علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره نوزدهم، شماره چهار، زمستان 96

ارزیابی تناسب اراضی بر اساس عناصر اقلیمی برای کشت کلزا به کمک مدل فازی و AHP در استان کردستان

امیرحسین حلبیان[1*]
halabian_a@yahoo.com
ناهید اسماعیلی[2]

تاریخ دریافت: 95/4/15 **تاریخ پذیرش:95/8/4**

چکیده

زمینه و هدف: چالش فراروی توسعه پایدار در کشاورزی، امنیت غذایی جمعیت رو به رشدی است که نیازهای غذایی کشور را به طور روزافزونی می‌افزاید. استعدادیابی و پهنه بندی اراضی و تشویق تولیدکنندگان به تولید محصولات استراتژیک و باکیفیت باارزش افزوده بیش‌تر موجب تولید بهینه بر اساس عرضه و تقاضا و کاهش وابستگی خواهد شد. با توجه به این که بیش‌ترین وابستگی از بین کالاهای اساسی مربوط به روغن خوراکی است؛ کشت دانه های روغنی باکیفیت روغن مطلوب و بازدهی بیش‌تر و سازگار با شرایط اقلیمی کشور از مهم‌ترین عوامل مؤثر در افزایش عملکرد تولید می‌باشد.

روش بررسی: در این پژوهش داده‌های روزانه 7 ایستگاه در طی سال‌های مشترک(1992 تا 2010 برابر با 1371تا1389) به طول آماری 19 سال از سازمان هواشناسی کشور دریافت شد. پس از بررسی همگنی داده‌ها اقدام به تهیه لایه‌های اطلاعاتی داده‌ها جهت سامانه اطلاعات جغرافیایی شد. لایه‌های مورد مطالعه شامل لایه‌های ارتفاع، کاربری، خاک، یخبندان، طول دوره رشد موثر و فعال می باشد. در ادامه، با استفاده از افزونه فازی به فازی‌سازی لایه های موجود پرداخته شد و سپس با مدل AHP وزن هر لایه محاسبه و مناطق مستعد کشت کلزا در استان کردستان مشخص گردید.

یافته‌ها: نتایج این بررسی نشان داد که استان کردستان قابلیت کشت مناسبی جهت گیاه روغنی کلزا دارد؛ به طوری که 28درصد از اراضی استان در مناطق شمال شرقی و جنوب شرقی در محدوده بسیار خوب قرار می‌گیرد؛ 38درصد از اراضی استان جزء محدوده خوب قرار گرفته است که بیش‌تر در نیمه شرقی استان مشاهده می‌شود. 24 درصد از اراضی استان جزء محدوده ی متوسط و همچنین 10 درصد از اراضی استان جز محدوده ضعیف قرار می‌گیرد. به طور کلی نیمه شرقی استان کردستان قابلیت بیش‌تری جهت کشت کلزا دارد.

بحث و نتیجه گیری: بر اساس نتایج به دست آمده، اراضی استان کردستان از نظر پتانسیل اقلیمی و محیطی برای کشت کلزا مشتمل بر چهار طبقه بسیار خوب (7940/8کیلومتر مربع)، خوب (10905/3کیلومتر مربع)، متوسط (6824کیلومتر مربع) و ضعیف (2829/3کیلومتر مربع) است.

1- دانشیار، گروه جغرافیا، دانشگاه پیام‌نور، تهران، ایران*(مسوول مکاتبات)
2- دانشجوی کارشناسی‌ارشد آب و هواشناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، سقز، ایران.

Archive of SID
www.SID.ir

J.Env. Sci. Tech., Vol 19, No.4, Winter, 2018

Land Suitability Evaluation Based on the Climatic Elements for Canola Cultivation Using Fuzzy and AHP model in Kordestan

Amir hossein Halabian*[1]
halabian_a@yahoo.com
Nahid esmaeli[2]

Admission Date: October 25, 2016 Date Received: July 5, 2016

Abstract

Background and Objective: The challenge of costant development production in agriculture is the food security for growing population that increase the country food needs. The capability finding, lands regionalization and encouraging the producers for producting the strategic and high quality products with more add end- value result in optimum production according to offer and demand and decreasing the depandence. The edible oil have the most depandence amond basive materials so, cultivating the oily seeds with favorite quality and more efficiency that be compatible with climate conditions of country is as the most important effective factors for increasing the production operation.

Method: In this research, first, the studied data of 7 meteorology station have been studied daily during the common years (1992-2010:1371- 1389) for 19 years statistic period. Then, the value information layers have been provided for Geographic Information System. The studied layers including the height, landuse, soil, frosty, effective and active growth term period. The present layers have been fuzzy by using fuzzy redundant, and then the weight of each layer have been calculated by AHP model.Then, the final regionalization of feasibility study for Canola cultivation have been provided.

Findings: The results of study indicated that Kordeston province have fine cultivation capability for canola oily plant, so the 28% of lands in northeast and south east place in very fine limit. 38% of province lands place in fine limit and more of them observe in eastern half of province. 24% of province lands is in the medium limit and 10% of province lands place in weak limit, Generally, the eastern half of Kordestan province have more capability for Canola cultivation.

Discussion & conclusion: Based on the obtained results, the Kordestan province lands were divided in to four categories of highly suitable (7940.8 km^2), suitable (10905.3 km^2), moderate (6824 km^2) and weak (2829.3 km^2) lands on the basis of the environmental and climatologocal potentials for canola cultivation.

Key words: Canola, Growing Degree Days, Analytic Hierarchy Process (AHP), Fuzzy, Kordestan.

1- Associate professor, Geography Department, Payame- Noor University, Tehran, Iran**(Corresponding Author).*
2- M. A student in climatology, Geography Department, Payame- Noor University, Saghez, Iran.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

گیاه کلزا به دلیل شرایط مطلوب کمی و کیفی روغن در سطح جهانی به عنوان یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی شناخته شده و به همین دلیل در ایران نیز با سیاست‌های وزارت کشاورزی با اقبال مواجه و کشت آن در نقاط مختلف کشور قابل توجه و رو به افزایش است. از طرفی با توجه به افزایش سریع جمعیت کشور نیاز به تولید بیش‌تر مواد غذایی اجتناب ناپذیر است. یکی از راه‌های رسیدن به این هدف، افزایش سطح زیرکشت محصولات مختلف می‌باشد که با توجه به محدودیت بسیاری از منابع و افزایش تقاضا برای منابع غذایی، این روش به سادگی امکان‌پذیر نبوده و جواب‌گوی نیاز تغذیه‌ای جامعه نخواهد بود. بنابراین، بهترین راه دست یابی به امنیت غذایی، افزایش تولید در واحد سطح است. کلزا گیاهی است که به خاطر ارزش اقتصادی و کمک به ذخایر خاک کشاورزی، دارا بودن روغن خوراکی و ارزش غذایی بالای محصول(کنجاله) باقی‌مانده از روغن‌کشی و به عنوان منبع غنی و به نسبت ارزان مواد غذایی مهم خوراکی مانند پروتئین‌ها، ویتامین‌ها، مواد معدنی و غیره مورد نیاز کشاورزان، صنایع تبدیلی بخش کشاورزی و دامپروران می‌باشد. از گذشته تا امروز از این روغن به عنوان سوخت برای روشنایی به خاطر کندسوز و بی‌بو بودن آن استفاده می‌شود. امروزه در برخی از کشورهای آسیایی از کنجاله کلزا به عنوان کود استفاده می‌گردد. استفاده از این گیاه زراعتی به عنوان یک منبع غذایی غنی از پروتئین برای دام‌ها از دیگر کاربردهای مهم آن است(1). با توجه به مطالب فوق، در این پژوهش به امکان سنجی این گیاه ارزش‌مند در استان کردستان پرداخته شد تا بتوان از نتایج این پژوهش در برنامه‌ریزی‌های آینده کشور به ویژه با توجه به افزایش جمعیت و نیاز روز افزون تغذیه جامعه استفاده نمود. در مورد کشت کلزا پژوهش‌های متعددی در خارج از کشور انجام گردیده؛ از جمله: جانسون و همکاران [1] (1995) اثر تاریخ‌های مختلف کاشت را روی کلزا مورد مقایسه قرار دادند و نتیجه گرفتند کـه تأخیر در کاشت باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه می‌شود. کاهش عملکرد دانه در تاریخ کاشت‌های دیر به علت کاهش تعداد خورجین در گیاه و شاخص برداشت بود(2). این نتـایج بـا یافتـه هـای سـانگ و همکاران [2] (1995) و مکی و همکاران [3] (1992) نیز مطابقت دارد(3 و 4). کوچر و همکاران [4](2010) گزارش اثرات منفی درجه حرارت بالا و بارش کم در عملکرد محصول کلزا را بررسی نمودند. نتایج این پژوهش یک دوره بحرانی که در آن دمای بالا (30درجه) و بارش کم منجر به کاهش عملکرد رشد کلزا می‌شود را آشکار ساخت (5). گارسانو و همکاران [5](2011) به بررسی کشت کلزا در استان گلستان پرداختند. نتایج بررسی آن‌ها نشان داد که کلزا در مناطقی که بارش قابل اطمینانی دریافت کند یکی از محصولات اصلی زمستانه در استان گلستان خواهد بود(6). کامکار و همکاران [6](2013) با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی به ارزیابی امکان کشت کلزا و سویا در استان گلستان پرداختند. در این پژوهش از داده‌های اقلیمی مشتمل بر بارش و درجه حرارت و همچنین داده‌های فیزیولوژی شامل توپوگرافی، شیب، بافت خاک و لایه های مربوط به خاک برای امکان‌سنجی کشت کلزا در استان گلستان استفاده شد. نتایج نشان داد که فقط11/82 درصد از مجموع زمین‌ها بسیار مناسب برای کشت سویا پس از کلزا هستند(7). مک ویلام و همکاران [7] (2016) به بررسی تغییرات عملکرد زیست محیطی در زمان تولید کشت کلزا در کانادا پرداختند. نتایج نشان داد که اثرات زیست محیطی تولید یک تن کلزا بین سال‌های 1990 و 2010 کاهش یافته است(8). در ایران نیز پژوهش‌هایی در باره امکان‌سنجی کشت گیاه کلزا انجام گردیده است؛ از جمله : روشنعلی و همکاران (1391) به سنجش تناسب اراضی استان مازندران بر اساس عناصر اقلیمی برای کشت کلزا با استفاده از مدل TOPSIS پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که بیش‌تر اراضی استان دارای محدویت متوسط و کم‌ترین اراضی بدون محدویت هستند (9). یزدانی و همکاران (1392) به استعدادیابی اراضی زراعی استان های تهران و البرز برای کشت کلزا با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) پرداختند. نتایج حاصل از نقشه‌های به دست آمده نشان می‌دهد که 51/ 18 درصد از اراضی مورد بررسی از نظر اقلیمی از تناسب خوب (S1) برای کشت کلزا برخوردارند. نتایج ارزیابی لایه‌های مختلف هم-پوشانی شده (شامل لایه‌های: اقلیم، کاربری اراضی، توپوگرافی و خاک) نشان داد که حدود 12/ 83 درصد از اراضی منطقه مورد نظر برای کشت

1- Johnson et al
2- Song et al
3- Mckay et al

4- Kutcher et al
5-Grassano et al
6-Kamkar et al
7-MacWilliam et al

Archive of SID

www.SID.ir

کلزا نامناسب (N) می‌باشند. محدودیت اقلیم و خاک از جمله عوامل مهم محدودکننده کشت کلزا در این مناطق است. همچنین تنها 9/ 7 درصد از اراضی منطقه مورد مطالعه از تناسب خوب (S1) برای کشت کلزا برخوردارند(10). میکانیکی و همکاران(1392) به امکان‌سنجی کشت کلزا در شهرستان ایذه پرداختند. در این پژوهش از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) بهره گرفته شده و وزن‌دهی به معیارها مطابق نظر کارشناسان مربوطه و منابع موجود در درون و همچنین بین لایه‌ها انجام گرفته است. در ادامه، اراضی منطقه به پنج طبقه تقسیم و نقشه پهنه‌بندی تهیه گردید. نتایج نشان داد که از 3779/39 کیلومتر مربع مساحت شهرستان ایذه، طبقه بسیار مناسب 565/15997 کیلومتر مربع معادل14/95 درصد، طبقه دوم یعنی مناسب963/15997کیلومتر مربع برابر 25/48 درصد مساحت منطقه می باشد؛ یعنی بیش از 40 درصد مساحت محدوده مورد مطالعه برای کشت کلزا دارای شرایط ایده‌آل و مساعدی هستند(11).

امیدوار و همکاران (1393) به امکان سنجی اقلیمی کشت کلزا در استان کرمانشاه پرداختند. در این پژوهش ویژگی‌های دما و بارش طی دوره‌ی رشد کلزا و هر یک از مراحل رشد و تاریخ گذر دماهای حدی 7- ،15- و 40 درجه سانتی‌گراد در سطح ایستگاه‌های مورد مطالعه طی دوره‌ی آماری 19 ساله (1389-1371) مورد بررسی قرار گرفت و پس از آن با استفاده از نرم افزار GIS پهنه‌های کاملاً مناسب، مناسب، ضعیف و نامناسب کشت کلزا در سطح استان مشخص شد. نتایج این تحقیق نشان که مناطق کاملاً مناسب و مناسب که منطبق بر مناطق مرکزی و دشتی این استان باشد، حدود 70 درصد منطقه‌ی مورد مطالعه را در بر می-گیرد. پهنه ی نامناسب که منطبق بر مناطق کوهستانی و مرتفع است کم‌ترین مساحت (2302 کیلومتر مربع) از منطقه‌ی مورد مطالعه را پوشش می‌دهد و پهنه‌های با قابلیت‌های ضعیف برای رشد کلزا حدود 7801 کیلومترمربع است که حاشیه‌ی ارتفاعات این استان را به خود اختصاص می‌دهد(12). نجفی و همکاران (1393) به پیاده‌سازی مدل سنجش تناسب اراضی برای کشت کلزا با استفاده از سیستم استنتاج فازی برای استان آذربایجان غربی پرداختند. در این پژوهش، سامانه اطلاعات جغرافیایی مبتنی بر منطق فازی که قابلیت‌های متعدد آن در حل مسایل پیچیده مکانی به اثبات رسیده است؛ به منظور تصمیم‌گیری در زمینه این مساله بکار گرفته شد. از این رو، با جمع آوری کلیه نیازهای رویشی این محصول شامل فراسنج‌های اقلیمی مربوط به آمار ایستگاه‌های همدید و باران‌سنجی در سطح استان آذربایجان غربی از بدو تاسیس تا سال 1388 و داده‌های زمینی شامل مدل رقومی ارتفاع، کاربری اراضی و عمق خاک و رقومی سازی آن، به تعیین مناطق مستعد کشت کلزا در استان آذربایجان غربی در قالب یک سیستم استنتاج فازی پرداخته شد. نتایج پیاده‌سازی مدل در استان آذربایجان غربی نشان می-دهد که حدود 2/41٪ در صد از مساحت کل این استان دارای توان بسیار مناسب، 35/66 درصد دارای توان مناسب، 48/7 درصد دارای توان تا حدودی مناسب و حدود 13/2 درصد از سطح استان دارای کلاس نامناسب برای کشت کلزا می‌باشد(13). سعیدآبادی و همکاران (1394) به ارزیابی تغییرات تناسب اراضی در دوره‌های آینده با توجه به وقوع تغییرات اقلیمی، برای کشت کلزا در استان آذربایجان غربی پرداختند. به این منظور، پس از شناسایی نیازهای رویشی کشت کلزا، از الگوی LARS-WG و شبکهٔ عصبی و براساس نتایج الگوی HADCM3 و تحت دو سناریوی A1 و B1 استفاده شد. سپس نیازهای رویشی کلزا به صورت رقومی برای دورهٔ 2010-1987 و سه دوره در آینده آماده‌سازی شد. اجرای این روش برای کشت کلزا نشان می‌دهد که تغییرات دما و بارش سبب کاهش اراضی بسیار مناسب و مناسب برای کشت این محصول می‌شود؛ به‌طوری‌که اراضی مناسب کشت این محصول از 47 درصد در دورهٔ پایه به 34 درصد در آینده تغییر خواهد یافت(14). خورشیددوست و همکاران(1394) به ارزیابی توان محیطی استان آذربایجان غربی برای کشت کلزا با استفاده از روشAHP و مدل TOPSIS پرداختند. در تحقیق حاضر از داده‌های اقلیمی از قبیل دما، بارش، درجه روز، رطوبت نسبی، تعداد روز یخبندان، و ساعات آفتابی، ایستگاه‌های سینوپتیک و باران‌سنجی سطح استان از بدو تاسیس تا سال 1388 مربوط به هر یک از مراحل فنولوژیکی رشد کلزا و داده‌های منابع زمینی از قبیل لایه‌های توپوگرافی، قابلیت اراضی، عمق خاک و کاربری اراضی، استفاده شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که اراضی این استان از نظر پتانسیل اقلیمی و محیطی برای کشت کلزا به چهار طبقه خیلی مناسب (18/6٪)، مناسب (34/4٪)، متوسط (32/1٪) و ضعیف (14/7٪) قابل تقسیم هستند(15). با توجه به مطالب فوق پژوهش حاضر بر آن است تا به امکان‌سنجی و بررسی عناصر اقلیمی(حداکثر و حداقل دما و تعداد روزهای یخبندان) طی دوره‌ی رشد و به تفکیک هر یک از مراحل رشد گیاه کلزا و در نهایت پهنه-

Archive of SID

www.SID.ir

بندی و تعیین مناطق با قابلیت‌های مختلف کشت کلزا در استان کردستان با بهره‌گیری از GIS بپردازد.

موقعیت منطقه مورد مطالعه

استان کردستان با مساحت 28235 کیلومتر مربع در غرب ایران بین 34 درجه و 44 دقیقه تا 36 درجه و 30 دقیقه عرض شمالی و 45 درجه و 31 دقیقه تا 48 درجه16 دقیقه طول شرقی قرار دارد. در این استان اختلاف شدید توپوگرافی به صورت نواحی مرتفع، جلگه‌ها و دره-های کوهستانی مشاهده می‌شود. اقلیم کردستان نیز متأثر از عواملی مانند ارتفاع، عرض جغرافیایی، جهت‌گیری دامنه‌ها و رشته‌کوه‌ها، توده-های هوا و تا حدودی منابع آبی داخلی است. آب و هوای استان کردستان بیشتر متأثر از ارتفاع و جهت کوه‌های زاگرس، همچنین توده هوای مرطوب مدیترانه‌ای است. جریان‌های آب و هوایی متأثر از اقیانوس اطلس و دریای مدیترانه که عامل عمده‌ی بارش در کشور است؛ در عبور از کردستان و برخورد با ارتفاعات زاگرس بخش قابل-توجهی از رطوبت خود را به شکل باران و برف از دست می دهد.

شکل1- منطقه مورد مطالعه: استان کردستان

Figure1. Study region: Kordestan province

روش بررسی

برای انجام این تحقیق در مرحله‌ی نخست از طریق مطالعات کتابخانه‌ای نسبت به گردآوری اطلاعات مورد نیاز اقدام گردید. پس از آن ضمن جمع‌آوری داده‌های روزانه عناصر هواشناسی(حداکثر دما، حداقل دما و تعداد روزهای یخبندان) لایه‌های اطلاعاتی موردنیاز پژوهش تهیه شد. در ادامه با استفاده از افزونه فازی به فازی‌سازی لایه‌های موجود پرداخته شد و سپس با مدل AHP وزن هر لایه محاسبه و در نهایت پهنه‌بندی کشت کلزا در منطقه مورد مطالعه صورت گرفت. در ذیل ایستگاههای مورد مطالعه و مشخصات آنها در جدول 1) آورده شده است.

جدول 1- ایستگاه‌های سینوپتیک منطقه‌ی مورد مطالعه

Table 1. Synoptic stations of study region

ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع
سنندج	47	35/33	1373/4
زرینه	46/91	36/06	2142/6
سقز	46/26	36/25	1522/8
قروه	47/8	35/16	1906
مریوان	46/2	35/51	1286/8
بانه	45/9	36	1600
بیجار	47/6	35/8	1883/4

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به این که گیاهان در شرایط جغرافیایی و اقلیمی مختلف برای تطبیق خود با شرایط موجود، فعالیت‌های حیاتی‌شان را تنظیم می‌کنند، از این رو نیازهای حرارتی و رطوبتی آن‌ها در مناطق مختلف متفاوت خواهد بود(16). گیاه کلزا برای طی هر یک از مراحل رشد و نمو خود مانند سایر گیاهان نیاز به مقداری حرارت دارد. برای محاسبه حرارت مورد نیاز دوره‌های فنولوژیکی گیاه، از دو روش متداول سامانه درجه ـ روز مؤثر و فعال استفاده شد. در سامانهٔ درجه ـ روز مؤثر از دمای پایه بیولوژیکی گیاه استفاده می‌گردد و در سامانهٔ درجه ـ روز فعال، بیش‌تر دمای صفر درجه به عنوان دمای پایه مورد استفاده قرار می‌گیرد. تعیین درجه ـ روز مؤثر با استفاده از رابطه 1 و درجه – روز رشد فعال از رابطه 2 و 3 صورت می‌پذیرد(17). درجه روز به عنوان شاخص گرما و نیاز حرارتی مورد استفاده است؛ زیرا هر فرآیند بیولوژیک از آستانه ی دمایی معینی فعال می‌شود و مقدار رشد بستگی به تعداد درجه روز بالای آن آستانه دمایی دارد. مبنای کار در این روش جمع‌بندی درجه حرارت‌های بالاتر از صفر پایه یا صفر فیزیولوژیکی گیاه بوده است که این دمای پایه برای کلزا 5 درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته می‌شود.

درجه روز رشد مؤثر[1]

از میان عوامل اقلیمی، رژیم حرارتی بیش‌ترین تاثیر را روی مراحل مختلف نمو گیاهان دارد و طبق اصل ثبات حرارتی، هر گیاهی زمانی به مرحله خاصی از نمو خود می‌رسد که مقدار مشخص حرارت از محیط دریافت نماید. بنابر این در هر مرحله متوالی نمو، مقدار معینی گرما لازم است که با توجه به متغیر بودن درجه حرارت و طول روز و عدم تخمین دقیق مراحل فنولوژی گیاه، استفاده از درجه ـ روز رشد (GDD) جهت تعیین دقیق مراحل مختلف فنولوژی گیاه امری ضروریست. درجه ـ روز رشد ابزاری برای پی بردن به مراحل فنولوژی و واحدهای مورد استفاده در اندازه‌گیری تجمع حرارت در طول زمان است که اگر برای گیاهی در یک نقطه روی زمین محاسبه شود قابل تعمیم به سایر نقاط خواهد بود. جمع‌بندی درجه حرارت‌های مثبت یعنی بیش‌تر از آستانه که این آستانه عبارت است از:

1- Effective growing degree days

نقطه صفر فعالیت حیاتی گیاه یا سرحدات بیولوژیکی. این درجه حرارت پایه به وسیله روش‌های آزمایشی تعیین شده است و ممکن است برای محصولات مختلف متفاوت باشد. برای محصولاتی که زود کاشته می‌شوند؛ مثل کلزا، یولاف، گندم، جو و لوبیا از 5 درجه سانتی‌گراد برای پایه استفاده می‌شود که معلوم گردیده در این درجه دما و بالاتر از آن معمولاً رشد محسوس رخ می‌دهد. مجموع درجه حرارت مؤثر بر طبق فرمول زیر محاسبه می شود:

رابطه 1 $$GDD = \sum_{I=1}^{N} \left[\frac{(T_M + T_m)}{2} - T_t \right]$$

GDDتعداد درجه حرارت‌های مؤثر که طی N روز جمع آوری شده است

T_M= درجه حرارت حداکثر

T_m= درجه حرارت کمینه

N= تعداد روزها در یک مدت زمان مشخص

T_t =درجه حرارت پایه.

درجه روز رشد فعال

برای جمع‌بندی درجه حرارت‌های فعال، کلیه مقادیر درجه حرارت‌های روزانه (بدون کسرکردن درجه حرارت پایه) در طی ایام رویش فعال با یکدیگر جمع می‌شوند. در روش درجه حرارت‌های فعال (بزرگ‌تر از صفر درجه سانتی‌گراد) مجموع متوسط درجه حرارت‌های روزانه با مقادیر مثبت به کار رفته است)؛ اما فقط برای روزهایی که درجه حرارت متوسط از آستانه حرارتی در محصولات بیش‌تر می‌شود. بنابراین اگر دمای پایه 5 درجه سانتی‌گراد در نظرگرفته شود،کلیه مقادیر متوسط درجه حرارت در روزهایی که از این سرحد بالاتر می‌باشند؛ جمع خواهد شد. روزهایی که مقادیر حرارتی آن‌ها کم‌تر از این سرحد می‌باشند نباید محاسبه شوند. به عبارت دیگر مقدار واحدهای حرارتی برای یک روز به وسیله کم کردن درجه حرارت پایه صفر فعالیت گیاهی(از متوسط درجه حرارت واقعی) برای آن روز به دست می‌آید. از جمع‌بندی واحدهای حرارتی روزانه، مجموع واحدهای حرارتی برای هر ایام خاصی از زمان کاشت تا بلوغ و رسیدن محصول حاصل می‌شود. برای جمع‌بندی درجه حرارت‌های فعال، کلیه مقادیر درجه حرارت‌های روزانه (بدون کسرکردن درجه حرارت پایه) در طی ایام

Archive of SID

www.SID.ir

رویش فعال با یکدیگر جمع می‌شوند. رابطه محاسباتی بدین ترتیب است:

رابطه 2 $$HU = \sum_{I=1}^{N} \left\lceil \frac{(T_M + T_m)}{2} \right\rceil$$

رابطه 3 $$\frac{(T_M + T_m)}{2} > T_t$$

HU= تعداد درجه حرارت‌های مؤثر که طی N روز جمع آوری شده است

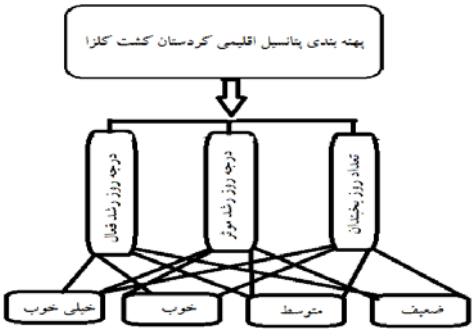
T_M= درجه حرارت حداکثر

T_m = درجه حرارت کمینه

N= تعداد روزها در یک مدت زمان مشخص

فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP[1]

فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چند منظوره است که اولین بار توسط ساعتی[2] در دهه 1970 ابداع گردید. فرایند تحلیل سلسله مراتبی منعکس کننده رفتار طبیعی و تفکر انسانی است. این تکنیک، مسائل پیچیده را بر اساس آثار متقابل آنها مورد بررسی قرار می‌دهد و آن‌ها را به شکلی ساده تبدیل کرده به حل آن می‌پردازد. فرایند تحلیل سلسله مراتبی در هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم‌گیری روبروست می‌تواند استفاده گردد. معیارهای مطرح شده می‌تواند کمی و کیفی باشند. اساس این روش تصمیم‌گیری بر مقایسات زوجی نهفته است. تصمیم‌گیرنده با فرآهم آوردن درخت سلسله مراتبی تصمیم آغاز می‌کند. درخت سلسله مراتب تصمیم، عوامل مورد مقایسه و گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان می‌دهد. سپس یک سری مقایسات زوجی انجام می‌گیرد. این مقایسات وزن هر یک از فاکتورها را در راستای گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان می‌دهد. در نهایت منطق فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به گونه‌ای ماتریس‌های حاصل از مقایسات زوجی را با یکدیگر تلفیق می‌سازد که تصمیم بهینه حاصل آید. ساعتی(بنیان گزار این روش) چهار اصل زیر را به عنوان اصول فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بیان نموده و کلیه محاسبات، قوانین و مقررات را بر این اصول بنا نهاده است. این اصول عبارتند از: شرط معکوسی: اگر ترجیح عنصر A بر عصر B برابر n باشد، ترجیح عنصر B بر عنصر A برابر خواهد بود. اصل همگنی: عنصرA با عنصر B باید همگن و قابل مقایسه باشند. به بیان دیگر برتری عنصر A بر عنصر B نمی‌تواند بی نهایت یا صفر باشد. وابستگی: هر عنصر سلسله مراتبی به عنصر سطح بالاتر خود می‌تواند وابسته باشد و به صورت خطی این وابستگی تا بالاترین سطح می‌تواند ادامه داشته باشد. انتظارات: هرگاه تغییری در ساختمان سلسله مراتبی رخ دهد پروسهٔ ارزیابی باید مجدداً انجام گیرد(19). به طورکلی، ساختار سلسله مراتبی می‌تواند به صورت یکی از موارد زیر مطرح شود(20). ساختار1: هدف، معیار، زیر معیار، گزینه. ساختار 2: هدف، معیار، عامل، زیر عامل، گزینه. در این پژوهش جهت تدوین ساختار سلسله مراتبی پهنه بندی اقلیمی کشت کلزا در استان کردستان از ساختار نخست بهره گرفته شده که شامل سطوح زیر است



شکل2- ساختار سلسله مراتبی پهنه‌بندی کشت کلزا

Figure2. Analytic hierarchy process for canola cultivation regionalization

سنگ بنای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی مقایسه‌های زوجی است. این روش به ما این امکان را می‌دهد که مسایل کیفی را که واحدی برای اندازه گیری آنها وجود ندارد ارزیابی کنیم و بتوانیم آن‌ها را با مسایل کمی مقایسه و ترکیب کنیم. این مقایسات ماتریسی تشکیل می‌دهند که درایه های این ماتریس از مقایسه عنصر هر سطر با عناصر ستون ها بدست می‌آید. مثلا اگر A1با توجه به موضوع مورد بررسی خیلی مهم‌تر از A2 باشد. عدد 5 را در ماتریس قرار می‌دهیم. واضح است که در این صورت درایه a21 و با اهمیت A2نسبت به A1 برابر 1.5 خواهد بود بود. به این خاصیت ماتریس های مقایسه جفتی خاصیت معکوسی یا reciprocal می‌گویند

1- Analytical Hierarchy Process
2- Saaty

Archive of SID

www.SID.ir

رابطه 4

$$\begin{array}{c} \\ A_1 \\ A_2 \\ A_n \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} A1 & A2 & & A3 \end{array} \\ \begin{bmatrix} \frac{W_1}{W_1} & \frac{W_1}{W_2} & \cdots & \frac{W_1}{W_n} \\ \frac{W_2}{W_1} & \frac{W_2}{W_2} & \cdots & \frac{W_2}{W_n} \\ \frac{W_n}{W_1} & \frac{W_n}{W_2} & \cdots & \frac{W_n}{W_n} \end{bmatrix} \end{array}$$

وزن معیارها

با ایجاد سلسله مراتب مناسب و پردازش گام به گام و ساخت ماتریس‌های تطبیقی در سطوح مختلف AHP، بردار ویژه و مقادیر ویژه آن محاسبه می‌شود و با ترکیب بردارها، ضریب وزنی گزینه های مختلف بدست می-آید. در بردار ضرایب وزنی نهایی، اهمیت نسبی هر گزینه با توجه به هدف رأس سلسله مراتب تعیین می‌شود. برای وزن دهی معیارهای در نظر گرفته شده ابتدا جدول مقایسه زوجی را در محیط Expert choice تهیه کرده و نسبت اهمیت و تأثیر اولویت یک معیار سطحی نسبت به یک معیار ستونی در رابطه با درجه سازگاری باکشت کلزا مشخص می-گردد. مقایسهٔ زوجی به صورت ارزش‌گذاری عنصر سطر نسبت به عنصر ستون صورت می‌گیرد و برای ارزش‌گذاری نیز معمولاً از یک مقیاس فاصله ای از 1 تا 9 استفاده می‌شود. هر چه مقدار ارزش داده شده بیش-تر باشد، نشان‌دهندهٔ اهمیت بیش‌تر عنصر سطری نسبت به عنصری ستونی است؛ به طوری که ارزش 9 بیان‌گر کاملاً مهم‌تر و ارزش 1 بیان-گر ارجحیت و اهمیت یکسان است. لازم به ذکر است که ماتریس مقایسهٔ زوجی یک ماتریس معکوس است؛ بدین معنی که اگر ارزش مقایسه‌ای عنصر سطریa نسبت به عنصر ستونیb معادل 9 باشد؛ ارزش مقایسه‌ای عنصر سطریb نسبت به عنصر ستونی a برابر9÷1خواهد بود. در نهایت ماتریس ارزش‌گذاری می‌گردد(11).

جدول 2- ماتریس مقایسه‌ی دو به دویی معیارها

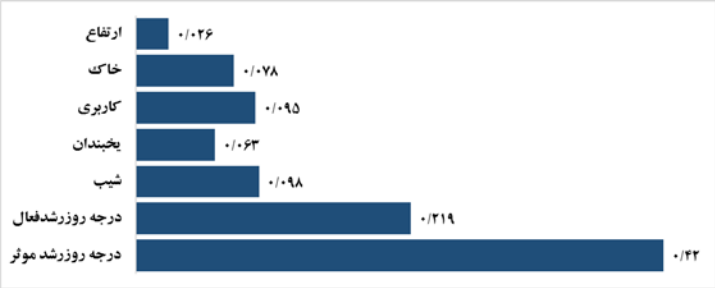
Table 2. Matrix of the criteria binary comparison

معیارها		1	2	3	4	5	6	7
درجه روز رشد موثر	1	1	3	5	7	5	5	8
درجه روز رشد فعال	2	1/3	1	3	4	3	3	7
شیب	3	1/5	1/3	1	3	1	1	4
یخبندان	4	1/7	1/4	1/3	1	1	1	3
کاربری	5	1/5	1/3	1	1	1	2	5
خاک	6	1/5	1/3	1	1	1/2	1	5
ارتفاع	7	1/8	1/7	1/4	1/3	1/3	1/5	1

پس از تهیه این ماتریس برای هر معیار یک وزن خاص حاصل می‌شود. مجموع وزن‌ها برابر یک بوده و معیاری که وزن بیش‌تری داشته باشد؛ اهمیت بیش‌تری در تناسب اقلیمی اراضی با کشت کلزا خواهد داشت. در ادامه، وزن نهایی به دست آمده برای هر یک از معیارها در لایه‌های رستری ضرب شده و نقشه پهنه‌بندی اقلیمی تهیه شده است. در شکل3 درجه روز رشد موثر با وزن0/43دارای بیش‌ترین امتیاز و ارتفاع با وزن 0/026 دارای کم‌ترین تاثیرگذاری می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 3- وزن و ضریب اهمیت هر لایه اقلیمی در پهنه‌بندی کشت کلزا در کردستان

Figure3. Weight and importance coefficient of climatic layers in canola cultivation reginalization in Kordestan

برای بدست آوردن وزن نهایی هر کدام از معیارها، میانگین سطری آن‌ها محاسبه شده؛ سپس جمع هر کدام بر تعداد معیارها تقسیم شده است که در نهایت عدد بدست آمده معرف وزن و تاثیر گذاری هریک از معیارها می‌باشد. در جدول 3 کلاس‌بندی ارزش فازی کاربری اراضی و در جدول 4 ارزش فازی معیار خاک مشاهده می‌شود.

جدول 3- کلاس‌بندی کاربری اراضی استان کردستان

Table 3.Classification of land use in Kordestan province

معیار نوع کاربری اراضی	ارزش فازی
مرتع متوسط در کوهستان‌ها(نسبتا سرد)	0/3
ارزش کشاورزی آبی	1
اراضی کشاورزی دیم به همراه دیم‌زارهای خزری	0/7
مراتع مرغوب و استپی گاه با درخت‌های پراکنده	0/3
دشت‌های شور و تپه‌های شنی و دشت‌های سیلابی	0/2
جنگل بلوط، ارس و گاه پسته و بادام و گز و کهور	0/2

جدول 4- کلاس‌بندی بافت خاک استان کردستان

Table 4.Classification of soil texture in Kordestan province

نوع خاک	ارزش
Inceptisoil	10
Inceptisoil/Entisoil	10
Rock outcrops/ Inceptisoil	6
Rock outcrops/ Entisoil	2
Aridisols	2

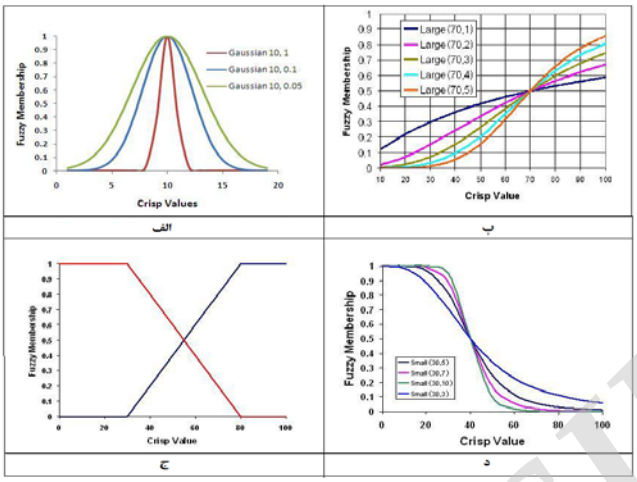
فازی‌سازی

فازی‌سازی لایه‌های اطلاعاتی براساس هدف و درجه اهمیت آن صورت می‌گیرد. فازی‌سازی یعنی لایه‌ها را بر اساس اهمیتی که دارند در محدوده بین صفر تا 255 یا صفر تا یک قرار دادن؛ به این صورت که 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 سامانه اطلاعات جغرافیایی ضرب و سپس با عملیات هم‌پوشانی امتیازهای همه لایه‌های نقشه‌ای با هم جمع شده و نقشهٔ نهایی مجموع امتیازها تهیه گردید. برای فازی‌سازی معیارها، لایه‌ها باید به صورت فرمت رستری باشند. بنابراین لایه‌های پلیگونی شامل کاربری اراضی، مشخصات خاک (واحدهای ارضی) بر اساس حساسیت هر کدام از آن‌ها در برابر کلزا کد گذاری شده و با تحلیل feature to raster به لایه‌های رستری تبدیل شدند. بعضی از لایه‌ها شامل درجه روز رشد موثر و درجه روز رشد فعال و ارتفاع از طریق پهنه‌بندی انجام گرفته است که این لایه‌ها رستری هستند. بعد

Archive of SID

www.SID.ir

از رستری کردن لایه‌ها، با استفاده از توابع شکل(4) در محیط ARC GIS 10/3 هر کدام از لایه‌ها فازی‌سازی شدند. برای لایه کاربری اراضی، خاک، درجه روز رشد موثر و درجه روز رشد فعال از تابع (large)، برای لایه روزهای یخبندان (small) و برای ارتفاع و جهت شیب از تابع گوسی(زنگوله ای)استفاده شده است (شکل 4).



شکل 4- توابعی که برای فازی سازی معیارها استفاده شده است (الف). تابع گوسی(زنگوله ای)(ب:) تابع large (ج). تابع خطی s شکل. (د). تابع small

Figure 4.The functions used for the criteria fuzzification, A: Gaussian function, B: Large function, C: S- Linear function, D: Small function

بعد از فازی‌سازی و اجرای عملگرهای فازی هم‌پوشانی لایه‌ها صورت گرفت و در نهایت نقشه نهایی امکان‌سنجی و پهنه‌بندی کشت کلزا به دست آمد.

یافته‌ها

استان کردستان یکی از مناطق مستعد کشاورزی در بین استان‌های کشور است و مطالعه محصولات زراعی به خصوص دانه های روغنی با توجه به تأثیر آب و هوا و عوامل فیزیکی زمین در منطقه از اهمیت زیادی برخوردار است. مقادیر درجه روز به روش مؤثر و فعال برای استان کردستان نشان می‌دهد که بیش‌ترین میزان درجه روز مؤثر و فعال متعلق به سنندج که به ترتیب3579/2 و2814/5 و کمترین میزان درجه روز مؤثر و فعال مربوط به زرینه که به ترتیب 2319 و1701 است (جدول5).

جدول 5- درجه روز رشد مؤثر و فعال گیاه کلزا در ایستگاه‌های استان کردستان

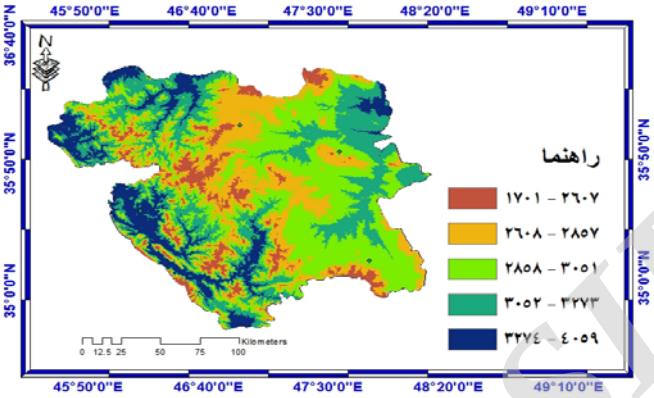
Table 5. effective and active growth degree day of canola in Kordestan stations

ردیف	ایستگاه	ارتفاع	درجه روز رشد فعال	درجه روز رشد موثر
1	سنندج	1373/4	3579/2	2814/5
2	زرینه	2142/6	2319/4	1701/2
3	سقز	1522/8	2979/4	2214/4
4	قروه	1906	3221/3	2457
5	مریوان	1286/8	3294	2529/2
6	بانه	1600	3514/6	2676/0
7	بیجار	1883/4	3167/3	2402/6

Archive of SID

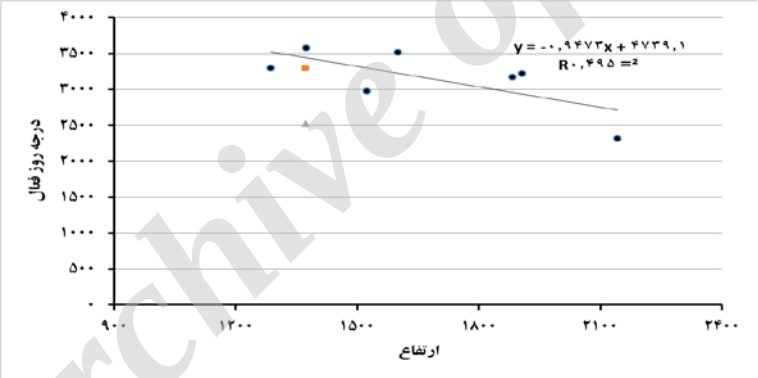
www.SID.ir

جهت ترسیم نقشه درجه روز رشد موثر و درجه روز رشد فعال از ترکیب روش رگرسیون و IDW بهره گرفته شد. بدین ترتیب ابتدا مقدار عناصر را در هریک از ایستگاه‌ها محاسبه و سپس بین نتایج بدست آمده با ارتفاع رابطه‌ی رگرسیونی برقرار گردید. از آن جایی که روش درون‌یابی IDW یک روش دقیق است باعث می‌گردد در نقاط نمونه خطا به صفر برسد و همزمان رابطه نقشه‌های حاصل با ارتفاع حفظ شود. هر چه ارتفاع بیشتر می‌شود به درجه روز رشد موردنیاز کلزا افزوده می‌شود؛ زیرا با افزایش ارتفاع دما کاسته شده و به نیاز حرارتی گیاه افزوده می‌گردد (شکل‌های 5 تا 8).



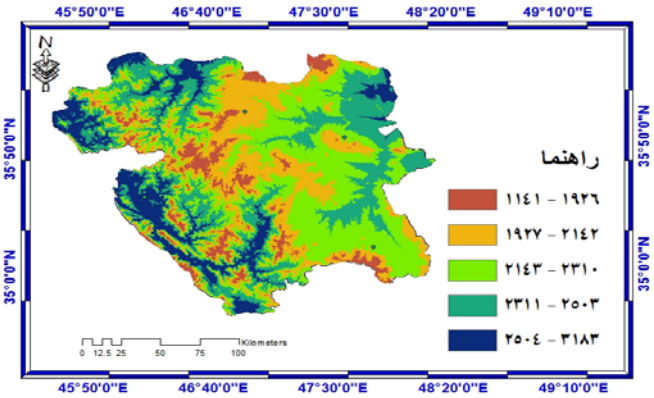
شکل5- پهنه‌بندی درجه روزرشد فعال گیاه کلزا در استان کردستان

Figure 5. Regionalization of canalo active growth degree day in Kordestan province



شکل6- همبستگی درجه روز فعال گیاه کلزا با ارتفاع

Figure 6. Correlation of the active growth degree day of canalo and height

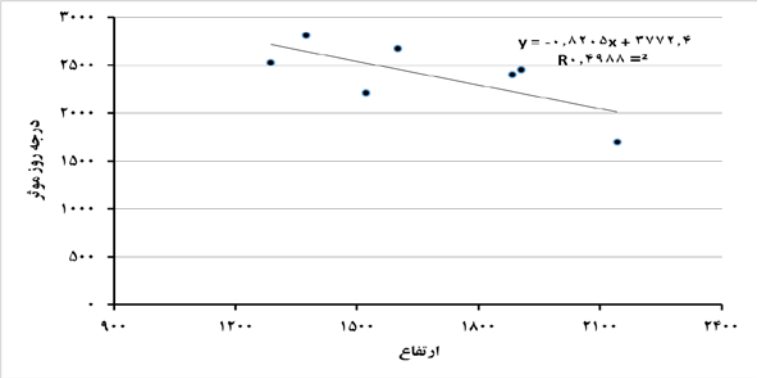


شکل7- نقشه پهنه‌بندی درجه روز رشد موثر گیاه کلزا در استان کردستان

Figure 7. Regionalization of canalo effective growth degree day in Kordestan province

Archive of SID

www.SID.ir



شکل8- همبستگی درجه روز موثر گیاه کلزا با ارتفاع

Figure 8. Correlation of the effective growth degree day of canalo and height

یخبندان

در این پژوهش به طبقه‌بندی یخبندان جهت کشت کلزا پرداخته شد. در پهنه‌بندی تعداد روزهای یخبندان از ایستگاه‌های همجوار استان کردستان نیز جهت دقیق‌تر بودن ارزیابی استفاده گردید(جدول6). در این طبقه‌بندی به استناد نتایج پژوهش‌های پیشین (یزدانی،1391) و یانگ و همکاران ،1999) روزهای کم‌تر از 100برای رشد کلزا عالی و چنان‌چه طول دوره‌ی یخبندان بین 100تا130 بود به عنوان منطقه خوب و در صورتی که طول دوره‌ی یخبندان بیش از 130 روز بود به عنوان ضعیف جهت کشت کلزا در نظر گرفته شد(10 و 21). نتایج حاصل از نقشه میان‌یابی طول دوره یخبندان به روش IDW در منطقه مورد مطالعه بیانگر آن است که حدود71 درصد پهنه مطالعاتی از نظر این شاخص برای کشت کلزا دارای تناسب خوب؛ حدود 21 درصد از پهنه مطالعاتی، عالی و حدود 7 درصد از منطقه در طبقه ضعیف برای کشت کلزا قرار دارد. آن چه مسلم است این است که در شمال استان کردستان تعداد روزهای یخبندان نسبت به دیگر نقاط پهنه مطالعاتی بیش‌تر می‌باشد(شکل‌های 9 و 10).

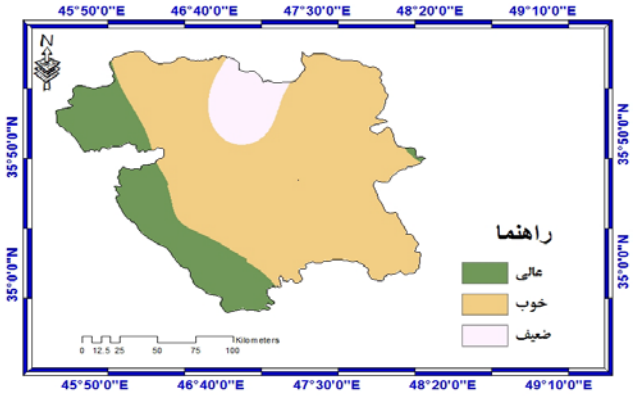
جدول6- ایستگاه‌های استفاده شده جهت پهنه‌ی طول دوره یخبندان

Table 6. Stations used for regionalization of frosty period

ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع	یخبندان
سنندج	47	35/33	1373/4	103/3
زرینه	46/91667	36/06	2142/6	150/3
سقز	46/26667	36/25	1522/8	122/6
قروه	47/8	35/16	1906	103/3
مریوان	46/2	35/51	1286/8	98/3
بانه	45/9	36	1600	71/5
بیجار	47/61667	35/8	1883/4	103/9
سردشت	45/5	36/15	1670	74
تکاب	47/11667	36/3	1765	138/3
روانسر	46/65	34/71	1379/7	71/4
کنگاور	47/98333	34/5	1468	101/9
خرم آباد	48/58333	36/11	1887	48
همدان فرودگاه	48/53333	34/86	1741/5	122/1
همدان نوژه	48/71667	35/2	1679/7	135/6
ماه نشان	36/76667	47/66	1282	74/1

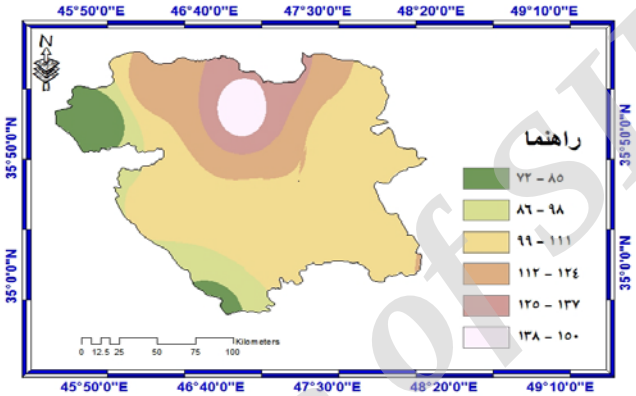
Archive of SID

www.SID.ir



شکل 9- پهنه‌بندی طول دوره یخبندان در استان کردستان

Figure 9. Regionalization of frosty period in Kordestan province



شکل 10- طبقه‌بندی تعداد روز یخبندان در استان کردستان

Figure 10. Classification of frosty days in Kordestan province

مناسب‌ترین مکان برای کشت کلزا در دشت‌های دامنه‌ای و رودخانه‌ای مشخص شده که دارای شیب کم‌تر و خاک عمیق و نفوذپذیر می‌باشند. گیاه کلزا برای رشد و نمو، به زمین‌های هوموسی با مواد غذایی کافی و تأمین آهک نیاز دارد (22). بر همین اساس به تیپ دشت‌های دامنه‌ای، آبرفتی و سیلابی بیش-ترین ارزش عددی داده شد. در عین حال،برای کشت کلزا کاربری اراضی در استان کردستان بررسی گردید. همان‌طور که از جدول6 مشخص است کاربری‌ها در این منطقه به 7 نوع تقسیم می‌شوند که بیش‌ترین میزان درصد مربوط به اراضی کشاورزی دیم می‌باشد (شکل 11). با توجه به تعداد کلاس‌ها وزن‌دهی انجام و وزن‌دهی فازی با استفاده از جداول 3و4 صورت گرفته است.

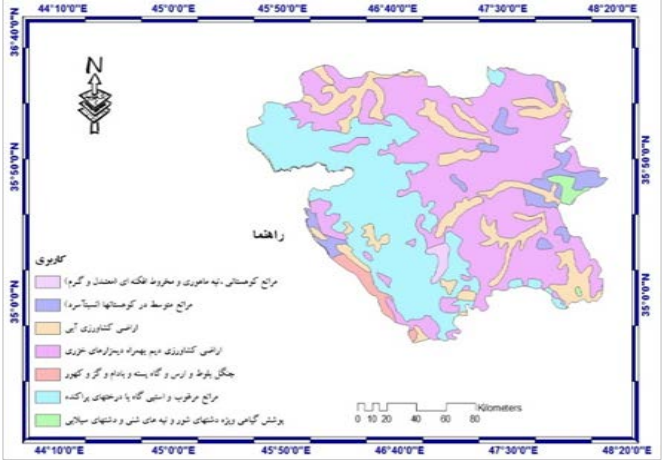
جدول 7-کاربری اراضی استان کردستان و مساحت و درصد آن

Table 7. Land use in Kordestan province(area and percent)

ردیف	معیار نوع کاربری اراضی	مساحت کیلومتر مربع	درصد
1	اراضی کشاورزی دیم به همراه دیم‌زارهای خزری	13428	46
2	مراتع مرغوب و استپی گاه با درخت‌های پراکنده	8985	31
3	ارزش کشاورزی آبی	4239	14
4	پوشش‌گیاهی ویژه دشت‌های شور و تپه‌های شنی و دشت‌های سیلابی	261	0/9
5	مرتع متوسط در کوهستان‌ها(نسبتا سرد)	1350	4/61
6	مراتع کوهستانی، تپه ماهوری و مخروط افکنه ای (معتدل و گرم	2119	0/7
7	جنگل بلوط، ارس وگاه پسته و بادام و گز و کهور	417	1/44

Archive of SID

www.SID.ir



شکل11- کاربری اراضی در استان کردستان

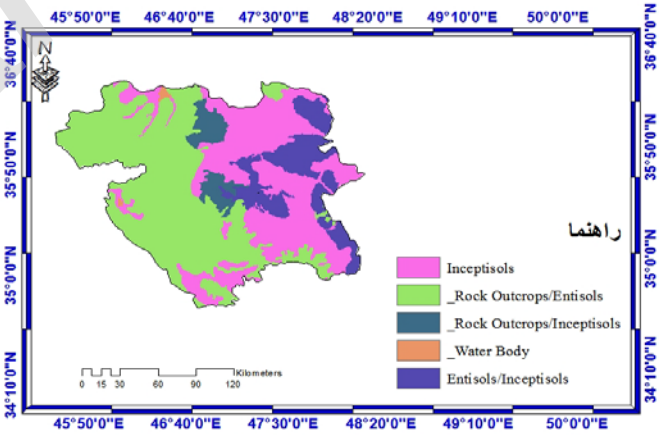
Figure 11. Land use in Kordestan province

در ارتباط با عامل خاک، بیش‌ترین مساحت نوع خاک در استان کردستان مربوط به نوع Rock Outcrops/Entisols با مقدار 13875 کیلومتر مربع می‌باشد. در کشت کلزا بیش‌ترین مقدار وزن-دهی فازی مربوط به نوع خاک Inceptisols و Rock Outcrops/Entisols می‌باشد. کم‌ترین مقدار خاک مربوط به باتلاقی بوده که مقدار آن ناچیز می‌باشد. بنابر این دو نوع خاک در این استان نسبت به دیگر خاک‌ها برای کشت کلزا بسیار مناسب می-باشند که در جدول(8) دارای بیش‌ترین مساحت می‌باشد؛ لذا از پهنه‌ی این خاک‌ها هم می‌توان به مناسب بودن آن برای کشت کلزا پی برد.

جدول8- نوع خاک اراضی استان کردستان

Table 8. Soil type in Kordestan province

ردیف	نوع خاک	مساحت کیلومتر مربع	درصد
1	Inceptisols (اینسپتی سول)	9872	34
2	Rock Outcrops/Entisols (انتی سول)	13875	47
3	Rock Outcrops/Inceptisols	1404	4
4	Water Body(باتلاقی)	93	0/32
5	Entisols/Inceptisols	3759	12/96



شکل12- نوع خاک اراضی استان کردستان

Figure 12. Soil type in Kordestan province

پهنه‌بندی اقلیمی کشت کلزا با مدل فازی و AHP

Archive of SID

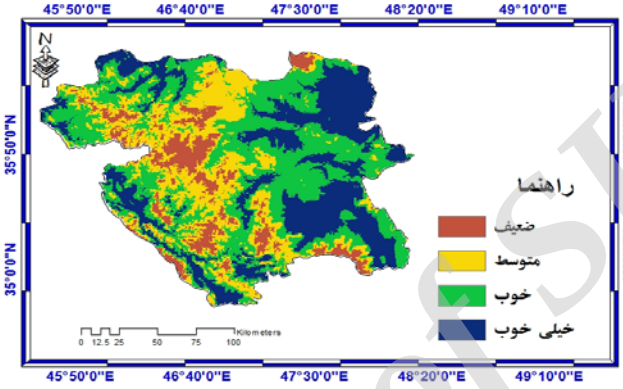
www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir

در راستای پهنه‌بندی اقلیمی کشت دانه روغنی کلزا در استان کردستان، پارامترهای اقلیمی که تولید کلزا را در این استان تحت تأثیر قرار می‌دهد

و بیش‌ترین تأثیر را در عملکرد و رشد کلزا دارد مورد توجه قرار گرفت. ابتدا لایه‌های مربوط به طبقات تعداد روز یخبندان، نوع کاربری، نوع خاک، درجه روز رشد موثر و فعال، ارتفاع و نیازهای حرارتی گیاه با توجه به تأثیر هر معیار و میزان اهمیتی که دارد طبقه بندی و سپس نقشه تلفیقی فازی شده با کمک مدلAHP به دست آمد. نتایج این پژوهش آشکار ساخت که قابلیت‌های منطقه مطالعاتی برای کشت کلزا به چهار پهنه خیلی خوب، خوب، متوسط و ضعیف تقسیم می‌شود. در استان کردستان مناطق شمال شرقی و جنوب‌شرقی مناسب‌ترین مناطق برای کشت دانه روغنی کلزا از لحاظ پارامترهای اقلیمی و فیزیولوژی می‌باشد. هر چه قدر از سمت شرق به سمت غرب پیش رویم از میزان استعداد مناطق جهت کشت کلزا کاسته می شود. با بررسی نقشه ترسیم شده می-توان به نقش عوامل تاثیرگذار مورد مطالعه در این زمینه پی برد.



شکل 13- پهنه‌بندی تناسب اراضی استان کردستان جهت کشت کلزا با مدل فازی وAHP

Figure13. Land Suitability regionalization for canola cultivation using Fuzzy and AHP model in Kordestan

در مجموع، همان‌طور که شکل 10 نشان می‌دهد نواحی شمالی استان دارای تعداد روزهای یخبندان به طور متوسط 138-150می‌باشد. بنابر این نواحی شمال استان کردستان به دلیل وجود یخبندان زیاد و همچنین دمای بحرانی برای کشت کلزا مناسب نمی‌باشد. در عین حال، نواحی شرقی استان و بخشی از نواحی غربی و جنوبی وجنوب شرق استان به دلیل داشتن دشت‌های حاصل‌خیز، برای کشت کلزا مناسب تشخیص داده شدند. در این رابطه مناطق بیجار، دیواندره، دهگلان، قروه جهت کشت کلزا بسیار مناسب هستند. به طور کلی براساس نتایج بدست آمده می‌توان چهار طبقه برای مناطق مستعد کشت کلزا در استان کردستان مشخص نمود:

طبقه کشت کلزا با درجه بسیار خوب: این طبقه که منطبق بر پهنه‌های شمال شرقی و جنوب شرقی و مقادیر ناچیزی هم در اطراف کوه‌های غربی استان است؛ 28 درصد از اراضی منطقه مورد مطالعه (7940/8کیلومتر مربع) را در بر می گیرد.

طبقه کشت کلزا با درجه خوب: این طبقه که بیش‌تر در نیمه شرقی استان مشاهده می‌شود؛ 38درصد از اراضی استان (10905/3 کیلومتر مربع)را شامل می شود.

طبقه کشت کلزا با درجه متوسط:24 درصد از اراضی استان (6824کیلومتر مربع) جزء این محدوده قرار می‌گیرد. این محدوده بیش‌تر در مناطق کوهپایه‌ای منطقه مطالعاتی قرار دارد

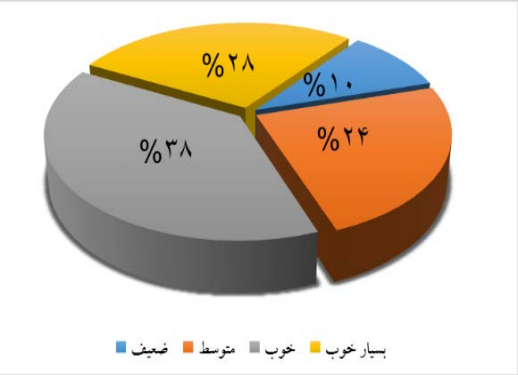
طبقه کشت کلزا با درجه ضعیف: این پهنه که منطبق بر مناطق کوهستانی و مرتفع است؛ 10درصد از اراضی استان (2829/3 کیلومتر مربع) را در بر می‌گیرد (شکل‌های 14 و 15).

Archive of SID

www.SID.ir

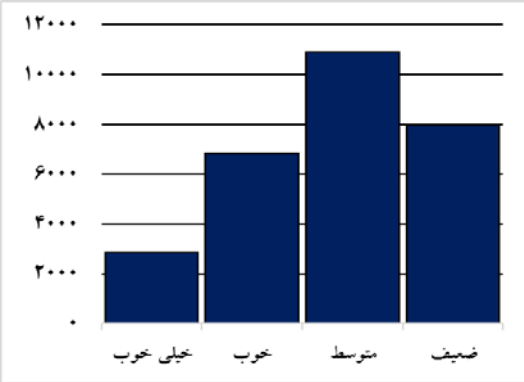
Archive of SID

www.SID.ir



شکل 14- میزان درصد پهنه‌ها جهت کشت کلزا

Fig.14. Regions percent for canola cultivation



شکل 15- میزان مساحت به کیلومتر مربع پهنه‌ها جهت کشت کلزا

Fig.15. Regions area(km2) for canola cultivation

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش بررسی مقادیر درجه روز به روش مؤثر و فعال جهت تعیین مراحل مختلف فنولوژی کشت گیاه کلزا در استان کردستان آشکار ساخت که بیش‌ترین میزان درجه روز مؤثر و فعال متعلق به ایستگاه سنندج (به ترتیب3579/2 و 2814/5) و کمترین میزان درجه روز مؤثر و فعال مربوط به ایستگاه زرینه (به ترتیب 2319 و1701) است. در عین حال، بررسی همبستگی درجه روز فعال گیاه کلزا با ارتفاع و همبستگی درجه روز موثر گیاه کلزا با ارتفاع نشان داد که با افزایش ارتفاع به درجه روز رشد موردنیاز کلزا افزوده می‌شود؛ زیرا با افزایش ارتفاع، دما کاهش یافته و به نیاز حرارتی گیاه افزوده می‌گردد. نتایج حاصل از نقشه میان‌یابی طول دوره یخبندان به روش IDW در منطقه مورد مطالعه نیز نشان داد که حدود71 درصد پهنه مطالعاتی برای کشت کلزا دارای تناسب خوب؛ حدود 21 درصد از پهنه مطالعاتی، عالی و حدود 7 درصد از منطقه در طبقه ضعیف برای کشت کلزا قرار دارد. در ارتباط با عامل خاک در این استان دو نوع خاک Rock Outcrops/Entisols و Inceptisols که دارای بیش‌ترین مساحت هستند؛ در مقایسه با دیگر خاک‌ها برای کشت کلزا بسیار مناسب می‌باشند. در مجموع، نتایج این پژوهش آشکار ساخت که قابلیت‌های منطقه مطالعاتی برای کشت کلزا به چهار پهنه خیلی خوب (منطبق بر پهنه‌های شمال شرقی و جنوب شرقی و مقادیر ناچیزی هم در اطراف کوه‌های غربی استان)، خوب (بیش‌تر در نیمه شرقی استان)، متوسط (بیش‌تر در مناطق کوهپایه‌ای) و ضعیف(منطبق بر مناطق کوهستانی و مرتفع) تقسیم می‌شود. بدین ترتیب، در استان کردستان مناطق شمال‌شرقی و جنوب شرقی مناسب ترین مناطق برای کشت دانه روغنی کلزا می‌باشد و با پیش‌روی از شرق به سوی غرب از میزان استعداد مناطق جهت کشت کلزا کاسته می‌شود. نواحی شمال استان کردستان به دلیل وجود یخبندان زیاد و همچنین دمای بحرانی برای کشت کلزا مناسب نمی‌باشد. در عین حال، نواحی شرقی استان و بخشی از نواحی غربی و جنوبی و جنوب شرق استان به دلیل داشتن دشت‌های حاصل‌خیز برای کشت کلزا مناسب تشخیص داده شدند. همچنین، مناطق بیجار، دیواندره، دهگلان، قروه جهت کشت کلزا بسیار مناسب می‌باشند.

Reference

1. Khorshiddoust, A.M., Hosseini, S. A., Mohammadpour, K., 2011. Suitable site selection for Conola cultivation in Kurdestan province using geographical information system(GIS). Journal of Water and Soil Science, 21(3), 37- 48. (In Persian)
2. Johnson, B. L., Mckay, K. R., Schneiter, A. A., Hanson, B. K., Schatz, B. G., 1995. Influence of planting date on Canola and crambe production. Journal of prodaction Agriculture, 8,594-599

Archive of SID

www.SID.ir

3. Song, M., Copeland, L. O., Song, M. T., 1995. Effect of planting date on freezing tolerance and winter survival of Canola (Brassica napus L.). Korean Journal of Crop Science, 40,150-156.
4. Mckay, K. R., Schneiter, A. A., Johnson, B. L., Hanson, B. K. , Sxhatz, B. G., 1992. Influence of planting date on Canola and crambe production, North Dakota Farm Research, 49, 23-26.
5. Kutcher, H.R., Warland, J.S., Brandt, S.A., 2010. Temperature and precipitation effects on Canola yields in Saskatchewan, Canada, Agric. Forest Meteorol, 150 (2), 161–165.
6. Grassano, N., Tedone, L., Verdini, L., De Mastro, G., 2011. Evaluation of rapeseed cultivation suitability in Apulia with GISmulticriteria analysis. Ital. J. Agronomy 6 (2), 101–105.
7. Kamkar, B., Dorri, M. A., da Silva, J. A. T. ,2014. Assessment of land suitability and the possibility and performance of a Canola (Brassica napus L.)–soybean (Glycine max L.) rotation in four basins of Golestan province, Iran, The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, 17(1), 95-104.
8. MacWilliam, S., Sanscartier, D., Lemke, R., Wismer, M., Baron, V. ,2016. Environmental benefits of Canola production in 2010 compared to 1990: A life cycle perspective, Agricultural Systems, 145, 106-115.
9. Rooshanali, M., Marsousi, N., Zakeri, M., 2012. Land suitability evaluation Mazandaran province model based on elements of the climate for the cultivation of Rapeseed using TOPSIS model. Biannual Journal of Urban Ecology Researches, 3(6), 67-80. (In Persian)
10. Yazdani, F., Akbari, G.A., Mimbashi moeni, M., Allahdadi, E., 2013. Assessment of crop land in Tehran and Alborz provinces for rapeseed cultivation using Geographic Information System (GIS). Journal of Agroecology, 1, 27-41. (In Persian)
11. Mikaniki, J., Ashrafi, A., Sadeghi, H., 2013. Feasibility study of Rapeseed cultivation in Izeh county by using geographical information system(GIS). Journal Management System, 8, 101-114. (In Persian)
12. Omidvar, K., Mazidi, A., Doostmoradi, S., 2014. Climatic feasibility of Rapeseed cultivation in Kermanshah province. Geography and Development Iranian Journal, 35, 97-116. (In Persian)
13. Najafi, M.S, Rasouli, A.K, Ashournejad, G., Azarm, K., 2014. Implementing of land suitability assessment models for Canola cultivation using Fuzzy inference system (case Study: west Azerbaijan province). Journal of Arid Regions Geographics Studies, 15. 113-130. (In Persian)
14. Saeidabadi, R., Najafi, M.S., Abkharabat, S., 2016. Land suitability assessment in climate change condition, Case study: Canola cultivation in west Azerbaijan providence. Physical Geography Research Quarterly, 47(4), 563-582. (In Persian)
15. Khorshiddoust, A. M., Sobhani, B., Azarm, K., Amini, J., 2015. Evaluation of environmental capability of west Azerbaijan province in Canola cultivation based on AHP and TOPSIS methods. Journal of Geography and Planning, 19(52), 141-161. (in Persian)

Archive of SID

www.SID.ir

16. J Khoshhal Dastjerdi; Baratian, A., 2010. Thermal requirements estimation of the phenological stages of autumn Colza SLM046, Okapi in Iranian cold climatic conditions (Case study: ShahreKord). Physical Geography Research Quarterly, 70, 35-44. (in Persian)
17. Kimber, D., Mc Gregor, D.I., 1999, Brassica Oilseed: Production and Utilization.
18. Ghodsipour, S.H., 2002. Analytical Hierarchy Process. Amirkabir University Technology Publication, Third edition. (In Persian)
19. Bowen, W.M.,1990. Subjective judgments and data environment analysis in site selection، Computer، By: Azizi, M., Soltani, A., Khavari khorasani, S., Press, Mashad, Iran, PP 230.
20. Young,J. A, Christensen, B.M., Schaad, M.S., Herdeudrof, M.E., vance, G.F. , Munn, L.C. ,1999. A Geographical information system to identifier for alternative crops in northwestern Wyoming. Reprinted form: perspective on new crops and new use, J. Janick (eds) ASHS Press, Alenandvia, VA.
21. Hejazi, A., 2000. Canola Agriculture, Planting and harvesting, Rozaneh Publication, Second edition. Tehran. (In Persian)

Archive of SID

www.SID.ir