



فصلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی
جلد ۱۳، شماره ۳، صفحات ۲۴-۱۵
(پاییز ۱۳۹۶)

ارزیابی توان محیطی کشت کلزا با مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس در استان مازندران

بهروز سبحانی و برومند صلاحی

گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

محمد روشنعلی

گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران mohammadrooshanali@yahoo.com (مسئول مکاتبات)

شناسه مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ پژوهش: ۱۳۹۶

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۶/۱۲

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۸/۰۲

واژه‌های کلیدی

- ♦ تناسب اراضی
- ♦ اقلیم کشاورزی
- ♦ تصمیم‌گیری چندمعیاره
- ♦ سیستم اطلاعات جغرافیایی

چکیده کشت کلزا جهت تأمین روغن‌های خوراکی در مناطق معتدل کشور رو به افزایش است. در این مطالعه، توان محیطی استان مازندران برای کشت کلزا ارزیابی شد. برای این منظور داده‌های اقلیمی ایستگاه‌های سینوپتیکی و کليماتولوژی استان از قبیل درجه حرارت، بارش، درجه روز-رشد، ساعات آفتابی، تعداد روزهای یخبندان و رطوبت نسبی از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۵ مربوط به هر یک از مراحل فنولوژیکی کلزا و داده‌های قابلیت محیطی از قبیل قابلیت و کاربری اراضی، عمق خاک، ارتفاع، شیب و جهت شیب جمع‌آوری شد. به منظور اولویت‌بندی و ارزیابی معیارها در ارتباط با کشت کلزا از روش تحلیل فرایند سلسله مراتبی استفاده شد. سپس با وزن‌دهی به لایه‌های تهیه شده بر اساس معیارها و مدل مورد نظر، تحلیل فضایی اطلاعات با استفاده از مدل تاپسیس در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی صورت گرفته و لایه نهایی ارزیابی تناسب اراضی برای کشت کلزا تهیه شد. در نهایت، استان مازندران از لحاظ کشت کلزا به چهار پهنه بدون محدودیت، دارای محدودیت کم، محدودیت متوسط و محدودیت زیاد تقسیم شد. نتایج نشان داد که بخش اعظمی از استان مازندران توان بوم‌شناختی و پتانسیل مناسب برای کشت کلزا را دارا می‌باشد.

کم عمق، سنگلاخی، جنگلی و زمین‌های چمنی می‌داند.^[۱۸] *ناندا* و همکاران (۱۹۹۹) در مطالعه‌ای نشان دادند که با افزایش طول روز، گلدهی کلزا زودتر انجام شده و بیشترین حساسیت گیاه نسبت به طول روز بین ۱۴-۱۲ ساعت می‌باشد. در صورتی که طول روز کمتر از ۱۲ ساعت باشد کلزا نسبت به طول روز واکنش نشان می‌دهد.^[۱۹] دپین پراک (۲۰۰۰) با بررسی پژوهش‌های ۳۰ سال اخیر روی کلزا دریافت که طول دوره گلدهی، زودرسی، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف، نقش قابل توجهی در بهبود عملکرد دانه کلزا به طور مستقیم و غیرمستقیم دارد.^[۶] *آنگادی* و همکاران (۲۰۰۰) مرحله گل‌دهی را حساس‌ترین مرحله به درجه حرارت بالا دانسته و بروز تنش گرما در این مرحله را سبب افت عملکرد دانه اعلام کردند.^[۳] *گولر* و همکاران (۲۰۰۵) در کناره دریای سیاه ترکیه از برخی داده‌های اقلیمی از قبیل درجه حرارت، بارش، ارتفاع و داده‌های مربوط به خاک استفاده و با همپوشانی لایه‌ها در محیط GIS

مقدمه کلزا^۱ گیاهی روغنی یک‌ساله از تیره شب‌بو^[۷] به عنوان یکی از دانه‌های روغنی با ارزش، پس از سویا دومین منبع تأمین روغن نباتی جهان به شمار می‌رود.^[۸] و ۱۴/۷٪ کل تولید روغن نباتی جهان را به خود اختصاص داده است.^[۲۵] این گیاه به علت اثرات تناوبی بسیار مطلوب در تناوب با غلات مخصوصاً گندم و جو اهمیت زیادی در برنامه زراعی داشته و در اکثر مناطق و شرایط آب و هوایی کشور قابل کشت و کار است.^[۲۷] سطح زیر کشت کلزا در ایران با توجه به نیاز مبرم به تولید دانه‌های روغنی و روغن گیاهی در حال افزایش است.^[۱۲]

آب‌وهوا اولین عامل تعیین‌کننده نوع گیاه زراعی کشت شده در هر منطقه می‌باشد.^[۵] کلزا نیازمند شرایط آب‌وهوایی معتدل و خنک بوده و در این شرایط قادر به تولید محصول بالا می‌باشد. صفر بیولوژیک این گیاه ۵^[۴] و دمای مناسب برای جوانه‌زنی و سبز شدن بذر آن ۲۵ درجه سلسیوس است.^[۲۴] مناسب‌ترین درجه حرارت برای کلزا در مرحله ساقه‌روی و رشد سریع ۲۰ تا ۲۲ درجه سلسیوس می‌باشد.^[۲] کلزا در نواحی با بارندگی سالانه بیش از ۴۵۰ میلی‌متر^[۲۸] و دامنه ۱۰ تا ۲۴ ساعت روشنایی قادر به رشد می‌باشد و برای انتقال از مرحله رویشی به زایشی نیاز به روزهای بلند دارد.^[۱۷] این گیاه را در گستره وسیعی از خاک‌ها از خاک رسی نسبتاً سنگین تا خاک شنی سبک با زمین‌های پوشیده از خاکستر آتشفشانی کشت و کار می‌شود.^[۲۲] بهترین شیب برای کشت کلزا کمتر از ۵٪ تعیین شده است.^[۴]

به دلیل تنوع آب‌وهوایی در ایران، امکان کشت بسیاری از دانه‌های روغنی وجود دارد.^[۲۳] کلزا در ایران تا ارتفاع ۱۵۰۰ متر از سطح دریا بسته به عرض جغرافیایی تولید می‌گردد.^[۱۴] استان مازندران از استان‌های پیشرو در تولید دانه‌های روغنی، حدود ۱۹٪ از تولید این گیاهان را دارا می‌باشد. این منطقه با توجه به بارندگی کافی به ویژه در فصل سرد سال، دمای مناسب و ایده‌آل، خاک مطلوب، پوشش درختی و گیاهی متنوع، دارای امکانات طبیعی مناسبی برای کشت کلزا است.^[۲۱]

میرس (۱۹۹۳) با به کارگیری نقشه خاک و مقادیر میانگین بارش دوره رشد در محیط نرم‌افزار GIS مناسب‌ترین ناحیه برای کشت کلزا در میسوری آمریکا را قسمت غربی و نامناسب‌ترین ناحیه را ناحیه برزگی در قسمت جنوبی آن با خاک

^۱ *Brassica napus*

مواد و روش‌ها این مطالعه در استان مازندران انجام شد. این استان با داشتن حدود ۲۴ هزار کیلومترمربع مساحت حدود ۱/۴٪ از مساحت کل کشور را شامل می‌شود.^[۲۱]

در این پژوهش از دو پایگاه داده‌های اقلیمی و پایگاه منابع زمینی استفاده شد. پایگاه داده‌های اقلیمی شامل عناصر اقلیمی درجه‌حرارت، بارش، رطوبت نسبی، ساعات آفتابی، درجه-روز رشد و تعداد روزهای یخبندان بود که از آمار و اطلاعات ۲۸ ایستگاه سینوپتیکی و کليما‌تولوژی سازمان هواشناسی استان مازندران، از سال ۱۳۸۰ ایستگاه تا ۱۳۹۵ جمع‌آوری شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها پایگاه داده‌های اقلیمی در محیط نرم‌افزار ArcGIS 10 ایجاد شد. پایگاه داده‌های منابع زمینی نیز شامل مدل رقومی ارتفاع^۲، نقشه مطالعات ارزیابی منابع و قابلیت اراضی و نقشه کاربری سطح استان مازندران با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ از سازمان منابع طبیعی استان تهیه شد.

برای تهیه نقشه‌های عناصر اقلیمی منطبق بر نیازهای کلزا با استفاده از

مناطق دارای پتانسیل کشت کلزا را مشخص کردند.^[۱۱] قاسمی پیربلوطی و همکاران (۲۰۰۸) با به کارگیری برخی عوامل بوم‌شناختی از قبیل لایه خاک، توپوگرافی و شیب زمین در تعیین نواحی مستعد کشت کلزا با محیط GIS در دو استان اصفهان و چهارمحال بختیاری نشان دادند که بهترین شیب برای کشت کلزا کمتر از ۵٪ است.^[۹] ازرم (۲۰۱۰) در بررسی سنجش تناسب اراضی استان آذربایجان غربی برای کشت کلزا بر اساس روش‌های ارزیابی تصمیم‌گیری چندمعیاره در محیط نرم‌افزار GIS پس از مطالعه و بررسی داده‌های اقلیمی و منابع زمینی به این نتیجه رسید که اراضی این استان از نظر پتانسیل اقلیمی و محیطی برای کشت کلزا به چهار طبقه خیلی مناسب، مناسب، متوسط و ضعیف تقسیم می‌شوند.^[۴] شاهمرادی (۲۰۱۱) برای پهنه‌بندی اقلیمی کاشت کلزا با استفاده از مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی^۱ و GIS در استان ایلام پس از بررسی داده‌های اقلیمی و فیزیوگرافی نشان داد که حدود ۳۰٪ اراضی ایلام بدون محدودیت و ۳۱٪ دارای محدودیت زیاد برای کشت کلزا می‌باشند.^[۲۶] خورشید دوست و همکاران (۲۰۱۱) برای تعیین مکان مناسب برای کشت کلزا در کردستان به این نتیجه رسیدند که تنها حدود ۷٪ از مساحت این استان برای کشت کلزا بسیار مناسب است.^[۱۵] لشکری و رضایی (۲۰۱۱) برای مکان‌یابی نواحی مستعد کشت کلزا در سرپل ذهاب این منطقه را مناسب برای کشت کلزا برآورده کردند اما اعلام شد که ممکن است این گیاه در ابتدا و انتهای فصل رشد با تنش آبی مواجه شود.^[۱۷] جلیلیان (۲۰۱۳) با بررسی پتانسیل شرایط اقلیمی کشت کلزا در استان کرمانشاه، این منطقه را مستعد کشت کلزا تشخیص داده اما در ابتدا و انتهای فصل رشد کلزا را نیازمند آبیاری تکمیلی دانستند.^[۱۳] نوری‌زاده و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی تأثیر عوامل اقلیمی مؤثر بر فنولوژی کلزا در شهرستان سلسله پرداخته و بازدهی بیشتر کشت کلزا در منطقه را منوط به کشت پاییزه دانستند.^[۲۰]

هدف از این پژوهش شناسایی عوامل محیطی و عناصر اقلیمی مناطق مناسب و نامناسب در استان مازندران به عنوان یکی از قطب‌های تولید کشت کلزا بود.

² Digital Elevation Model (DEM)

¹ Hierarchical Analytical Process Model (HAPM)

جدول ۱) نیازهای اقلیمی برای رشد کلزا در زمین‌های مواجه به درجات مختلف محدودیت

Table 1) Climatic necessities in lands with different limitations for rapeseed cultivation

Climatic Features	Lands with different limitations for rapeseed cultivation			
	high limit	medium limit	low limit	unlimited
Average temperature (°C)	15 < , <11	11-12	12-12.5	12.5-13.5
Maximum temperature (°C)	21 < , <16	16-17	17-18	18-19
Minimum temperature (°C)	8 < , < 4	4-5	5-6	6-7
Germination temperature (°C)	<10	10-15	16-20	20-25
Flowering temperature (°C)	10 >	10-15	15-20	20-22
Rainfall growth period (mm)	<300	300-400	400-500	>500
Autumn rainfall (mm)	<40	40-50	50-80	80-100
Winter rain (mm)	<60	60-80	80-110	>110
Flowering rain (mm)	<80	80-100	100-120	120-150
Reaching rain (mm)	<40	40-60	60-70	>70
Number of frost days	90 < , <30	30-40	40-50	50-60
Relative humidity (%)	80 < , <55	55-65	65-70	70-80
Sunny hours	<1000	1000-1500	1500-2000	>3000
Degree of day - growth	1500 >	>2500	1500-2000	2000-2500
Altitude (m)	2500 <	2000-2500	1500-2000	<1500
Steep direction*	NNE, NNW	ENE, WNW	ESE, WSW	SSW, SSE
Slope (°)	7.5 <	5-7.5	2.5-5	0-2.5
Soil depth (cm)	80 >	80-100	100-150	>150
Land use	other cases	pastures	rainfed farming	farming
Land suitability	post and passion lands	flood plains	funnel drains	domain plains

*NNE = North to Northeast, NNW = North to Northwest, ENE = East to Northeast, WNW = West to Northwest, ESE = East to Southeast, WSW = West to southwest, SSW = South to Southwest, SSE = South to Southeast

نتایج و بحث بر اساس مقایسهٔ دوبه‌دو معیارها که بر اساس نظر پژوهشگران و منابع موجود، صورت گرفت (جدول ۲) امتیاز به دست آمده برای هر یک از معیار اقلیم ۰/۴۲۱، توپوگرافی ۰/۲۷۳، کاربری اراضی ۰/۱۷۴ و قابلیت اراضی ۰/۱۳۲ محاسبه شد (شکل ۱). روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی نشان داد که معیار اقلیم نسبت به سه معیار توپوگرافی، کاربری اراضی و قابلیت

پایگاه اطلاعاتی تشکیل شده، از روش واسطه‌یابی کریجینگ^۱ در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شد. نقشه توپوگرافی شامل لایه‌های شیب، جهت و سطح ارتفاعی در محیط GIS از آن مشتق شده و به عنوان لایه‌های اطلاعاتی در سنجش تناسب اراضی استان مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و با نرم‌افزار Expert Choice اقدام به ارزش‌گذاری معیارها و زیرمعیار شد. پس از وزن‌دهی به لایه‌ها تلفیق و همپوشانی لایه‌ها بر اساس مدل تاپسیس^۲ در محیط نرم افزار GIS انجام گردید و بر اساس آن لایه‌های ارزیابی استان از نظر توان اقلیمی و محیطی ترسیم شد. جدول نیازهای ریشی اکولوژیکی مطلوب برای کشت کلزا در جدول ۱ آورده شده است.^[۱]

¹ Kriging

² TOPSIS model

شهرستان‌های رامسر، چالوس، نور، نوشهر و همچنین محدوده‌هایی از شهرستان‌های نکا، ساری، جویبار و قائم‌شهر بودند. این اراضی ۲۵/۷٪ از مساحت استان را دربرگرفتند.

اراضی دارای محدودیت کم: این اراضی شرایط اقلیمی ضعیف‌تری را نسبت به مناطق دارای بدون محدودیت دارند ولی با کشت کلزا در این مناطق نیز می‌توان عملکرد نسبتاً خوبی را از آنها انتظار داشت. این اراضی با ۲۸/۸٪ از وسعت استان، بیشترین مساحت منطقه مورد مطالعه را داشته و به صورت پراکنده در قسمت‌های از شهرستان‌های بهشهر، نکا، ساری، قائم‌شهر، بابل، آمل، نور، محمودآباد، چالوس و رامسر واقع شده‌اند.

اراضی دارای محدودیت متوسط: این اراضی دارای پتانسیل اقلیمی پایینی برای کشت کلزا دارند و به دلیل محدودیت‌های دمایی و بارش کمتر در دوره‌ی رشد و گل‌دهی، از شرایط خوبی برای کشت برخوردار نیستند. کشت کلزا در این مناطق توأم با ریسک بوده و تنها در صورت وقوع ترسالی و شرایط دمایی متعادل، عملکرد نسبتاً مناسبی خواهند داشت. این اراضی بیشتر

اراضی از نظر تاثیر بر ارزیابی توان محیطی در رتبه اول قرار گرفت. در بین عناصر اقلیمی نیز درجه حرارت با ۲۸۹/۰ بالاترین وزن را دارا بود. بارش ۲۰۷/۰، یخبندان ۱۷۰/۰، درجه روز-رشد ۱۵۳/۰، ساعات آفتابی ۱۰۱/۰ و رطوبت نسبی ۰۷۹/۰ در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. در بین ویژگی‌های دمایی، میانگین درجه حرارت سالانه و میانگین حداقل درجه حرارت با ۲۵۲/۰، میانگین حداکثر درجه حرارت ۲۲۳/۰، دمای جوانه‌زنی ۱۴۸/۰ و دمای گلدهی ۱۲۰/۰ بیشترین اوزان را به خود اختصاص دادند. در بین زیرمعیارهای بارش، میانگین بارش سالانه با ۳۷۳/۰، بارش پاییز ۱۸۳/۰، بارش دوره گلدهی ۱۸۳/۰، بارش زمستان ۱۴۹/۰ و بارش دوره رسیدگی ۱۱۲/۰ بیشترین تاثیرگذاری را نشان دادند. در بین عوامل اقلیمی، توپوگرافی با ۴۱۳/۰ بیشترین وزن و کاربری اراضی ۳۲۷/۰ و قابلیت اراضی ۲۶۰/۰ به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. در بین عوامل توپوگرافی، ارتفاع با کسب وزن ۴۱۳/۰، در رابطه با شیب ۳۲۷/۰ و جهت شیب ۲۶۰/۰ وزن بیشتری به دست آورد. در بین زیرمعیارهای کاربری اراضی زراعت آبی با وزن ۴۵۴/۰، در بین زیرمعیارهای قابلیت اراضی دشت‌های دامنه‌ای و آبرفتی با ۵۷۵/۰ و از لحاظ عمق خاک، خاک عمیق با ۵۵۰/۰ بیشترین تاثیرگذاری ارزیابی توان محیطی داشته‌اند.

نتایج شاخص سازگاری معیارها و زیرمعیارها نشان داد که ارزش‌های اعمال شده در مدل سلسله مراتبی درست هستند زیرا که در تمام موارد شاخص سازگاری کمتر از ۱/۰ می‌باشد و در نتیجه سطح قابل قبولی را نشان می‌دهد (شکل ۱). هر کدام از داده‌های اقلیمی مورد مطالعه به نحوی در طول دوره رشد کلزا مؤثر هستند. براساس عناصر اقلیمی اراضی استان مازندران به شکل زیر طبقه‌بندی شدند (شکل ۲a):

اراضی دارای بدون محدودیت: این اراضی به دلیل دارا بودن شرایط اقلیمی مناسب در طول دوره رشد کلزا، دارای عملکرد بالا هستند. این اراضی شامل

جدول ۲) ماتریس مقایسه زوجی معیارهای مورد بر اساس روش فرایند تحلیل سلسله

مراتبی

Table 2) Comparison of matrices of matrices based on the AHP method

Metrics	climate	topography	land use	land Capability
climate		0.1	0.3	0.4
topography			0.1	0.2
Land use				0.1
Land Capability	Incon: 0.05			



شکل ۱) محاسبه وزن معیارهای بر اساس روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی

Figure 1) Calculating the weight of the criteria based on the AHP method

از نظر کاربری اراضی، شامل زراعت آبی، و از نظر تیپ اراضی منطبق بر دشت‌های سیلابی و اراضی غیرقابل کشت می‌باشند. از نظر خصوصیات توپوگرافی، در ارتفاع کمتر از ۲۰۰۰ متر و شیب کمتر از ۵٪ واقع شده‌اند. این اراضی دارای خاک متوسط و کم‌عمق هستند. این اراضی قسمت‌های از نوار ساحلی شهرستان‌های بهشهر، نکا، ساری، جویبار، محمودآباد و به صورت پراکنده در سایر قسمت‌های استان واقع شده‌اند. این اراضی ۳۷/۴٪ از اراضی استان را به خود اختصاص داده است.

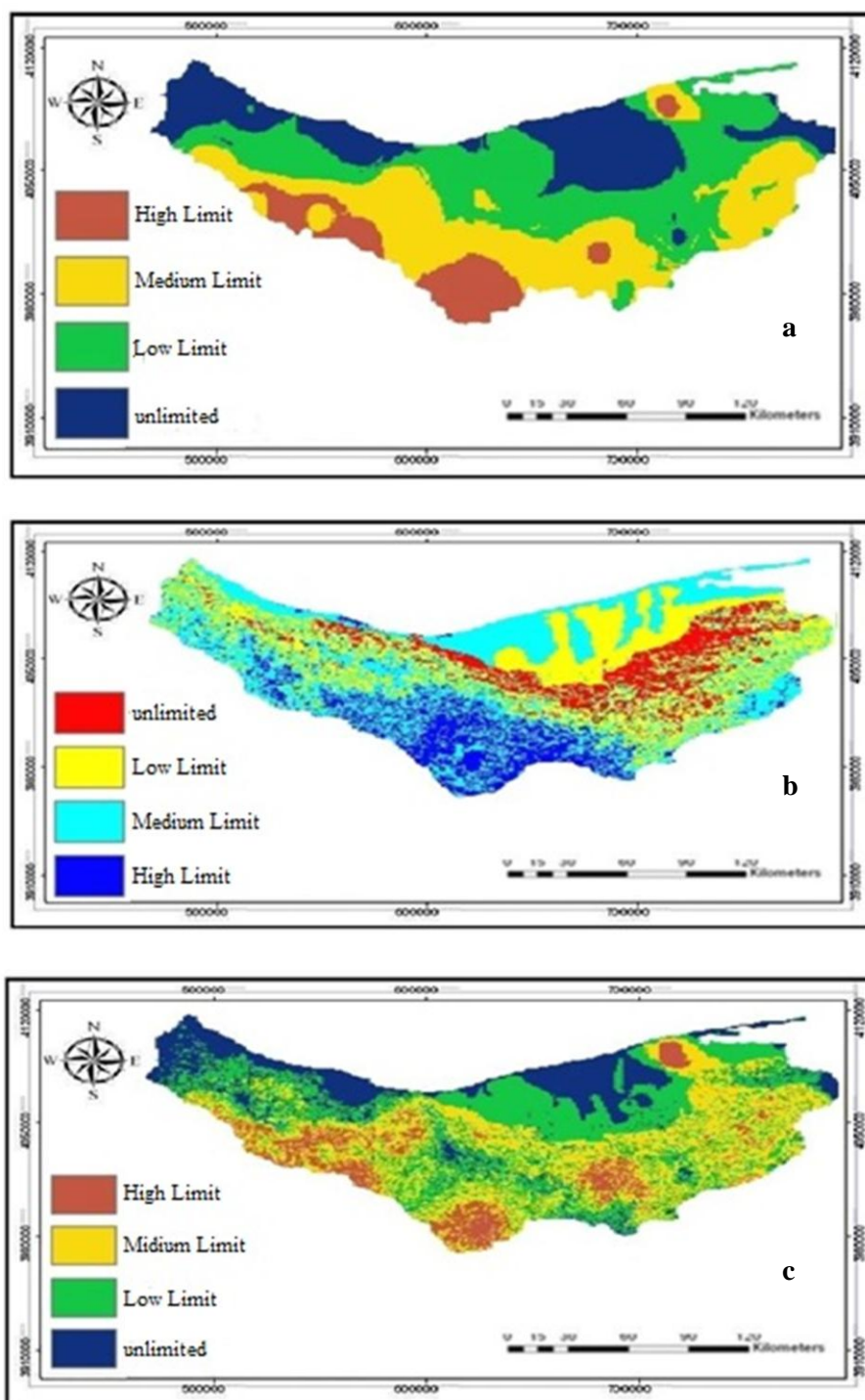
اراضی دارای محدودیت زیاد: این اراضی فاقد شرایط لازم برای کشت کلزا بوده و از نظر تیپ اراضی منطبق بر کوه‌ها بوده که به دلیل ارتفاع و شیب زیاد، فاقد خاک مناسب می‌باشند. از نظر کاربری اراضی شامل زراعت آبی و از نظر تیپ اراضی منطبق بر دشت‌های سیلابی و اراضی غیرقابل کشت می‌باشند.

شامل قسمت‌های از شهرستان‌های تنکابن، نوشهر، بابل، نکا و بهشهر می‌باشند. این اراضی ۲۷/۵٪ از مساحت استان را به خود اختصاص داده است. **اراضی دارای محدودیت زیاد:** این اراضی به دلیل عدم وجود پتانسیل اقلیمی مناسب، کشت کلزا در آنها مقرون به صرفه اقتصادی نیست. این اراضی تنها ۸٪ از مساحت استان را دربرمی‌گیرد که قسمت خیلی ناچیزی از استان است و بیشتر شامل شهرستان لاریجان و محدوده‌ای از شهرستان تنکابن را شامل می‌شود. اراضی استان مازندران براساس داده‌های عوامل محیطی به شکل زیر دسته‌بندی شدند (شکل ۲b):

اراضی بدون محدودیت: این اراضی در ارتفاع کمتر از ۱۵۰۰ متر واقع شده‌اند. این اراضی ۲۰/۸٪ از مساحت استان را در بر گرفته و شامل محدوده‌هایی از شهرستان بهشهر، نکا، ساری، سوادکوه، قائم‌شهر، بابل، آمل، نور و نوشهر می‌باشد. این اراضی از نظر کاربری اراضی، شامل زراعت آبی، و از نظر تیپ اراضی منطبق بر دشت‌های دامنه‌ای می‌باشند. از نظر خصوصیات توپوگرافی، در ارتفاع کمتر از ۱۵۰۰ متر و شیب کمتر از ۵٪ واقع شده‌اند.

اراضی دارای محدودیت کم: این اراضی دارای شرایط نسبتاً ضعیف‌تری نسبت به گروه اول دارند ولی با برنامه‌ریزی و کشت اصولی می‌توان از آنها عملکرد خوبی را انتظار داشت. از نظر کاربری اراضی، دارای زراعت آبی، از نظر تیپ اراضی منطبق بر واریزه‌های بادبزنی شکل و دشت‌های سیلابی و این اراضی دارای خاکی با عمق متوسط می‌باشند. از نظر خصوصیات توپوگرافی، در ارتفاع کمتر از ۱۵۰۰ متر و شیب کمتر از ۲/۵٪ را دربرمی‌گیرد. این اراضی قسمت‌های ناچیزی از شهرستان‌های بهشهر، نکا، ساری، قائم‌شهر و به صورت پراکنده محدوده‌های از شهرستان نور، نوشهر، تنکابن، چالوس و رامسر را شامل می‌شود.

اراضی دارای محدودیت متوسط: این اراضی از نظر پتانسیل کشت کلزا از شرایط نسبتاً خوبی برخوردار نیستند. خاک بیشتر این اراضی کم عمق می‌باشد. این اراضی



شکل ۲) تقسیم‌بندی اراضی استان مازندران برای کشت کلزا بر اساس عناصر اقلیمی (a)، عوامل اقلیمی (b) و تلفیق آنها (c)
Figure 2) Land classification of Mazandaran Province, Iran for rapeseed based on climatic elements (a), climatic elements (b) and their integration (c)

مناسب‌ترین مکان‌ها برای کشت کلزا، حدود ۲۵/۷٪ از مساحت استان عمدتاً واقع در غرب آن دربرمی‌گیرد که به دلیل دارا بودن بارش مناسب در دوره رشد و فقدان دماهای پایین و تابش کافی مناسب‌ترین مکان برای کشت کلزا به شمار می‌روند. جنوب استان به دلیل دماهای بحرانی و یخبندان شدید در طول دوره رشد و بخش اعظم نیمه شرقی استان به دلیل بارش و دمای کم و نواحی پراکنده‌ای از شمال غرب استان برای کشت نامناسب تشخیص داده شد. در بررسی عوامل فیزیکی زمین نیز نواحی شرقی استان و بخشی از نواحی غربی و جنوبی و شمالی استان به دلیل داشتن دشت‌های حاصلخیز برای کشت کلزا مناسب تشخیص داده شدند.

از نظر خصوصیات توپوگرافی در ارتفاع بیش از ۲۰۰۰ متر و شیب کمتر از ۵٪ واقع شده‌اند و دارای خاک عمیق هستند و ۳۲/۴٪ از اراضی استان شامل قسمت‌های جنوبی از جمله لاریجان، سوادکوه، نوشهر و تنکابن را دربرمی‌گیرد. همچنین، براساس تلفیق داده‌های اقلیمی و محیطی اراضی استان از لحاظ کشت و کار کلزا به شرح زیر طبقه‌بندی شدند (شکل ۲c):

اراضی دارای بدون محدودیت: این اراضی به دلیل وجود پتانسیل اقلیمی و قابلیت‌های محیطی خوب، بهترین مکان برای کشت کلزا بوده و ۱۵/۳٪ از مساحت استان را شامل می‌شوند و در محدوده بهشهر، نکا، ساری، قائم‌شهر، جویبار، محمودآباد، نور، نوشهر، چالوس و رامسر واقع شده‌اند.

اراضی دارای محدودیت کم: این اراضی شرایط نسبتاً ضعیف‌تری نسبت به گروه اول دارند ولی می‌توان عملکرد خوبی از آنها انتظار داشت و ۲۸/۸٪ از اراضی استان را به خود اختصاص داده و به صورت پراکنده در سطح استان قرار دارند.

اراضی دارای محدودیت متوسط: این اراضی از نظر پتانسیل اقلیمی و محیطی قابلیت چندانی برای کشت کلزا نداشته و بیشتر قسمت‌های شرق، شمال شرق و مرکز استان و حدود ۴۸/۲٪ از مساحت استان را شامل می‌شود.

اراضی دارای محدودیت زیاد: این اراضی شامل ۸/۳٪ اراضی استان فاقد پتانسیل برای کشت کلزا بوده و نکا، سوادکوه، لاریجان و جنوب تنکابن را دربرمی‌گیرند.

نتیجه‌گیری کلی استان مازندران از لحاظ کشت کلزا به چهار پهنه بدون محدودیت، دارای محدودیت کم، محدودیت متوسط و محدودیت زیاد تقسیم شد.

References

1. Abiri S (2007) Preparation of climatic and soil requirements for assessing the proportion of land under cultivation of rapeseed in Iran under the FAO method, Master thesis, Tarbiat Modarres University: Faculty of Agriculture: Tehran Iran. [in Persian with English abstract]
2. Aliyari H, Shakari F (2000) Oilseeds (Agriculture and Physiology). Tabriz: Amidi Publication. [in Persian]
3. Angadi SV, Cutforth PR, Miller BG, McCaskey MH, Entz SA, Branchland KM (2000) Response of three *Brassica* species to high temperature stress during reproductive growth. Canadian Journal of Plant Science 80(4): 693-701.
4. Azroom C (2010) Land suitability assessment of West Azarbaijan Province for planting rapeseed based on multicriteria assessment methods in GIS environment. Master thesis, University of Mohaghegh Ardabili: Ardebil, Iran. [in Persian with English abstract]
5. Barlow KM, Christy BP, O'Leary GJ, Riffkin PA, Nuttall JG (2015) Simulating the impact of extreme heat and frost events on wheat crop production: a review. Field Crops Research 171: 109–119.
6. Diepenbrock W (2000) Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A review. Field Crops Research 67: 35–49.

7. Fathi SAA, Bozorg-Amirkalae M, Sarfaraz R (2011) Preference and performance of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) on canola cultivars. *Journal of Pest Science* 84(1): 41-47.
8. FAOSTAT (2015) *Brassica napus*. Available on-line as <<http://www.faostat.fao.org>> on 5 April 2017.
9. Ghasemipirbalouti A, Normohammadi Gh, Akamaali Gh, Ayeneh Band, A, Porhemmat J, Abdollahi Kh, Golparvar AR (2008) Integrating some of the ecological factors in order to sustainable canola production using GIS in southwest of Iran, *American-Eurasian Journal, Agriculture & Environment Science* 4(1): 68- 71.
10. Ghodsipour H (2005) Analytical Hierarchy Process, Amirkabir University of Technology Publication: Tehran. [in Persian]
11. Güler M, Kara T, Dok M (2005). Orta Karadeniz Bölgesinde Potansiyel Kanola (*Brassica napus* L.) Üretim Alanlarının Belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Tekniklerinin Kullanımı. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1): 44-49. [in Turkish]
12. Jafarnejadi A, Rahnama, A (2011) Effect of planting delay on the yield of rapeseed and efficiency of nitrogen application. *Journal of Soil Research* 25(3): 225-233. [in Persian with English abstract]
13. Jalilian E (2013) Investigating potentials of agro-silica condition of sunflower and rapeseed cultivation in Kermanshah Province, Master thesis, Tabriz University: Tabriz, Iran. [in Persian with English abstract]
14. Khajepour MR (2004) *Industrial Plants*. Jihad Daneshgaji Publication: Isfahan. [in Persian]
15. Khorshid Dost AM, Hosseini SA, Mohammadpour K (2011) Determination of suitable locations for rapeseed cultivation in Kurdistan Province using Geographic Information System (GIS). *Journal of Water and Soil Science* 3(31): 37-48. [in Persian with English abstract]
16. Lashkari H, Rezaei A (2011) Location of susceptible areas for rapeseed cultivation in Sar-e-Pol-e Zahab region. *Journal of Natural Geography Research* 43(78): 48-39. [in Persian with English abstract]
17. Mirza Bagheri M (2004) *Planting, Cultivation and Harvesting of Rapeseed*. Jahad Keshavarzi Publication: Tehran. [in Persian]
18. Myers RL (1993) Determining amaranth and canola suitability in Missouri through geographic information systems analysis. In: Janick J, Simon JE (eds.), *New Crops*. Wiley, New York. 102-105.
19. Nanda R, Bhargava SC, Tomar, DPS, Rawson HM (1999) Phenological development of *Brassica campestris*, *B. juncea*, *B. napus* and *B. carinata* grown in controlled environments and from 14 sowing dates in the field. *Field Crops Research* 1(46): 93-103.
20. Nurizadeh F, Ali Nia A, Amiri H (2015) Effect of climatic parameters affecting rapeseed phenology (case study: Aleshtar). *Proceedings of the 1st International Conference on Innovation and Research in Arts and Humanities, Istanbul, Mubin Cultural Ambassadors Institute* 35-48. [in Persian with English abstract]
21. Pakravan MR, Mehrabi Basharabadi H, Shakibae Al (2009) Determination of efficiency for rapeseed producers in Sari city, *Journal of Agricultural Economics Research* 1(4): 77-92. [in Persian with English abstract]
22. Roshanali M (2013) Land suitability assessment of Mazandaran Province for planting rapeseed based on multicriteria assessment methods in GIS environment. Master thesis, University of Mohaghegh Ardabili: Ardebil, Iran. [in Persian with English abstract]
23. Salehi B, Mohammadi J, Khodaday M (2010) Determination of cultivar, density and planting arrangement performance and yield components of canola autumn cultivars. *Journal of Modern Agriculture Sustainable Agriculture* 6(20): 45-56. [in Persian with English abstract]
24. Seyed Sharifi R (2008) *Industrial Plants*. University of Mohaghegh Ardebil Publications: Ardebil. [in Persian]
25. Saffikhani S, Desert A, Faraji A, Rahimi Karizaki A, Ghalyzadeh A., (2014) The response of some cultivars of canola cultivars to nitrogen fertilizer and planting date. *Journal of Ecophysiology of Crops* 9(3): 446-429. [in Persian with English abstract]
26. Shahmoradi I (2011) Agro-climatic zonation of rapeseed application using AHP in GIS environment in Ilam Province. Master thesis, University of Mohaghegh Ardabili: Ardebil, 81-80. [in Persian]
27. Shirani Rad A, Jabbari H, Dashiri A (2012) Evaluation of response of spring canola cultivars (*Brassica napus*) to two seasons of autumn and spring planting, *Iranian Journal of Agronomy Research* 11(3): 505-439. [in Persian with English abstract]
28. Vernon L, Van Gool D (2006) Potential impacts of climate change on agricultural land use suitability: canola, Department of Agriculture and Food, Western Australia, Perth. Report 303.

Evaluation of rapeseed cultivation potential with analytical hierarchy process model and TOPSIS in Mazandaran Province, Iran



Agroecology Journal

Vol. 13, No. 3, Pages: 15-24
(autumn, 2017)

Behrooz Sobhani and Boroumand Salahi

Natural Geography Department, University of Mohaghegh Ardebil, Ardebil, Iran

Mohammad Roshanli

Natural Geography Department, University of Mohaghegh Ardebil, Ardebil, Iran

✉ mohammadrooshanali@yahoo.com (**corresponding author**)

Received: 03 September 2017

Accepted: 24 October 2017

Abstract Rapeseed cultivation is growing to provide edible oils in temperate regions of Iran. In current study, environmental potential of Mazandaran Province was evaluated for rapeseed cultivation. The climatic data of the synoptic and climatological stations of the province such as temperature, rainfall, day-growth rate, sunshine, freezing days and relative humidity from 2001 to 2015 related to each phenological stage of rapeseed and environmental capability data such as land use capability, soil depth, elevation, slope and its direction were collected. To prioritize and evaluate the criteria for rapeseed cultivation, a hierarchical process analysis method was used. Then, weighing of the prepared layers based on the criteria and model, spatial analysis of information was carried out using TOPSIS model in GIS environment and a final evaluation of land suitability for canola cultivation was prepared. Finally, Mazandaran province was divided into four unlimited, low, moderate and high-limited regions for rapeseed. The results showed that a large part of Mazandaran Province has ecological potential for rapeseed cultivation.

Keywords

- ◆ agricultural climate
- ◆ geographic information system
- ◆ land suitability
- ◆ multicriteria decision making



Agroecology Journal is under free license. This open-access article is distributed under the terms of the Creative Commons-BY-NC-ND which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.