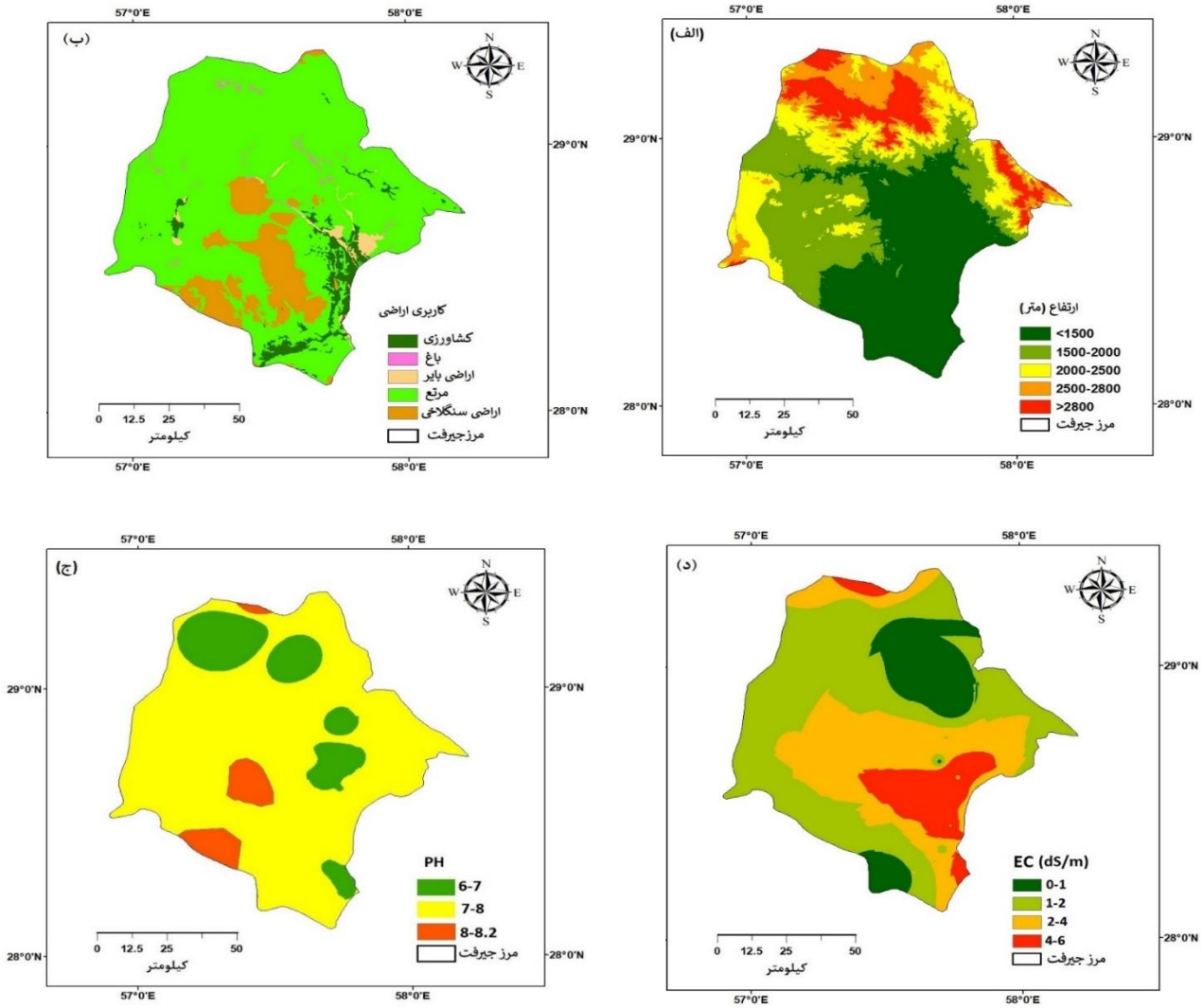
وارد نرم افزار ویژه مدل تحلیل سلسله مراتبی[1] (نرم افزار Expert choice) شده و وزن نهایی معیارها تعیین شد. این نرم افزار، وزن نهایی هر پارامتر و نرخ ناسازگاری[2] کل پارامترها را محاسبه نموده (فرج زاده و میرزابیاتی، ۱۳۸۶) و در آن، عامل با بیش‌ترین وزن، تاثیرگذارترین عامل می-باشد. در این مطالعه از آنجایی‌که تناسب اراضی جهت هر دو کشت آبی و کشت دیم کلزا مدنظر می‌باشد، وزن‌دهی معیارها یک بار جهت کشت دیم و یک‌بار جهت کشت آبی انجام گردید.

جدول(۱):مقادیر ترجیحی مقایسات زوجی (Saaty, 2004)

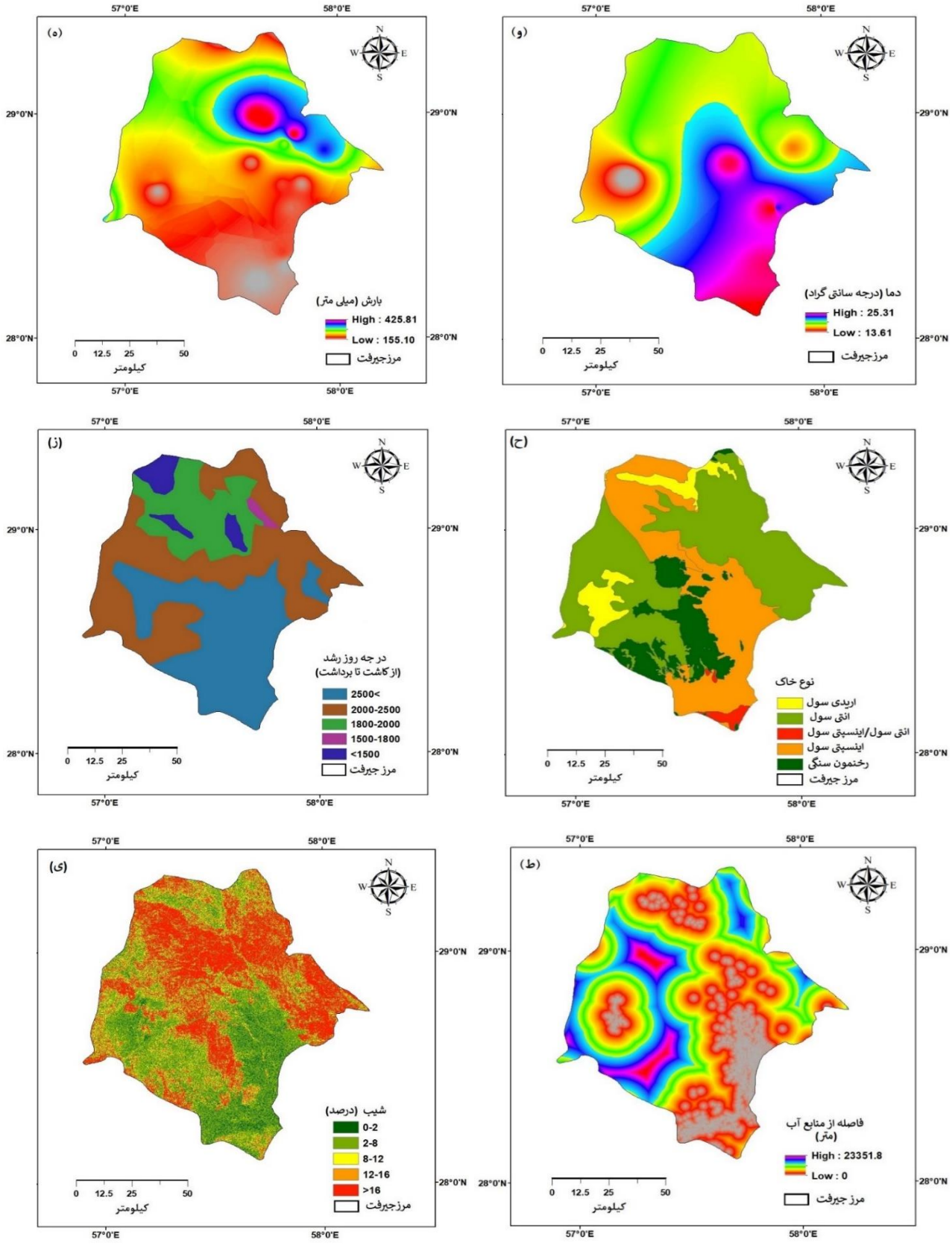
درجه اهمیت	تعریف
۱	اهمیت یکسان
۳	اهمیت متوسط
۵	اهمیت زیاد
۷	اهمیت خیلی زیاد
۹	کاملاً مهم
۸ و۶ و ۴و ۲	مقادیر متوسط

[1] Analytic Hierarchy Process

[2] Inconsistency



شکل (۲):نقشه لایه های اطلاعاتی استفاده شده در مطالعه الف) ارتفاع ب) کاربری اراضی ج) pH د)شوری



ادامه شکل (۲):نقشه لایه های اطلاعاتی ه)بارش و) دما ز) درجه روز رشد ح) نوع خاک ط) فاصله از منابع آبی ی) درصد شیب

فازی‌سازی و تلفیق لایه‌ها

فازی‌سازی لایه‌های اطلاعاتی براساس هدف و درجه اهمیت آن صورت می‌گیرد. فازی سازی یعنی لایه‌ها را براساس اهمیتی که دارند در محدوده صفر تا ۲۵۵ یا صفر تا یک قرار دادن، به این صورت‌که لایه‌هایی که بیش‌ترین اهمیت را دارند در فازی‌سازی بیش‌ترین مقدار را دریافت می‌نمایند. در این پژوهش در نهایت، وزن‌های به دست آمده در لایه‌های نقشه‌ای در محیط جی ای اس ضرب و سپس با عملیات هم‌پوشانی امتیازهای همه لایه‌های نقشه‌ای با هم جمع شده و نقشه نهایی مجموع امتیازها تهیه گردید. برای فازی‌سازی معیارها، لایه‌ها باید به فرمت رستری باشند. بنابراین لایه‌های پلیگونی شامل کاربری اراضی، رده-های خاک براساس حساسیت هر کدام از آن‌ها در برابر کلزا کد گذاری شده و با تحلیل feature to raster به لایه‌های رستری تبدیل شدند. تهیه بعضی از لایه ها شامل درجه روز رشد، دما، بارش، pH و EC از طریق پهنه‌بندی انجام گرفته است که این لایه‌ها رستری هستند. رستر عوامل اقلیمی (میانگین دمای هوا، درجه روز رشد، بارش)، عوامل زمینی نظیر خصوصیات خاک (شوری، pH و نوع خاک)، توپوگرافی (شیب و ارتفاع)، نقشه کاربری اراضی و فاصله از منابع آب بر مبنای دستورالعمل فائو (Sys et al., 1991; FAO, 2014) طبقه‌بندی گردید. در این دستورالعمل ابتدا نیازهای بوم‌شناختی و زراعی گیاه کلزا با استفاده از منابع موجود تعیین و طبقه‌بندی شدند (جدول ۲). سپس لایه-های اطلاعاتی با استفاده از روش منطق فازی در محیط نرم افزار جی ای اس فازی‌سازی شدند. جدول ۳ توابع عضویت استفاده شده برای فازی‌سازی نقشه‌های عوامل مؤثر بر کشت کلزا را نشان می‌دهد. برای فازی‌سازی لایه‌های دما، بارش، درجه روز رشد، ارتفاع، شیب، شوری، قلیایت و فاصله از منابع آب از تابع خطی کاهشی استفاده شده است. زیرا افزایش این عوامل منجر به کاهش تناسب اراضی می‌گردد. در مرحله آخر لایه‌های فازی شده با استفاده از رستر کلکیولیتر[1]، در وزن‌های به دست آمده از روش تحلیل سلسله مراتبی ضرب و لایه‌ها هم‌پوشانی شده و برای ارزیابی تناسب اراضی محصول کلزا در جهت افزایش حاصل‌خیزی خاک مورد استفاده قرار گرفتند. در نهایت نقشه تناسب اراضی به طور جداگانه جهت کشت دیم و کشت آبی کلزا به پنج گروه بسیار مناسب، مناسب، تناسب متوسط، تناسب کم و نامناسب طبقه‌بندی شد (جدول ۴)

جدول (۲):نیازهای رویشی لازم برای کشت کلزا (براساس منابع مختلف)

متغیر	نوع تابع عضویت استفاده شده	
	کشت آبی	کشت دیم
فاصله از منابع آب	خطی کاهشی	خطی کاهشی
درجه روز رشد	خطی کاهشی	خطی کاهشی
EC	خطی کاهشی	خطی کاهشی
pH	خطی کاهشی	خطی کاهشی
رده خاک	تعریف شده توسط کاربر	تعریف شده توسط کاربر
ارتفاع	خطی کاهشی	خطی کاهشی
شیب	خطی کاهشی	خطی کاهشی
کاربری اراضی	تعریف شده توسط کاربر	تعریف شده توسط کاربر
دما	خطی کاهشی	خطی کاهشی
بارش	خطی کاهشی	خطی کاهشی

[1] Raster calculator

جدول (۳): توابع عضویت استفاده شده برای فازی‌سازی

	بسیار مناسب	مناسب	تناسب متوسط	تناسب کم	نا مناسب	منبع
متوسط دما (°C)	۱۲/۵-۱۳/۵	۱۳-۱۳/۵ ۱۳/۵-۱۴	۱۲-۱۱ ۱۵-۱۴	۱۱-۹ ۱۷-۱۵	۱۷<تا<۹	عبیری، ۱۳۸۶ حیدرپور و همکاران ، ۱۳۹۷
بارش دوره رشد (میلی متر)	۵۰۰<	۵۰۰-۴۰۰	۴۰۰-۳۰۰	۳۰۰-۲۰۰	۲۰۰>	عبیری، ۱۳۸۶
کاربری اراضی	زراعت آبی	زراعت دیم	مراتع	جنگل	نقاط شهری ، اراضی بایر و باغ	عبیری، ۱۳۸۶
درجه روز رشد	-۲۰۰۰ ۲۵۰۰	-۱۵۰۰ ۱۸۰۰	۲۰۰۰-۱۸۰۰	۲۵۰۰<	۱۵۰۰>	قاسمی پیر بلوطی و همکاران، ۲۰۰۸
ارتفاع (متر)	۱۵۰۰>	-۱۵۰۰ ۲۰۰۰	۲۵۰۰-۲۰۰۰	۲۸۰۰-۲۵۰۰	۲۸۰۰<	قاسمی پیر بلوطی و همکاران، ۲۰۰۸
شیب (درصد)	۰-۲	۲-۸	۸-۱۲	۱۲-۱۶	۱۶<	IIASA and FAO, 2012; عبیری، ۱۳۸۶
شوری یا EC (دسی زیمنس بر متر)	۰-۱	۱-۲	۲-۴	۴-۶ ۶-۱۰	۱۰<	حیدرپور و همکاران ، ۱۳۹۷ IIASA and FAO, 2012;
قلیایت (pH)	۶-۶/۲۵ ۶/۲۵-۶/۵	۶-۵/۶ ۶/۵-۷	۵/۲-۵/۶ ۸-۷	۴/۸-۵/۲ ۸-۸/۲	۴.۸> ۸/۲<	حیدرپور و همکاران ، ۱۳۹۷ IIASA and FAO, 2012; FAO, 2012
رده خاک	مالی سول	اینسپتی سول	انتی سول	انتی سول/اینسپتی سول	اریدی سول رخنمون سنگی	حلبیان و اسماعیلی، ۱۳۹۶
فاصله از منابع آب (متر)	۱۰۰۰<	۱۰۰۰-۳۰۰۰	۵۰۰۰-۳۰۰۰	۹۰۰۰-۵۰۰۰	۹۰۰۰<	حیدرپور و همکاران ، ۱۳۹۷

جدول(۴): محدوده تعیین درجات تناسب اراضی (FAO, 1984; Sys et al., 1991; Kalogirou, 2002)

طبقه	طبقه بندی فائو	رتبه (درصد)	درجه تناسب
۰	S1	۹۸-۱۰۰	بسیار مناسب
۱	S2	۸۵-۹۸	مناسب
۲	S3	۶۵-۸۵	تناسب متوسط
۳	S4	۴۰-۶۵	تناسب کم
۴	S5	۴۰>	نامناسب

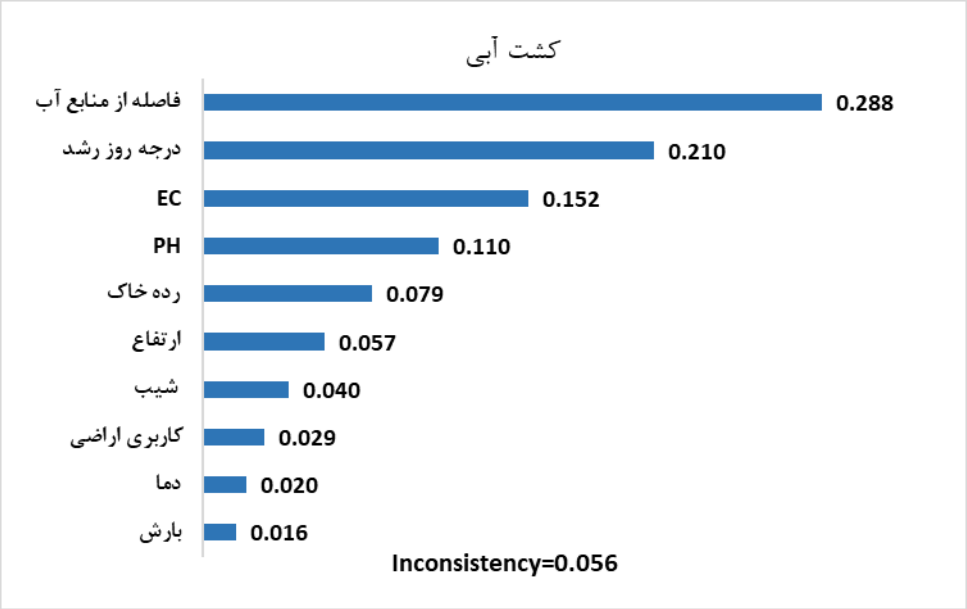
نتایج

کشت آبی کلزا

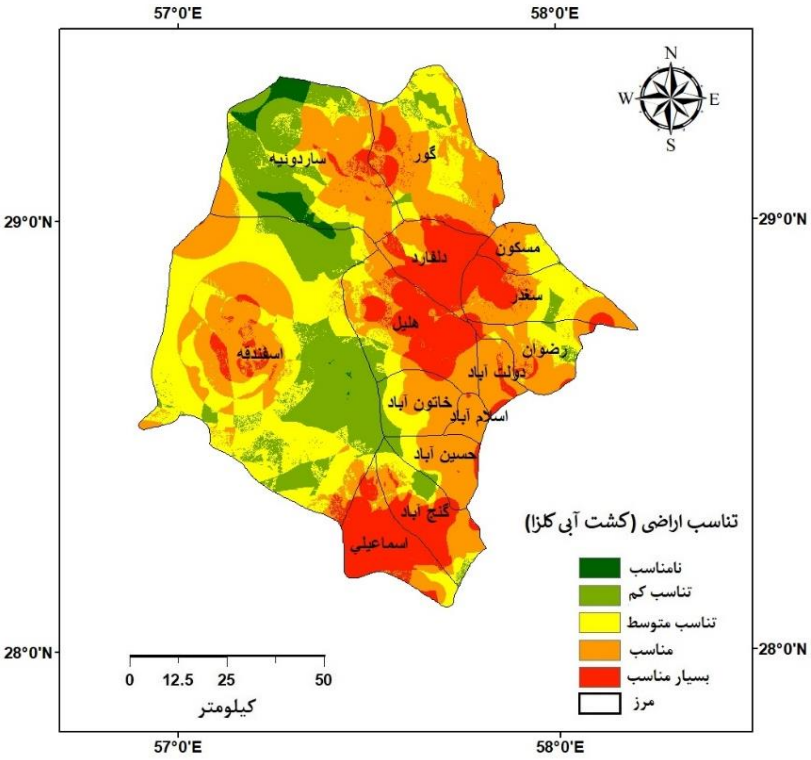
شهرستان جیرفت یکی از مناطق مستعد کشاورزی در ایران می‌باشد و مطالعه محصولات زراعی خصوصاً دانه‌های روغنی با توجه به تاثیر آب و هوا و عوامل فیزیکی زمین در منطقه از اهمیت زیادی برخوردار است. ارزیابی تناسب اراضی برای کشت آبی کلزا، بر طبق نظرات کارشناسی و تحلیل سلسله مراتبی، نشان داد که معیار فاصله از منابع آب و درجه روز رشد نسبت به سایر عوامل از نظر تاثیر بر مکان‌یابی کشت کلزا در مکان اول قرار گرفته و به ترتیب با وزن ۰/۲۸ و ۰/۲۱ دارای بیش‌ترین وزن بودند (شکل ۳). با توجه به این‌که در کشت آبی محدودیت تنش آبی وجود ندارد، مراحل رشدی گیاه کاملاً وابسته به آبیاری و درجه روز رشد بوده و بارندگی عامل تعیین کننده رشد نمی‌باشد (یزدانی و همکاران، ۱۳۹۲). بر طبق نتایج، مناطق با فاصله کمتر از ۳۰۰۰ متر از منابع آب و درجه روز رشد ۲۵۰۰-۲۰۰۰ دارای قابلیت بالاتری برای کشت آبی کلزا می‌باشند.

با این وجود دسترسی به منابع آب ارزش بالاتری نسبت به درجه روز رشد دارد به طوری‌که دهستان‌های گنج آباد و اسماعیلی با درجه روز رشد بیشتر از ۲۵۰۰ (تناسب کم) به دلیل تراکم چاه‌ها و دسترسی زیاد به منابع آب دارای قابلیت بالایی جهت کشت آبی می‌باشد. شوری (EC)، قلیایت (pH)، نوع خاک، ارتفاع، شیب، کاربری اراضی به ترتیب از دیگر عوامل موثر بر کشت آبی کلزا در شهر ستان جیرفت می باشند (شکل ۳). بر طبق نتایج، اراضی با نوع خاک انتی سول و اینسپتی سول، شوری حدود ۰-۴ دسی زیمنس بر متر و pH در محدوده ۸-۶ مناسب‌ترین اراضی جهت کشت آبی کلزا در شهرستان جیرفت می‌باشند. هم-چنین مناطق با کاربری مرتع و زراعت آبی، ارتفاع کمتر از ۲۰۰۰ متر و شیب در محدوده ۸-۰ درصد بهترین اراضی جهت کشت آبی کلزا بوده و اراضی با رخنمون سنگی فاقد شرایط لازم جهت کشت کلزا هستند. بارندگی در اینجا عامل تعیین کننده نیست به طوری‌که دهستان‌های اسماعیلی و گنج آباد با بارش کمتر از ۲۰۰ میلی متر دارای قابلیت مناسب جهت کشت آبی می‌باشند. بر طبق نتایج، نرخ ناسازگاری به دست آمده براساس روش سلسه مراتبی کمتر از ۰/۱ (۰/۰۵۶) می‌باشد که نشان دهنده کارایی مناسب این روش در اولویت بندی معیارها جهت کشت آبی کلزا می‌باشد (شکل ۳).

نقشه نهایی کشت آبی کلزا براساس هم‌پوشانی لایه‌های فازی اقلیم، خاک و توپوگرافی با اعمال ضرایب وزنی به دست آمد. بر طبق نتایج، بهترین نواحی کاشت کلزا در شهرستان جیرفت عمدتاً در دهستان‌های دلفارد، هلیل، گنج آباد، اسماعیلی، قسمت مرکزی اسفندقه و مرز بین دهستان‌های گور و ساردوئیه که فاقد محدودیت شوری بوده و به منابع آب دسترسی دارند، قرار گرفته‌اند (شکل ۴). بر پایه طبقه‌بندی انجام شده، ۱۲/۹۱ درصد اراضی با محدودیت‌های دسترسی به منابع آب مواجه بوده که هم-زمان باعث محدودیت تناسب اراضی و کاهش عملکرد محصول می‌شوند. هم‌چنین ۱۴/۷ درصد از اراضی در محدوده بسیار مناسب، ۲۴/۷۵ درصد در محدوده مناسب، ۲۱/۶۱ درصد در محدوده تناسب متوسط و ۲۶/۰۲ درصد اراضی دارای تناسب کم جهت کشت آبی می‌باشند (شکل ۷ و جدول ۴).



شکل (۳):وزن و ضریب اهمیت هر لایه در پهنه‌بندی کشت آبی کلزا در شهرستان جیرفت



شکل (۴): نقشه نهایی تناسب اراضی جهت کشت آبی کلزا

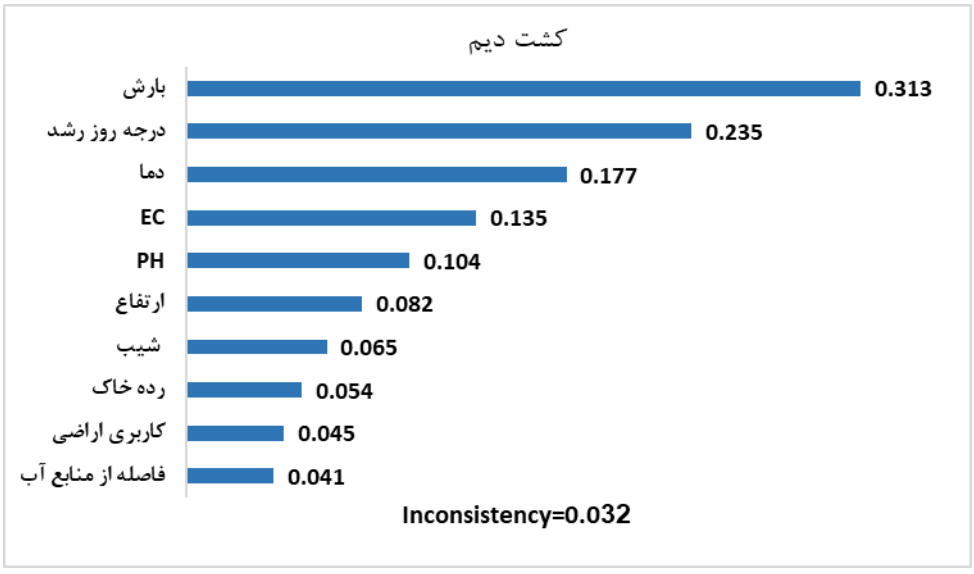
کشت دیم کلزا

ارزیابی تناسب اراضی برای کشت دیم کلزا، بر طبق نظرات کارشناسی و تحلیل سلسله مراتبی، نشان داد که معیار بارش و درجه روز رشد نسبت به سایر عوامل از نظر تاثیر بر مکان‌یابی کشت کلزا در مکان اول قرار گرفته و به ترتیب با وزن ۰/۳۱ و ۰/۲۳ دارای بیش‌ترین وزن بودند (شکل ۵). بر طبق نتایج، از آنجایی‌که در کشت دیم، بارندگی و درجه روز رشد مهم‌ترین عامل تعیین کننده رشد

هستند، مناطق با بارندگی (در طول دوره رشد) ۴۲۵/۸-۳۰۰ میلی متر و درجه روز رشد ۲۵۰۰-۲۰۰۰ دارای قابلیت بالاتری برای کشت دیم کلزا می‌باشند. اراضی با بارندگی کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر جز مناطق نامناسب جهت کشت دیم تشخیص داده شد. هم‌چنین متوسط دما در طول دوره رشد (کشت در پاییز و برداشت در بهار) جز عوامل تعیین کننده رشد کلزا بوده و اراضی با دمای ۱۵-۱۳ درجه سانتی‌گراد جز مناطق مناسب جهت کشت دیم کلزا در منطقه مورد مطالعه می‌باشند.

پارامترهای شوری (EC)، pH، ارتفاع، شیب، نوع خاک، کاربری اراضی به ترتیب از دیگر عوامل موثر بر کشت دیم کلزا در شهرستان جیرفت هستند (شکل ۵). بر طبق نتایج، اراضی با نوع خاک انتی سول، شوری در محدوده ۲-۰ دسی زیمنس بر متر و pH حدود ۷تا ۸ جز مناسب‌ترین اراضی جهت کشت دیم کلزا در شهرستان جیرفت می‌باشند. هم-چنین اراضی با شیب حدود ۸-۲ درصد، کاربری اراضی مرتع و زراعت آبی و اراضی با ارتفاع کمتر از ۲۰۰۰ متر، بهترین اراضی جهت کشت آبی کلزا هستند. مناطق شمالی ساردو و گور و نیز مناطق شرقی سغدر و مسکون به علت ارتفاع بیشتر از ۲۸۰۰ متر جهت کشت دیم کلزا نامناسب تشخیص داده شد. از آنجایی‌که در کشت دیم، بیشتر نیاز آبی گیاه از طریق بارش تامین می‌گردد، دسترسی به منابع آب در این‌جا عامل تعیین کننده رشد کلزا نمی‌باشد. بر طبق نتایج، نرخ ناسازگاری به دست آمده براساس روش سلسه مراتبی کمتر از ۰/۱ (۰/۰۳۲) می باشد که نشان-دهنده کارایی مناسب این روش در اولویت بندی معیارها جهت کشت دیم کلزا می‌باشد (شکل ۵).

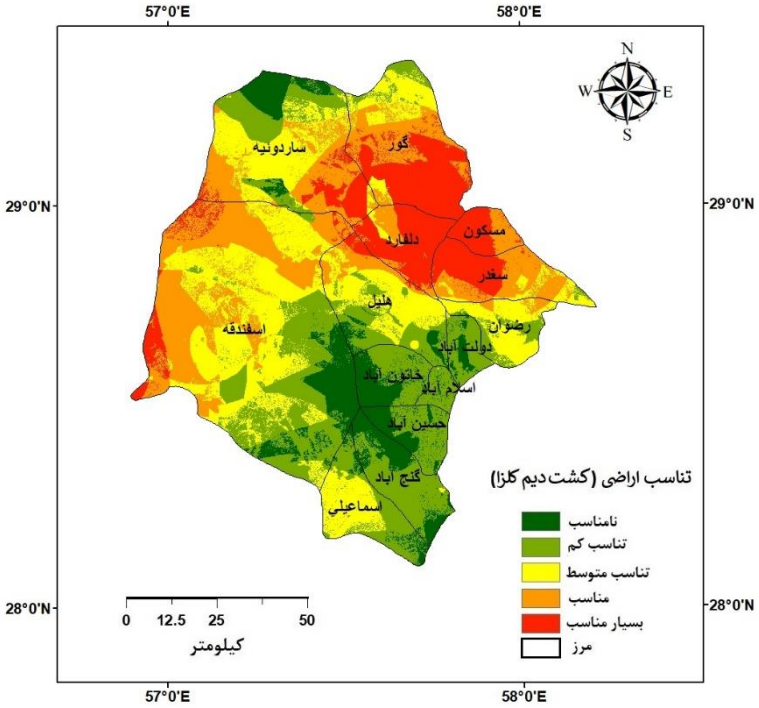
نقشه نهایی تناسب اراضی جهت کشت دیم کلزا، براساس هم‌پوشانی لایه‌های فازی اقلیم، خاک و توپوگرافی با اعمال ضرایب وزنی آن‌ها، به دست آمد. بر طبق نتایج، بهترین نواحی کاشت کلزا در شهرستان جیرفت عمدتاً در دهستان‌های گور، دلفارد، مسکون، سغدر، قسمت های جنوبی ساردوئیه، شرق و شمال اسفندقه که دارای بارندگی مناسبی می‌باشند، قرار گرفته‌اند (شکل ۶). بر پایه طبقه-بندی انجام شده در جدول (۵)، ۲۱/۷۶درصد فاقد بارندگی مناسب بوده که هم‌زمان باعث محدودیت تناسب اراضی و کاهش عملکرد محصول می‌شوند. هم‌چنین ۱۲/۶۵ درصد از اراضی در محدوده بسیار مناسب، ۱۸/۴۶ درصد دارای مناسب، ۲۴/۴ درصد دارای تناسب متوسط و ۲۲/۸۲ درصد دارای تناسب کم جهت کشت دیم می‌باشند (شکل ۷ و جدول ۵)



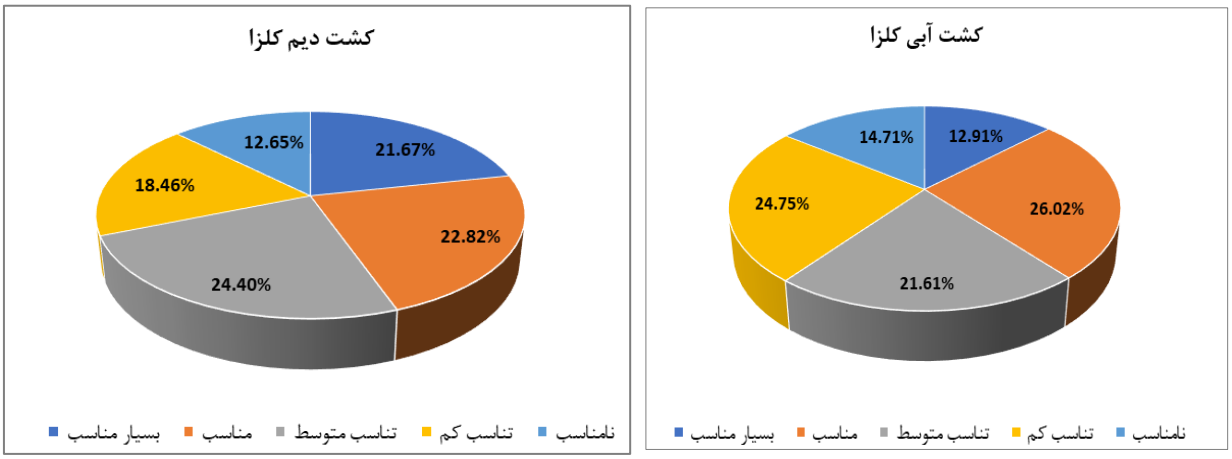
شکل(۵): وزن و ضریب اهمیت هر لایه در پهنه‌بندی کشت دیم کلزا در شهرستان جیرفت

جدول (۵): سطوح تعیین شده برای تناسب اراضی محصول کلزا جهت کشت دیم و کشت آبی در منطقه مورد مطالعه

تناسب		کشت دیم کلزا		کشت آبی کلزا	
	طبقه بندی فائو	سطح (کیلومتر مربع)	درصد از کل سطح	سطح (کیلومتر مربع)	درصد از کل سطح
بسیار مناسب	S۱	1227.89	12.65	1427.38	14.71
مناسب	S۲	1791.37	18.46	2402.65	24.75
تناسب متوسط	S3	2368.39	24.40	2097.07	21.61
تناسب کم	S۴	2214.75	22.82	2525.89	26.02
نامناسب	S۵	2103.35	21.67	1252.77	12.91
کل		9705.76	100	9705.76	100



شکل (۶):نقشه نهایی تناسب اراضی جهت کشت دیم کلزا



شکل (۷): میزان درصد پهنه‌ها جهت کشت آبی و دیم کلزا

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از تهیه لایه‌های فازی اقلیمی و زمینی بر مبنای وزن‌دهی با تحلیل سلسله مراتبی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی نشان داد که شهرستان جیرفت درجات مختلفی از تناسب را جهت کشت آبی و کشت دیم کلزا داراست. کلزا مثل سایر محصولات زراعی دارای ویژگی‌های اکولوژیکی خاص خود می‌باشد که نبود هر یک از ویژگی‌ها منجر به عدم رشد و نمو محصول می‌گردد. بر مبنای نتایج حاصل از بررسی تناسب اراضی جهت کشت دیم کلزا، حدود ۲۱/۷۶ درصد فاقد بارندگی مناسب بوده که هم‌زمان باعث محدودیت تناسب اراضی جهت کشت دیم می‌گردد. کمبود آب و بروز تنش رطوبتی در مرحله کاشت و سبز شدن موجب کاهش عملکرد گیاه می‌شود به طوری‌که مناطق با بارندگی حدود ۴۲۵/۸-۳۰۰ میلی‌متر در شهرستان جیرفت، جز مناطق مناسب جهت کشت دیم کلزا بودند و دهستان‌های هلیل، خاتون آباد ، اسلام آباد، حسین آباد، دولت آباد و گنج آباد به علت بارندگی کمتر از ۳۰۰ میلی-متر جز مناطق نامناسب جهت کشت دیم کلزا تشخیص داده شدند که با نتایج سعیدی تبار (۲۰۰۶)، مرادی و همکاران (۱۳۹۹) مطابقت دارد. از آنجایی‌که در کشت دیم، بیش‌تر نیاز آبی گیاه از طریق بارش تامین می‌گردد، دسترسی به منابع آب، عامل تعیین کننده رشد جهت کشت دیم کلزا نبود.

نتایج حاصل از ارزیابی تناسب اراضی جهت کشت آبی کلزا براساس تحلیل سلسله مراتبی نشان داد که معیار فاصله از منابع نسبت به سایر عوامل از نظر تاثیر بر مکان-یابی کشت کلزا در مکان اول قرار دارد. بر طبق نتایج، مناطق با فاصله کمتر نسبت به منابع آب دارای قابلیت بالاتری برای کشت آبی کلزا بودند و حدود ۱۲/۹ درصد از اراضی با محدودیت‌های دسترسی به منابع آب مواجه بوده و نامناسب جهت کشت آبی کلزا تشخیص داده شدند. چنانچه نتایج نشان داد بارندگی عامل تعیین کننده رشد جهت کشت آبی کلزا نبود به طوری‌که دهستان‌های اسماعیلی و گنج آباد با بارش کمتر از ۲۰۰ میلی متر دارای قابلیت مناسب جهت کشت آبی بودند. با توجه به این‌که در کشت آبی محدودیت تنش آبی وجود ندارد، مراحل رشدی گیاه کاملاً وابسته به آبیاری و درجه روز رشد بوده و بارندگی عامل تعیین کننده رشد نمی‌باشد که با نتایج یزدانی و همکاران (۱۳۹۲) مطابقت دارد. نتایج حاصل از این تحقیق، توانایی سیستم اطلاعات جغرافیایی را به عنوان یک ابزار سریع و کارآمد برای ارزیابی تناسب اراضی جهت کاشت محصولات، با حداقل هزینه و کمترین زمان، مشخص نموده و می‌تواند برای تولید کنندگان و سیاست‌گذاران مفید واقع شود.

منابع

اشرفی، ع.، ج. میکانیکی و م. دهقانی.۱۳۹۲. ارزیابی توان¬های اکولوژیکی و پهنه‌بندی کشت عناب در استان خراسان جنوبی، مجله آمایش جغرافیایی فضا. ۳ (۷): ۸۶-۶۷.

امیدوار، ک.، ا. مزیدی و س. دوست مرادی.۱۳۹۳. امکان‌سنجی اقلیمی کشت کلزا در استان کرمانشاه، فصلنامه جغرافیا و توسعه، ۱۲(۳۵): ۱۱۶-۹۷.

ایمان مهر، ع.، ب. قبادیان، س. مینایی و ج. فردمال. ۱۳۸۵. تعیین برخی خواص فیزیکی دانه کلزا (واریته لیکورد)، مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد ۷، ص ۱۲۸-۱۱۹.

حلبیان، ا. م.، ن. اسماعیلی. ۱۳۹۶. ارزیابی تناسب اراضی بر اساس عناصر اقلیمی برای کشت کلزا به کمک مدل فازی و AHP در استان کردستان. علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۹(۴): ۱۵۰-۱۳۳.

حیدرپور، ن.، ه. بهرامی، ی. منصوری و س. حجتی. ۱۳۹۷. امکانسنجی تعیین نواحی کاشت محصولات گندم (*Triticum aestivum L*) و کلزا (*Brassica napus L*) در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: حوضه مارون استان خوزستان). نشریه بوم شناسی کشاورزی. ۱۰(۲): ۴۸۹-۴۷۳.

خورشید دوست، ع.، س. ا. حسینی و ک. محمد پور. ۱۳۹۰. تعیین مکان‌های مناسب برای کشت کلزا در استان کردستان با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS). دانش آب‌وخاک. ۲۱ (۳): ۴۸-۳۷.

سعیدی تبار، ح.، ۱۳۸۵. اثر آبیاری روی مراحل حساس رشد کلزا. مجله زیتون. ۱۷۴: ۴۴-۱.

شریعتی، ش. و پ. قاضی شهنی‌زاده. ۱۳۷۹. کلزا. تهران: اداره کل آمار و اطلاعات در امور کشاورزی.

عبیری، ص.، ۱۳۸۶. تهیه جداول نیازهای اقلیمی و خاکی برای ارزیابی تناسب اراضی کشت کلزا در شرایط ایران براساس روش فائو. پایان نامه کارشناسی ارشد. تهران: دانشگاه تربیت مدرس.

عزیزی، م.، ا. سلطانی، س. خاوری خراسانی.۱۳۸۵. کلزا (فیزیولوژی، زراعت، به نژادی و تکنولوژی زیستی). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ایران. ص ۲۳۲-۱.

علوی¬زاده، س. ا.، ع. م. اسماعیل¬پور و م. حسین زاده کرمانی. ۱۳۹۲. امکان¬سنجی نواحی مستعد کشت زعفران در دشت کاشمر با استفاده از GIS. فصلنامه زراعت و فناوری زعفران. ۱(۱): ۹۵-۷۱.

فرج زاده، م.، ر. میرزا بیاتی. ۱۳۸۶. امکان سنجی نواحی مستعد کشت زعفران در دشت نیشابور با استفاده از GIS. مجله مدرس علوم انسانی-برنامه ریزی و آمایش فضا. ۱(۵۰): ۹۱-۶۷.

کاظمی پشت مساری، ح.، ز. طهماسبی سروستانی، ب. کامکار، ش. شتایی و س. صادقی. ۱۳۹۱. پهنه بندی زراعی- بوم شناختی اراضی کشاورزی استان گلستان جهت کشت کلزا با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و فرایند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (AHP). مجله تولید گیاهان زراعی. ۵ (۱): ۱۳۹-۱۲۳.

کاظمی، ح.، ۱۳۹۳. پهنه بندی بوم‌شناختی اراضی کشاورزی شهرستان گرگان جهت کشت آفتابگردان. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی. ۲۱(۱): ۴۷-۲۵.

کلاته عربی، م.، ف. شیخ، م. سوقی و ج. هیوه چی. ۱۳۹۰. اثر تاریخ کاشت بر روی عملکرد و اجزای عملکرد دانه دو رقم گندم نان (*Triticum aestivum L.*) در گرگان. مجله به زراعی نهال و بذر. ۳ (۲۷): ۲۹۶-۲۸۵.

کوچکی، ا و غ. ح. سرمدنیا، ۱۳۹۲. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد. چاپ هفدهم. ص ۴۰۰-۱.

کافی، م.، ع. گنجعلی.، ا. نظامی و ف. شریعتمدار. ۱۳۷۹. آب و هوا و عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۱۱ ص.

مرادی، ا.، ح. م. مبصر، ا. مهربان، ح. م. گنجعلی. ۱۳۹۹. پهنه بندی توان اکولوژیک کشاورزی در شمال ومرکز استان سیستان وبلوچستان جهت کشت کلزا با سامانه GIS. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۳۰(۱): ۲۹۵-۲۷۹.

موسی پور گرجی، ا.، ح. حسن آبادی. ۱۳۹۱. آنالیز رشد و روند تغییرات برخی صفات سیب زمینی رقم آگریا در تاریخ های مختلف کاشت. مجله به زراعی نهال و بذر. ۲۸ (۲): ۲۰۸-۱۸۷.

میکانیکی، ج.، ع. اشرفی و ح. صادقی. ۱۳۹۲. امکان‌سنجی کشت کلزا در شهرستان ایذه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS). فصلنامه جغرافیا و آمایش شهری- منطقه‌ای. ۳(۸): ۱۱۴-۱۰۱.

یزدانی، ف.، غ . ع. اکبری، م. مین باشی معینی و ا. اله آبادی. ۱۳۹۲. استعدادیابی اراضی زراعی استان های تهران و البرز برای کشت کلزا با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، مجله کشاورزی بوم شناختی، ۳(۱):. ۴۱-۲۷.

FAO, 2012. Crop Yield Response to Water. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 66, FAO, Rome, Italy (519p). http://www.fao.org/docrep/016/i2800e/i2800e.pdf.

Food and Agriculture Organization (FAO). 1984. Guidelines for land evaluation for rainfed agriculture. Soils Bulletin, No. 52. Rome: FAO.

Food and Agriculture Organization (FAO). 2014. The FAOSTAT Database Available at Web site. http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx (last accessed 2015.12.13).

Ghaffari, A., E. De Pauw and S. A. Mirghasemi. 2007 .Agroecological zones of Karkheh river basin. In Proceedings 2nd National Conference on Ecological Agriculture, Tehran, Iran. pp. 2445-2459.

Ghasemi Pirbalouti, A., Gh. A. Normohammadi, Gh. Kamali, A. Ayeneh Band, J. Porhemmat, Kh. Abdollahi and A. R. Golparvar. 2008. Integrating Some of the Ecological Factors in Order Sustainable Canola Production Using GIS in Southwest Iran. American-Eurasian J .Agric. & Environ. Sci. 41: 68-71.

IIASA, FAO, 2012. Global Agroecological Zones. Version 3, IIASA, Laxenburg, Austria and FAO, Rome, Italy. (196p).

Kalogirou, S. 2002. Expert system and GIS: an application of land suitability evaluation. Journal of Computers, Environment and Urban Systems, 26(2 and 3): 89-112.

Khoshhal Dastgerdi, J. and A. Baratiyan. 2010. Estimate heat needs phenological stages of winter rapeseed in the cold climate of Iran (Shahrekord region). Physiography Research, 70: 35-44.

McCoy, J. and K. Johnston. 2001. Using ArcGIS Spatial Analyst. ESRI, Readlands, CA.

Ostovari, Y., A. Honarbakhsh, H. Sangoony, F. Zolfaghari, K. Maleki and B. Ingram. 2019. GIS and multi-criteria decision-making analysis assessment of land suitability for rapeseed farming in calcareous soils of semi-arid regions. Ecological Indicators, 103: 479-487.

Saaty, T. L. 2004. Decision making—the analytic hierarchy and network processes (AHP/ANP). Journal of systems science and systems engineering, 13(1): 1-35.

Seyedmohammadi, J., F. Sarmadian, A. A. Jafarzadeh, M. A. Ghorbani & F. Shahbazi. 2018. Application of SAW, TOPSIS and fuzzy TOPSIS models in cultivation priority planning for maize, rapeseed and soybean crops. Geoderma, 310:178-190.

Sys, C., E. Van Ranst and J. Debaveye. 1991. Land Evaluation. Part I: Principles in Land Evaluation and Crop Production Calculations; Part II: Methods in Land Evaluation; Part III: Crop Requirements. Agricultural Publications No. 7. General Administration for Development Cooperation, Brussels. 280 pp.

Assessment of Land Suitability for Irrigated and Rainfed Rapeseed Cultivation Using Fuzzy-AHP Method in Jiroft City

Zohreh Eftekhari Kenzerki[1], Mahdieh Amirinejad[2], Elham Rafiei Sardooi[3]*, Amanollah Soleimani[4], Mohammad Naderianfar[5]

Abstract

Identifying land potentials based on environmental resources in each region such as climate, soil and topography is the first step in developing a sustainable agricultural system. To this end, in this study, the land suitability of Jiroft city for rainfed and irrigated Rapeseed cultivation was studied using Fuzzy-AHP model in GIS. Therefore, the weight and importance of information layers such as climate (temperature, precipitation and Growth Degree Days), topography (slope & altitude), soil (EC, pH and soil type) along with access to water resources were separately obtained for irrigated and rainfed Rapeseed cultivation based on analytical hierarchy process (AHP) method. Then the information layers were classified and fuzzified according to the environmental requirements of the Rapeseed crop in the GIS environment. Finally, the overlap of the layers was done by multiplying the weight obtained using the AHP method by the fuzzy layers. Finally, the land suitability map was separately prepared and classified for irrigated and rainfed Rapeseed cultivation. The results of land suitability assessment for irrigated Rapeseed cultivation showed that 14.7, 24.75, 21.61, 26.02 and 12.91% of the total area of the study area have located in very suitable, suitable, moderate suitability, low suitability and unsuitable classes, respectively. Also, the results of land suitability assessment for rainfed Rapeseed cultivation showed that 12.65, 18.46, 24.4, 22.82 and 21.76% of the total area of the study area have located in very suitable, suitable, moderate suitability, low suitability and unsuitable classes, respectively. In this classification, the factors of access to water resources for irrigated cultivation and rainfall for rainfed cultivation were the main factors limiting canola growth. These results can be useful for policy makers and farmers to design a suitable cultivation pattern.

Keywords: Site selection, Weighting, Cultivation-prone areas, Geographic Information System.

[1] M.Sc. Student of Agroecology, University of Jiroft, Kerman, Iran, z.eftekhari1373@gmail.com
[2] Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Kerman, Iran, mamiri@ujiroft.ac.ir
[3] Assistant Professor, Department of Ecological Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Jiroft, Kerman, Iran, ellrafiei@ujiroft.ac.ir (*Corresponding Author)
[4] Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Kerman, Iran, aman.soleimani@ujiroft.ac.ir
[5] Assistant Professor, Department of Water Science, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Kerman, Iran, Naderian.mohamad@ujiroft.ac.ir

Research Paper

Zohreh Eftekhari Kenzerki, Mahdieh Amirinejad, Elham Rafiei Sardooi *, Amanollah Soleimani , Mohammad Naderianfar Assessment of Land Suitability for Irrigated and Rainfed Rapeseed Cultivation Using Fuzzy-AHP Method in Jiroft City

Zohreh Eftekhari Kenzerki[1] **Mahdieh Amirinejad**[2] **Elham Rafiei Sardooi**[3] **Amanollah Soleimani**[4] **Mohammad Naderianfar**[5]

[1] M.Sc. Student of Agroecology, University of Jiroft, Kerman, Iran, z.eftekhari1373@gmail.com
[2] Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Kerman, Iran, mamiri@ujiroft.ac.ir
[3] Assistant Professor, Department of Ecological Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Jiroft, Kerman, Iran, ellrafiei@ujiroft.ac.ir (*Corresponding Author)
[4] Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Kerman, Iran, aman.soleimani@ujiroft.ac.ir
[5] Assistant Professor, Department of Water Science, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Kerman, Iran, Naderian.mohamad@ujiroft.ac.ir

10.22125/IWE.2021.260699.1451

Received:
December 5, 2020
Accepted:
February 15, 2021
Available online:
March.13.2022

Keywords:
Site selection, Weighting, Cultivation-prone areas, Geographic Information System.

Abstract

Identifying land potentials based on environmental resources in each region such as climate, soil and topography is the first step in developing a sustainable agricultural system. To this end, in this study, the land suitability of Jiroft city for rainfed and irrigated Rapeseed cultivation was studied using Fuzzy-AHP model in GIS. Therefore, the weight and importance of information layers such as climate (temperature, precipitation and Growth Degree Days), topography (slope & altitude), soil (EC, pH and soil type) along with access to water resources were separately obtained for irrigated and rainfed Rapeseed cultivation based on analytical hierarchy process (AHP) method. Then the information layers were classified and fuzzified according to the environmental requirements of the Rapeseed crop in the GIS environment. Finally, the overlap of the layers was done by multiplying the weight obtained using the AHP method by the fuzzy layers. Finally, the land suitability map was separately prepared and classified for irrigated and rainfed Rapeseed cultivation. The results of land suitability assessment for irrigated Rapeseed cultivation showed that 14.7, 24.75, 21.61, 26.02 and 12.91% of the total area of the study area have located in very suitable, suitable, moderate suitability, low suitability and unsuitable classes, respectively. Also, the results of land suitability assessment for rainfed Rapeseed cultivation showed that 12.65, 18.46, 24.4, 22.82 and 21.76% of the total area of the study area have located in very suitable, suitable, moderate suitability, low suitability and unsuitable classes, respectively. In this classification, the factors of access to water resources for irrigated cultivation and rainfall for rainfed cultivation were the main factors limiting canola growth. These results can be useful for policy makers and farmers to design a suitable cultivation pattern.

1. Introduction

Determination and identification of appropriate ecological regions for suitable bedding in regional planning, especially the agricultural part is important. Depending the economy of people on agriculture,

potential of the study area for agriculture, suitable climatic conditions, appropriate soil and appropriate environmental conditions shows the importance of this study.
The aim of this study is to investigate the feasibility and identify the agriculture potential and capability of Jiroft city for rapeseed cultivation through studying the natural and climatic features and to study the effectiveness of all these features.

2. Materials and Methods

In this study, the land suitability of Jiroft city for rainfed and irrigated Rapeseed cultivation was studied using Fuzzy-AHP model in GIS. Therefore, the weight and importance of information layers such as climate (temperature, precipitation and Growth Degree Days), topography (slope & altitude), soil (EC, pH and soil type) along with access to water resources were separately obtained for irrigated and rainfed Rapeseed cultivation based on analytical hierarchy process (AHP) method. Then the information layers were classified and fuzzified according to the environmental requirements of the Rapeseed crop in the GIS environment. Finally, the overlap of the layers was done by multiplying the weight obtained using the AHP method by the fuzzy layers. Finally, the land suitability map was separately prepared and classified for irrigated and rainfed Rapeseed Cultivation.

3. Results

The results of land suitability assessment for irrigated Rapeseed cultivation showed that 14.7, 24.75, 21.61, 26.02 and 12.91% of the total area of the study area have located in very suitable, suitable, moderate suitability, low suitability and unsuitable classes, respectively. Also, the results of land suitability assessment for rainfed Rapeseed cultivation showed that 12.65, 18.46, 24.4, 22.82 and 21.76% of the total area of the study area have located in very suitable, suitable, moderate suitability, low suitability and unsuitable classes, respectively. In this classification, the factors of access to water resources for irrigated cultivation and rainfall for rainfed cultivation were the main factors limiting canola growth. These results can be useful for policy makers and farmers to design a suitable cultivation pattern.

4. Discussion and Conclusion

The results showed different classes of land suitability for irrigated and rainfed canola cultivation in Jiroft city. Rapeseed, like other crops, has its own ecological characteristics that the absence of any of the characteristics leads to decrease in the growth of the crop. According to the results, in rainfed cultivation of Rapeseed, most of the crop's water requirements are supplied by rainfall and areas with rainfall less than 300 mm were found to be unsuitable for dryland rapeseed cultivation, which is consistent with the results of Saeedi Tabar (2006), Moradi et al. (2020). The results of land suitability assessment for irrigated rapeseed cultivation based on AHP showed that the criterion of distance from water resources had the most effect on irrigated rapeseed cultivation compared to other factors. According to the results, areas with a shorter distance than water resources had a higher potential for irrigated rapeseed cultivation and about 12.9% of lands faced with restrictions on access to water resources and were found unsuitable for irrigated rapeseed cultivation. Due to the fact that there is no limit to water stress in irrigated cultivation, the growth stages of the crop are completely dependent on irrigation and rainfall is not a determining factor of crop growth, which is consistent with the results of Yazdani et al. (2013). The results of this study show the ability of GIS as a fast and efficient tool to assess the land suitability for planting crops, with the least cost and least time, and can be useful for producers and policymakers.

5. Six important references

1. Ghaffari, A., E. De Pauw and S. A. Mirghasemi. 2007 .Agroecological zones of Karkheh river basin. In Proceedings 2nd National Conference on Ecological Agriculture, Tehran, Iran. pp. 2445-2459.
2. Ghasemi pirbalouti, A., Gh. A. Normohammadi, Gh. Kamali, A. Ayeneh Band, J. Porhemmat, Kh. Abdollahi and A. R. Golparvar. 2008. Integrating Some of the Ecological Factors in Order

Sustainable Canola Production Using GIS in Southwest Iran. American-Eurasian J .Agric. & Environ. Sci. 41: 68-71.
3. Kalogirou, S. 2002. Expert system and GIS: an application of land suitability evaluation. Journal of Computers, Environment and Urban Systems, 26(2 and 3): 89-112.
4. Khoshhal dastgerdi, J. and A. Baratiyan. 2010. Estimate heat needs phenological stages of winter rapeseed in the cold climate of Iran (Shahrekord region). Physiography Research, 70: 35-44.
5. Ostovari, Y., A. Honarbakhsh, H. Sangoony, F. Zolfaghari, K. Maleki and B. Ingram. 2019. GIS and multi-criteria decision-making analysis assessment of land suitability for rapeseed farming in calcareous soils of semi-arid regions. Ecological Indicators, 103: 479-487.
6. Seyedmohammadi, J., F. Sarmadian, A. A. Jafarzadeh, M. A. Ghorbani & F. Shahbazi. 2018. Application of SAW, TOPSIS and fuzzy TOPSIS models in cultivation priority planning for maize, rapeseed and soybean crops. Geoderma, 310:178-190

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.