نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار/ جلد ۳۰ شماره ۱ / بهار ۱۳۹۹

پهنه بندی توان اکولوژیک کشاورزی در شمال ومرکز استان سیستان وبلوچستان جهت کشت کلزا با سامانه *GIS*

ابراهیم مرادی[۱]، حمیدرضا مبصر[۲*]، احمد مهربان[۲]، حمید رضا گنجعلی[۲]

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۱/۱۷

۱- دانشجوی دکتری تخصصی رشته زراعت، گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان، ایران
۲- عضو هیات علمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان، ایران
*مسئول مکاتبه: Email:ha100rz@yahoo.com

چکیده

کلزا یکی از مهمترین دانه های روغنی در دنیا و ایران بوده و در استان سیستان و بلوچستان نیز یکی از محصولات مهم روغنی تلقی می شود. تعیین مناطق مناسب با در نظر گرفتن نیاز های محیطی، بهترین روش درتولید بهینه و کاهش اثرات منفی مدیریت منابع آبی و حفظ منابع طبیعی محسوب می شود. همچنین باتوجه به نوسان های مختلف در تولید این گیاه در سال های مختلف، شناسایی مناطق مستعد و غیر مستعد بر اساس شناخت مزیت ها و محدودیت های محیطی کشت آنها می تواند کمک شایانی به پایداری میزان تولید کلزا در استان داشته باشد. در این پژوهش با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) لایه های اطلاعاتی مورد نیاز شامل دمای مطلوب، دمای کمینه، دمای بیشینه، بارش، شیب، ارتفاع از سطح دریا، ماده آلی، شوری خاک، بافت خاک،pH و میزان عناصر غذایی در خاک شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، آهن و روی در محیط ArcMap تهیه گردید. بعد از تهیه این لایه ها، کار طبقه بندی و رتبه بندی هر لایه براساس روش محدودیت ساده و جدول نیازهای محیطی کلزا در چهار طبقه بسیار مناسب(بسیار مستعد)مناسب (مستعد) متوسط، نامناسب (غیر مستعد)صورت گرفت. در این پژوهش با هدف بهره گیری از توابع تحلیل های مکانی همراه با فرایند سلسله مراتبی (AHP)جهت شناسایی مناطق مناسب کشت کلزا در شمال و مرکز استان انجام شد و نتایج حاصل نشان داد که مناطق مناسب بیشتر در نواحی کوهستانی و مشرف به دشت های منطقه نیمروز و زاهدان می باشد.

واژه‌های کلیدی: پهنه بندی ، توان اکولوژیک، سامانه GIS، کلزا، مدیریت منابع

Zoning of Ecological Power of Agriculture in Northern and Central of Sistan and Baluchestan Province for Canola Production with GIS system

Ebrahim Moradi [1], Hamid Reza Mobsser[2*], Ahmad Mehraban[2], Hamid Reza Ganjali[2]

Received: January 9, 2019 Accepted: February 6, 2020
1-PhD Student of Agriculture, Dept. of Agriculture, Islamic Azad University, Zahedan Branch, Iran.
2-Faculty Member of Islamic Azad University, Zahedan Branch, Iran.
*Corresponding Author Email: ha100rz@yahoo.com

Abstract

Rapeseed is one of the most important oilseeds In the world and Iran. Considering the strategic importance of rapeseed, especially in Sistan and Baluchestan province, determining the appropriate areas according to the environmental needs, optimal production and reducing the negative effects of water resources management and conservation of natural resources is needed. Also, due to different fluctuations in production of canola in different years, identification of susceptible and non-susceptible areas based on the recognition of their environmental advantages and restrictions can greatly help the stability of the production in the province. In this research, using the GIS, the required information layers including optimal temperature, minimum temperature, maximum temperature, precipitation, slope, altitude, organic matter, soil salinity, soil texture, pH and nutrient content as nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, iron, and zinc in an ArcMap environment were produced. After preparing these layers, the classifying and ranking each layer was carried out based on a simple constraint and the environmental requirements table of rapeseed in four reasonable (very prestigious) moderate, inappropriate (non-susceptible) categories. In this study, the aim of using the spatial analysis functions along with the hierarchical process (AHP) was to identify suitable areas for rapeseed cultivation in the north and center of the province. The results of this study showed that the suitable zone is located more in mountainous and Overlooking the plains of Nimroz and Zahedan.

Keywords : Ecological Power, Rapeseed, System (GIS), Sistan and Baluchestan, Zoning

مقدمه

کلزا با نام علمی*Brassica .napus* گیاهی ازخانواده چلیپاییان (*cruciferea*) می باشد. زراعت این گیاه با دو هدف افزایش تولید روغن خوراکی و بهبود وضعیت گندم با قرار گرفتن آن در تناوب زراعی درحال گسترش می باشد (دهشیری ۱۹۹۹). کلزا یکی از مهمترین گیاهان روغنی جهان است که کشت آن به ویژه در مناطق معتدله رو به افزایش است و نقش قابل توجهی در تأمین روغن های خوراکی انسان دارد. کلزا با ٤٠ تا ٤٤ درصد گیاه روغنی جدیدی است که در اغلب سیستم های کشاورزی دنیا کشت می شود. گیاهی مناسب برای تناوب با غلات و تولید در مناطق خشک و شور است و بعنوان سومین منبع مهم تامین روغن خوراکی، بعد از سویا و نخل روغنی قرار گرفته است(کاظمی و احمدی ۲۰۰٤).

فائو(۲۰۱۷) بر اساس آمار جهانی، نشان می دهد که کشور کانادا با تولید ۱۸ میلیون و ٤۲۳ هزار تن کلزا اولین کشور بزرگ تولید کننده این محصول در جهان می‌باشد. ویژگی های گیاه کلزا و سازگاری آن با شرایط آب و هوایی ایران ، اهمیت این محصول را بیشتر کرده و به عنوان نقطه امیدی در تامین روغن خوراکی مورد نیاز کشور قرار گرفت(جدول۱).

جدول ۱- آمار سطح زیر کشت و میزان تولید کلزا در سال زراعی۹۳-۹۲ درکل کشور و استانهای مهم از جمله سیستان و بلوچستان(ماخذ:آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی)

استان نام	سطح زیر کشت (ha)			تولید (t)			عملکرد($kg.ha^{-1}$)	
	آبی	دیم	جمع	آبی	دیم	جمع	آبی	دیم
کل کشور	٥۲۲۹۲,۷	۲۹٤۸۹,۳	۸۱۷۸۲	۱۰۱٥۳۷,٥۹	٤٤٤٤۰,٦	۱٤٥۹۷۸,۱۹	۱۹٤۱,۷۲	۱٥۰۷,۰۱
خوزستان	۱۰۰۹٦,۸	٥۷۹٤,۹	۱٥۸۹۱,۷	۱۹٦۷۰,۱۱	٥۳۸٦,۲۱	۲٥۰٥٦,۳۲	۱۹٤۸,۱٥	۹۲۹,٤۷
سیستان وبلوچستان	۱۰۳۱,۷	۰	۱۰۳۱,۷	۱٦٥٤,٤۲	۰	۱٦٥٤,٤۲	۱٦۰۳,٥۸	۰
گلستان	۷٦٦۹,٤	۱٤۱۹۷	۲۱۸٦٦,٤	۲۱۰۸٥,۰۷	۲٤٤۷٤,۹۱	٤٥٥٥۹,۹۸	۲۷٤۹,۲٥	۱۷۲۳,۹٥
لرستان	۲۲۲۸,٤	۱۸,۱	۲۲٤٦,٥	۳٦٦۱,۲	۱۸,۱٤	۳٦۷۹,۱٦	۱٦٤۲,۸۹	۱۰۰۲,۳۸
مازندران	۱٦٥۰,۹	٦۹۷۳,٥	۸٦۲٤,٤	۲۳۷۹,۹٥	۱٤۰۳۰,٤۹	۱٦٤۱۰,٤٤	۱٤٤۱,٦۱	۲۰۱۱,۹۷
همدان	۲٦۱٦,۳	۰	۲٦۱٦,۳	٦۸۰۱,٥۹	۰	٦۸۰۱,٥۹	۲٥۹۹,۷	۰

کاظمی و همکاران، (۲۰۱۳) در پهنه بندی زراعی-بوم شناختی اراضی استان گلستان جهت کشت سویا با استفاده ازسامانه اطلاعات جغرافیایی(GIS) ، گزارش نمودند که میزان بارش، پتانسیل منابع آبی پایین، شوری و کمبود برخی عناصر غذایی از عوامل محدود کننده کشت این گیاه در استان گلستان محسوب می شود. پهنه بندی زراعی- بوم شناختی اراضی کشاورزی استان گلستان جهت کشت سویا با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی پرداختند. نتایج آن ها نشان داد که به ترتیب ۲۷/٥۹ و ۲۷/۳٥درصد زمینهای زراعی استان گلستان جهت کشت سویا در پهنه های بسیار مستعد و مستعد قرار دارند.(کاظمی و همکاران ۲۰۱۳). باتوجه به نوسان های مختلف در تولید این محصول در سال های مختلف، شناسایی مناطق مستعد و غیر مستعد بر اساس شناخت مزیت ها و محدودیت های محیطی کشت این محصولات می تواند کمک شایانی به پایداری میزان تولید کلزا وکنجد در استان سیستان و بلوچستان داشته باشد. با وجود قابلیت بالای فن آوری *GIS*در تحلیل داده ها، از قابلیت های توابع تحلیلی در مطالعات امکان سنجی کشت محصولات زراعی، در سطح استان سیستان وبلوچستان بهره کافی برده نشده است. این مطالعه درنظر دارد بستری علمی جهت توسعه کشاورزی با کمک روشهای نوین متکی برتکنولوژی را معرفی نماید. بدیهی است نقش بی بدیل تکنولوژی می تواند راه گشاه برخی از مشکلات حاکم برکشاورزی باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

سیستان و بلوچستان در جنوب شرق ایران با وسعتی حدود ۱۸۷٥۷۸ کیلومترمربع، معادل ۱۱/٤ درصد از کل مساحت کشور را تشکیل داده و پهناورترین استان کشور می‌باشد. این استان از نظر عرض جغرافیایی از ۲٥ درجه و ۳ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی از خط استوا را به خود اختصاص داده و به لحاظ طول جغرافیایی بین ٥۸ درجه و ٥۰ دقیقه تا ٦۳ درجه و ۲۱

دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار مبدأ قرار گرفته است. این استان در شمال به استان خراسان جنوبی و کشور افغانستان، در شرق با مرز خاکی حدود ۱۲۶۰ کیلومتری به کشورهای پاکستان و افغانستان، در جنوب با مرز آبی ۳۰۰ کیلومتری به آبهای آزاد دریای عمان و بالاخره در مغرب به استانهای کرمان و هرمزگان محدود می‌شود. بطور کلی این استان به لحاظ طبیعی به دو ناحیهٔ جغرافیایی سیستان در شمال و بلوچستان در جنوب قابل تفکیک است(استانداری سیستان و بلوچستان ۲۰۱۹). منطقه مطالعاتی این پژوهش، شامل اراضی کشاورزی شمال و مرکز استان (زابل ، هیرمند، هامون، زهک، نیمروز و زاهدان)میباشد. برای تفکیک محدوده کشاورزی و تهیه نقشه محدوده کاری، از لایه کاربری اراضی استان استفاده شد. ابتدا محدوده کشاورزی استان شامل اراضی باغی و زراعی از سایر کاربری ها جدا شد. برای تکمیل تغیرات احتمالی از تصاویر تی ام مربوطه استفاده گردید و نقشه محدوده کشاورزی به هنگام سازی گردید.

الف- روش تجزیه و تحلیل اطلاعات: نحوه استعداسنجی اراضی کشاورزی جهت کشت کلزا

برای مکانیابی مناطق مستعد کشت کلزا جهت انطباق نیازمندیهای محیطی گیاه زراعی باخصوصیات اراضی، براساس روش محدودیت ساده عمل شد. برای این کار ابتدا نیازهای بوم شناختی و زراعی گیاه زراعی کلزا با استفاده از منابع موجود تعیین و درجه بندی می گردد. سپس براساس متغیرهای دمای مطلوب، دمای کمینه، دمای بیشینه، بارش، شیب، ارتفاع از سطح دریا، جهات شیب، ماده آلی، شوری خاک، بافت خاک و ،pHمیزان عناصر غذایی در خاک شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، آهن و روی. لایه های اطلاعاتی مورد نیاز در محیط ArcMap تهیه گردید و بعد از تهیه این لایه ها، کار طبقه بندی و رتبه بندی هر لایه براساس روش محدودیت ساده و جدول نیازهای محیطی کلزا در چهار طبقه بسیار مناسب(بسیار مستعد)مناسب (مستعد) متوسط، نامناسب (غیر مستعد)صورت گرفت. مبنای این درجه بندی بر اساس روش پیشنهادی سایس و همکاران (۱۹۹۱)می باشد. با توجه به اینکه عوامل محیطی جهت تعیین تناسب اراضی فراوان بوده و نیز دارای اهمیت یکسانی نمی باشند، بنابراین برای ارزیابی دقیق تر و تصمیم گیری، لازم است تا اهمیت نسبی هر عامل مشخص گردد. در این پژوهش جهت تعیین اهمیت و ارزش متغیرها از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)استفاده شده است. این کار از طریق طراحی پرسشنامه های AHP و تکمیل آن توسط متخصصان زراعت صورت پذیرفت. پس از استخراج اوزان از پرسشنامه ها و تهیه لایه های رستری طبقه بندی شده، این لایه های اطلاعاتی در محیط GIS فراخوانی شدند. تلفیق و روی هم گذاری لایه ها با اختصاص وزن AHP مختص به هرلایه انجام شد(هم پوشانی وزنی). در انتها کار استعداد سنجی منطقه جهت تولید کلزا براساس جدول۲ صورت گرفت. نقشه های خروجی در چهار پهنه، چگونگی انطباق نیازهای گیاه زراعی کلزا با شرایط محیطی را نشان داد.

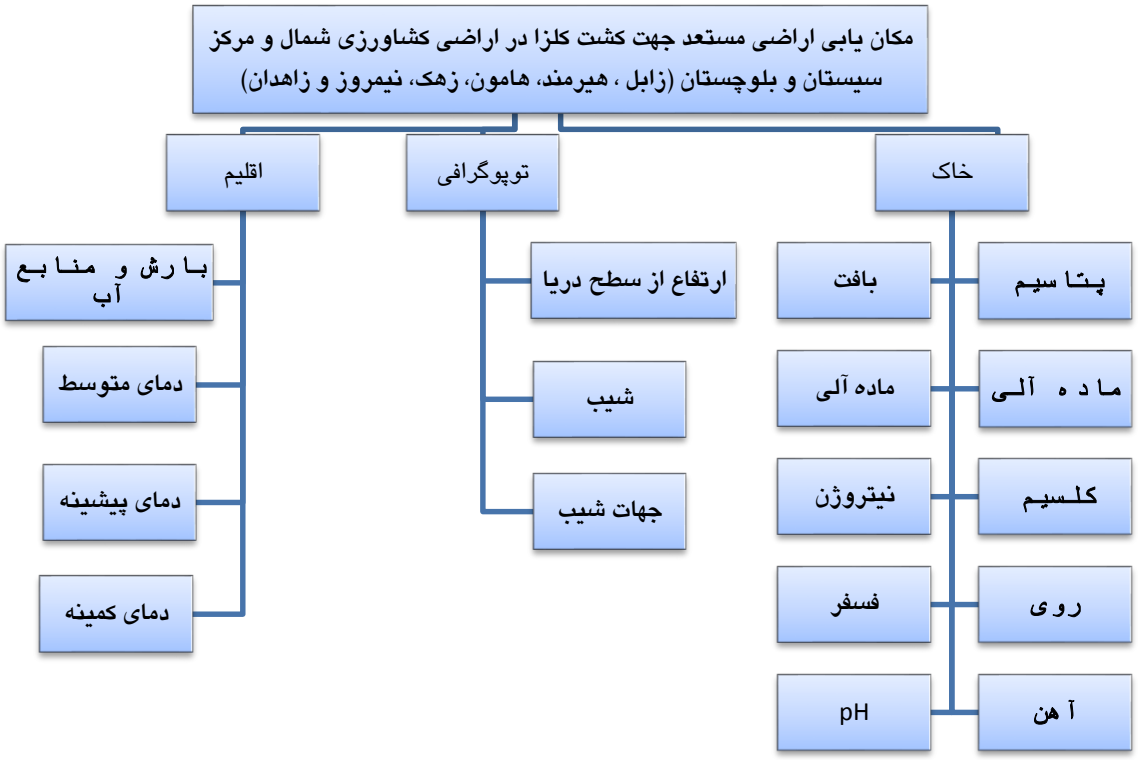
جدول۲-شاخص های مورد نیاز جهت پهنه بندی اراضی

پهنه	وضعیت تولید
بسیار مستعد(خیلی مناسب)	۸۰-۱۰۰درصد پتانسیل تولید آن محصول در این پهنه وجود دارد
مستعد(نسبتا" مناسب)	۶۰-۸۰ درصد پتانسیل تولید آن محصول در این پهنه وجود دارد
نیمه مستعد(ضعیف)	۴۰-۶۰ درصد پتانسیل تولید آن محصول در این پهنه وجود دارد
غیر مستعد(نامناسب)	۴۰> درصد پتانسیل تولید آن محصول در این پهنه وجود دارد

(مهربان و همکاران. ۲۰۰۵: غفاری و همکاران، ۲۰۰۰)

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP): به منظور وزن دهی به معیارها با روش AHP، ابتدا مساله تصمیم گیری که همان یافتن نواحی مستعد کشت گیاه کلزا می باشد، بصورت درخت سلسله مراتبی که شامل عناصر تصمیم گیری است، تجزیه شد(شکل۱).در سطح اول هدف اصلی، در سطح دوم معیارهای اصلی موثر در کشت محصول(توپوگرافی، منابع خاک، اقلیم)در سطح سوم زیرشاخه هایا زیر معیارهای هرکدام از عوامل سطح دوم دسته بندی شدند.

نقشه های اقلیمی: استفاده از نقشه های دما و بارش محدوده مورد مطالعه، از داده های اقلیمی ۱۵ساله آماری ایستگاههای بارانسنجی، اقلیم شناسی و همدیدی مستقر در شمال و مرکز استان(زابل ، هیرمند، هامون، زهک، نیمروز و زاهدان).با توجه به عوامل محدویت طبق جدول۳ لایه های عوامل اقلیمی تعیین شد.



شکل۱-درخت سلسله مراتبی عوامل موثر برکشت کلزا در اراضی کشاورزی شمال و مرکز سیستان و بلوچستان تهیه نقشه ها و لایه های اطلاعات محیطی

جدول ۳- متغییرهای محدودیت عوامل اقلیمی بر اساس روش ساس و همکاران (۱۹۹۱).

	دما(درجه سانتی گراد)	بارش

نام گیاه		ارتفاع ازسطح دریا(m)	حداکثر	میانگین (اپتیمم) دمای مطلوب	حداقل	دمای پایه یا صفر گیاهی یا صفر بیولوژیکی	(mm)	مجموعه دمایی (GDD)	دوره رشد (day)	رطوبت (دور آبیاری)
کلزا	٪۳	۹۰۰-۸۰۰	۳۵	۳۰-۲۵	۷	۵	۵۰۰- ٤۰۰	۱۵۱۰	۱۸۰-۹۰	۷-۵

نقشه های خاک: به منظـور تهیـه نقشه های رقومی بافت، شوری، ،pHماده آلی و نیز عناصرغذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، آهن و روی، برای منطقه مورد مطالعه، اطلاعات و داده های خاک ازاراضی کشاورزی شمال و مرکز استان(زابل ، هیرمند، هامون، زهک، نیمروز و زاهدان).از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان بخش خاک و آب دریافت نموده و برای تهیه نقشه خصوصیات خاک از روشهای مختلف درونیابی و زمین آماری کمک گرفته شد و براساس جدول ٤ متغییرهای محدودیت خاک و عناصر غذایی لایه ها بوجود آمد.

جدول ۴- متغییرهای محدودیت خاک و عناصر غذایی بر اساس روش ساس و همکاران (۱۹۹۱)

نام گیاه	بافت	شوری $dS.m^{-1}$	pH	ماده آلی	عناصرغذایی (kg/ha)						
					نیتروژن n	فسفر p2o5	پتاسیم k2o	گوگرد خالص so3	کلسیم	آهن	روی
کلزا	لومی شنی	۱۱-۹	۸-۵/۵	٪۵	٦۰-٤۵	۱۵- ۲۰	۳۵-۲۵	۷۰-٦۰	۳۰	۳۰	۳۰

نتایج و بحث

نتایج بدست آمده از فرآیند سلسله مراتبی(AHP):

نتایج بدست آمده از تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی(AHP) نشان می دهد که معیار اقلیم نسبت به دو عامل خاک و توپوگرافی، از نظر تاثیر بر مکان یابی کشت کلزا در مکان اول قرار گرفت. دربین عوامل اقلیمی عامل بارش و منابع آب دارای بالاترین اهمیت و دمای کمینه دارای کمترین ارزش وزنیبودند(جدول۵). یکی از رودخانه های مهم استان، رودخانه هیرمند در سیستان است که شاهرگ حیاتی این منطقه می باشد. دریاچه هامون در منطقه سیستان با مساحت ٤۰۰۰ کیلومتر مربع و عمق متوسط ۵ متر بزرگترین دریاچه آب شیرین کشور است و به سه قسمت پوزک، صابوری و هیرمند تقسیم شده است. اهمیت این دریاچه بخاطر آب شیرین آن و امکان صید ماهی در سالهای پر آبی و تامین علوفه دام ها از طریق حاشیه و نیزار های آن می باشد. همچنین در مواقع پر آبی مازاد آب دریاچه از طریق آبراه شیله به مرز افغانستان بر می گردد(استانداری سیستان و بلوچستان ۲۰۱۹). مطالعات نشان می دهد عوامل اقلیمی مهمترین تاثیر را در عملیات کشاورزی دارند. برای آنکه بتوان از یک رژیم اقلیمی معین و شرایط طبیعی هر منطقه حداکثر بهره برداری زراعی را کسب نمود، لازم است قبل از هر برنامه ریزی در این زمینه عوامل هواشناسی و طبیعی آن منطقه را مورد بررسی قرار داد(سیمپسون و استیت ۱۹۹۸). درمطالعه تاپا و مورایاما(۲۰۰۸)در تایلند

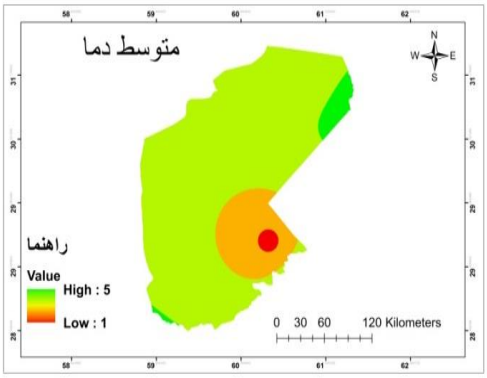
عامل خاک بیشترین ضریب را نسبت به سایر عوامل مورد بررسی کسب کرد.

جدول۵-ارزش وزنی و اهمیت معیارها و زیر معیارهای مربوط به عوامل موثر برکشت کلزا در شمال و مرکز استان سیستان و بلوچستان(زابل ، هیرمند، هامون، زهک، نیمروز و زاهدان).

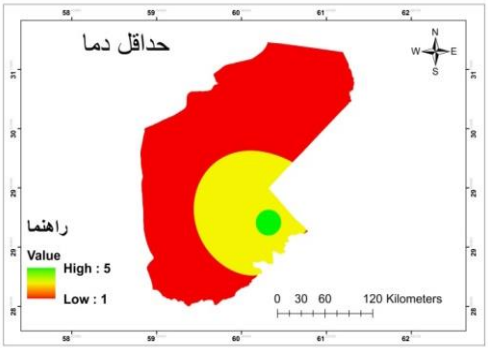
معیار/زیر معیار	ضرایب	اهمیت	معیار/زیر معیار	ضرایب	اهمیت
۱-اقلیم			۳- خاک		
بارش و منابع آب	/۳۹٤.	۱	شوری	۰/۱۳۹	۱
دما پیشینه	۰/۲۵۸	۲	PH	۰/۱۳۹	۱
دمامتوسط	۰/۱۹۷	۳	نیتروژن	۰/۱۳۱	۲
دماکمینه	۰/۱۵۲	٤	ماده آلی	۰/۱۰٤	۳
۲-توپوگرافی			بافت	۰/۰۷۹	٤
شیب	۰/۳۰۸	۱	فسفر	۰/۰۷۰	٥
ارتفاع از سطح دریا	۰/۲٤٦	۲	پتاسیم	۰/۰۳۹	٦
			کلسیم	۰/۰۳۹	٦
			آهن	۰/۰۳۱	۷
			روی	/۰۳۱	۷

متوسط دما: درجه حرارت مطلوب برای رشد و نمو این گیاه ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی گراد می باشد و دماهای طولانی بالای ۳۵ درجه سانتیگراد سبب از بین رفتن قابلیت جوانه زنی و قابلیت دانه گرده می گردد (*قدمی۲۰۱۰*) بانوجه به تحلیل نقشه متوسط دما در مناطق مورد مطالعه شمال استان(زهک، زابل، هیرمند، هامون، نیمروز و زاهدان) منطقه زهک و بخش اندکی از زاهدان با رنگ سبز نشان می دهد. اما نقاط زرد رنگ نشان دهنده متوسط دما در بیشتر مناطق مورد مطالعه شامل زابل، هیرمند، هامون، نیمروز و بخشی از زاهدان (بجز نواحی مرکزی)می باشد(شکل۲).

دمای کمینه: رسولی و قائمی(۲۰۱۰) در پژوهشی مشابه، نیازهای دمایی کلزا در استانهای خراسان را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که احتمال وقوع دماهای مناسب "کاشت تا سبز شدن" در شهرستان بجنورد کمترین مقدار میباشد و نظر به اینکه شرایط دمایی برای سبز شدن مناسب نمیباشد، باید تمهیدات لازم از جمله شرایط بذری و خاکی مناسب در نظر گرفته شود تا به کمک آنها جوانه زنی و سبز شدن بهتر انجام گردد. همچنین در این پژوهش مشخص گردید که در شهرستان بیرجند احتمال وقوع دماهای مناسب "کاشت تا سبز شدن" بیشترین مقدار بوده و شرایط دمایی بسیار مطلوبی جهت کاشت کلزا مهیا میباشد. ایشان در بررسی احتمال وقوع دماهای مناسب "کاشت تا سبز شدن " در منطقه مطالعاتی خویش به این نتیجه رسیدند که نقاط مختلف منطقه مطالعاتی از لحاظ تأمین دماهای بهینه برای مرحله"کاشت تا سبز شدن" کلزا متفاوت بوده و منطقه مطالعاتی به چهار قسمت قابل تفکیک می باشد. در مناطق مورد مطالعه (زهک، زابل، هیرمند، هامون، نیمروز و بخشی از زاهدان)دمای کمینه دارای حداقل می باشد، بجر منطقه ی مرکزی زاهدان بیشترین دمای کمینه را نشان می دهد(شکل۳).



شکل۲-لایه متوسط دما مناطق مورد مطالعه (زابل، زهک، نیمروز، هیرمند، هامون، زاهدان)



شکل۳- لایه دمای کمینه مناطق مورد مطالعه (زابل، زهک، نیمروز، هیرمند، هامون، زاهدان)

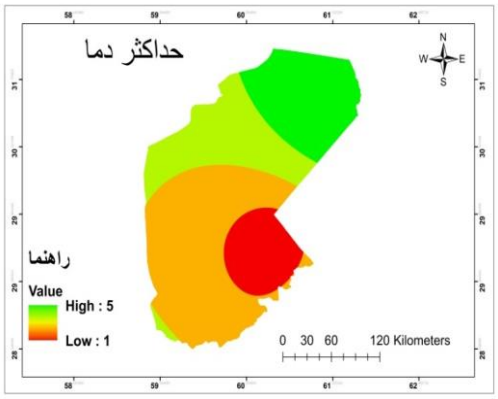
دمای پیشینه: ساری صراف و همکاران(۲۰۰۹) در پژوهشی تحت عنوان پهنه بندی پتانسیل های اقلیمی کشت گندم (*Triticum aestivum L.*) دیم در استان آذربایجان غربی به این نتیجه دست یافتند که نقش هر یک از عناصر اقلیمی دما و بارش، متناسب با مراحل مختلف رشد، در مناطق مختلف استان متفاوت می باشد. درجه حرارت مناسب مرحله "کاشت تا سبز شدن" گندم دیم ۱۴-۸ درجه سانتیگراد است و دما در مراحل ابتدایی رشد گیاه به ویژه در دوره "کاشت تا سبز شدن" اثر قابل توجه بر رشد گیاه دارد(ساری صراف ۲۰۰۹). بنابراین برای هر یک از ایستگاه های سینوپتیک و کلیماتولوژی منطقه مورد مطالعه از ابتدای تاریخ کاشت تا انتهای مرحله مورد نظر، شرایط دمای متوسط روزانه مورد بررسی قرار گرفت .سپس احتمال وقوع دماهای مناسب جوانه زنی محاسبه گردید و در محیط GISبه نقشه رقومی تبدیل شد. در نهایت با توجه به شرایط اقلیمی مطلوب مورد نیاز برای کشت گندم دیم در موقع جوانه زنی، کلاسه ها و مناطق دارای وضعیت مختلف تعریف شدند. در مناطق مورد مطالعه (زهک، زابل، هیرمند، هامون، نیمروز و زاهدان)بیشترین دمای پیشینه مربوط به مناطق هیرمند، زهک، زابل و هامون وبخش اندکی از نیمروز و سایر مناطق(زاهدان) حداکثر دما در حد متوسط و پائین را نشان میدهد(شکل ٤).

مجموعه دمایی: هرگیاه برای تکمیل یک مرحله از رشد خود و ورود به مرحله بعد، با شرط فراهم بودن رطوبت و سایر عوامل مزرعه ای، نیازمند دریافت میزان حرارتی است که تحت عنوان درجه حرارت تجمعی یا درجه روز رشد تعریف می گردد(کوچکی و سرمدنیا ۲۰۱۲). درجه روز رشد مورد نیاز برای هر مرحله رشدی گیاه کلزا، میزان حرارتی است که باید طی یک دوره زمانی در طول شبانه روز تجمع پیدا کند و موجب عبور گیاه از یک مرحله رشدی به مرحله بعد و نهایتاً تکمیل سیکل رشد گردد. عزیزی(۲۰۰٦) در این پژوهش نیز برای تعیین زمان دقیق انتهای مرحله "کاشت تا سبز شدن" کلزا از شاخص درجه روز رشد (GDD)استفاده کرد. برای محاسبه درجه روز رشد تجمعی مورد نیاز مرحله "کاشت تا سبز شدن " کلزا از رابطه زیر استفاده گردید(کوچکی و سرمدنیا ۲۰۱۲)

معادله(۱) $GDD=\sum_{n=1}^{n}\left(\frac{TM+Tm}{2}-tb\right)$

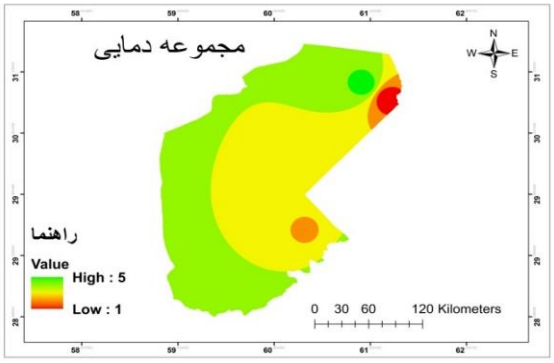
که در این معادله، GDD :درجه روز رشد (حرارت تجمعی)، $Tb،TM ،Tm$ به ترتیب حداقل دمای روزانه، حداکثر دمای روزانه و دمای پایه برحسب سانتیگراد میباشند. قابل ذکر است که دمای پایه، پایینترین دمایی است که فرض میشود پایین تر از آن رشدی وجود ندارد که این مقدار برای کلزا پنج درجه سانتیگراد تعیین شده

است(خادمی ۲۰۱۰). در این مطالعه بهترین مجموعه دمایی حاصل از داده های ایستگاه هواشناسی، منطقه زاهدان را نشان می دهد.مناطق زهک، زابل هامون و



شکل۴- لایه دمای پیشینه مناطق مورد مطالعه (زابل، زهک، نیمروز، هیرمند، هامون، زاهدان)

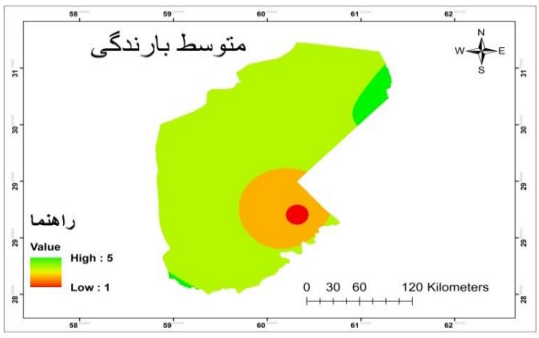
نیمروز متوسط و منطقه هیرمند از مجموعه دمایی مناسب برخوردارنمی باشد(شکل۵).



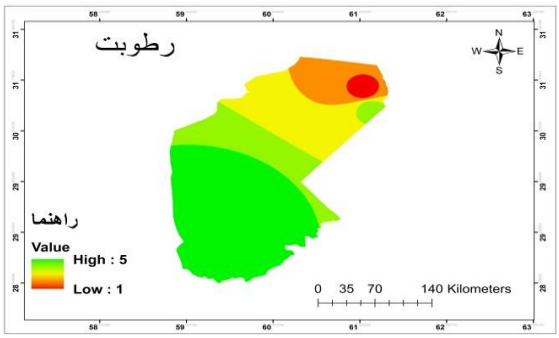
شکل۵- لایه مجموعه دمایی مناطق مورد مطالعه (زابل، زهک، نیمروز، هیرمند، هامون، زاهدان)

متوسط بارش: کلزا نیز مثل سایر محصولات زراعی و باغی دارای ویژگی های اکولوژیکی خاص خود میباشد که نبود هر یک از این ویژگیها منجر به عدم رشد و نمو محصول در بعضی از مناطق کشور می گردد. از جمله این شرایط میتوان به بارندگی، دما و تأثیر مستقیم و متقابل آن ها اشاره کرد .میزان بارندگی لازم برای کل دوره رشدی کلزا دیم حدود ٤٠٠ تا٥٠٠ میلی-متر میباشد و کمبود آب و بروز تنش رطوبتی در مرحله کاشت و سبز شدن موجب به وجود آمدن گیاهچه ضعیف و در نهایت کاهش عملکرد می شود(سعیدی تبار ۲۰۰٦). همانطور که درنقشه ملاحظه می گردد بیشترین متوسط بارندگی در منطقه زهک و کمترین متوسط بارش در بخش مرکزی زاهدان وجود دارد و سایرمناطق سیستان حد متوسط را نشان می دهد(شکل٦).

رطوبت: فنائی و همکاران(۲۰۰۹) کمبود آب می تواند اثر سویی بر عملکرد کلزا داشته باشد ولی این اثر به رقم، مرحله رشدی و مقاومت گیاه به خشکی بستگی دارد . مراحل رشد زایشی در گیاهان از حساسترین دوران در برخورد با تنش آب می باشند، بطوریکه وقوع تنش در این زمان عملکرد را بسیار بیشتر از بروز آن در سایر مراحل رشد کاهش می دهدبر اساس نتایج بدست آمده نیز مشخص گردید که بحرانی ترین زمان برای آبیاری مزارع کلزا در طی فاز رویشی(شروع غنچه دهی)، سرتاسر دوره گل دهی و نمو خورجین ها می باشند. لذا کمبود آب در طی این زمان ها می تواند سبب کاهش زیاد عملکرد شود. برای جلوگیری از وقوع تنش در مراحل حساس گیاه می بایست مقدار رطوبت خاک در ناحیه فعالیت ریشه در این مراحل کمتر از ۷۰ درصد رطوبت قابل دسترس نگردد. وقوع تنش در مراحل اولیه رشد کلزا یعنی گیاهچه ای نه تنها باعث کاهش عملکرد دانه کلزا نمی گردد، بلکه سبب رشد قوی تر بوته می شود .تنش آب در مراحل اولیه رشد گیاه کلزا سبب نفوذ بیشتر ریشه در خاک و گستردگی آن می گردد که در مراحل بعدی با فراهمی آب و مواد غذایی این سیستم ریشه ای گسترده سبب رشد بیشتر و بهتر گیاه خواهد شد(فنائی ۲۰۰۹). نتایج حاصل از داده های رطوبت در ٦منطقه مورد مطالعه نشان داد که بیشترین میزان رطوبت در منطقه زاهدان، زهک و بخش هایی از نیمروز



شکل۶- لایه متوسط بارش مناطق مورد مطالعه (زابل، زهک، نیمروز، هیرمند، هامون، زاهدان)



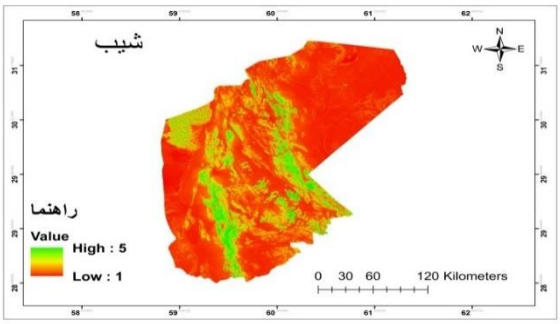
شکل۷- لایه میزان رطوبت حاصل از محیط arc- gis مناطق مورد مطالعه (زابل، زهک، نیمروز، هیرمند، هامون، زاهدان)

و هامون را شامل گردید درحالی که کمترین رطوبت در منطقه هیرمند مشاهده می گردد(شکل۷).

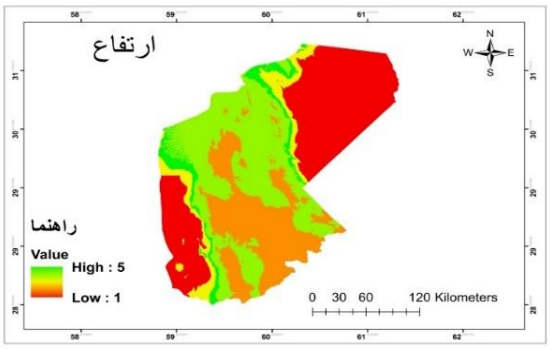
شیب: رضایی(۲۰۰۸) در مکانیابی مناطق مستعد کشت کلزا در شهرستان سرپل ذهاب با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام داده به این نتیجه رسیده که مناطق کاملاً مناسب و مناسب شامل دشت ها و پهنه هایی با شیب کمتر از ۳ درصد و ارتفاعات کمتر از ۸۰۰ متر بوده است که بیش از ٦٠ درصد مساحت منطقه را پوشش می دهد. لایه اراضی شیب شمال استان(زابل، زهک، نیمروز، هیرمند، هامون، زاهدان)باتوجه به شیب ٥درصدی دشت مناطق سیستان در نقشه ملاحظه می شود که پائین ترین شیب را نشان می دهد.لذا منطقه زاهدان و اطراف آن دارای شیب بالا می باشد(شکل۸).

ارتفاع از سطح دریا: رسولی و همکاران (۲۰۰۵) در پژوهشی تحت عنوان نقش بارش و ارتفاع در تعیین مناطق مساعد برای کشت گندم دیم با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی در استان اردبیل به این نتیجه رسیدند که مقادیر بارش و ارتفاع از شاخص های مؤثر در کشت گندم دیم محسوب میشوند. از نتایج دیگر این تحقیق، کشف توانایی سیستم اطلاعات جغرافیایی در ترکیب و تولید اطلاعات فضایی با لحاظ نمودن دادههای غیرفضایی است که میتواند مدیران و تصمیم -گیرندگان را برای دسترسی به اطلاعات یاری نموده و با توجه به نوع برنامهریزی زراعی، مدل متناسب ساخته و برای استفاده ارائه کند .ایشان به این منظور، ابتدا دادههای بارندگی ۱۵ ایستگاه هواشناسی از سال ۱۹۷٦ الی ۲۰۰۳ را جمع آوری و تجزیه و تحلیل نمودند. سپس با بهره گیری از نقشه توپوگرافی رقومی استان مناطق مساعد برای کشت گندم دیم با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی را شناسایی کردند .در این مطالعه نیز با استفاده از اطلاعات هواشناسی و جغرافیایی اقدام به شناسایی مناطق دارای شرایط بهینه دمایی و رطوبتی مرحله "کاشت تا سبز شدن" کلزا دیم با هدف اجرای موفقتر فعالیت های زراعی در زمینه کشت کلزا دیم در استان خوزستان و سایر مناطق دارای اقلیم مشابه گردید.باتوجه به خطوط سبز رنگ مناسب ترین منطقه به لحاظ ارتفاع از سطح دریا را نشان می دهد.که شامل بخشی از نیمروز، زاهدان می باشد(شکل۹).

ماده آلی:به دلیل عدم توجه کافی به اهمیت مصرف مواد آلی در اراضی کشاورزی، میزان مواد آلی اغلب خاکهای کشور پایین است که این امر کاهش محسوس حاصلخیزی خاکها را به دنبال داشته است(ملکوتی ۱۹۹۹). با عنایت به اثر مثبتی که مواد آلی بر باروری خاک دارد، مصرف این مواد آلی مورد توجه قرار گرفته به طوری که مدیریت مواد مجددا مطلوب مواد آلی در

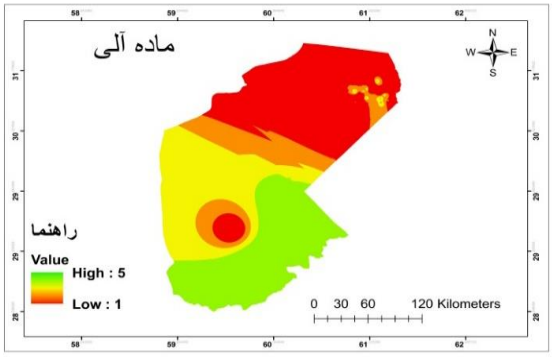


شکل۸- لایه شیب اراضی حاصل از محیط arc-gisمناطق مورد مطالعه (زابل، زهک، نیمروز، هیرمند، هامون، زاهدان)



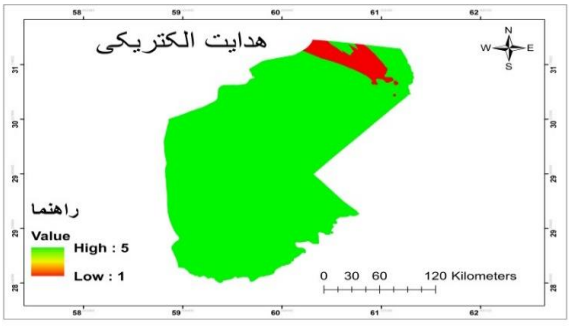
شکل ۹- لایه ارتفاع ازسطح دریا حاصل از محیط arc-gisمناطق مورد مطالعه (زابل، زهک، نیمروز، هیرمند، هامون، زاهدان)

خاک قلب کشاورزی پایدار نام گرفته است. استیونسون(۱۹۹٤) ماده آلی نه تنها تأ مین کننده بخشی از نیاز گیاه به عناصر غذایی می باشد بلکه با تشدید فعالیت زیستی در خاک به چرخش بهتر مواد غذایی کمک از سویی مصرف مواد آلی در خاک منجربه بهبود می کند .وضعیت فیزیکی نیز خاک می گردد که این امر به نوبه خود به رشد و نمو بهتر گیاه کمک می نماید(استیونسون۱۹۹٤). با توجه به نتایج حاصل از متغییر های خاک در محیط *ArcGIS* نشان داد کمترین مواد آلی اراضی شمال استان مربوط به زابل، زهک، هیرمند، هامون، نیمروز و بیشترین مربوط به اراضی جنوب زاهدان و حدمتوسط در محدوده مرکزی و شمال زاهدان رانشان می دهد(شکل۱۰).



شکل ۱۰-ماده آلی اراضی حاصل از محیط arc-gis مناطق مورد مطالعه (زابل، زهک، نیمروز، هیرمند، هامون، زاهدان)

شوری خاک(ecهدایت الکتریکی): شوری خاک یکی از مهمترین عوامل محدودکننده تولید در مناطق خشک و نیمه خشک به شمار می رود. براساس تقسیم بندی انجام شده توسط شاتون(۱۹۹۷) و ماس(۱۹۸٦) کلزا در رده گیاهان متحمل به شوری قرار دارد. نتایج سایر تحقیقات نشان داده که در EC معادل ۱٤ دسیزیمنس بر مترکلزا دچار کاهش ۵۰ درصدی عملکرد می شود(کافی ۲۰۰۳). در این تحقیق نتایج حاصل از آنالیز خاک در محیط *arc-gis* نشان داد که به استثنای منطقه هیرمند سایر نقاط از اراضی دارای ecهدایت الکتریکی مناسب برای محصول کلزا می باشد(شکل۱۱).



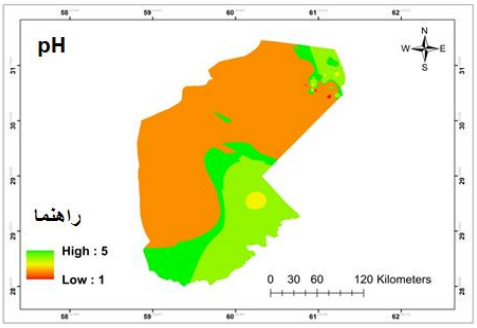
شکل۱۱-لایه شوری خاک حاصل از محیط arc-gis مناطق مورد مطالعه(زابل، زهک، نیمروز، هیرمند، هامون، زاهدان)

pH: جعفری(۲۰۰۸) با استفاده از سه عامل محیطی شیب، pH خاک و ۱۲عنصر اقلیمی به امکان سنجی کشت کلزا در شهرستان بهشهر در محیط *GIS* پرداخته است. بر اساس نتایج، علاوه بر بخشهای جنوبی ناحیه جلگها، بخشهای کوهستانی این شهرستان تا ارتفاع ۹۰۰ متر نیز برای کشت این محصول مناسب است. دراین پژوهش نتایج حاصل از آنالیز خاک در موردpH خاک در مناطق مورد مطالعه پس از بررسی در محیط *arc-gis* نشان داد که مناسب ترین مناطق شهرستان هیرمند و بخش مرکزی زاهدان و سایر مناطق از pHدرحد متوسط و بالایی برخوردارمی باشند(شکل۱۲).

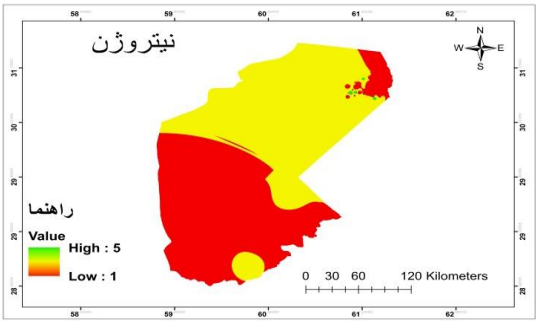
میزان عناصر غذایی در خاک:

نیتروژن: استفاده از نیتروژن سبب می گردد تا گیاه مرحله رشد رویشی را با سرعت و قدرت بیشتر سپری نماید به طوری که پتانسیل بیشتری برای تحمل تنش ایجاد و مقداری از خسارت در زمان تنش خشکی را جبران می نماید. خان و همکاران(۲۰۰۷) توصیه کلی مصرف کود ازته برای تولید ۳ تن کلزا حدود ۲۰۰-۱۸۰ کیلوگرم در هکتار (معادل ۴۰۰-۳۵۰ کیلوگرم اوره) می باشد. تقسیط کود ازته با توجه به مرحله رشدی کلزا باعث افزایش بهره وری استفاده از کود و کاهش هدر رفت کود می شود. به طور کلی توصیه می شود که کودهای ازته در سه نوبت : پایه (زمان کاشت)، ابتدای ساقه رفتن و قبل از گلدهی مصرف شود.

نکته۱ :برای کاهش هدر روی کود می توان کود ازته را پس از آبیاری اول و همراه با آبیاری دوم و یا سوم مصرف نمود .نکته۲ :منابع متفاوتی برای کود ازته وجود دارد هرچند که بیشترین منبع مورد استفاده اوره می باشد اما منابع دیگر مثل سولفات آمونیوم و نیترات آمونیوم نیز می تواند مورد استفاده قرار گیرد .نکته ۳ :در صورتی که آزمون خاک انجام گرفته باشد، توصیه می شود مقدار کود اوره مورد نیاز کلزا بر اساس عملکرد مورد انتظار ، اقلیم و میزان کربن آلی خاک استفاده شود.در این بررسی نتایج آنالیز خاک در مورد متغییر نیتروژن در محیط *arc-gis* لایه نیتروژن فاقد بیشترین نیتروژن در مناطق مورد مطالع و حدمتوسط نیتروژن در مناطق زهک، زابل، نیمروز، هامون و بخشی از هیرمند می باشد.منطقه زاهدان دارای پایین ترین میزان نیتروژه در این لایه می باشد(شکل۱۳).

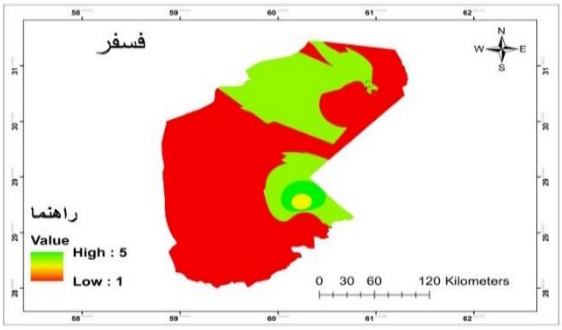


شکل۱۲-لایه حاصل ازpH خاک در محیط arc-gis مناطق مورد مطالعه (زابل، زهک، نیمروز، هیرمند، هامون، زاهدان)



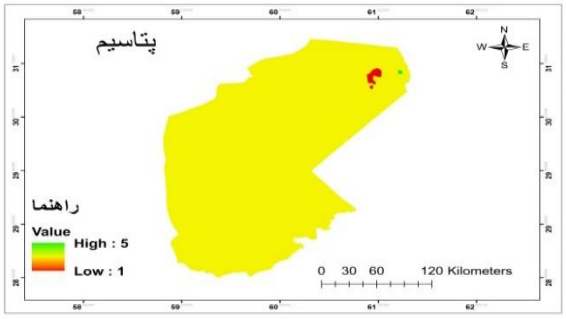
شکل۱۳- لایه نیتروژن حاصل از محیطarc-gis مناطق مورد مطالعه(زابل، زهک، نیمروز، هیرمند، هامون، زاهدان)

فسفر: از آن جا که کلزا نیاز بالایی به فسفر دارد ، رشد گیاه در خاکهای با فسفر کم ضعیف است. کلزا در مراحل اولیه رشد به سرعت این عنصر را جذب کرده و تا ۸ هفته این جذب ادامه دارد. بنابراین کود فسفر باید هم زمان با کاشت مصرف شود. منابع مورد استفاده فسفر شامل کودهای سوپرفسفات تریپل، دی آمونیوم فسفات و مونو آمونیوم فسفات می باشد .بطور کلی برای تولید سه تن دانه کلزا حدود ۲۰۰-۱۵۰ کیلوگرم فسفات دی آمونیوم یا سوپرفسفات تریپل در هکتار نیاز میباشد اما توصیه می شود کود فسفر بر مبنای آزمون خاک مصرف شود(دستورالعمل فنی در مورد کاشت ، داشت و برداشت کلزا در استان کرمانشاه ۲۰۱۵) نتایج حاصل از لایه فسفر در محیط arc-gis نشان داد که مناطق نیمروز و زابل دارای بالاترین میزان فسفر و مناطق زهک، هیرمند و زاهدان دارای کمترین مقدار را دارا می باشد(شکل۱٤).



شکل۱۴-لایه فسفر حاصل از محیطarc-gis مناطق مورد مطالعه(زابل، زهک، نیمروز، هیرمند، هامون، زاهدان)

پتاسیم: پتاسیم بعد از نیتروژن متحرک ترین عنصر غذایی در گیاه می باشد و از اندامهای پیر به اندامهای جوانتر منتقل می شود(مارس چنر ۱۹۹۵). در شرایط کمبود پتاسیم، حساسیت گیاهان به تنش های محیطی افزایش می یابد. در شرایط تنش، تولید رادیکال های فعال اکسیژن به شدت تحریک می شود . پتاسیم بالا نقش بازدارندگی در مقابل تولید رادیکال های فعال اکسیژن در طی فتوسنتز و اکسیده شدن دارد(کک مک ۲۰۰۲). گیاهان با ذخیره پتاسیم مطلوب آب کمتری را از *NADPH* دست می دهند، چون پتاسیم پتانسیل اسمزی را افزایش داده و نقش عمده ای در تنظیم روزنه ای برگ دارد. در بررسی متغییر پتاسیم حاصل از محیط *arc-gis* کل مناطق مورد مطالعه در حدمتوسط نشان داد(شکل۱۵).

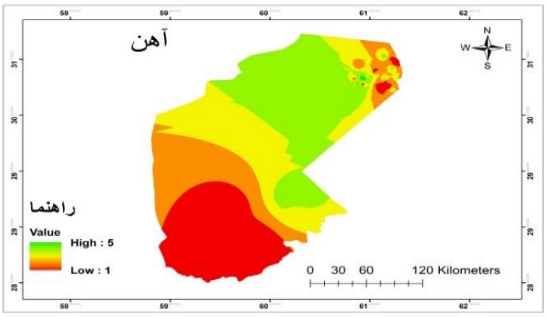


شکل۱۵-لایه پتاسیم حاصل از محیطarc-gis مناطق مورد مطالعه(زابل، زهک، نیمروز، هیرمند، هامون، زاهدان)

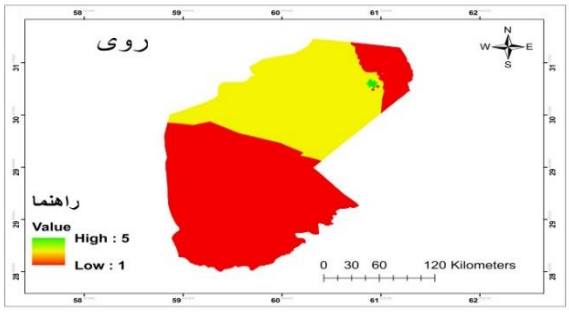
آهن: در بین عناصر ریزمغذی، آهن نقش کلیدی در تشکیل کلروفیل و فتوسنتز داشته و از اهمیت زیادی در سیستم آنزیمی و تنفس گیاهـان برخوردار میباشد. بنابراین کاربرد آن اثر مثبت بر تولیـد مـاده خشـک گیاه خواهد داشت. در مقابل از مهمترین اثرات کمبـود آهـن، کـاهش محتوای رنگدانه های فتوسنتزی است که نتیجه ی آن افـزایش نسـبی کارتنوئیدها در مقایسه با کلروفیل بوده که در نهایت سبزینگی برگها و توان فتوسنتزی آنها را کاهش میدهد(بریات و گیمرد ۲۰۰۷). لایه آهن حاصل از محیط *arc-gis* در مناطق زابل، زهک ، نیمروز و هامون دارای بیشترین میزان و مناطق زهک و هیرمند درحد متوسط و زاهدان فاقد آهن را نشان داد(شکل۱٦).

روی: مصرف روی در کلزا سبب افزایش شاخه بندی، تعداد خورجین و عملکرددانه می شود و جنانجه مصرف

آن بصورت محلول پاشی قبل از گل دهی انجام شود، سبب افزایش تشکیل دانه می شود(گرانت و بیلینگ ۲۰۰۰). لایه روی حاصل از محیط *arc-gis* در مناطق زابل، زهک ، نیمروز و هامون میزان حد متوسط و مناطق هیرمند و زاهدان دارای کم ترین میزان روی را نشان داد(شکل۱۷).



شکل۱۶-لایه آهن حاصل از محیط arc-gis مناطق مورد مطالعه(زابل، زهک، نیمروز، هیرمند، هامون، زاهدان)



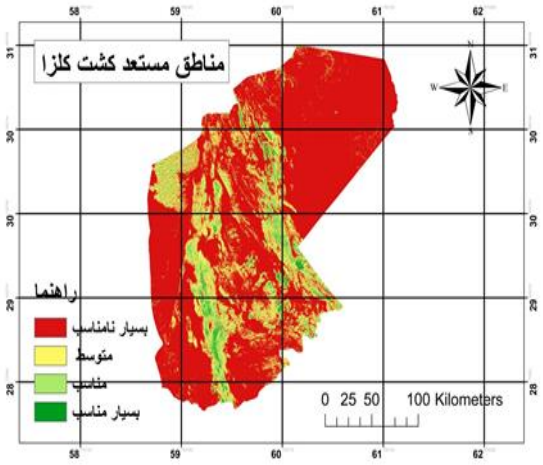
شکل۱۷- لایه روی حاصل از محیط arc-gis مناطق مورد مطالعه(زابل، زهک، نیمروز، هیرمند، هامون، زاهدان)

تحلیل نقشه نهایی:

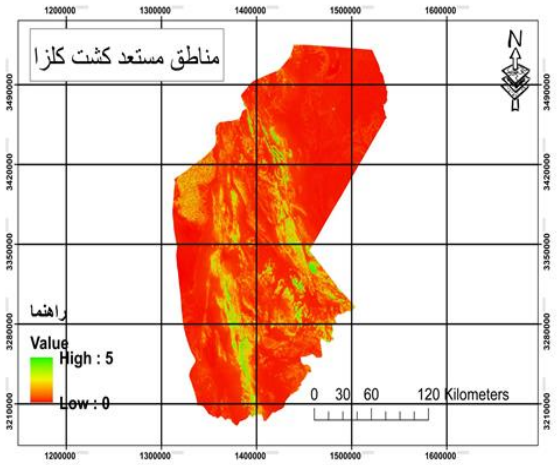
پهنه بندی زراعی – بوم شناختی اراضی کشاورزی **در شمال و مرکز استان سیستان و بلوچستان(زابل ، هیرمند، هامون، زهک، نیمروز و زاهدان):**

نتایج این مطالعه نشان داد که پهنه بندی زراعی – بوم شناختی کلزا براساس تحلیل داده های اقلیمی، توپوگرافی، خاک امکان پذیر است و سامانه اطلاعات جغرافیاییبه عنوان مناسب ترین ابزار تحلیل داده ها، توانست نواحی همگن را با دقت بیشتری شناسایی و پهنه بندی دقیقی با توجه به نتایج فرآیند حلیل سلسله مراتبی ارایه دهد.حاصل آن نقشه مکان یابی کشت کلزا در شمال و مرکز استان سیستان و بلوچستان(زابل ، هیرمند، هامون، زهک، نیمروز و زاهدان)است که در ٤ طبقه در شکل۱۸ نشان داده شده است.در این نقشه از شمال به جنوب استان و از شرق به غرب آن از مطلوبیت عوامل محیطی و طبقات پهنه بندی کاسته شده به طوری که اراضی با توان مناسب و مطلوب برای کشت کلزا در جنوب و قسمت مرکزی استان شناسایی شدند.

درنقشه های خروجی حاصل از روی هم گذاری عوامل بوم شناختی مختلف، مشخص شد که طبقات نیمه مستعد و غیر مستعد برای کشت کلزا، قسمت های شمالی اراضی شهرستان های زهک، هامون، نیمزوز و کل اراضی هیرمند، زابل ر شامل می شود. دراین مناطق میزان اندک بارش و پتانسیل منابع آبی پائین، شوری و کمبود عناصر غذایی به عنوان عوامل محدود کننده کشت کلزا شناخته شدند. عامل محدود کننده شوری بالا خاک باعث شد که در قسمت هایی از شهرستان های زهک، هامون، نیمروز و زاهدان با وجود داشتن شرایط قابل قبول از نظر سایر شرایط محیطی، در هیچ پهنه مستعدی قرار نگرفت. باتوجه به منطبق کردن لایه های اقیلم و متغییر های خاک شمال و مرکز استان در چهار کلاس طبقه بندی شد که در نقشه مناطق بسیار نامناسب با رنگ قرمز متوسط با رنگ زرد، مناسب با رنگ سبز کم رنگ و بسیار مناسب با رنگ سبز تیره نشان داد(شکل۱۸). در نقشه پهنه بندی شمال و مرکز استان، نتایج حاصل نشان داد. مستعدترین مناطق کشت کلزا بیشتر در نواحی کوهستانی و مشرف به دشت های منطقه نیمروز و زاهدان می باشد(شکل۱۹).



شکل۱۸-مناطق مستعد کشت کلزا در چهار کلاسه بسیار مناسب، مناسب، متوسط، و بسیار نامناسب مناطق مورد مطالعه(زابل، زهک، نیمروز، هیرمند، هامون، زاهدان)



شکل۱۹- نقشه پهنه بندی کشت کلزا در شمال و مرکز استان

نتیجه گیری کلی

کلزا یکی از گیاهان روغنی مهمی است که در سال های اخیر در استان سیستان و بلوچستان کشت می شود. با توجه به حمایتهای گسترده دولت در زمینه ی کشت دانه های روغنی به ویژه کلزا به منظور کاهش وابستگی به واردات این محصول و باتوجه به نوسان های مختلف در تولید این محصول در سال های مختلف، شناسایی مناطق مستعد و غیر مستعد بر اساس شناخت مزیت ها و محدودیت های محیطی کشت این محصولات می تواند کمک شایانی به پایداری میزان تولید کلزا در استان سیستان و بلوچستان داشته باشد. با وجود قابلیت بالای فن آوری GIS در تحلیل داده ها، از قابلیت های توابع تحلیلی در مطالعات امکان سنجی کشت محصولات زراعی، در سطح استان سیستان وبلوچستان بهره کافی برده نشده است.این مطالعه درنظر دارد بستری علمی جهت توسعه کشاورزی با کمک روشهای نوین متکی برتکنولوژی را معرفی نماید. بدیهی است نقش بی بدیل تکنولوژی می تواند راه گشاه برخی از مشکلات حاکم برکشاورزی باشد. نتایج تحقیق نشان می دهد که قابلیت های منطقه برای کشت کلزا به چهار پهنه ی کاملاً مناسب، مناسب، ضعیف، و نامناسب تقسیم می شود. پهنه ی کاملاً مناسب به میزان بسیار اندک در محدوده دامنه های کوهستانی مناطق اندکی از شهرستان نیمروز و بخش مرکزی و شرق زاهدان می باشند . پهنه ی مناسب و کاملاً مناسب که منطبق بر مناطق مرکزی و دشتی است، در مجموع حدود ۱۰درصد از منطقه ی مورد مطالعه را پوشش می دهند. پهنه های با قابلیت ضعیف برای رشد کلزا بیشترین مساحت استان را به خود اختصاص داده است. این پهنه ها در حاشیه ارتفاعات قرار دارند و زمین های سنگلاخی با شیب زیاد را تشکیل می دهند. پهنه های نامناسب با پوشش منطقه مشتمل بر کوهستانها و مناطق فاقد شرایط مناسب برای کشت کلزا است.

منابع مورد استفاده

Abdelkader M and Amina D. 2012. Integration of multicriteria Decision Analysis in GIS to Develop Land suitability For Agriculture: Application to Durum Wheat cultivation In the Region of Mleta in Algeria. Computers and Electronics in Agriculture. 83: 117-126.

Agriculture of Golestan Province For Cultivation of Rapeseed Using Geographic Information System (GIS) And Analytical Hierarchy Process (AHP) Journal of Electronic Production of Crops, 5 (1): 123-129.

Ashraf S, Manoucian R, Noor Mohammad B, and Babaei .2010. Qualitative Assessment of Land Suitability for Sesame Growing In Northeastern Iran, JBI Journal of Scientific Research. 5: 552-548.

Jafarpour A 1994. Climatology, Tehran University Press.

Bishnoi OP. 1989. Agriclimatic Zoning World Meteorological Organization, Agricultural Meteorology, CAGM. Report No .30, Wmo /T, 238: 4-10.

Briat JF, Curie C, and Gaymard F. 2007. Iron utilization and metabolism in plants. Current Opinion in Plant Biology, 10: 276-282.

Chen HS, Liu GS, Yang YF, Ye XF and Shi Z. 2010. Comprehensive evaluation of Tobacco Ecological Suitability of Henan Province Based on GIS. Agricultural Sciences in China, 9:583-592.

Farajzadeh M, Adabat H, and Amiri R. 2007. Preparation of Suitable Map of Rapeseed (*Brassica napus* L.) Using Statistical Analysis and GIS. Case Study: Sabzevar City, International Journal of Iran. 3: 359-365.

FAO, 1976. A Framework for Land Evaluation. Soils Bull, No. 32. FAO, Rome.

Farajzadeh M, Adab H, and Amiri R. 2007. The Preparation of The Colza (*Brassica napus* L.) Suitability Map Using Statistical Analysis and GIS; Casestudy: Sabzevar Township, Iran. International Journal of Botany, 3: 359-365.

Grant CA and Bailing LD. 2000. Fertility management in canola production. Canadian Journal of Plant Science, 73: 65-76.

Jones JW, Keating BA, and Porter CH. 2001. Approaches to Modular Model Development. Agricultural Systems, 70: 421 - 443.

Ghafari AS, Cook EF and Lee. 2002. Determine The Correctness Of Land For Sesame Cultivation In Sustainable Agriculture Through GIS. Articles of the 7th Iranian Crop Production Congress. Rehab and Plant Breeding Institute of Karaj. September: 12-14.

Ghodsi Pour QH. 2010. Analysis Process Hierarchy. Amir Kabir University .220. Https://Www.Sbportal.Ir/

Jaafarpur .1994. Climatology. University Of Tehran Publications.

Kamali, Gh, AS, Mullah, P, and Bahyar, M, B, 1389. Preparation of Sesame Atlas of Zanjan Province Using Climatic Data and GIS Journal of Soil and Water., 9

Kazemi H, Tahmasebi Sarvestani Z and Sadeghi S. 2013. Environmental Zoning of Golestan Province Cities for the Production of Soy Using GIS. Journal of Agriculture and Sustainable Production. 23(44): 22-40.

Kazemi H, Tahmasbi Sarvestani, Z. Kamkar B., Shetaei Sh. And Sadeghi S. 2011. Land agricultural-ecological Zoning of Golestan Province for Cultivation of Rapeseed Using Geographic Information System (GIS) and Analytical Hierarchy Process (AHP). Journal of Production of Crops, 5 (1) 123-129.

Khan MR, Debie CA, Van Keulen H, Smaling E and Real R. 2010. Disaggregating and Mapping Crop Satisic Using Hypertemporal Remote Sensing. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 12: 36-46.

Kirti HS. 2001. Evaluation of Group Decision Making Methods. Available Online at: Www. Expertchoice.Com.

Mass EV. 1986. Salt tolerance of plants. Applied Agricultural Research, 1: 12-26.

Mischenko ZA.1997. Meso and Microclimatic Division of Winter Temperature. Journal Meteorology and Hydrology, 10(124): 28-32.

Ministry of Jihad-E-Agriculture. 2008. Statistics Report of 2007-2008 Years. Statistics and Information Office of Ministry of Jihad-E-Agriculture. (In Persian).

Mirzabadi, R. 2004. Study of Suitable Fields For Cultivating Saffron In Neyshabour Plain Using GIS And RS Thesis of Tarbiat Modares University. 123 P.

Rahman R, and Saha SQ. 2008. Remote Sensing, Multi-Criteria Measurement (SMCE) In Optimal Cropping Scheme Planning For A Flood Susceptible Region And Analytical Hierarchy Process (AHP) Journal Of Space Science, Vol. 53: 161-177.

Rasooli QC. 2005. Damage and Frost Control for Rapeseed. Yazd Scientific and Practical Seminar on Control of Cold Damage and Freezing.

Shirani Rad, Amir Hossein, Mohammad Reza Ahmadi .1995. Effect of Planting Date and Plant Density on Agronomic Traits of Two Rapeseed Cultivars, Journal of Seedlings and Seeds,

Sar Madaniya NF, Prometheus K, Mahmoudi Sh, and Ebrahimi Khumami SM. 2003. A Survey of Land Suitability for Aquatic Products Using Remote Sensing and Geographic Information Techniques In The Parts of The Varamin Plain. Iranian Journal of Agricultural Science, 34: 899-912.

Thapa R, and Murayama Y. 2008. Land Evaluation for Peri-Urban Agriculture Using Analytical Hierarchical Process of Geographic Information System Techniques: A Case Study of Hanoi. Land Use Policy, 25: 225-239.

Torkamani A. 2015. Investigation the Effects of Salinity, Flooding, Planting Depth, Ph and Interaction between Temperature and Salinity on Seed Germination of Asian Spider flower (*Cleome viscosa* L.). MSc Thesis of Weed Science, Islamic Azad University, Gorgan Branch. (In Persian).