

سنجش قابلیت اراضی استان آذربایجان غربی برای کاشت کلزا براساس روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره

بهروز سبحانی^{1*}، کامل آزر²

تاریخ دریافت: 93/11/01 تاریخ پذیرش: 94/11/12

- 1- دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی
 - 2- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی
- * مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: sobhani@uma.ac.ir

چکیده

کلزا با اختصاص 15 درصد کل تولید روغن گیاهی در جهان بعد از سویا و نخل روغنی، مقام سوم را در بین دانه‌های روغنی دارد. هدف از این تحقیق شناسایی نواحی مستعد به کشت کلزا در استان آذربایجان غربی می‌باشد که اطلاعات مربوط به داده‌های اقلیمی از 67 ایستگاه هواشناسی منطقه، جمع‌آوری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در این تحقیق از داده‌های اقلیمی از قبیل: دما، بارش، درجه روز، رطوبت نسبی، تعداد روز یخبندان و ساعات آفتابی ایستگاه‌های سینوپتیک، کلیماتولوژی و باران‌سنجی استان از بدو تاسیس تا سال 1392 و داده‌های منابع زمینی از قبیل توپوگرافی، شیب و جهت شیب، عمق خاک و کاربری اراضی استفاده شد. مطالعه و بررسی هر یک از آنها در رابطه با نیازهای مطلوب اقلیمی و اکولوژیکی کلزا صورت گرفت. با تعمیم داده‌ها به سطوح و پردازش آنها با استفاده از فن‌آوری GIS لایه‌های اطلاعاتی مربوط به هر یک از آنها تهیه شد. در این تحقیق به منظور اولویت‌بندی و ارزیابی معیارها و لایه‌های اطلاعاتی در رابطه با هم و تعیین وزن آنها از روش چند معیاره (MCDM) مبتنی بر روش AHP استفاده گردید. با وزن‌دهی به لایه‌های تهیه شده براساس معیارها و مدل مورد نظر، همپوشانی و تحلیل فضایی لایه‌ها در محیط GIS بعمل آمد و نقشه نهایی سنجش قابلیت اراضی برای کشت کلزا تهیه شد. براساس نتایج به دست آمده، اراضی استان از نظر پتانسیل اقلیمی و محیطی برای کشت کلزا به چهار طبقه خیلی مناسب 15/2 درصد، مناسب 52/1 درصد، متوسط 25/4 درصد و ضعیف 7/3 درصد تقسیم‌بندی شدند.

واژه‌های کلیدی: آذربایجان غربی، اقلیم، کلزا، AHP، GIS

Assessing Ability of Land for Planting Canola in West Azerbaijan Province Using Multi-Criteria Decision-Making Approaches

B Sobhani*¹, K Azarm²

Received: 21 January 2015 Accepted: 1 February 2016

1- Assoc. Prof., Dept. of Physical Geography, Univ. of Mohaghegh Ardabili, Iran

2- M.Sc. Graduate of Climatology, Univ. of Mohaghegh Ardabili, Iran

* Corresponding Author, Email: sobhani@uma.ac.ir

Abstract

Canola plant production is the source of 15 percent of the world total vegetable oil production which is the third largest seed oil production after soybean and oil palm. The objective of this research was to identify the suitable areas for planting Canola in West Azerbaijan Province, Iran. Hence information on climatic data from 67 weather stations were collected and analyzed. Climatic data such as temperature, precipitation, degree days, relative humidity, number of frost days, and sunshine hours were collected from synoptic and climatological stations, and also gauge resource data such as topography, slope, slope direction, soil depth, and land use were prepared. Each of these data was studied regarding to favorable climatic and ecological needs of Canola. Information layers on each of them were made by data generalization to layers and processing them using GIS technology. In this research, multiple criteria decision method (MCDM) based on AHP method was used in order to prioritize, and assess the criteria and information layers regarding each other, and determine their weight. By weighting the provided layers based on intended criteria and model, layers were overlaid and special analysis was done in GIS system and the final map of assessment of land capacity was generated for Canola cultivation. According to the results, lands of the Province in terms of climatic and environmental potentials were categorized into four levels: very suitable 15.2 percent, suitable 52.1 percent, average 25.4 percent, and weak 7.3 percent.

Keywords: AHP, Canola, Climate, GIS, West Azerbaijan

مقدمه

همکاران (1389). موفقیت در امر کشاورزی مستلزم انتخاب و کشت گزینه‌های است که با شرایط آب و هوایی منطقه بیشترین تطابق را داشته باشند. در حقیقت طبیعت با خصوصیات متنوع از نظر اقلیم، فیزیوگرافی، خاک و آب در نواحی مختلف، امکانات کاملاً متفاوتی را به وجود می آورد که تغییر جزئی در چنین عواملی، هزینه بسیار بالایی را در بر دارد (دهقانان همکاران 1382). در حال حاضر تولید روغن خوراکی از منابع داخلی پاسخگوی تقاضای فزاینده ناشی از رشد جمعیت

کشاورزی به عنوان یکی از بخش‌های اقتصادی کشور، نقش مهمی در رسیدن توسعه پایدار بر عهده دارد. توجه به این امر علاوه بر خودکفایی در تولید مواد غذایی و صادرات آن، می‌تواند پاسخگوی مسائل ناشی از افزایش جمعیت کشور و کاهش مهاجرت روستاییان به شهرها منجر شود. این مسئله مستلزم استفاده از اصول و روش‌های علمی و شناخت توان‌ها و قابلیت‌های محیطی هر منطقه می‌باشد (یزدچی و

استفاده از داده‌های اقلیمی در محیط GIS در استان آذربایجان غربی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

استان آذربایجان غربی در شمال غربی ایران واقع است. مساحت استان برابر 37059 کیلومتر مربع است که 2/25 درصد مساحت کل کشور را تشکیل می‌دهد. جمعیت آن طبق سرشماری سال 1385، 2873459 نفر می‌باشد که 4/08 درصد جمعیت کل کشور را در خود جای داده است این استان در عرض جغرافیایی 35 درجه و 58 دقیقه تا 39 درجه و 47 دقیقه شمالی و در طول جغرافیایی 44 درجه و 3 دقیقه تا 47 درجه و 23 دقیقه شرقی واقع است (شکل 1).

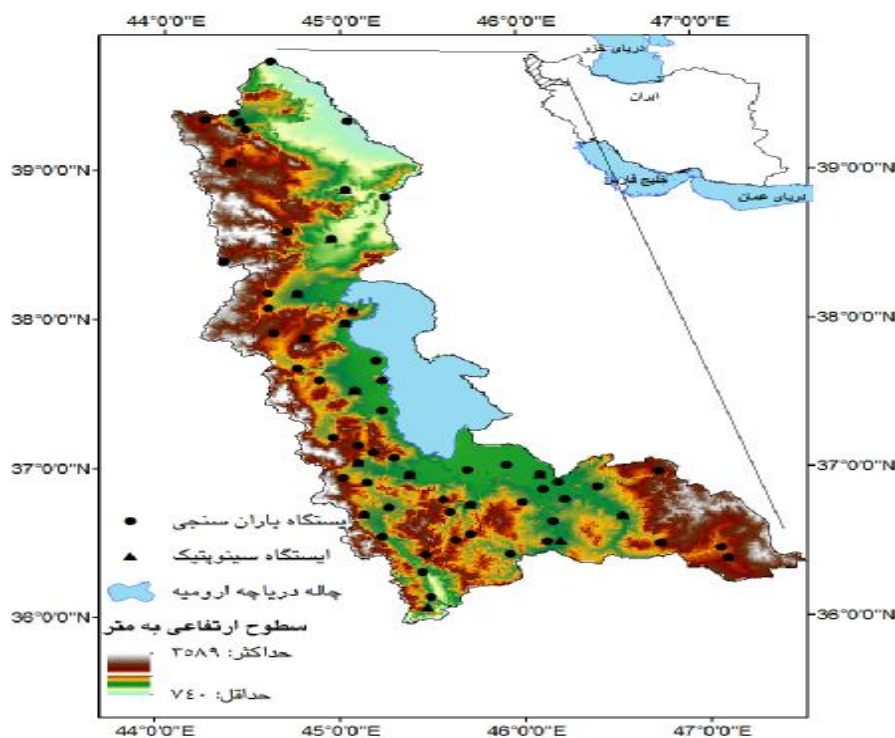
ویژگی‌های گیاهی کلزا

کلزا گیاهی یک ساله از تیره براسیکاسه و از جنس کلم‌هاست. گیاهی سردوست و روز بلند است (سیدشرفی 1387). صفر بیولوژیک آن 5 درجه سلسیوس است (قاسمی و همکاران 2008). از نظر نیاز به شرایط آب‌وهوایی گیاه مناطق معتدل محسوب می‌شود. توانایی بذر گونه‌های کلزا برای جوانه‌زنی در رشد در دماهای پایین موجب شده تا این گونه به‌عنوان محدود گیاهانی باشند که می‌توانند در شرایط خنک و مناطق معتدله کشت شوند (عزیزی و همکاران 1378). این گیاه دارای دوتیپ رشد بهاره و پاییزه است (رودی و همکاران 1382).

اثر آب و هوا بر مراحل رشد کلزا

مرحله جوانه زنی، ریشه‌دهی و مرحله روزت: بذر کلزا بعد از کاشت باید حدود 60 درصد وزن خود آب جذب نماید تا قادر به جوانه‌زنی باشد. مناطقی که مجموع بارندگی در دوره جوانه‌زنی و روزت بسیار زیاد شود برای تولید کلزای زمستانه مناسب نیستند به-دلیل اینکه در این مناطق قسمت‌های هوایی گیاه رشد زیادی می‌کنند بنابراین به آلودگی بیماری‌های قارچی حساس می‌شوند.

نیست. لذا همه ساله حجم قابل توجهی از این ماده غذایی با صرف مبالغ چشمگیری ارز، وارد کشور می‌شود (همایونی‌فر و ملک دار 1385). ممتاز و همکاران (1385) ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای محصولات گندم، جو، گلرنگ، لوبیا، سیب زمینی و سویا را در اراضی شهرستان اهر انجام دادند به این نتیجه رسیدند که کشت جو و گندم در اولویت اول و سایر محصولات مطالعه شده با تأمین نیاز آبی در مرحله بعد کشت گردد. لشکری و رضایی (1390) نواحی مستعد به کشت کلزا را براساس داده‌های هواشناسی تعیین نموده و خورشید دوست و همکاران (1390) پهنه‌بندی کاشت کلزا را در محیط GIS انجام داده است. رسولی و قائمی (1389)، پاکپور و همکاران (1391)، کاظمی و همکاران (1391)، مکانیکی (1392)، جهانبازی و همکاران (1393) و امیدوار و همکاران (1393) ارزیابی و پهنه‌بندی کشت محصولات را به‌ترتیب در استان‌های خراسان، گلستان، اهر و شهرستان ایزه با استفاده از عناصر و عوامل اقلیمی با روش AHP در محیط GIS انجام داده‌اند و به این نتیجه رسیدند که با تحلیل داده‌های مورد مطالعه و ارایه ارزش وزنی به لایه‌ها امکان تعیین نواحی مستعد به کشت وجود دارد. مطالعاتی در رابطه با تأثیر عناصر و عوامل اقلیمی بر روی مراحل فنولوژیکی و انتخاب مکان مناسب برای کشت کلزا توسط قاسمی پیربالتوی و گل‌پرور (2008) به‌عمل آمده است. کاتچر و همکاران (2010) تأثیر بارندگی و دمای سالانه را در برآورد عملکرد کلزا در ساسکاتچون کانادا بررسی کردند. اسپاراگوس و همکاران (2014) نقش بارش را در کاشت کلزا و گالوب و همکاران (2011) و کام کار و همکاران (2014) ارزیابی تناسب اراضی کلزا و سویا را در استان گلستان با استفاده از داده‌های اقلیمی انجام داده‌اند. آبادی و همکاران (2015) تأثیر تغییرات آب و هوا را در طول دوره رشد گندم، جو و کلزا بررسی کردند. هدف این تحقیق، تعیین مناطق مساعد کشت کلزا با



شکل 1- موقعیت جغرافیایی و پراکنش سطوح ارتفاعی استان آذربایجان غربی.

نیازهای اکولوژیکی محصول کلزا

کلزا در طول مراحل رشد نیاز به عناصر اقلیمی و عوامل اقلیمی مطلوب دارد. هرکدام از داده‌های مورد مطالعه به منظور جلوگیری از تکرار آن در متن مقاله در جدول‌های 1 و 2 ارائه شده است.

در پژوهش حاضر، داده‌های اقلیمی شامل درجه حرارت، بارش، رطوبت نسبی، ساعت آفتابی، درجه روز و تعداد روزهای یخبندان که از آمار و اطلاعات روزانه 67 ایستگاه سینوپتیک، کليما تولوژی و باران سنجی واقع در سطح استان، از زمان تأسیس ایستگاه تا سال 1392 جمع‌آوری شده‌اند. لایه‌های منابع زمینی شامل مدل رقومی ارتفاع DEM، عمق خاک و نقشه کاربری اراضی با مقیاس 1:50000 سطح استان می‌باشند. با توجه به قابلیت مدل رقومی ارتفاع DEM، نقشه توپوگرافی که شامل لایه‌های شیب، جهت و سطوح ارتفاعی می‌باشد در محیط GIS از آن مشتق شد.

ارزش‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی

با توجه به اینکه معیارهای مورد مطالعه از لحاظ وزن دارای اهمیت یکسانی نمی‌باشند لذا برای ارزیابی

مرحله زمستان‌گذرانی کلزای پاییزه: رکود زمستانه زمانی که متوسط درجه حرارت روزانه منطقه 2- در چه سلسیوس است، آغاز و تجدید رویش آن در بهار زمانی که متوسط درجه حرارت هوا بالای 5 درجه سلسیوس باشد شروع می‌شود.

مرحله به ساقه رفتن و گل دهی در فصل بهار: این دوره در بهار وقتی است که متوسط درجه حرارت روزانه هوا بالاتر از 5 درجه سلسیوس است. این مرحله حدود 70 تا 80 روز طول می‌کشد (کافی و همکاران 1379). درجه حرارت‌های بالا در زمان گل دهی باعث ایجاد تنش رطوبی و کاهش عملکرد خواهند شد (آلیاری و شکاری 1379).

مرحله رشد غلاف تا رسیدگی: طی چند روز بعد از گرده-افشانی، رشد سریع غلاف از نظر طولی و وزنی آغاز می‌شود (سیدشیرینی 1387). مرحله نهایی رشد از پایان مرحله گرده افشانی تا رسیدن بذرها 30 الی 40 روز طول می‌کشد (رودی و همکاران 1382).

دقیق‌تر و تصمیم‌گیری لازم است تا اهمیت نسبی روش AHP استفاده شده است. معیارها مشخص شود. در تحقیق حاضر بدین منظور از

جدول 1- نیازهای رویشی اقلیمی مطلوب برای کاشت کلزا (عبیری 1386).

ویژگی‌های اقلیمی	بدون محدودیت	محدودیت کم	محدودیت متوسط	محدودیت شدید
میانگین درجه حرارت (°C)	12/5-13/5	12-12/5	11-12	11 < یا > 15
میانگین بیشینه درجه حرارت (°C)	18-19	17-18	16-17	16 < یا > 21
میانگین کمینه درجه حرارت (°C)	6-7	5-6	4-5	4 < یا > 8
دمای مهر، جوانه زنی (°C)	20-25	16-20	10-15	< 10
دمای گلدهی، اردیبهشت (°C)	20-22	15-20	10-15	10 >
بارش دوره رشد (mm)	>500	400-500	300-400	< 300
بارندگی پاییز (mm)	80-100	50-80	40-50	< 40
بارندگی زمستان (mm)	>110	80-110	60-80	< 60
بارندگی گل دهی و رشد ساقه (mm) فروردین و اردیبهشت	120-150	100-120	80-100	< 80
بارندگی خرداد و رسیدن (mm)	>70	60-70	40-60	< 40
تعداد روزهای یخبندان	50-60	40-50	30-40	90 > یا < 30
رطوبت نسبی %	70-80	65-70	55-65	80 > یا < 55
ساعات آفتابی	>2000	1500-2000	1000-1500	<1000
درجه روز- رشد	2000-2500	1500-2000	> 2500	1500 >

روش AHP

روش AHP توسط (ساعتی 1980) پیشنهاد شد. این روش تصمیم‌گیرندگان را قادر می‌سازد اثرات متقابل و همزمان بسیاری از وضعیت‌های پیچیده و نامعین را تعیین کنند. این فرایند، تصمیم‌گیرندگان را یاری می‌کند تا اولویت‌ها را براساس اهداف، دانش و تجربه خود

تنظیم نمایند. روش AHP براساس سه اصل زیر بنا نهاده شده است: الف) اصل ترسیم درخت سلسله مراتبی، تجزیه یک مسئله بزرگتر به مسایل کوچکتر، شکل 2 فرایند درخت سلسله مراتبی کشت کلزا را نشان می‌دهد. ب) اصل تدوین و تعیین اولویت‌ها، در بسیاری از موارد یک مسئله را نمی‌توان به‌طور کلی تحلیل نمود.

جدول 2- نیازهای رویشی فیزیوگرافی، زمینی و اراضی مطلوب برای کشت کلزا (کافی و همکاران 1379).

ناهمواری و زمین	بدون محدودیت	محدودیت کم یا مناسب	محدودیت متوسط	محدودیت شدید یا نامناسب
ارتفاع (m)	< 1500	1500 - 2000	2000-2500	2500>
شیب (%)	0 - 2/5	2/5- 5	5 - 7/5	7/5>
عمق خاک (cm)	>150	100-150	80-100	80>
تیپ اراضی	دشت‌های دامنه‌ای	واریزه‌ها و آبرفت‌ها	دشت‌های سیلابی	ارضای پست و شور
کاربری اراضی	زراعت آبی	زراعت دیم	مراتع	سایر موارد

بنابراین، آن را به مسایل کوچک تجزیه می‌کند و با توجه به معیارهای مشخص، بین آنها مقایسات زوجی انجام داده (جدول 3) برتری یک گزینه بر گزینه دیگری را مشخص می‌کند پس از آن که گزینه‌ها و شاخص‌ها مشخص شد، بین شاخص‌ها مقایسه زوجی انجام شد که از الگوریتم زیر پیروی می‌کنیم: 1- به‌هنجار کردن ماتریس مقایسات زوجی 2- به‌دست آوردن میانگین حسابی 3- ضرب وزن نسبی شاخص‌ها در میانگین حسابی گزینه‌ها 4- رتبه‌بندی گزینه‌ها. (ج) اصل سازگاری منطقی قضاوت‌ها، برای محاسبه اصل سازگاری نیاز به انجام 5 مرحله زیراست: 1- محاسبه بردار مجموع وزنی (WSV): ماتریس مقایسات زوجی (D) را در بردار وزن نسبی ضرب می‌کنیم رابطه 1:

$$WSV = D \times V \quad [1]$$

جدول 3- مقادیر ترجیحات برای مقایسه‌های زوجی (ساعتی 1980).

مقدار عددی	ترجیحات (قضاوت شفاهی)
9	(Extremely preferred) کاملاً مرجح یا کاملاً مهم‌تر یا کاملاً مطلوب‌تر
7	(Very strongly preferred) ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی
5	(Strongly preferred) ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت قوی
3	(moderately preferred) کمی مرجح یا کمی مهم‌تر یا کمی مطلوب‌تر
1	(Equally preferred) ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان
2 و 4 و 6 و 8	(Extremely preferred) ترجیحات بین فواصل فوق

2- محاسبه بردار سازگاری (CV): عناصر بردار مجموع وزنی را بر بردار وزن‌های نسبی تقسیم می‌شود. 3- محاسبه بزرگترین مقدار ویژه مقایسات زوجی (λ_{max}). 4- محاسبه شاخص ناسازگاری (II) که از رابطه 2 به‌دست می‌آید.

$$II = \lambda_{max} - n/n-1 \quad [2]$$

4- محاسبه نرخ سازگاری براساس رابطه 3 به‌دست می‌آید.

$$IR = II/IRI \quad [3]$$

که IRI (شاخص ناسازگار تصادفی) است از جدول 4 استخراج می‌شود.

نتایج و بحث

وزندهی معیارها با روش AHP

برای ایجاد سطوح سلسله مراتب، باید سطوح مختلف و مرتبط بین اجزای تشکیل‌دهنده هر سطح با سطوح بالاتر و پایین‌تر مشخص شوند. در ساده‌ترین حالت، سطح اول مربوط به هدف، سطح دوم مربوط به

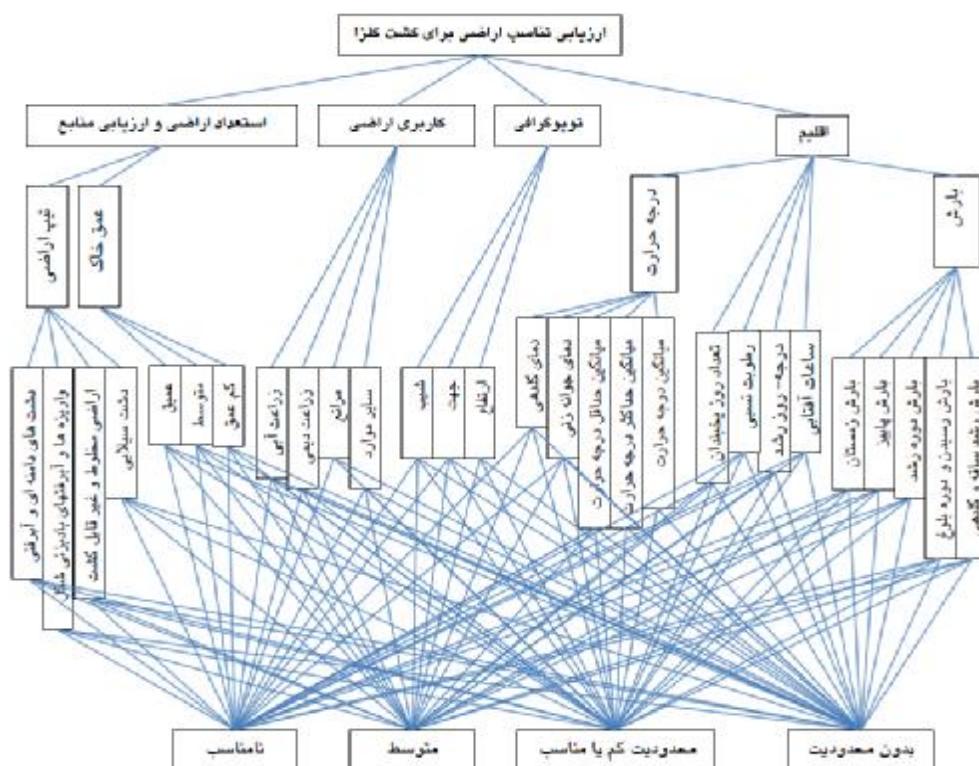
معیارهای مورد نظر و سطح سوم نشان‌دهنده گزینه‌ها مورد بررسی است. شکل 2 سطوح سلسله مراتب داده‌های مورد استفاده در مکان‌یابی کشت کلزا را نشان می‌دهد.

جدول 4 شاخص ناسازگاری تصادفی (ساعتی 1980).

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
IRI	0	0	.58	0/90	1/12	1/24	1/32	1/41	1/45	1/49	1/51	1/52

جدول 5- ماتریس مقایسه زوجی معیارهای اصلی.

	قابلیت اراضی	کاربری اراضی	توپوگرافی	اقلیم
قابلیت اراضی	1			
کاربری اراضی	0/1	1		
توپوگرافی	0/3	0/2	1	
اقلیم	0/1	0/1	0/1	1



شکل 2- فرآیند سطوح سلسله مراتبی مکان‌یابی کشت کلزا.

جدول 6- ماتریس مقایسه زوجی معیارهای اقلیمی.

	درجه حرارت	بارش	یخبندان	درجه روز-رشد	ساعات آفتابی	رطوبت نسبی
درجه حرارت	1	0/1	0/2	0/3	0/3	0/3
بارش		1	0/2	0/2	0/2	0/2
یخبندان			1	0/2	0/1	0/2
درجه روز-رشد				1	0/2	0/2
ساعات آفتابی					1	0/1
رطوبت نسبی						1

ایجاد ماتریس مقایسه دوتایی

در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی عناصر به صورت زوجی مقایسه شده و ماتریس مقایسه زوجی تشکیل می‌گردد. به گونه‌ای که اگر عنصر i با عنصر j مقایسه شود تصمیم‌گیرنده خواهد گفت که اهمیت i بر j یکی از حالات زیر است این قضاوت‌ها توسط ساعتی به مقدار کمی بین 1 تا 9 تبدیل شده‌اند که در جدول 1 ارایه شده است. ماتریس‌های مقایسه زوجی هر یک از معیارهای مورد مطالعه در جدول‌های 5 و 6 به عنوان نمونه به علت محدودیت صفحه ارایه شده است.

محاسبه وزن‌های معیار

در این تحقیق فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در نرم افزار Expert Choice 11 اجرا شده است که برای محاسبه وزن‌ها از روش بردار ویژه بهره گرفته است. محاسبه وزن معیارها از طریق رابطه 4 تعیین می‌شوند.

$$A_{11}w_1 + a_{12}w_2 + \dots + a_{1n}w_n = \lambda \cdot w_1 \quad [4]$$

$$A_{21}w_1 + a_{22}w_2 + \dots + a_{2n}w_n = \lambda \cdot w_2$$

$$\dots \dots \dots \dots$$

$$A_{n1}w_1 + a_{n2}w_2 + \dots + a_{nn}w_n = \lambda \cdot w_n$$

که در آن a_{ij} ترجیح عنصر i بر j است و w_i نیز وزن عنصر i است و λ یک عدد ثابت می‌باشد. در این روش وزن عنصر i (یعنی w_i) از رابطه 5 محاسبه شد.

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j \quad [5]$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

دستگاه معادلات فوق از رابطه 6 صورت زیر نوشت:

$$A \times W = \lambda \cdot W \quad [6]$$

که A همان ماتریس مقایسه زوجی، {یعنی $A=[a_{ij}]$ } و W بردار وزن و λ یک اسکالر (عدد) است. طبق تعریف چنانچه این رابطه بین یک ماتریس (A) و بردار (W) و یک عدد (λ) برقرار باشد گفته می‌شود که W بردار ویژه و λ مقدار ویژه برای ماتریس A می‌باشد (شکل‌های 3 و 4).



شکل 4 - محاسبه وزن معیارهای اصلی.



شکل 3 - محاسبه وزن معیارهای اقلیمی.

محاسبه وزن نهایی گزینه‌ها

در این مرحله با استفاده از رابطه 4 امتیاز نهایی هر یک از گزینه‌ها تعیین و برای این کار از اصل ترکیب سلسله مراتبی ساعتی استفاده می‌شود. که منجر به

ایجاد یک بردار اولویت با در نظر گرفتن همه قضاوت‌ها

در تمامی سطوح سلسله مراتبی، می‌شود.

$$J = \mathring{a}_{k=1}^n \mathring{a}_{i=1}^m w_k w_i (g_{ij}) \quad [7]$$

جدول 7- نتایج بررسی سازگاری ماتریس مقایسه زوجی معیارها، زیر معیارها و گزینه‌ها (آزم 1390).

ناسازگاری	معیار اصلی	ناسازگاری	زیر معیار	ناسازگاری	گزینه‌ها	ناسازگاری
0/04	اقلیم	0/03	درجه حرارت	0/08	گزینه‌ها	0/08
			بارش			
		0/05	تیپ اراضی			
	توپوگرافی	0	عمق خاک			
	قابلیت					
	اراضی	0/03				
	کاربری					
	اراضی					

محاسبه نرخ ناسازگاری

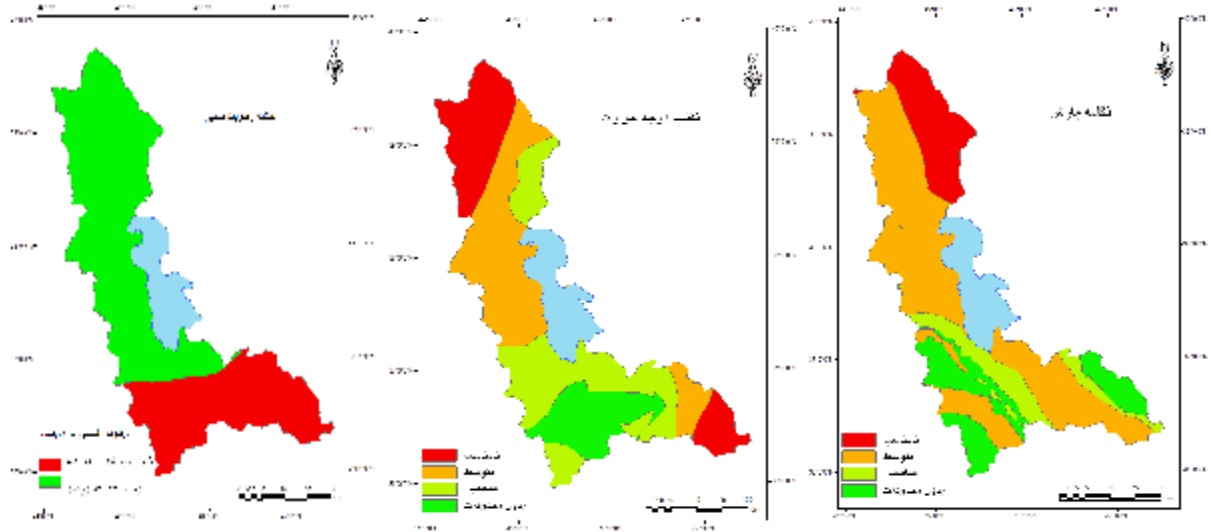
W_k ضریب اهمیت k ، W_i ضریب اهمیت معیار i ، g_{ij} امتیاز گزینه j در ارتباط با زیر معیار i (جعفری‌گلو و مبارکی 1387).

مدل‌سازی فضایی و ترکیب لایه‌ها

در این مرحله پس از تهیه داده‌های مورد نیاز، با بهره‌گیری از توابع موجود در سیستم GIS، وزندهی بر اساس فرایند تحلیل سلسله مراتبی صورت گرفت، سپس لایه‌های ارزش‌گذاری شده در محیط GIS، به نقشه تبدیل گردید. شکل‌های 5 تا 13 نقشه هر یک از داده‌های مورد مطالعه را براساس روش سلسله مراتبی نشان می‌دهد. ارزیابی قابلیت اراضی برای کشت کلزا براساس عناصر اقلیمی با تلفیق شکل‌های 5، 6، 7 و 8 و ارزیابی عوامل اقلیمی با تلفیق شکل‌های 9، 10، 11، 12 و 13 حاصل شد (شکل‌های 14 و 15). چنانچه در شکل-

های 5 تا 13 مشاهده می‌شود مکان کشت کلزا در هر یک از شکل‌ها متفاوت است زیرا هر کدام از داده‌ها نقش خود را در مکان یابی نشان می‌دهد. اما مکان یابی در شکل 14 و 15 با توجه تلفیق چندین لایه، نسبت به شکل‌های قبلی نسبتاً منطقی‌تر است. با توجه به اهداف تحقیق، برای پهنه‌بندی نهایی، همه عناصر و عوامل اقلیمی تاثیر گذار در طول دوره رشد کلزا در استان آذربایجان غربی در محیط GIS تلفیق شدند و در نهایت نقشه سنجش قابلیت اراضی استان آذربایجان غربی برای کاشت کلزا براساس روش تصمیم‌گیری چند معیاره تهیه گردید (شکل 16).

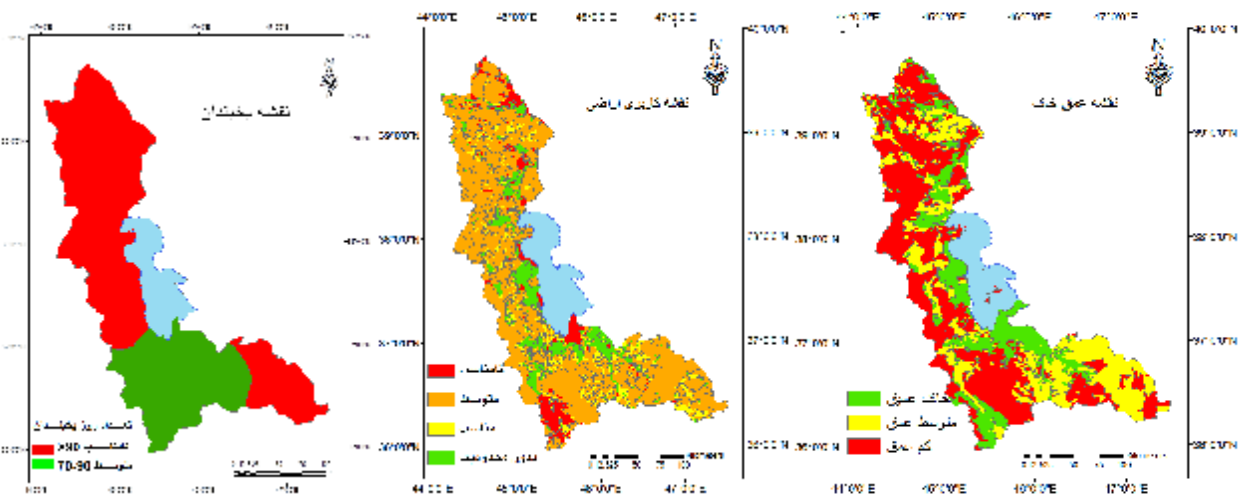
نرخ ناسازگاری در همه ماتریس‌ها مقایسه زوجی کمتر از 1/ است که شاخص سازگاری در همه معیارهای مورد مطالعه رعایت شده است.



شکل 5- نقشه نهایی بارش.

شکل 6- نقشه نهایی درجه حرارت.

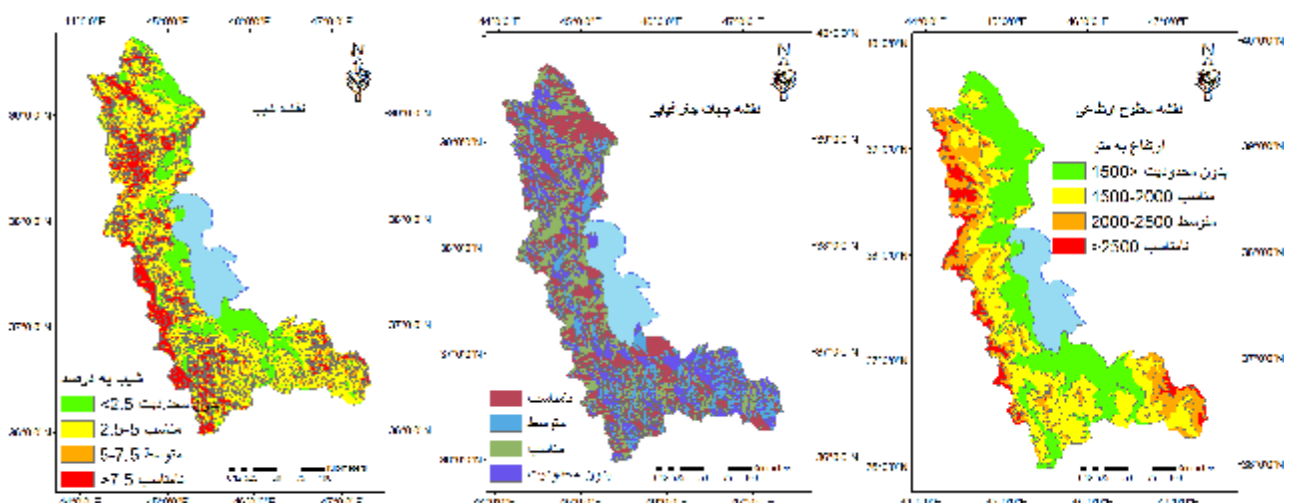
شکل 7- رطوبت نسبی.



شکل 8- عمق خاک.

شکل 9- کاربری اراضی.

شکل 10- تعداد روز یخبندان.



شکل 11- سطوح ارتفاعی.

شکل 12- جهت شیب.

شکل 13- نقشه شیب.

نتیجه‌گیری کلی

موقعیت جغرافیایی استان آذربایجان غربی و توانمندی‌های طبیعی آن باعث شکل‌گیری فعالیت‌های کشاورزی و دامپروری مرتبط با آن شده است. شناسایی استعدادها و محدودیت‌هایی آب و هوا و عوامل محیطی برای کشت کلزا، از اهداف این تحقیق است. یافته تحقیق نشان می‌دهد که هرکدام از داده‌های مورد مطالعه به نحوی در طول دوره رشد کلزا مؤثر هستند که نتایج حاصل از تلفیق داده‌های عناصر اقلیمی در شکل 14 به شرح زیر می‌باشد: 1- اراضی خیلی مناسب یا بدون محدودیت: این اراضی به لیل دارا بودن شرایط جوی مناسب در طول دوره رشد کلزا، دارای عملکرد خوب هستند و حدود 26 درصد از مساحت استان را به خود اختصاص داده است که شامل شهرستان‌های سردشت، مهاباد، بوکان، پیرانشهر، نقده و اشنویه می‌باشند. 2- اراضی مناسب یا با محدودیت کم: این اراضی شرایط ضعیف‌تری را نسبت به مناطق خیلی مناسب دارند ولی امکان کشت کلزا در این مناطق وجود دارد. حدود 16/8 درصد از مساحت استان را تشکیل می‌دهد و به صورت پراکنده در شهرستان‌های میاندوآب، جنوب ارومیه، غرب پیرانشهر، شاهین دژ، تکاب و بوکان مشاهده می‌شود.

3- اراضی متوسط: این اراضی به دلیل محدودیت‌های دمایی و بارش در طول دوره رشد، 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 خواهد داشت. این اراضی بیشتر در شهرستان‌های خوی، سلماس، ارومیه، تکاب و شاهین دژ واقع شده‌اند که مساحت آن حدود 32/4 درصد می‌باشد.

4- اراضی نامناسب: این اراضی به دلیل عدم وجود پتانسیل اقلیمی مناسب، کشت کلزا در آنها مقرون به صرفه اقتصادی نیست. وسعت این اراضی 24/8 درصد است از که شامل شهرستان‌های ماکو، چالدران و خوی

در شمال استان و تکاب در جنوب شرق استان می‌باشد.

نتایج تحلیل داده‌های عوامل فیزیوگرافی زمین در شکل 15 به شرح زیر می‌باشد:

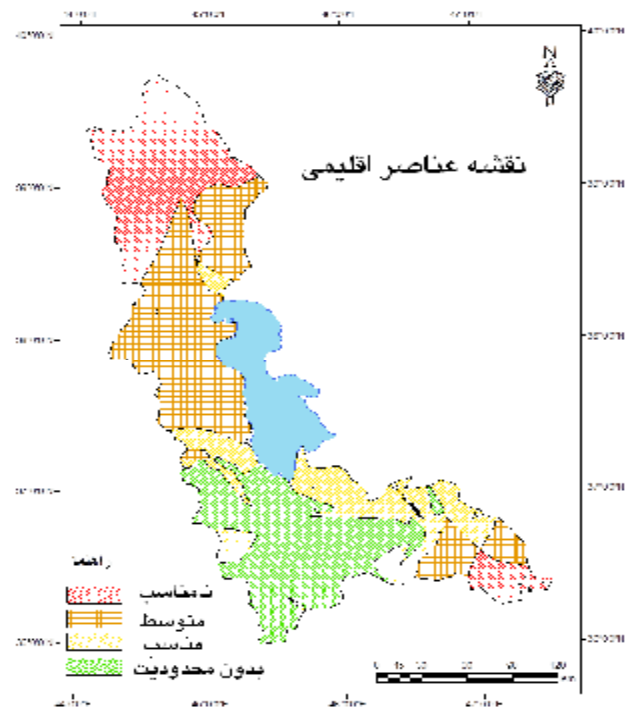
1- اراضی خیلی مناسب یا بدون محدودیت: نواحی وسیعی از دشت‌های میاندوآب، نقده، ارومیه، سلماس و حوضه‌های آبخیز زرینه‌رود و سیمینه‌رود را در بر می‌گیرد. این اراضی از نظر کاربری اراضی، منطبق بر زراعت‌های آبی و دیم و از نظر تیپ اراضی و قابلیت اراضی نیز منطبق بر دشت‌های دامنه ای، آبرفتی و سیلابی با خاک عمیق است. از نظر خصوصیات توپوگرافی، همه این اراضی در ارتفاع پایین تر از 1500 متر و شیب کمتر از 2/5 درصد واقع شده‌اند. حدود 16/5 درصد از مساحت استان را تشکیل می‌دهد و محدودیتی جهت کشت کلزا در این اراضی وجود ندارد.

2- اراضی مناسب یا با محدودیت کم: شرایط نسبتاً ضعیف‌تری را نسبت به گروه اول دارند و به صورت پراکنده در حواشی اراضی خیلی مناسب واقع شده‌اند. از نظر کاربری اراضی منطبق بر مراتع نیمه‌متراکم و از نظر تیپ اراضی منطبق بر واریزه‌های بادبزنی شکل و آبرفت‌های بادبزنی شکل و تپه‌ها هستند. خاک این اراضی بیشتر خاک عمیق و متوسط عمق هستند. از نظر خصوصیات توپوگرافی نیز در ارتفاع پایین تر از 2000 متر و شیب کمتر از 5 درصد واقع شده‌اند. حدود 45 درصد از مساحت استان را به خود اختصاص داده‌اند.

3- اراضی متوسط: از نظر پتانسیل کشت کلزا از شرایط نسبتاً خوبی برخوردار نیستند که شامل مناطق کوه پایه ای و دشت‌های کوهستانی می‌باشند. این اراضی از نظر کاربری اراضی منطبق بر مراتع نیمه متراکم و از نظر تیپ اراضی، منطبق بر کوه‌ها و تپه‌ها هستند. خاک بیشتر این اراضی کم عمق هستند. از نظر توپوگرافی نیز، ارتفاع بالاتر از 1500 متر و شیب بیشتر از 5 درصد را در بر می‌گیرند. این اراضی 38 درصد از مساحت استان را به خود اختصاص داده‌اند.

1- اراضی خیلی مناسب: این اراضی به دلیل وجود پتانسیل اقلیمی و قابلیت‌های محیطی خوب، بهترین مکان برای کشت کلزا هستند. بیشتر مساحت این اراضی در شهرستان‌های میاندوآب، بوکان، شاهین‌دژ، نقده، سردشت و کمی هم در شهرستان‌های مهاباد، اشنویه و ارومیه واقع شده‌اند. وسعت این اراضی، 15/2 درصد از مساحت استان را شامل می‌شود.

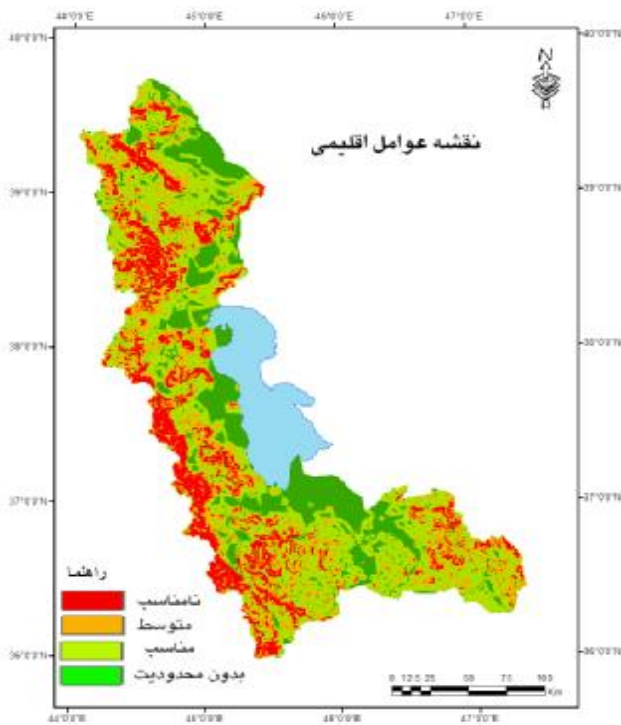
2- اراضی مناسب: بیشتر در نواحی اطراف اراضی خیلی مناسب واقع است و 52 درصد، مساحت استان را به خود اختصاص داده‌است شرایط نسبتاً ضعیف‌تری را نسبت به مناطق خیلی مناسب دارند ولی می‌توان عملکرد نسبتاً خوبی را از آنها انتظار داشت.



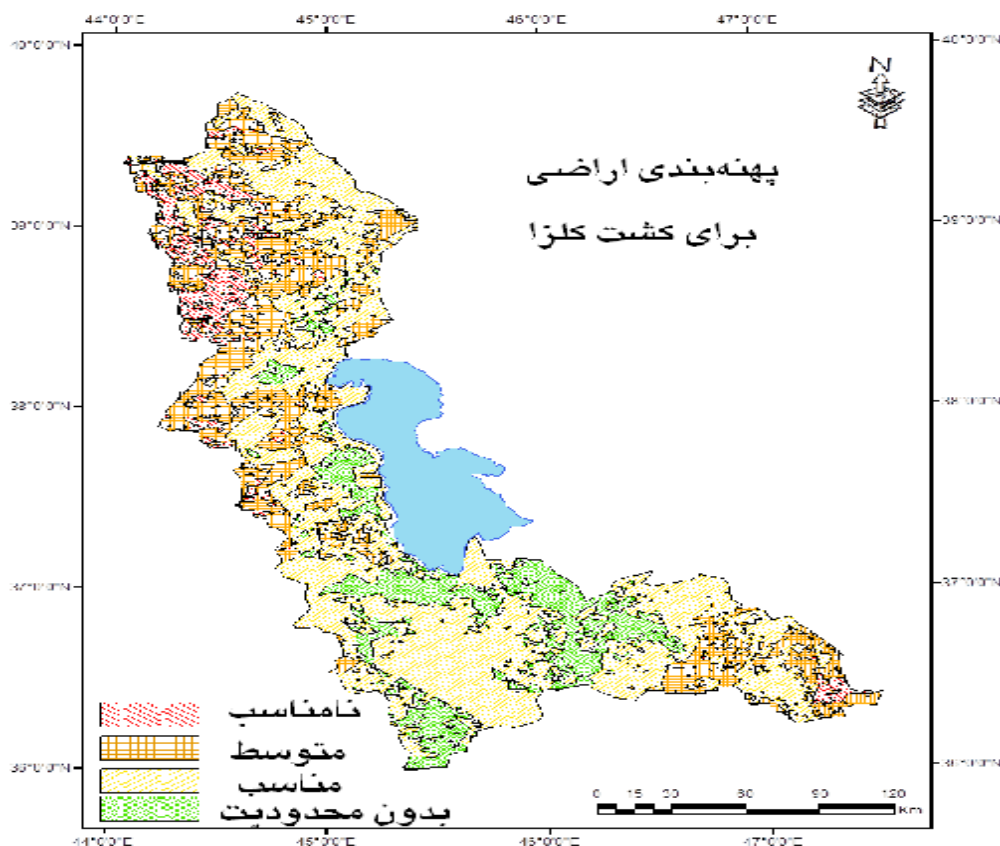
شکل 14- سنجش قابلیت اراضی بر اساس عناصر اقلیمی.

4- اراضی نامناسب: این اراضی پهنه‌هایی از استان آذربایجان غربی را در بر می‌گیرد که فاقد شرایط لازم برای کشت کلزا است. بر اساس نتایج به دست آمده از تحلیل‌های فضایی، عوامل مختلفی سبب نامناسب بودن این مناطق شده‌است. در نواحی مرتفع کوهستانی که در حاشیه غربی استان واقع شده‌اند محدودیت‌های عمده توپوگرافی به علت شیب شدید و ارتفاع زیاد می‌باشند. از نظر تیپ اراضی منطبق بر کوه‌ها بوده که به دلیل ارتفاع و شیب زیاد، فاقد خاک مناسب می‌باشند. وسعت این اراضی 0/5 درصد از مساحت استان را شامل می‌شود.

هدف اصلی این تحقیق سنجش قابلیت اراضی کشت کلزا در استان اردبیل با استفاده از همه داده‌های مورد نیاز در طول دوره رشد محصول کلزا می‌باشد. نتایج حاصل از تلفیق و تفسیر شکل 16 به شرح زیر است:



شکل 15- سنجش قابلیت اراضی بر اساس عوامل اقلیمی.



شکل 16- سنجش قابلیت اراضی برای کشت کلزا براساس عناصر و عوامل اقلیمی.

4- اراضی نامناسب: این اراضی با توجه به ارزیابی پتانسیل اقلیمی و منابع زمینی از هر لحاظ فاقد پتانسیل مناسب برای کشت کلزا می باشند. این اراضی با وسعت 7/2 درصد از مساحت استان، بیشتر در شمال غرب و جنوب شرق استان واقع شده اند که هم از لحاظ شرایط اقلیمی و هم از لحاظ توپوگرافی و قابلیت اراضی در محدوده نامناسبی قرار دارند.

3- اراضی متوسط: این اراضی از نظر پتانسیل اقلیمی و محیطی قابلیت چندانی برای کشت کلزا ندارند. این اراضی بیشتر منطبق بر ارتفاعات و اراضی کوه پایه ای شمال غرب و جنوب شرق استان هستند. وسعت این اراضی، 25/4 درصد از مساحت استان را در برمی گیرد.

منابع مورد استفاده

- آزم ک، 1390. ارزیابی تناسب اراضی برای کشت کلزا بر اساس روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره با بهره‌گیری از GIS. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی، دانشکده علوم انسانی دانشگاه محقق اردبیلی.
- آلیاری ه و شکاری ف، 1379. دانه‌های روغنی (زراعت و فیزیولوژی). چاپ اول، تبریز، انتشارات عمیدی.
- امیدوار ک، مزیدی ا و دوست مرادی س، 1393. امکان سنجی اقلیمی کشت کلزا در استان کرمانشاه. جغرافیا و توسعه، جلد 12، شماره 35، صفحه‌های 97 تا 116.

- پاکپور ربطی ا، جعفرزاده ع، شهبازی ف و عماری پ، 1391. آمایش زمین با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری در اراضی پیرانشهر، پسوه و جلدیان. نشریه دانش آب و خاک، جلد 22، شماره 3، صفحه‌های 139 تا 156.
- جهانبازی ل، جعفرزاده ع، شهبازی ف و ممتاز ح، 1393. ارزیابی کیفی تناسب اراضی یخفروزان اهر برای چغندر قند، پیاز و ذرت با روش‌های محدودیت ساده. نشریه دانش آب و خاک، جلد 24، شماره 3، صفحه‌های 121 تا 132.
- جعفر بیگلو م، مبارکی ز، 1387. سنجش تناسب اراضی استان قزوین برای کشت زعفران بر اساس روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره. مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، جلد 4، شماره 66، صفحه‌های 11 تا 23.
- خورشید دوست ع، حسینی س و محمدپور ک، 1390. تعیین مکان‌های مناسب برای کشت زعفران در استان کردستان با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی. نشریه دانش آب و خاک، شماره 21، صفحه‌های 37 تا 48.
- دهقانیان س، کوچکی ع و کلاهی اهری ع، 1382. جغرافیای کشاورزی (ترجمه). چاپ سوم، مشهد، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- رسولی س و قائمی ع، 1389. پهنه‌بندی کشت کلزا براساس نیازها دمایی با استفاده از GIS در استان‌های خراسان. مجله الکترونیکی تولید گیاهان زراعی، جلد 3، شماره 1، صفحه‌های 121 تا 138.
- رودی د، رحمانپور س و جاویدفر ف، 1382. زراعت کلزا. چاپ دوم، تهران، دفتر برنامه‌ریزی رسانه‌های ترویجی وزارت جهاد کشاورزی.
- سید شریفی ر، 1387. گیاهان صنعتی. چاپ دوم، اردبیل، انتشارات دانشگاه محقق اردبیلی.
- عبیری ص، 1386. تهیه جداول نیازهای اقلیمی و خاکی برای ارزیابی تناسب اراضی کشت کلزا در شرایط ایران بر اساس روش فائو. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته خاکشناسی، دانشگاه تربیت مدرس.
- عزیزی م، سلطانی ا و خاوری س، 1378. کلزا، فیزیولوژی، زراعت به نژادی و تکنولوژی زیستی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- کاظمی ح، طهماسبی سروستانی ز، کامکار ب، شتایی ش و صادقی س، 1391. پهنه‌بندی زراعی بوم شناختی اراضی کشاورزی در استان گلستان برای کشت کلزا با استفاده از GIS و روش AHP. مجله الکترونیکی تولیدات زراعی، شماره 1، صفحه‌های 123 تا 129.
- کافی م، گنجعلی ع، نظامی ا و شریعتمدار ف، 1379. آب و هوا و عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه). چاپ اول، مشهد، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- لشکری ح و رضایی ع، 1390. مکان‌یابی نواحی مستعد کشت کلزا در منطقه سرپل ذهاب. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، جلد 43، شماره 78، صفحه‌های 29 تا 48.
- مکانیکی ج، 1392. امکان سنجی کشت کلزا در شهرستان ایزه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی. مجله جغرافیا و آمایش شهری، جلد 3، شماره 8، صفحه‌های 101 تا 114.
- ممتاز ح ر، جعفرزاده ع و نیشابوری م، 1385. ارزیابی کیفی تناسب اراضی یخفروزان اهر برای برخی از گیاهان زراعی متداول کشت در منطقه. مجله دانش کشاورزی، جلد 16، شماره 3، صفحه‌های 67 تا 81.
- همایونی فر م و ملک دار، م، 1385. بررسی عوامل موثر بر کشت کلزا در استان مازندران. فصل نامه پژوهش‌های اقتصادی، جلد 5، شماره 4، صفحه‌های 114 تا 124.
- یزدچی س، رسولی ع، محمود زاده ح و زرین بال م، 1389. سنجش قابلیت اراضی شهرستان مرند برای کشت زعفران براساس روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره. نشریه دانش آب و خاک، جلد 20/1، شماره 3، صفحه‌های 151 تا 170.
- Abadi A, Finlayson J, Wang B and Ramilan T, 2015. Climate change impact on phenology and yield of five broadacre crop at for climatological distinct location in Astralia. *Agricultural Systems* 132: 133-144.
- Galoub Ali H, Nadaf SK and Alkhamisi SA, 2011. Adaptability of canola varieties in different regions of Oman. *International Journal of Agriculture & Biology* 50: 830-834.

- Ghasemi^a, Pirbalouti A, Normohammadi Gh, Kamali A, Ayeneh GH, Band A, Porhemmat J, Abdollahi KH and Golparvar AR, 2008. Integrating some of the ecological factors in order sustainable canola production using GIS in Southwest Iran. *American-Eurasian Journal Agricultural & Environmental Science* 4: 68-71.
- Ghasemi^b, Pirbalouti A, Golparvar A, 2008. Evaluating Agro-climatologically variables to identify suitable areas for rapeseed in different dates of sowing by GIS approach. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 3: 656-660.
- Kamkar B, Ali Dorri M, Teixeira da Silva JA, 2014. Assessment of land suitability and the possibility and performance of a canola soybean rotation in four basin of Golestan Province Iran. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 18: 5-15.
- Kutcher HR, Warland JS and Brand SA, 2010. Temperature and precipitation effect on canola yield in Saskatchewan Canada, *Agricultural and Forest Meteorology* 15:161-165.
- Myers RL, 1993. Determining Amaranth and canola suitability in Missouri through Geographic Information Systems Analysis, pp. 102-105. In: J. Janick and J.E. Simon (eds), *New crops*, Wiley, New York.
- Saaty TL, 1980. *The Analytical Hierarchy Process, Planning, Priority, Resource Allocation*. USA. RWS Publications, Pittsburgh.
- Sprague SJ, Kirkegaard JA, Graham JM, Dove H and Kelman WM, 2014. Crop and production for dual purpose winter canola. *Field Crops Research* 156: 30-39.