سنجش تناسب اراضی بر اساس عناصر اقلیمی برای کشت کلزا با استفاده از مدل TOPSIS (مطالعه ی موردی: استان مازندران)

Land Suitability Evaluation Model Based on the Elements of the Climate for the Cultivation of Rapeseed TOPSIS: A Case Study of Mazandaran Province

محمد روشنعلی* [۱]**، مهرداد ذاکری** [۲]

دریافت:۱۳۹۲/۰۵/۲۱ پذیرش :۱۳۹۳/۰۵/۲

چکیده

هدف این تحقیق ارزیابی تناسب اراضی برای کشت کلزا در سطح استان مازندران می¬باشد بر این اساس در تحقیق حاضر از داده¬های اقلیمی ۲۸ ایستگاه سینوپتیکی و کلیماتولوژی سطح استان از بدو تأسیس تا سال ۱۳۹۰ تهیه شد. برای انجام تحلیل¬ها از سه شاخص نیازهای دمایی، شاخص نیازهای بارشی و شاخص سایر نیازهای اقلیمی استفاده شده است. روش تحقیق به صورت توصیفی–تحلیلی است، به طوری که از روش اسنادی (جستجوی کتابخانه¬ای)، برای گردآوری اطلاعات اولیه و از داده¬های آماری ایستگاه¬های سینوپتیکی و کلیماتولوژی برای پردازش سنجش تناسب اراضی ارائه گردید. از روش میانیابی IDW در محیط GIS برای سنجش تناسب اراضی برای کشت کلزا در منطقه مورد مطالعه استفاده شده است. و در نهایت نقشه نهایی تهیه شد. نتایج تحلیل یافته¬ها نشان داد که بیشتر اراضی استان دارای محدودیت متوسط و کمترین اراضی دارای بدون محدودیت هستند.

واژگان کلیدی: عناصر اقلیمی، ارزیابی تناسب اراضی، کلزا، مدل TOPSIS، استان مازندران

۱. کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی (گرایش اقلیم¬شناسی)، دانشگاه محقق اردبیلی. (نویسنده مسئول).(mohammadrooshanali@yahoo.com)

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه پیام نور. (cursor_504@yahoo.com)

Mohammad Roshanali[1],Merdad Zakeri[2],

Received: 12/8/2013 Accepted: 24/07/2014

Abstract

The purpose of this study is to evaluate the land proportion for the rapeseed cultivation in Mazandaran province. To this end, in this research based on the climactic data of 28 synoptic stations, the climatology of the province was provided from its establishment until 1390. For the data analysis, three indices were used: temporal needs, precipitation requirements, and other climactic requirements index. This study was a descriptive-analytic research in which the documentary method (i.e., library research) was used for collecting the innitial data, and the statistical data from climatology was. to Manner General Results Decomposition and Analysis Climate Time Be Generalization to Sea Widespread Will Was That With Use of Methods Interpolation Data Spot to Data Sea Conversion Be to The same Reason Of Method Interpolation IDW at Environment GIS For Measurement Proportion Land For cultivation Canola at Area Case Study Use The and the final map was produced.The analysis results showed that most of the lands have moderate limitations and low lands have no limitations area. initial data, and the statistical data from the synoptic and climatology stations were used for the process of the evaluation of land suitability. Interpolation IDW at GIS environment was used for the evaluation of land suitability for the rapeseed cultivation in Mazandaran province and the final map was produced. The results of data analysis showed that most of the lands of the province have moderate limitations, while few lands have no limitations

Keywords: Climactic elements, Evaluation of Land Proportion, Canola, TOPSIS Model, Mazandaran Province.

1.MSc of Geography(climatology), Mohahgegh ardebili University, (mohammadrooshanali@yahoo.com)

2. MSc. Student of, Geography(Urban palnning), payame noor University,. (cursor_504@yahoo.com)

مقدمه

آب و هوا یکی از مهمترین عواملی است که در طول تاریخ مورد توجه انسان بوده است. علت این امر، نقش مهم عناصر آب و هوایی بر زندگی بشر و خصوصاً تولیدات کشاورزی است (عزیزی و یاراحمدی، ۱۳۸۱: ۲۳). شناخت آب و هوای یک منطقه و تعیین نیازهای آب وهوایی گیاهان زراعی، از یک طرف، ما را در امر تصمیم-گیری جهت تعیین مناطق کشت یک محصول یاری می‌کند و از طرف دیگر، با شناسایی درجه تأثیر هر یک از عوامل آب و هوایی در میزان عملکرد محصول و کمی نمودن این روابط می‌توان نسبت به پیش‌بینی تغییرات عملکرد محصولات کشاورزی اقدام نمود (بازگیر، ۱۳۷۸: ۷۰). به دلیل تنوع آب و هوایی در ایران امکان کشت بسیاری از دانه‌های روغنی با کیفیت خوب وجود دارد. در این میان کشت گیاهان روغنی مانند کلزا که در ابتدا بومی ایران بوده است می‌تواند جهت تأمین بخشی از نیازهای کشور مفید واقع شود (صالحی و همکاران، ۱۳۸۹: ٤٦). این گیاه از گذشته به عنوان گیاه علوفه‌ای و روغنی در تغذیه دام و صنعت کاربرد داشته است. با بهره‌گیری از ارقام جدید کیفیت و کمیت روغن این گیاه به منظور مصرف خوراکی افزایش یافته و امروزه می‌توان به جرأت گفت که به دلیل مصارف گوناگون کلزا از جمله باارزش‌ترین گیاهان روغنی مناطق معتدله در دنیا محسوب می‌گردد. با توجه به اهمیت دست‌یابی به خود اتکایی کشور در بخش تأمین خوراکی، تولید کلزا در ایران از بدو شروع فعالیت‌های کشت دانه‌های روغنی، در برنامه‌های توسعه به چشم می-خورد (جوانمرد و همکاران، ۱۳۸٦: ۲۸). با توجه به این یافته‌ها در برنامه پنج ساله سوم اقتصادی، اجتماعی کشور پیش‌بینی شده، که سطح زیر کشت این محصول در کشور از ۵۰/٦۵ تن در سال ۱۳۷۲ به ۳۱۵/۸۵ تن در سال ۱۳۸۵ رسیده، که گویای رشد متوسطی معادل ۸/۹۵ درصد در سال است (محسنی، ۱۳۸۸؛ به نقل از شاهمرادی، ۱۳۹۰: ۳). استان مازندران با داشتن شرایط اقلیمی مناسب می‌تواند از قطب‌های مهم تولید کشت کلزا محسوب گردد. وسعت این استان معادل ۲٤٤۲۳ کیلومترمربع با کل اراضی زراعی ٤٦۰۰۰۰ هکتار می‌باشد. نزولات سالیانه در استان مازندران بین ۱۳۰۰– ٦۰۰ میلیمتر و رطوبت نسبی عموماً بیش از ۸۰ درصد است با توجه به اینکه متوسط ریزش‌های جوی سالیانه کشور در حدود ۲۵۰ – ۲٤۰ میلیمتر می‌باشد، اهمیت این منطقه با زمستان‌های ملایم تا سرد آن از مزیت-های بارز محسوب می‌گردد.

تجربه چند ساله کشت کلزا در استان مازندران نشان می-دهد چنانچه حمایتها و هدایتهای لازم جهت کشت آن در استان به عمل آید با توجه به سازگاری مناسب کلزا با شرایط آب و هوایی مازندران زمینه بسیار خوبی برای افزایش سطح کشت این گیاه به وجود خواهد آمد. این زراعت می‌تواند جایگاه ویژه‌ای بین محصولات پاییزه مانند گندم و جو داشته باشد، خصوصاً اینکه در سالهای خشکسالی، کلزا به لحاظ زودرسی نتایج بهتری نسبت به غلات به بار خواهد آورد. با توجه به پتانسیل ۵۰۰ هزار هکتار مزارع برنج در شمال کشور، پتانسیل بسیار عظیمی برای کشت ارقام زودرس این محصول به عنوان کشت دوم بعد از برداشت شالی وجود دارد. توسعهٔ کشت این محصول در مناطق برنجکاری علاوه بر اثرات مطلوب زراعی و بهبود برنامه تناوب می‌تواند با بالا بردن درآمد زارعین اثرات مثبت اجتماعی و اقتصادی در مناطق کشت برنج داشته باشد (همایونی‌فر و ملک‌دار، ۱۳۸٤: ۲).

لذا این نوشتار تلاشی است در راستای پهنه‌بندی کشت کلزا در استان مازندران و می‌کوشد با بهره‌گیری از داده‌های عناصر اقلیمی و تجزیه و تحلیل آنها، به شناسایی بهترین نواحی مستعد کشت کلزا در سطح این استان بپردازد.

سؤالات تحقیق

۱- عناصر اقلیمی در پراکنش اراضی مناسب جهت کشت کلزا استان مازندران چه نقشی دارند؟

۲- عناصر اقلیمی در کاهش یا افزایش عملکرد محصول کلزا در منطقه مطالعاتی چه تأثیری دارند؟

اهداف تحقیق

هدف این تحقیق به منظور شناسائی پتانسیل توان اکولوژیکی مناطق کشت کلزا از نظر عناصر اقلیمی در استان مازندران می‌باشد. سایر اهداف مورد نظر در این تحقیق به شرح ذیل می‌باشد:

۱- شناخت نواحی مناسب برای کشت کلزا در استان مازندران از نظر عناصر اقلیمی؛

۲- تأثیر عناصر اقلیمی در کاهش یا افزایش عملکرد محصول کلزا در منطقه مطالعاتی.

اهمیت و ضرورت تحقیق

کلزا به عنوان یکی از مهمترین گیاهان روغنی به دلایل متعددی از اولویت خاصی برخوردار بوده و با توجه به نیاز مبرم کشور به تولید دانه‌های روغنی و روغن گیاهی، سطح زیر کشت آن در حال افزایش است. این گیاه دارای ٤٠ تا ٤٥ درصد روغن و ۳۵ تا ۳٦ درصد پروتئین می‌باشد (جعفرنژدای و راهنما، ۱۳۹۰: ۲۲۵). کلزا یکی از گیاهان روغنی است که علاوه بر تولید روغن خوراکی کاربرد صنعتی نیز دارد. با ۱۵/۸ کیلوگرمی روغن در کشور و وارداتی بودن قسمت اعظم روغن مورد نیاز، توجه به مصرف سرانه کشت و توسعه گیاهان روغنی ضرورت وافری دارد. استان مازندران یکی از استان‌های پیشرو در تولید دانه‌های روغنی است. نزدیک به ۱۹ درصد از دانه‌های روغنی کشور در این استان تولید می‌شود (پاکروان و همکاران، ۱۳۸۸: ۷۸). این استان به دلیل موقعیت خاص جغرافیایی یعنی قرار گرفتن در شمال ایران و دارا بودن پتانسیل‌های بارشی و حرارتی به نسبت مطلوب شرایط بهینه را برای ارزیابی نیازهای اقلیمی و فیزیوگرافی اراضی آن جهت کشت کلزا را فراهم می‌کند. لذا در این تحقیق سعی شده، مناطقی که در استان مازندران مناسب و نامناسب برای کشت کلزا هستند، شناسایی گردد.

پیشینه تحقیق

در زمینه‌ی سنجش تناسب اراضی برای محصولات زراعی مطالعاتی زیادی صورت گرفته است که از آن جمله، وایت [1] (۱۹۹٦)، به پهنه‌بندی آگروکلیماتیک کشورهای آسیای‌شرقی شامل چین، ویتنام، تایلند، کامبوج و شبه‌جزیره مالزی را با استفاده از GIS و با تجزیه و تحلیل داده‌های عناصر اقلیمی نظیر، طول روز، درجه حرارت و رطوبت نسبی پرداخته، و با استفاده از آستانه درجه حرارت‌ها، تقویم مراحل رشد گیاهی در دماهای مختلف تهیه کرد. نورود [2] (۲۰۰۰)، در پژوهشی به بررسی کاشت گندم دیم در دشت‌های بزرگ ایالت کانزاس آمریکا، با استفاده از تحلیل داده‌های اقلیمی نظیر بارش، دما، تبخیر و خاک، پرداخته و نواحی مناسب برای کاشت گندم دیم را شناسایی کرد. نتایج به دست آمده نشان داد که تبخیر و بارندگی نسبت به سایر عناصر اقلیمی، بیشترین تأثیر را در طول مراحل رشد گندم دیم دارد. هولینقر [3] (۲۰۰۲)، با استفاده از داده‌های اقلیمی از قبیل دما، بارندگی، رطوبت نسبی، طول روز، رطوبت خاک و سرعت باد، تحقیقی در مورد آب و هواشناسی ایالت ایلی نویز امریکا انجام داده است که با تحلیل داده‌های فوق‌الذکر نسبت به تهیه تقویم زراعی، تعیین تاریخ آبیاری و سرانجام، پهنه‌بندی و تعیین مکان مناسب برای کاشت گیاه زراعی اقدام نموده است. ورنون [4] و همکاران (۲۰۰٦)، در پژوهشی، مهمترین فاکتورهای اقلیمی مؤثر در تولید کلزا را بارش و درجه حرارت معرفی نمودند و درجه حرارت بهینه برای رشد کلزا را بین ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد گزارش کردند. احترامیان و همکاران (۱۳۸٦)، در پژوهشی

---

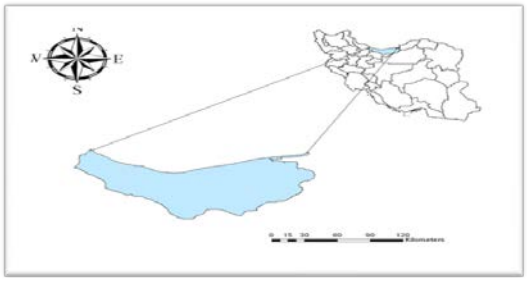
1. Whiteeta
2. Norwood
3. Holinger
4. Vernon and et.al

با استفاده از پارامترهای اقلیمی که عبارتند از: احتمال وقوع بارش سالانه ۳۰۰ میلیمتر و بیشتر، مقادیر بارش پاییزه، بهاره و خرداد، دمای مناسب جوانه‌زنی، تنش‌های دمایی در طول دوره گل‌دهی و پرشدن دانه برای پهنه‌بندی پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم در استان خراسان شمالی پرداختند. نتایج بدست آمده نشان داد که با انطباق لایه‌های مؤثر در فرآیند کشت گندم دیم در محیط GIS، امکان شناخت مناطق مستعد کشت برای این گیاه زراعی وجود دارد. ادب و همکاران (۱۳۸٦)، در تحقیقی به مدل سازی مکانی عملکرد کلزا با استفاده از رگرسیون چند متغیره در محیط GIS در شهرستان سبزوار بررسی کردند. نتایج نشان داد که مناطق مستعد کشت کلزای پاییزه شهرستان سبزوار در مناطق دشتی قرار دارند. کمالی و همکاران (۱۳۸۷)، در بررسی به پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان‌شرقی پرداختند. نتایج تحقیقات نشان داد که عمدهٔ مناطق بسیار مناسب کشت گندم دیم در شمال استان قرار دارند و این مناطق از لحاظ اقلیمی جهت کشت دیم گندم مناسب‌اند. جهانبخش و همکاران (۱۳۸۸)، در بررسی شرایط آب و هوایی شمال استان آذربایجان‌غربی به منظور کشت زیتون با استفاده از عناصر اقلیمی به این نتیجه رسیدند که این گیاه به کاهش دما (مخصوصاً به صورت ناگهانی) حساس بوده بطوری که کشت درخت زیتون را فقط به ایستگاههای کهریز و ارومیه محدود می‌سازد. اسفندیاری و آزادی (۱۳۸۹)، سنجش قابلیت اراضی به منظور کشت کلزای پاییزه بر اساس روش‌های تصمیم گیری چندمعیاره در استان اردبیل انجام دادند و نتیجه‌ای که در تحقیق نشان داد مناطقی که در وضعیت محدودیت شدید، نسبتاً شدید، متوسط، محدودیت کم و بدون محدودیت قرار دارند به ترتیب ۲۳/٤۳ ،۳۱/٦٦، ۱٦/۷۰، ۱۸/۳٦ و ۹/۸۵ درصد از کل مساحت استان را به خود اختصاص داده‌اند. رسولی و قائمی (۱۳۸۹)، برای پهنه‌بندی کشت کلزا بر اساس نیازهای دمایی اقلیمی با استفاده از GIS در استان خراسان از دمای مناسب کاشت (۲۰-۱۵ درجه سانتی‌گراد) و فرمول ویبول (احتمال ۷۵ درصد) تاریخ کاشت استفاده کردند. پس از مرتب سازی و تشکیل لایه‌های دمایی با استفاده از معادلات رگرسیونی مناطق کشت به چهار ناحیه مشخص، بسیار مطلوب (تربت حیدریه، قوچان، بجنورد و گلمکان)، مطلوب (بیرجند، قاین، مشهد، نیشابور و فردوس)، نسبتاًمطلوب (سرخس، کاشمر، گناباد، تربت جام و سبزوار) و نامطلوب (بشرویه و نهبندان) پهنه‌بندی گردید. آزرم (۱۳۸۹)، در بررسی سنجش تناسب اراضی استان آذربایجان‌غربی برای کشت کلزا بر اساس روش‌های ارزیابی تصمیم‌گیری چندمعیاره در محیط GIS پس از مطالعه و بررسی داده‌های اقلیمی و داده‌های منابع زمینی به این نتیجه رسید که اراضی استان از نظر پتانسیل اقلیمی و محیطی برای کشت کلزا به چهار طبقه خیلی مناسب (۱۵/۲٪)، مناسب (۵۲/۱٪)، متوسط (۲۵/٤٪) و ضعیف (۷/۳٪) تقسیم‌بندی می‌شوند. شاهمرادی (۱۳۹۰)، برای پهنه‌بندی آگروکلیماتیک کاشت کلزا با استفاده از مدل AHP در محیط GIS در استان ایلام پس از بررسی داده‌های اقلیمی و داده‌های فیزیوگرافی نشان داد که ۳۰/۵۰٪ اراضی ایلام شرایط بدون محدودیت،۹/٦٤٪ محدودیت کم، ۳٦/۸۷٪ محدودیت متوسط و ۳۰/۹۷٪ دارای

شرایط محدودیت زیاد برای کشت کلزا می‌باشند. در تحقیق حاضر، ضمن بهره‌گیری از تجربیات، روش‌ها و مدل‌های مورد استفاده در تحقیقات داخلی و خارجی، برای پهنه‌بندی کشت محصولات مختلف زراعی، سعی دارد، مناسبترین پهنه‌بندی آگروکلیمای کشت کلزا در استان مازندران با استفاده از پایگاه داده‌های عناصر اقلیمی و با بهره‌گیری از مدل TOPSIS، و سپس با همپوشانی این لایه‌ها در محیط GIS، نقشه نهایی برای پهنه‌بندی کشت کلزا برای منطقه مورد مطالعه بپردازد

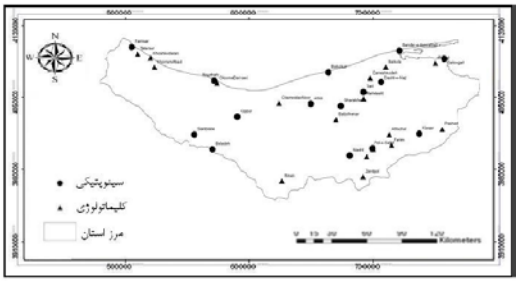
موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

استان مازندران با داشتن ۲۳۷۵٦/٤ کیلومترمربع مساحت بین حداقل ۵۰ درجه ،۳٤ دقیقه و حداکثر ٥٤ درجه،۱۰ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ و حداقل ۳۵ درجه، ٤۷ دقیقه و حداکثر ۳٦ درجه، ۳۵ دقیقه عرض شمالی از خط استوا در شمال کشور ایران واقع گردیده است (شکل ۱). استان مازندران از شمال به دریای خزر از شرق به استان گلستان، از جنوب به استان‌های سمنان و تهران و قزوین، از غرب به استان گیلان متصل می‌شود که وسعت آن ۱/٤ درصد از مساحت کل کشور را شامل می-شود. بر اساس آمار مرکز آمار ایران در سال ۱۳۸۸، استان مازندران دارای ۱۸ شهرستان، ٤٦ بخش، ۵۲ شهر و ۱۱۷ دهستان می‌باشد (سالنامه آماری استان مازندران، ۱۳۸۸: ۷).



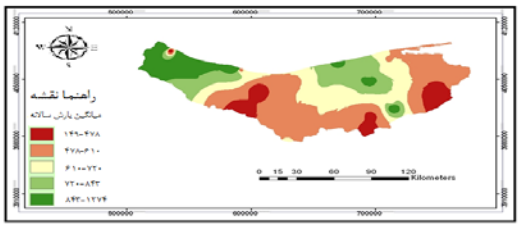
شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

تعداد ایستگاه‌های هواشناسی موجود در سطح استان شامل ۱۵ ایستگاه سینوپتیک و ۱۳ ایستگاه کلیماتولوژی می‌باشند که در تحقیق حاضر از آمار همه آنها استفاده شده است. در جدول ۱ مشخصات مربوط به هر یک از ایستگاه آورده شده و در شکل ۲ نقشه پراکنش ایستگاه‌های سینوپتیکی و کلیماتولوژی در سطح استان نشان داده شده است.

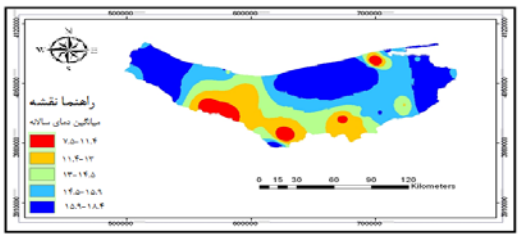


شکل ۲. نقشه پراکنش ایستگاه‌های سینوپتیکی و کلیماتولوژی در سطح استان مازندران

در شکل‌های ۳ و ٤ توزیع بارندگی و دمای سالانه استان مازندران در طول دوره آماری، از زمان تأسیس ایستگاه‌ها تا سال ۱۳۹۰ ارائه شده است.



شکل ۳-توزیع بارندگی سالانه استان مازندران از زمان بدو تأسیس ایستگاه‌ها تا سال ۱۳۹۰.



شکل ٤. توزیع دمای سالانه استان مازندران از زمان بدو تأسیس ایستگاه‌ها تا سال ۱۳۹۰

روش تحقیق

پژوهش پیش‌رو از نوع بنیادی است. روشهای گردآوری اطلاعات به صورت توصیفی – تحلیلی می‌باشد. روش انجام گردآوری اطلاعات از روش اسنادی (جستجوی کتابخانه‌ای) و گرفتن داده‌های آماری از ۲۸ ایستگاه سینوپتیکی و کلیماتولوژی استان مازندران از بدو تأسیس تا سال ۱۳۹۰ تهیه شد. از آنجا که هدف تحقیق سنجش تناسب اراضی برای کشت کلزا بر اساس عناصر اقلیمی با استفاده از مدل TOPSIS می‌باشد، برای انجام تحلیل‌ها از سه شاخص نیازهای دمایی (میانگین سالانه درجه حرارت، میانگین حداقل درجه حرارت، میانگین حداکثر درجه حرارت، دمای جوانه‌زنی و دمای گلدهی، شاخص نیازهای بارشی (میانگین بارش سالانه، بارش پاییز، بارش زمستان، بارش دوره رشد و گلدهی و بارش دوره رسیدگی و شاخص سایر نیازهای اقلیمی (درجه روز – رشد، ساعات

آفتابی، یخبندان و رطوبت نسبی)، استفاده شده است. به علت متفاوت بودن مقیاس اندازه‌گیری داده‌ها آماری سایر نیازهای اقلیمی از روش نمره استانداردسازی داده‌ها استفاده شد. به طور کلی نتایج تجزیه و تحلیل اقلیمی زمانی قابل تعمیم به پهنه‌ای گسترده خواهد بود که با استفاده از روش‌های میانیابی داده‌های نقطه‌ای به داده‌های پهنه‌ای تبدیل شود. به همین دلیل از روش میانیابی IDW در محیط GIS برای سنجش تناسب اراضی جهت کشت کلزا برای منطقه مورد مطالعه استفاده شده است. در شکل ۵ مراحل انجام تحقیق نشان داده شده است

تحلیل یافته‌ها

مدل تاپسیس

الگوریتم تاپسیس به عنوان یک تکنیک تصمیم‌گیری چندشاخصه برای اولویت‌بندی شاخص‌ها استفاده می‌شود که به تکنیک وزن‌دهی حساسیت بسیار کمی داشته است. در روش‌های مبتنی بر نقطه ایده‌آل، مرتب‌سازی مجموعه‌ای از گزینه‌ها، بر پایه انفکاک آنها از نقطه ایده‌آل صورت می‌پذیرد. تکنیک مرتب سازی اولویت گزینه‌ها بر مبنای میزان مشابهت به راه حل ایده‌آل (TOPSIS) یکیاز متداول‌ترین این روش‌ها محسوب می‌شود. بر اساس این تکنیک بهترین گزینه،گزینه‌ای است که به طور همزمان، نزدیک‌ترین واحد به نقطه ایده‌آل و دورترین واحد از نقطه ایده‌آل منفی باشد. TOPSIS، هم مستلزم افزایش یکنواخت مطلوبیت (هرچه ارزش صفت بزرگتر باشد گزینه، بهتر می‌باشد) و هم مستلزم کاهش یکنواخت مطلوبیت (هر چه ارزش صفت کوچک باشد، گزینه بهتر است) است. از امتیازات مهم این روش آن است که بطور همزمان می‌توان از شاخص‌ها و معیارهای عینی و ذهنی استفاده نمود. با این حال لازم است در این مدل جهت محاسبات ریاضی، تمامی مقادیر نسبت داده شده به معیارها از نوع کمی بوده و در صورت کیفی بودن نسبت داده شده به معیارها، می‌باید آنها را به مقادیر کمی تبدیل نمود. اگر چه روش TOPSIS را می‌توان هم در محیط رستری و هم در محیط برداری مربوط به GIS به کار برد، اما این تکنیک به طور ویژه‌ای مناسب با ساختار داده‌های رستری است. روش کار مبتنی بر GIS مشتمل بر مراحل ذیل می‌باشد**مرحله اول**: تشکیل ماتریس داده‌ها براساس n آلترناتیو و m شاخص. که در آن x_{ij} معرف نمره خام پیکسل **i**ام در معیار **j**ام است.

$$X_{ij}=\begin{bmatrix} x_{11} & x_{22} & \cdots x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots x_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots \cdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots x_{mn} \end{bmatrix}$$

مرحله دوم: در این مرحله با استانداردسازی داده‌ها، دامنه مقادیر (x_{ij}) را که در واحدهای اندازه‌گیری متفاوت (همچون واحد اندازه‌گیری رتبه‌ای، درصدی و متریک) وجود دارند به یک دامنه استاندارد در حد فاصل بین ۰ و ۱ تبدیل و مقادیر استاندارد شده داده‌ها (v_{ij}) را به دست می‌آوریم. در چنین روندی لایه‌های نقشه استاندارد که قابل مقایسه و قابل ترکیب با هم هستند به دست می‌آید.

$$V_{ij}=\begin{bmatrix} v_{11} & v_{22} & \cdots v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \cdots v_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots \cdots \\ v_{m1} & v_{m2} & \cdots v_{mn} \end{bmatrix}$$

مرحله سوم: وزن‌ها (w_j) اختصاص یافته به هر صفت را تعیین می‌کنیم؛ مجموع وزن‌ها باید به گونه‌ای باشد که $0 \leq w_j \leq 1$ و $\sum_j w_j = 1$ بدست آید.

مرحله چهارم: با ضرب هر ارزش از لایه صفت استاندارد شده v_{ij} در وزن متناظر بر آن (w_j)، لایه‌های نقشه استاندارد شده وزنی را ایجاد می‌نماییم؛ هر سلول از لایه‌ها، حاوی ارزش استاندارد شده وزنی v_{ij} می‌باشند؛

مرحله پنجم: ارزش حداکثر (v_{+j}) را در رابطه با هر یک از لایه‌های نقشه استاندارد شده وزنی، تعیین می‌کنیم (ارزش‌ها تعیین‌کننده نقطه ایده‌آل هستند)؛ یعنی؛

$v_{+j} = (v_{max1}, v_{max2}, \cdots, v_{maxn})$ **مرحله ششم**: ارزش حداقل (v_{-j}) را برای هر لایه نقشه استاندارد شده

وزنی، تعیین می‌کنیم (ارزش‌ها تعیین کننده نقطه ایده‌آل منفی هستند) به صورتی که ؛

$$v_{-j}=(v_{min1}, v_{min2}, \cdots, v_{minn})$$

مرحله هفتم: با استفاده از یک اندازه انفکاک، فاصله بین نقطه ایده‌آل و هر گزینه را محاسبه می‌کنیم، یک انفکاک را می‌توان با استفاده از متریک فاصله اقلیدسی (مستقیم الخط) محاسبه کرد؛

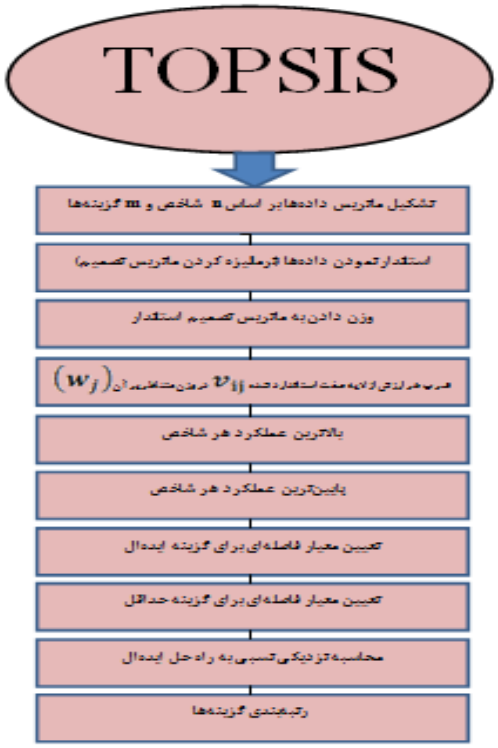
$$s_{i+} = \sqrt{\sum_j (v_{ij} - v_{+j})^2}$$

مرحله هشتم: با استفاده از همان اندازه انفکاک، فاصله بین نقطه ایده‌آل منفی و هر گزینه را تعیین می‌کنیم؛

$$s_{i-} = \sqrt{\sum_j (v_{ij} - v_{-j})^2}$$

مرحله نهم: با استفاده از رابطه زیر نزدیکی نسبی به نقطه ایده آل (c_{i+}) را محاسبه می‌کنیم:

$$= \frac{s_{i-}}{s_{i+} + s_{i-}} C_{i+}$$



شکل ۵. مراحل انجام مدل تاپسیس

به طوری که $0 < c_{i+} < 1$ می‌باشد. بر این اساس هر اندازه یک گزینه به نقطه ایده‌آل نزدیک‌تر باشد c_{i+} به سمت ۱ میل می‌کند؛ و

مرحله دهم: گزینه‌ها را بر حسب یک ترتیب نزولی از c_{i+} رتبه‌بندی کرده؛ گزینه‌ای که با بالاترین ارزش از c_{i+} همراه باشد بهترین گزینه است (مالچفسکی، ۱۳۸٦: ۳۷۵-۳۷٤). در شکل ۵ مراحل انجام مدل تاپسیس نمایش داده شده است.

شاخص‌های تحقیق

تعیین شاخص‌ها، مهم‌ترین قدم در برنامه‌ریزی و مطالعات منطقه‌ای است و آن همان بیان آماری پدیده-هاست (کلانتری، ۱۳۸۰: ۱۱۱-۱۱۰). بدین منظور در تحقیق حاضر به بررسی و تجزیه و تحلیل وضعیت برخورداری ایستگاه‌های سینوپتیکی و کلیماتولوژی استان مازندران بر اساس ۳ شاخص نیازهای اقلیمی (دما، بارش و سایر عناصر اقلیمی) در سطح ۲۸ ایستگاه منطقه مورد مطالعه پرداخته شد جدول (۳). اگر عدد حاصله بین صفر تا ۵۰ درصد باشد ایستگاه‌ها دارای محدودیت زیاد از نیازهای عناصر اقلیمی می-باشند. اما اگر نتیجه حاصل بین ۵۰ تا ۸۰ درصد باشد، ایستگاه‌ها دارای سطح محدودیت کم از نیازهای اقلیمی هستند. و اگر بین ۸۰ تا ۱۰۰ درصد باشد، ایستگاه‌ها دارای بدون محدودیت از نیازهای عناصر اقلیمی خواهند بود. در جدول (۲)، ارزش معادل سطح محدودیت ایستگاه‌ها از لحاظ نیازهای اقلیمی ارائه شده است.

جدول ۲. ارزش معادل سطح محدودیت ایستگاه‌ها از لحاظ نیازهای اقلیمی.

ارزش	معادل	سطح توسعه
۵۰-۰	۰ تا ۵۰ درصد	محدودیت زیاد
۸۰-۵۰	۵۰ تا ۸۰ درصد	محدودیت کم
۱۰۰-۸۰	۸۰ تا ۱۰۰ درصد	بدون محدودیت

(**منبع**: مالچفسکی، ۱۳۸٦: ۳۷٤-۳۷۵).

جدول ۳. سطح برخورداری ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه از لحاظ نیازهای عناصر اقلیمی

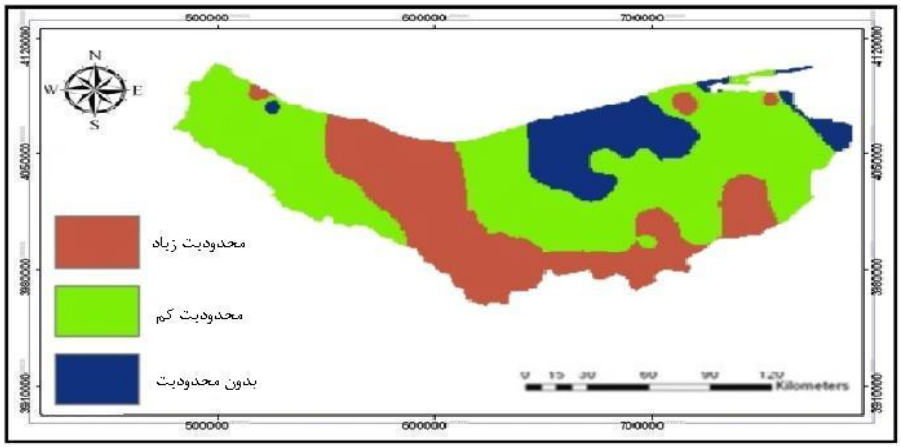
نام ایستگاه	ضریب نیازهای دمایی	سطح برخورداری	ضریب نیازهای بارشی	سطح برخورداری	ضریب نیازهای سایر عناصر اقلیمی	سطح برخورداری
آمل	۰/۸۵	بدون محدودیت	۰/۲۶	محدودیت زیاد	۰/۸۱	بدون محدودیت
رامسر	۰/۶۰	محدودیت کم	۰/۵۳	محدودیت کم	۰/۶۷	محدودیت کم
نوشهر	۰/۵۳	محدودیت کم	۰/۸۸	بدون محدودیت	۰/۶۹	محدودیت کم
ساری	۰/۸۷	بدون محدودیت	۰/۳۴	محدودیت زیاد	۰/۷۷	محدودیت کم
قراخیل	۰/۷۵	محدودیت کم	۰/۳۱	محدودیت زیاد	۰/۸۰	بدون محدودیت
امیرآباد	۰/۸۶	بدون محدودیت	۰/۲۲	محدودیت زیاد	۰/۹۹	بدون محدودیت
دشت‌ناز	۰/۹۲	بدون محدودیت	۰/۲۸	محدودیت زیاد	۰/۸۱	بدون محدودیت
گلوگاه	۰/۹۱	بدون محدودیت	۰/۲۲	محدودیت زیاد	۰/۸۲	بدون محدودیت
پل سفید	۰/۴۱	محدودیت زیاد	۰/۲۹	محدودیت زیاد	۰/۹۹	بدون محدودیت
سیاه بیشه	۰/۶۹	محدودیت کم	۰/۲۵	محدودیت زیاد	۰/۹۹	بدون محدودیت
آلاشت	۰/۶۸	محدودیت کم	۰/۲۹	محدودیت زیاد	۰/۹۹	بدون محدودیت
کجور	۰/۴۰	محدودیت زیاد	۰/۱۸	محدودیت زیاد	۰/۹۹	بدون محدودیت
بلده	۰/۶۳	محدودیت کم	۰/۱۹	محدودیت زیاد	۰/۹۵	بدون محدودیت
کیاسر	۰/۴۵	محدودیت زیاد	۰/۲۱	محدودیت زیاد	۰/۹۹	بدون محدودیت
بابلسر	۰/۹۲	بدون محدودیت	۰/۳۶	محدودیت زیاد	۰/۹۹	بدون محدودیت
تیرتاش	۰/۵۱	محدودیت کم	۰/۲۳	محدودیت زیاد	۰/۸۷	بدون محدودیت
بایع کلا	۰/۴۳	محدودیت زیاد	۰/۲۴	محدودیت زیاد	۰/۸۹	بدون محدودیت
پشرت	۰/۶۴	محدودیت کم	۰/۰۲	محدودیت زیاد	۰/۹۳	بدون محدودیت
فریم	۰/۷۲	محدودیت کم	۰/۲۹	محدودیت زیاد	۰/۹۳	بدون محدودیت
خشکه‌داران	۰/۴۷	بدون محدودیت	۰/۶۱	محدودیت کم	۰/۹۹	بدون محدودیت
چمستان	۰/۶۷	محدودیت کم	۰/۳۵	محدودیت زیاد	۰/۷۶	محدودیت کم
دانشکده کشاورزی	۰/۸۲	بدون محدودیت	۰/۳۶	محدودیت زیاد	۰/۷۰	محدودیت کم
بابل‌کنار	۰/۸۵	بدون محدودیت	۰/۲۵	محدودیت زیاد	۰/۹۹	بدون محدودیت
خرم‌آباد	۰/۸۰	بدون محدودیت	۰/۵۹	محدودیت کم	۰/۸۵	بدون محدودیت
رینه	۰/۵۷	محدودیت کم	۰/۳۳	محدودیت زیاد	۰/۹۹	بدون محدودیت
زردگل	۰/۴۰	محدودیت زیاد	۰/۱۶	محدودیت زیاد	۰/۹۹	بدون محدودیت
مهدشت	۰/۷۴	محدودیت کم	۰/۴۸	محدودیت زیاد	۰/۷۲	محدودیت کم
افراچال	۰/۷۹	محدودیت کم	۰/۳۱	محدودیت زیاد	۰/۹۹	بدون محدودیت

منبع: (یافته‌های پژوهش)

ارزیابی شاخص نیازهای دمایی استان برای کشت کلزا

دما تا حدود زیادی توزیع گیاهان را در سطح زمین محدود می‌سازد و علاوه بر این، نواحی مناسب برای تولید اکثر محصولات کشاورزی را مشخص می‌کند (حقیقت و همکاران، ۱۳۸۸: ۳۲۹). بسیاری از گیاهان برای تکمیل دوره رشد خود به تجمع مقدار خاصی از حرارت نیاز دارد، مشروط به اینکه حرارت‌های موجود در محدوده مناسب رشد باشد، زیادی حرارت می‌تواند موجب پژمرده و خشک شدن برگ‌ها و یا حتی مرگ گیاه گردد. همچنین حرارت‌های پایین رشد گیاه را به تأخیر می‌اندازد و دوره

رشد را طولانی می‌کند (خواجه‌پور، ۱۳۸٤: ۵۲). درجه حرارت بحرانی که در آن و بالاتر از آن گیاه رشد می‌کند، ٦ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. این محدوده بحرانی برای کلزا ۵ درجه سانتی‌گراد است. شرایط مطلوب حرارتی برای کشت کلزا ۱۷ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (دهقانیان و همکاران، ۱۳۸۲: ۱۰۹). در مدل TOPSIS برای اینکه وضعیت حرارتی استان را با نیازهای حرارتی کلزا بررسی کنیم، لازم است شرایط دمایی ایستگاه‌های مورد مطالعه را با توجه به نیازهای حرارتی کلزا مورد بررسی قرار گیرند. برای این کار از پایگاه داده‌ها مربوط به پارامترهای حرارتی مورد نیاز کلزا از ایستگاه‌های سینوپتیکی و کلیماتولوژی در مدل TOPSIS، بعد از انجام محاسبات و تجزیه و تحلیل داده‌های آماری، وزنی برای هریک از ایستگاه‌ها بر اساس نیازهای دمایی تعیین گردید. سپس این وزن‌ها به محیط GIS انتقال داده شده و در نهایت با پردازش داده‌ها و تبدیل داده‌های نقطه‌ای به حالت فضایی با استفاده از روش درون‌یابی (IDW)، نقشه شاخص نیازهای دمایی استان تهیه شد (شکل ٤-۸). نقشه‌ای که بر اساس شاخص نیازهای حرارتی کلزا تهیه گردیده از داده‌های اقلیمی میانگین درجه حرارت سالیانه، میانگین حداکثر درجه حرارت، میانگین حداقل درجه حرارت، دمای مرحله جوانه‌زنی یا ماه مهر و دمای مرحله گل‌دهی یا ماه اردیبهشت استفاده شده است. بر اساس نقشه تهیه شده قسمت‌های از شهرستان بهشهر، ساری، جویبار و قائم‌شهر از لحاظ نیازهای حرارتی دارای شرایط بدون محدودیت برای کشت کلزا می‌باشند (شکل ۷)

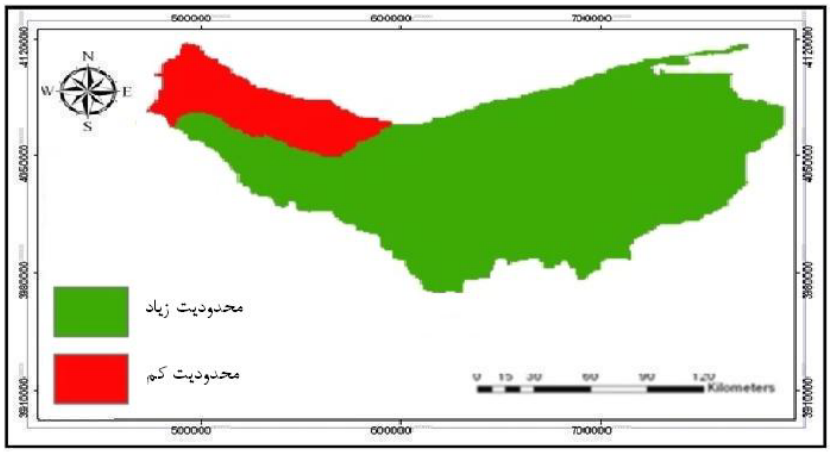


شکل ۷. سنجش تناسب اراضی استان مازندران برای کشت کلزا بر اساس شاخص نیازهای دمایی

ارزیابی شاخص نیازهایی بارشی استان برای کشت کلزا

بارندگی به عنوان یک پارامتر عمده اکولوژیکی، فرم‌های متنوع یا سیستم‌های گوناگون کشاورزی را در دنیا ایجاد کرده است. بارندگی یک عنصر آب و هوایی غالب می‌باشد که تراکم و محل استقرار سیستم‌های زراعی و انتخاب عملیات کشاورزی زارع را تحت تأثیر قرار می‌دهد و زمانی که با مقدار کم، تمرکز، نوسان و عدم اطمینان همراه باشد به خطر اقلیمی برای کشاورزی تبدیل می‌گردد (دهقانیان و همکاران، ۱۳۸۲: ۱۲۳). کلزا در جهان عمدتاً در شرایط دیم کشت می‌شود و قرار گرفتن در معرض استرس آب حتمی است. در اسپانیا بارندگی در حدی که ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرق را جایگزین کند بالاترین عملکرد را تولید کرده است. این میزان معادل ۵۰۰ میلی‌متر آب قابل دسترسی (مجموع آبیاری و بارندگی) بوده است. همچنین استرس آب در مرحله گلدهی و پر شدن غلاف، میزان

روغن دانه بیشتر محصولات روغنی از جمله کلزا را کاهش می‌دهد (دهشیری، ۱۳۷۷: ٤٩). بنابراین برای اینکه قابلیت بارش استان را از لحاظ تأمین نیاز آبی و نزولات جوی مورد نیاز کلزا در مدل TOPSIS بررسی کنیم، لازم است که شرایط بارشی هر کدام از ایستگاه‌های مورد مطالعه با توجه به نیازهای بارشی کلزا، در هر کدام از مراحل فنولوژی از قبیل، بارش دوره رشد، بارندگی پاییز، بارندگی زمستان، بارش دوره رشد ساقه و گل‌دهی و همچنین بارندگی دوره بلوغ و رسیدن، مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور از پایگاه داده‌ها مربوط به پارامترهای بارشی مورد نیاز کلزا از ایستگاه‌های سینوپتیکی و کلیماتولوژی در مدل TOPSIS، بعد از انجام محاسبات و تجزیه و تحلیل داده‌های آماری، وزنی برای هر یک از ایستگاه‌ها بر اساس نیازهای بارشی تعیین گردید. سپس این وزن‌ها به محیط GIS فراخوان شده و در نهایت با استفاده از روش IDW، نقشه شاخص نیازهای بارشی استان تهیه شد (شکل ۸). بر اساس نقشه تهیه شده سطح استان از لحاظ نیازهای بارشی برای کشت کلزا می‌توان گفت که محدوده غرب استان شامل شهرستان‌های رامسر، چالوس و نوشهر دارای شرایطی با محدودیت کم و بقیه قسمت‌های استان دارای شرایطی با محدودیت زیاد برای کشت کلزا می‌باشند..



شکل ۸. سنجش تناسب اراضی استان مازندران برای کشت کلزا بر اساس شاخص نیازهای بارشی.

ارزیابی شاخص نیازهای سایر عناصر اقلیمی استان برای کشت کلزا

درجه روز – رشد

درجه روز – رشد مجموع متوسط دماهای روزانه بالاتر از صفر درجه طی مراحل فنولوژی می‌باشد. دانستن درجه روز – رشد برای گیاهان زراعی لازم است زیرا به وسیله آن می‌توان دریافت که تا چه اندازه یک گیاه زراعی قادر است در محلی دوره رشد خود را به پایان برساند (مظاهری و همکاران، ۱۳۸۷: ٦٧). کلزا به منظور گذراندن و طی کردن هر یک از مراحل فنولوژیکی رشد خود به میزان درجه روز – رشدهای خاصی نیاز دارد. در غیر این صورت هیچ یک از مراحل فنولوژیکی رشد آن کامل نخواهد شد (آرزم، ۱۳۸۹: ۸۰).

ساعات آفتابی

طول روز یا ساعات آفتابی در زراعت عامل مهم و نیز در تعیین مراحل کشت بسیار بااهمیت تلقی می‌شود (آزرم، ۱۳۸۹: ۸۰). از آنجا که گیاه کلزا یک گیاه روزبلند می‌باشد، که برای اعمال زیستی خود به بیش از ۱۲ تا ١٤ ساعت نور احتیاج دارد، انتقال از مرحله رشد رویشی به مرحله زایشی همراه با افزایش طول روز تسریع می‌گردد. و روزهای کوتاه منجر به تأخیر در گلدهی آنها می‌شود (خواجه‌پور،١٣٨٤: ١٣). با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان گفت که ۲۰۰۰ ساعت

تابش برای کلزا بدون محدودیت می‌باشد

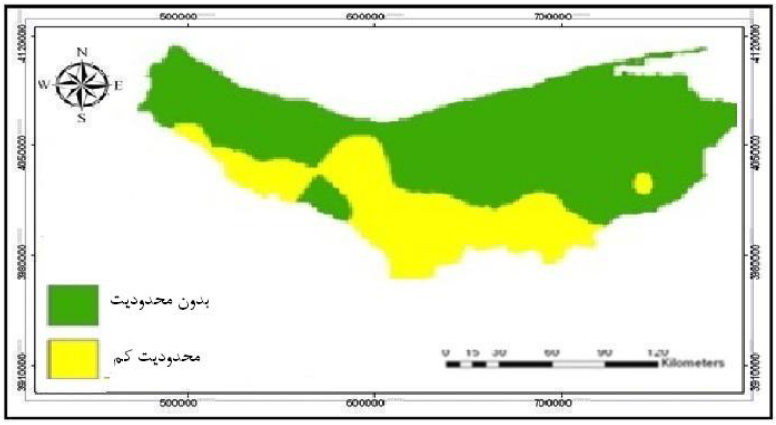
و کمتر از آن احتمالاً باعث کاهش عملکرد خواهد شد، بر اساس مطالعات انجام شده توسط سازمان هواشناسی (۱۳٥٤) در ایران محدویت طول روز برای محصول وجود ندارد (عبیری، ۱۳۸٦: ٥٥).

تعداد روزهای یخبندان

در اثر یخبندان، آب موجود در خاک یخ بسته و منافذ خاک را می‌بندد. یخزدگی آب در خاک از دو طریق خسارت وارد می‌کند: اول آن که اکسیژن در خاک یافت نمی‌شود و دوم اینکه گیاه نمی‌تواند جذب آب نماید. چنانچه یخبندان در نتیجه پوشش برف باشد همیشه مضر نیست، بلکه فوایدی دارد. پوشش برف به صورت عایقی عمل نموده و از تغییرات سریع حرارتی گیاه و خاک جلوگیری می‌کند و گیاه را از خشک شدن در اثر وزش باد مصون می‌دارد (خواجه‌پور، ۱۳۸٤: ٥۳). بر اساس مطالعات انجام شده تعداد روزهای یخبندان مناسب برای کشت مطلوب کلزا بین ٤۰ تا ۷۰ روز در سال است. تعداد روز کمتر یا بیشتر از این میزان می‌تواند عملکرد مطلوب کلزا را کاهش دهد (آزرم، ۱۳۸۹: ۷۹).

رطوبت نسبی

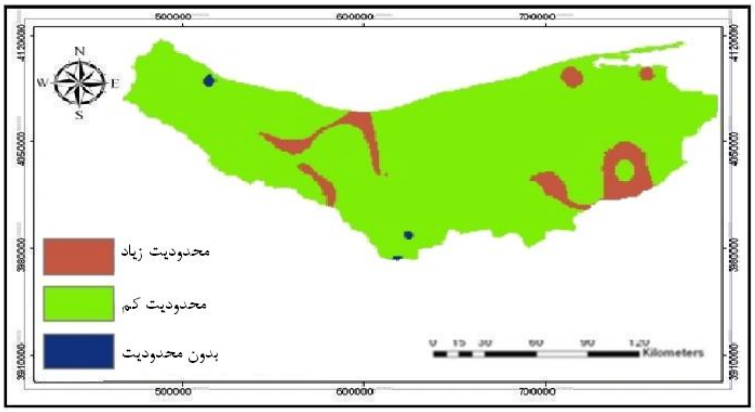
از لحاظ کشاورزی رطوبت نسبی یکی از عناصر مهم جوی است و نقش مهمی در تغییرات اقلیم کشاورزی از منطقه‌ای به منطقه‌ای دیگر ایفا می‌کند. وجود هوای مرطوب به طول مؤثر فصل رشد می‌افزاید و از تغییرات شدید حرارتی شبانه‌روزی و خسارات ناشی از آن می‌کاهد. اما هوای مرطوب رشد و توسعه بسیاری از آفات و امراض را تحریک می‌کند (خواجه‌پور، ۱۳۸٤: ۱۱٥). بر اساس مطالعات انجام شده از نیاز رطوبتی کلزا، آستانه رطوبت مطلوب برای رشد و بازدهی خوب کلزا، بین ٦٥ تا ۸۰ درصد است (عبیری، ۱۳۸٦: ٦۰). برای اینکه وضعیت استان از نظر سایر نیازهای اقلیمی بررسی کنیم، لازم است شرایط سایر نیازهای اقلیمی ایستگاه‌های مورد مطالعه را با توجه به نیازهای سایر عناصر اقلیمی کلزا مورد بررسی قرار گیرند. برای این کار از داده‌های آماری ایستگاه‌های سینوپتیکی و کلیماتولوژی در سطح استان بر اساس سایر عناصر اقلیمی کلزا در مدل TOPSIS، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و در نهایت وزنی برای هر یک از ایستگاه‌های مورد مطالعه از نظر سایر عناصر اقلیمی تعیین گردیده و در نهایت این وزن‌ها به محیط GIS انتقال داده شده و سپس با استفاده از روش درون-یابی، نقشه شاخص سایر عناصر اقلیمی تهیه گردید (شکل ۹). برای تهیه این نقشه از داده‌های آماری عناصر اقلیمی درجه روز–رشد، ساعات آفتابی، یخبندان و رطوبت نسبی استفاده شده است. بر اساس نقشه تهیه شده قسمت‌های زیادی از سطح استان دارای شرایط مناسب یا بدون محدودیت برای کشت کلزا را داراست.



شکل ۹. سنجش تناسب اراضی استان مازندران برای کشت کلزا بر اساس شاخص سایر نیازهای اقلیمی

سنجش تناسب اراضی استان مازندران جهت کشت کلزا بر اساس عناصر اقلیمی

بعد از استخراج پارامترهای مورد استفاده برای هر یک از ایستگاه‌ها از مدل TOPSIS و انتقال آنها به محیط GIS، با توجه به منابع علمی و همچنین شرایط اقلیمی منطقه مورد مطالعه، چهار کلاس برای هر یک از شاخص‌های اقلیمی تعریف شد. با بهره‌گیری از روش همپوشانی کلیه‌ی لایه-های شاخص‌های عناصر اقلیمی در محیط GIS تلفیق و در نهایت نقشه نهایی سنجش تناسب اراضی جهت کشت کلزا در استان مازندران تهیه گردید (شکل ۱۰).



شکل ۱۰. نقشه نهایی سنجش تناسب اراضی استان مازندران برای کشت کلزا بر اساس عناصر اقلیمی.

نتیجه گیری

در بین گیاهان روغنی کلزا به عنوان یکی از دانه‌های روغنی با ارزش، جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده، و پس از سویا و نخل روغنی، سومین منبع تأمین روغن نباتی جهان به شمار می‌رود. گیاه روغنی کلزا به دلیل سازگاری با شرایط اقلیمی اغلب نقاط کشور، مورد توجه قرار گرفته است. استان مازندران به دلیل موقعیت خاص جغرافیایی یعنی قرار گرفتن در شمال ایران و دارا بودن پتانسیل‌های بارشی، حرارتی و سایر عناصر اقلیمی به نسبت مطلوب شرایط بهینه را برای جهت کشت کلزا را فراهم می‌کند بطوریکه بعنوان یکی از استان‌های پیشرو در تولید دانه‌های روغنی است. و نزدیک به ۱۹ درصد از دانه-های روغنی کشور در این استان تولید می‌شود وسعت این استان معادل ۲٤٤۲۳ کیلومترمربع با کل اراضی زراعی ٤٦۰۰۰۰ هکتار می‌باشد. نزولات سالیانه در استان مازندران بین ۱۳۰۰– ٦۰۰ میلیمتر و رطوبت نسبی عموماً بیش از ۸۰ درصد است با توجه به اینکه متوسط ریزش‌های جوی سالیانه کشور در حدود ۲۵۰ – ۲٤۰ میلیمتر می‌باشد، اهمیت این منطقه با زمستان‌های ملایم تا سرد آن از مزیت-های بارز برای کشت کلزا محسوب می‌گردد. از آنجا که هدف تحقیق سنجش تناسب اراضی جهت کشت کلزا بر اساس عناصر اقلیمی با استفاده از مدل TOPSIS می‌باشد، برای انجام تحلیل‌ها از سه شاخص نیازهای دمایی (میانگین سالانه درجه حرارت، میانگین حداقل درجه حرارت، میانگین حداکثر درجه حرارت، دمای جوانه‌زنی و دمای گلدهی، شاخص نیازهای بارشی (میانگین بارش سالانه، بارش پاییز، بارش زمستان، بارش دوره رشد و گلدهی و بارش دوره رسیدگی و شاخص سایر نیازهای اقلیمی (درجه روز – رشد، ساعات آفتابی، یخبندان و رطوبت نسبی)، استفاده شده است. به علت متفاوت بودن مقیاس اندازه‌گیری داده‌های آماری سایر نیازهای اقلیمی از روش نمره استاندارسازی داده‌ها استفاده شد. به طور کلی نتایج تجزیه و تحلیل اقلیمی زمانی قابل تعمیم به پهنه‌ای گسترده خواهد بود که با استفاده از روش‌های میانیابی داده‌های نقطه‌ای به داده‌های پهنه‌ای تبدیل شود. به همین

دلیل از روش میانیابی IDW در محیط GIS برای سنجش تناسب اراضی جهت کشت کلزا برای منطقه مورد مطالعه استفاده شده است. در نهایت نقشه نهایی تهیه شده شامل چهار کلاس تقسیم شده که به شرح ذیل می‌باشد:

۱- **اراضی دارای بدون محدودیت**: این اراضی به دلیل وجود پتانسیل اقلیمی و قابلیت‌های محیطی خوب، بهترین مکان برای کشت کلزا می‌باشند.

این اراضی محدوده ناچیزی از شهرستان رامسر و لاریجان را در بر گرفته است.

۲- **اراضی دارای محدودیت متوسط**: این اراضی از نظر پتانسیل اقلیمی و محیطی قابلیت چندانی برای کشت کلزا ندارند. این اراضی محدوده وسیعی از سطح استان را به خود اختصاص داده است.

۳- **اراضی دارای محدودیت زیاد**: این اراضی با توجه به ارزیابی پتانسیل اقلیمی و منابع زمینی از هر لحاظ فاقد پتانسیل مناسب برای کشت کلزا می‌باشند. این اراضی به صورت پراکنده در قسمتی از شهرستان‌های نوشهر، ساری، نکا و بهشهر واقع شده‌اند

References

1. Abir, S., (2007), produced tables of soil and climatic requirements for growing canola in terms of land suitability evaluation based on FAO, Payanamh MA, Tarbiat Modarres University.

2. Arzam, kamel, (2010), to assess land suitability for planting canola in Western Azerbaijan province Multi Criteria decision-making based on assessing methods in GIS, Payanamh MA Geography, University of Mohaghegh Ardabil, pp 108-107.

3. Azizi, G.; Yarahmadi, D., (2002), investigated the relationship between parameters of climate and yield of wheat by using a regression model (Case study: Plain Silakhor), Journal geographic 44, p 23.

4. bazgir, S., (1999), climatic potential of rainfed wheat (Case Study: Kurdistan), Payanamh Master of Science, Tehran University, Faculty of Agriculture, p 70.

5. Dehghanian, S., a minor change; hat Ahari, A., (2003), geography, agriculture, writing Jasbrsyng SS Dillon, Third Printing, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad,

6. Dehshir, A., (1999), Agriculture, rapeseed, printing, promotion, Deputy Technical Publications, Tehran.

7. Esfandiari, F., Azadi, M., (2010), measuring the ability of the land to the cultivation of winter rapeseed based on Multi Criteria decision-making methods (case study: Ardabil province), Journal of Research of Geography and Planning, University of Tabriz, No. 35, pp 47-25.

8. Gevanmard, Hamid Reza; Shirani Rad, Amir Hossein; Tba' Hosseini, Seyed Alireza; rare Baghshahy, M., (2007), Effect of planting date on yield and yield components in spring rapeseed varieties in Esfahan, finding new agricultural Second year, 1, p 28

9. Haghighat, M., Ranjbar, S., Derakhshani, H., (2009), The effect of minimum temperature on planting crops in Fars, Proceedings of the National Conference of reducing the effects of weather and climate disasters, the Meteorological Agency Ardebil, Ardebil, p. 329.

10. Holinger, S.E. (2002). Agricultural climatology oililois agronomy hand book.

11. HomayonyFr, M., MlkDar, M., (2005), the factors affecting the development of canola grown in the province, Economic Research Journal, Issue IV, p 2.

12. J. S., Gregorian, Vazgyn Imam QlyZadh, M., (2009), Evaluation of West Azerbaijan province in north climate zone-scheme for olive cultivation and farming of Geography and Development, 14, pp 26 and 5.

13. Jafarnejad, AR; guide, Abdul, (2011), Effect of delayed planting canola yield and nitrogen use efficiency, Journal of Soil Science (Soil and Water), page 225.

14. Kalantari, Khalil, (2001), Planning and Development Tente, first edition, Tehran: the optimists and the lights of knowledge, pp 110-111.

15. KhvajhPoor, M., (2005), Industrial Plants, Printing, Publishing Jahad University of Technology, Isfahan, Iran.

16. Malchfsky, Yachk, (2006), geographic information systems and multi criteria decision analysis, virtuous and endowed Akbar Ghaffari Gylandh translation, printing, publishing side, Tehran,

17. Mazaheri, Darius, Tree-Hosseini, N., (2008), Basic Principles of Agriculture, the sixth edition, published by Tehran University.

18. Norwood, Charles A. (2000). Dry land Winter What as Affected By Previous Crops, Agronomy Journal.

19. Pakravan, Mohammad Reza; Bshrabady Mehrabi, H., patience, AR, (2009), determining the efficiency of canola producers in the city of Sari, Journal of Agricultural Economics, 4, page 78.

20. Rasouli, Seydjvad; Ghaemi, A., (2010), based on the needs zoning rapeseed cultivation temperature climate in the province using GIS, Electronic Journal of Crop Production, 3, pp 121-138.

21. Salehi, B., Mohammadi, J.; Khdadadi, M., (2010), check digit, density and planting pattern on yield and yield components of winter oilseed rape, Journal modern science, sustainable agriculture, 20, p 46.

22. Shahmorady, Jesus (2011), Zoning Ageroclimatic planting canola in a GIS environment by using AHP in Ilam, Payanamh MA Geography, University of Mohaghegh Ardabil, pp 81-3.

23. Statistical Mazandaran province, (2009), p 7.

24. Vernon, L,Van gool,.d. (2006). Potential land use suitability: canola, Resource management Technical report. pp 303.

25. Whiteeta. (1996). Agro climate Classify alien system of estimating the International, V, I.27,181-18.