

جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای، شماره ۸، پاییز ۱۳۹۲  
وصول مقاله: ۱۳۹۱/۱۱/۱۹  
تأیید نهایی: ۱۳۹۲/۶/۴  
صفحات: ۱۱۴ - ۱۰۱

## امکان سنجی کشت کلزا در شهرستان ایزده با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

دکتر جواد میکانیکی<sup>۱</sup>، علی اشرفی<sup>۲</sup>، حجت ا... صادقی<sup>۳</sup>

### چکیده

شناخت و تعیین نواحی مستعد اکولوژیکی برای بستر سازی مناسب در برنامه ریزی منطقه‌ای و بویژه بخش کشاورزی امری حیاتی و مهم است. متکی بودن اقتصاد مردم نواحی روستایی بر کشاورزی، قابلیت کشاورزی منطقه مورد مطالعه، اقلیم مناسب و چند فصلی، خاک مطلوب، تنوع محیطی و تعیین و تفکیک پتانسیل‌ها و تنگناهای منطقه از لحاظ درصد تولید و بازدهی کشت کلزا، ضرورت تحقیق را بازگو می‌کند. هدف از انجام پژوهش این بوده که توان و پتانسیل کشاورزی شهرستان ایزده برای کشت کلزا با بررسی عوامل طبیعی و اقلیمی شناسایی و امکان سنجی شود و اثرگذاری هر یک از این عوامل مورد بررسی قرار گیرد. ۱۲ لایه مورد استفاده عبارت‌اند از لایه-های ارتفاع، شیب، فرسایش، زمین شناسی، خاک، کاربری اراضی، پوشش زمین، تیپ اقلیمی، متوسط دمای سالانه، متوسط بارش سالانه، حداکثر دمای سالانه، حداقل دمای سالانه. برای انجام این پژوهش از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) بهره گرفته شده که وزن دهی به معیارها مطابق نظر کارشناسان مربوطه و منابع موجود در درون و همچنین بین لایه‌ها انجام گرفت. سپس اراضی منطقه به پنج طبقه تقسیم شد و نقشه پهنه بندی آن تهیه گردید. نتایج نشان داد که از ۳۷۷۹/۳۹ کیلومتر مربع مساحت شهرستان ایزده، طبقه بسیار مناسب این نقشه ۵۶۵/۱۵۹۹۷ کیلومتر مربع معادل ۱۴/۹۵ درصد، طبقه دوم یعنی مناسب ۹۶۳/۱۵۹۹۷ کیلومتر مربع برابر ۲۵/۴۸ درصد مساحت منطقه می‌باشد یعنی بیش از ۴۰ درصد مساحت محدوده مورد مطالعه برای کشت کلزا دارای شرایط ایده آل و مساعدی هستند. پهنه‌های اکولوژیکی دیگر نقشه یعنی طبقه متوسط، ضعیف، نامناسب نیز به ترتیب ۲۲/۴۹، ۲۰/۳۴، ۱۶/۰۲ درصد از مساحت شهرستان را در بر می‌گیرند. در نقشه نهایی پهنه مناسب با رنگ سبز در مرکز منطقه و پهنه نامناسب برای کشت کلزا با رنگ نارنجی در چهار جهت اصلی مشخص می‌باشند.

کلید واژگان: امکان سنجی کلزا، وزن دهی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، سیستم اطلاعات جغرافیایی.

## مقدمه

سی سال قبل، جهان شاهد یک دوره کمبود غذا بود. تلاش بین‌المللی علمی متمرکز، دانشمندان را قادر ساخت تا کشاورزان را به کشت محصولات پربازده متقاعد نمایند. این انقلاب سبز در مکان‌هایی که خاک حاصلخیز و آب کافی داشت، به همراه استفاده گسترده از کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها به وقوع پیوست. امروزه با توجه به تجربه گذشته و پیش‌بینی‌های علمی به نظر می‌رسد که چنین استراتژی‌ای از لحاظ بیولوژیکی، محیطی یا اجتماعی در آینده قابل تداوم نیست. لذا نیاز به یافتن شیوه‌ای جدید در توسعه کشاورزی که بر مبنای حفاظت منابع مربوط به کشاورزی استوار باشد و در عین حال روش‌ها و دانش اکولوژیکی نوین را نیز به خدمت بگیرد، ضروری است (Bhan, 1992: 21). از طرف دیگر کشاورزی یکی از ارکان مهم اقتصادی است که از چند دهه قبل در کشورهای پیشرفته دنیا، توجه ویژه‌ای به آن می‌شود و از تکنیک‌های روز دنیا، جهت بهره‌وری بهینه از زمین و برداشت بیشتر محصول استفاده می‌کنند (Randhir & et.al, 2004: 65-66). بنابراین هر کشوری باید بالاترین سطح اولویت خود را به ارزیابی منابع زمینی، آبی و اقلیمی معطوف دارد و به ایجاد یک سیستم اطلاعات فضایی جامع به منظور به کار بردن بهترین دانش و تکنولوژی در توسعه کشاورزی پایدار از طریق خط‌مشی‌های بخش‌های دولتی و خصوصی بپردازد (FAO.ORG). بر این اساس سازمان خواربار جهانی (FAO)<sup>۱</sup> در سال ۱۹۷۸ به منظور بهینه‌سازی استفاده از زمین، آب و سایر منابع، مدلی را تحت عنوان پهنه بندی اکولوژیکی- کشاورزی ارائه کرد و پس از تحقیقات و آزمایشات فراوان در سال ۱۹۸۳ آن را برای کلیه کشورهای توصیه نمود. روش به کار رفته در این مدل در کمی نمودن پارامترهای اقلیم، خاک و سایر پارامترهای فیزیکی در برآورد حاصلخیزی محصولات متفاوت با توجه به نیازمندیهای محیطی و

مدیریتی، روشی نو و جدید است (احمدی زاده، ۱۳۷۸: ۳۶). در این مدل برای ترکیب لایه‌های اطلاعاتی و تحلیل‌های فضایی از تکنیک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS<sup>۲</sup>) استفاده شده و پایگاه اطلاعاتی مورد نیاز در آن تشکیل و مورد ارزیابی قرار گرفته است. این تکنیک که از دهه ۱۹۸۰ شکل گرفته است، قابلیت تحلیل توأم داده‌های فضایی و غیر فضایی را داراست و بدین لحاظ ابزار بسیار قدرتمندی را در اختیار کاربران قرار می‌دهد تا بتوانند تحلیل فضایی و مدل‌سازی را از طریق آن انجام دهند (بان، ۱۳۸۱: ۴۷ و فرج زاده، ۱۳۷۷).

لذا در عصر حاضر توجه ویژه به آمایش سرزمین مدنظر بوده است که در این زمینه بخش کشاورزی جایگاه خاصی داشته است (محمدی و همکاران، ۱۳۸۶: ۱۲۳). هر منطقه دارای توانمندی‌ها و تنگنایی در زمینه کشاورزی است. از این رو شناخت و تحلیل آنها می‌تواند در جهت توسعه مؤثر واقع شود و از منابع موجود استفاده مطلوب و مناسب به عمل آید زیرا هر گیاه یا محصول، با شرایط خاصی سازگار می‌باشد که با در نظر گرفتن شرایط لازم، می‌توان به نتیجه مطلوب و متناسب با محیط دست یافت (York, 2005: 27). استفاده از مدل‌های مرتبط با شناسایی توانمندی‌های کشاورزی هر روش، سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌باشد که دارای قابلیت فراوانی در زمینه سنجش و پتانسیل سنجی عوامل طبیعی با استفاده از مدل‌های مختلف است. از این رو امروزه تهیه و کاربرد مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره<sup>۳</sup> به منظور افزایش دقت در امر برنامه‌ریزی رواج گسترده‌ای یافته است زیرا از طریق آنها با توجه به معیارهای کمی و کیفی متعدد، می‌توان به انتخاب بهترین گزینه دست یافت (Makowski, 2006: 24). منطقه مورد مطالعه در این تحقیق با توجه به شرایط اقلیمی و محیطی، دارای

<sup>2</sup> - Geographical information system

<sup>3</sup> MADM

<sup>1</sup> -Food and Agriculture Organization

مطلوب با وسعت بخشیدن به زمینه‌ها، گسترش دامنه فعالیت‌ها، بسط امور و افزایش عملکردها در قالب برنامه جامع توسعه اقتصادی و اجتماعی با توجه به حفظ محیط زیست و منابع آن باشد (Waring,2010:148).

متغیرهای زیادی رشد و نمو گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهند که از آن جمله طول روز، مقدار دریافت انرژی خورشیدی، میزان بارندگی، درجه حرارت در دوره رشد و مقدار عناصر مورد نیاز گیاه در خاک، ارتفاع، زمین شناسی و... را می‌توان ذکر کرد (Willer & Sorensen,2008:23). کلزا یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی جهان است که کشت آن به ویژه در مناطق معتدل روبه افزایش است و نقش قابل توجهی در تأمین روغن‌های خوراکی انسان دارد (وایس، ۱۳۷۰: ۳۳). کلزا گیاهی است از خانواده براسیکا با نام علمی *Brassica Napus L*. و دو فرآورده حاصل از دانه کلزا، روغن و کنجاله می‌باشد (عسگری و دالینی، ۱۳۸۶: ۴۲۰). کلزا محصول مناطق معتدل و معتدل ساحلی است. تحقیقات نشان داده‌اند که بیش از ۹۰ درصد بذور کلزا در دمای مطلوب ۲۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد در مدت ۱ تا ۲ روز جوانه می‌زنند. (رضایی، ۱۳۸۶: ۷۶). رطوبت زیاد برای کلزا مضر است و سبب توسعه بیماری‌های قارچی می‌گردد و مقاومت نسبت به سرما را کاهش می‌دهد (رحمان پور و جاویدفر، ۱۳۸۲: ۸۶-۷۴). هر چه شیب کمتر باشد، برای محصول مناسب‌تر است زیرا شیب کم ذخیره رطوبتی خاک را افزایش می‌دهد. در هنگام بارندگی علاوه بر این که آب کمی در زمین نفوذ می‌کند، آب-های جاری مواد غذایی زمین را می‌شوید و از منطقه خارج می‌کند (فرج زاده، ۱۳۸۰: ۹۷). گیاه کلزا برای رشد و نمو، به زمین‌های هوموسی با مواد غذایی کافی و تأمین آهک نیاز دارد (حجازی، ۱۳۷۹: ۶۰-۵۷). مناسب‌ترین اراضی برای رشد کلزا خاک‌هایی با PH حدود ۶/۵ می‌باشد. کلزا در تناوب هر محصولی که اجازه تهیه بستر مناسب بذر را دهد و از توسعه عوامل

تنگناها و پتانسیل‌هایی در بخش کشاورزی می‌باشد که توجه و بررسی این زمینه، می‌تواند در ارائه برنامه‌ها و تقویت ابعاد اقتصادی و اجتماعی مردم در آینده مؤثر واقع شود. یکی از این توان‌ها امکان کشت‌های مختلف است. منطقه ایذه با توجه به بارندگی کافی در طول سال و به ویژه در فصل سرد سال، دمای مناسب و ایذه-آل، خاک مطلوب، پوشش درختی و گیاهی متنوع و ... دارای امکانات طبیعی مناسب برای کشت‌های مختلف و از جمله کشت کلزا می‌باشد. در این مقاله هدف بر آن است که شهرستان ایذه از طریق لایه‌های موجود مورد ارزیابی و سنجش قرار گیرد و پتانسیل هر یک از لایه‌ها برای کشت کلزا مشخص شود و پهنه‌های امکان کشت کلزا بر اساس میزان قابلیت در نقشه نهایی ارائه گردد.

### مبانی نظری و پیشینه تحقیق

با توجه به چالش امنیت غذایی در قرن ۲۱، این واقعیت نمایان است که راهکارهایی که تنها با بخشی از طبیعت (به طور مثال؛ حاصلخیزی خاک، کاربری ارضی، حفاظت آب) در ارتباط است، مفید نخواهند بود (شولتز، ۱۳۷۷: ۵۶). شرایط اقلیمی و طبیعی از عوامل مهم تولید و تعیین گونه‌ای محصول است و بهره برداری از زمین بر اساس کیفیت این عوامل استوار است (علیجانی و دوستان، ۱۳۸۵: ۱۴). شناسایی پتانسیل‌های مناطق راهی به سوی استفاده کمتر از منابع شیمیایی در کشت گیاهان نیز محسوب می‌شود که بحث توسعه کشاورزی ارگانیک را مطرح می‌کند. چنان که کشاورزی ارگانیک امروزه به طور سریع در حال توسعه است و اطلاعات آماری آن برای ۱۳۸ کشور در حال حاضر موجود می‌باشد که به نظر می‌رسد این نوع کشاورزی در بعضی کشورها رشد مناسبی داشته است (Willer & Sorensen,2008:15). از طرف دیگر کشاورزی پایدار وقتی معنا پیدا می‌کند که دستاورد یک سلسله فعالیت‌های برنامه‌ریزی شده مرتبط و هماهنگ به منظور اعمال تغییرات و تحولات

بیماری زای خاکسازای جلوگیری کند، رشد می‌نماید (افشاری، ۱۳۸۰: ۱۲۴). بنابراین می‌توان گفت که کشت کلزا از لحاظ معیارهای اقلیمی و محیطی شرایط مخصوص به خود را می‌طلبد و کاشت، داشت و برداشت آن مکان و زمانبندی خود را دارد.

در ارتباط با موضوع مورد بحث، چندین نمونه پژوهش انجام گرفته است. راجر (۲۰۰۰)، در قالب تحقیقی با نام «تعیین نواحی مستعد برای کشت کلزا در ایالت ایلوی نوین کانادا با GIS» به ارائه مدلی برای تعیین نواحی مناسب کشت کلزا و ارزیابی محصولات کشاورزی در ایالت ایلوی نوین کانادا پرداخت. پاکوب (۲۰۰۵)، در مقاله‌ای با عنوان «مقایسه عوامل توپوگرافی و هیدرولوژی با میزان عملکردشان در زمینه گیاه کلزا با استفاده از GIS» در جنوب شرقی می‌سی‌سی‌پی آمریکا به مطالعه و بررسی ارتباط بین عوامل توپوگرافی (شیب و جهت شیب) و هیدرولوژی (طول و جهت، کیفیت آب رودخانه‌ها) با عملکردشان با بهره‌گیری از GIS و شاخص VDVI با ارائه مدل Stepwise جهت برآورد عملکرد این محصول پرداخت؛ ادب (۱۳۸۵)، پژوهشی را با عنوان «مدل سازی برآورد عملکرد محصول کلزای پاییزه با استفاده از روش رگرسیون چند متغیره در محیط GIS در شهرستان سبزواری» انجام داده است. فلاح میری (۱۳۸۵)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود را با موضوع «پهنه بندی توان اکولوژیک کشاورزی حوزه معرف کسلیان با سامانه اطلاعات جغرافیایی» کار کرده است. سرمیدان و همکاران (۱۳۸۸) نیز به پهنه بندی اکولوژیکی کشاورزی با استفاده از سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در منطقه تاکستان پرداختند.

### روش‌شناسی تحقیق

روش تحقیق بر اساس اهداف پژوهش کاربردی و از نوع توصیفی - تحلیلی و پیمایشی است. روش اجرا به این صورت است که ابتدا لایه‌های مورد نظر از سازمان -

<sup>1</sup> - Universal transfer mercator

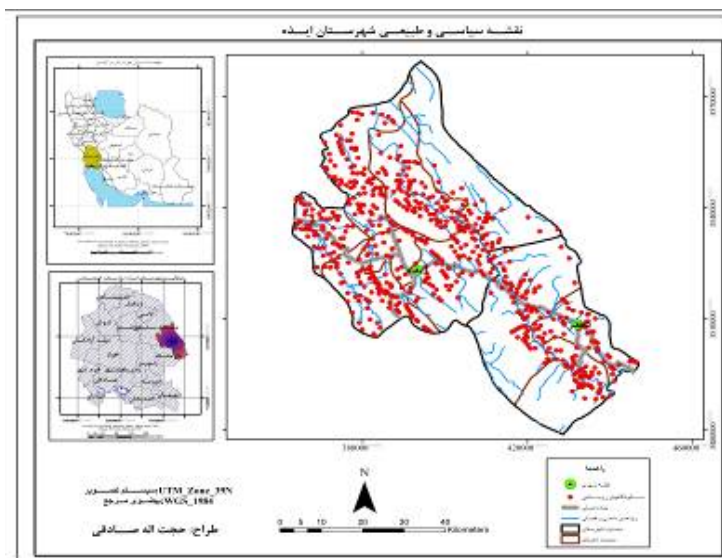
<sup>2</sup> - Analytic Hierarchy process

می‌باشد، به دست می‌آید. در مرحله آخر نقشه نهایی به ۵ طبقه برای کشت کلزا یعنی خیلی مناسب، مناسب، متوسط، ضعیف و نامناسب طبقه بندی شد.

### معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه یعنی شهرستان ایذه در استان خوزستان، در ۳۱ درجه و ۵۰ دقیقه و ۲۲ ثانیه پهنای شمالی و ۴۹ درجه و ۵۲ دقیقه و ۱۶ ثانیه درازای خاوری نسبت به گرینویچ واقع شده است. این منطقه در دامنه کوه‌های زاگرس با ارتفاع ۷۶۷ متری از سطح دریا و مساحت ۳۷۷۹/۳۹ کیلومتر مربع قرار دارد. بر اساس آمار سال ۸۵ از کل جمعیت شهرستان، بالغ بر ۱۰۸۲۳۲ هزار نفر در شهر ایذه و نقطه مرکزی بخش دهدز و بقیه جمعیت که ۸۶۷۸۶ هزار نفر می‌باشند، در نواحی روستایی قرار دارند. با توجه به شرایط اقلیمی و محیطی، این منطقه می‌تواند برای کشت انواع محصولات مطلوب و برای جامعه کشاورز و مشاغل وابسته به آن مفید و مؤثر واقع شود. به طور کلی تعداد کشاورزان بر اساس آمار موجود ۱۷۵۰۰ نفر می‌باشد که در سال ۱۳۸۷ برای حدود ۵۲۸ نفر اشتغال زایی شده است. همچنین اراضی قابل کشت ۵۴۳۴۲ هکتار می‌باشد. (آمارنامه جهاد کشاورزی استان خوزستان، ۱۳۸۲: ۲۱).

گردید. (در واقع از چند کارشناس متخصص جهت وزن دهی استفاده شده که از نظرات آنها میانگین وزنی گرفته شده و یا بر اساس نظر توافقی آنها این وزن دهی انجام گشت). مقایسه زوجی به صورت ارزش گذاری عنصر سطر نسبت به عنصر ستون صورت می‌گیرد و برای ارزش گذاری نیز معمولاً از یک مقیاس فاصله‌ای از ۱ تا ۹ استفاده می‌شود. هر چه مقدار ارزش داده شده بیشتر باشد، نشان دهنده اهمیت بیشتر عنصر سطری نسبت به عنصری ستونی است. به طوری که ارزش ۹ بیانگر کاملاً مهم‌تر و ارزش ۱ بیانگر ارجحیت و اهمیت یکسان است. لازم به ذکر است که ماتریس مقایسه زوجی یک ماتریس معکوس است بدین معنی که اگر ارزش مقایسه‌ای عنصر سطری  $a$  نسبت به عنصر ستونی  $b$ ، معادل ۹ باشد، ارزش مقایسه‌ای عنصر سطری  $b$  نسبت به عنصر ستونی  $a$  برابر  $1/9$  خواهد بود. در نهایت ماتریس ارزش گذاری و وزن دهی به معیارهای ۱۲ گانه پژوهش حاضر مشخص شد. وزن‌های نسبی معیارها در ستون آخر برابر یک خواهد شد. پس از این مرحله در نهایت اوزان به دست آمده در لایه‌های نقشه‌ای در محیط (ARC GIS) ضرب و سپس با عملیات همپوشانی (overlay)، امتیازهای همه لایه‌های نقشه‌ای با هم جمع شده و نقشه نهایی مجموع امتیازها تهیه گردید که نقشه نهایی که نشان دهنده پهنه بندی کشت کلزا



شکل ۱: نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان خوزستان و کشور  
منبع: (نگارندگان، ۱۳۹۲)

### یافته‌های تحقیق

کارشناسان و محققان، منابع موجود، طرح‌ها و تحقیقات انجام شده قبلی انجام گرفته است. ارزش‌های داده به صورت مشخصی در جدول شماره (۱) آورده شده است.

در ارزش گذاری معیارهای زیر از یک مقایسه زوجی ۱۲ گانه استفاده شده است. وزن‌های داده شده به معیارهای به کارگرفته شده، با توجه به نظریات

جدول ۱: مقایسه زوجی معیارها

معیار	ارتفاع	شیب	فرسایش	زمین شناسی	خاک	بوشش گیاهی	کاربری اراضی	تیب اقلیمی	متوسط دما	متوسط بارش	حداکثر دما	حداقل دما
ارتفاع	۱	۴	۳۳	۳۳	۱۴	۳۵	۰۲	۳۵	۱۷	۱۳	۱۴	۱۴
شیب	۲۵	۱	۵	۲۵	۱۷	۰۲	۰۲	۱۷	۱۴	۱۲	۱۲	۱۲
فرسایش	۳	۰۱۳	۱	۰۲۳	۰۱۷	۰۲۳	۰۲۵	۰۲۳	۰۱۷	۰۱۱	۰۱۴	۰۱۴
زمین شناسی	۳	۴	۳	۱	۱۴	۲	۰۲	۳۵	۰۲	۱۷	۱۳	۱۳
خاک	۷	۶	۶	۷	۱	۸	۶	۷	۵	۲	۴	۴
بوشش گیاهی	۴	۵	۲	۰۵	۱۲	۱	۳۵	۱۷	۱۴	۱۱	۱۲	۱۲
کاربری اراضی	۵	۵	۴	۵	۱۷	۴	۱	۰۵	۳۳	۱۳	۳۵	۳۵
تیب اقلیمی	۴	۶	۳	۴	۱۴	۶	۲	۱	۰۵	۳۵	۲۳	۲۳
متوسط دما	۶	۷	۶	۵	۰۲	۷	۲	۲	۱	۳۵	۰۲	۰۲
متوسط بارش	۸	۸	۹	۶	۳۳	۹	۵	۴	۴	۱	۴	۴
حداکثر دما	۷	۸	۷	۸	۳۵	۸	۴	۳	۵	۳۵	۱	۰۵
حداقل دما	۷	۸	۷	۸	۳۵	۸	۴	۳	۵	۳۵	۲	۱
جمع	۵۵۲۵	۶۲۲	۵۴۳۳	۴۵۴۱	۳۰۰۸	۵۳۷۸	۲۶۱	۲۱۶۷	۲۱۶۵	۵۸۳	۱۳۴۲	۱۰۹۲

منبع: (نگارندگان، ۱۳۹۲)

### وزن نهایی معیارها

گذاری هر یک از معیارها می‌باشد. در جدول شماره (۲) معیار خاک با وزن ۰/۲۴۰ دارای بیشترین امتیاز و در رتبه آخر نیز معیارهای ارتفاع و فرسایش با وزن ۰/۰۱۵ دارای کمترین تاثیرگذاری و در رتبه‌های آخر وزن‌های به دست آمده قرار می‌گیرند.

برای به دست آوردن وزن نهایی هر کدام از معیارها، میانگین سطری یا به عبارت دیگر متوسط ردیفی آنها محاسبه شده است. به این صورت که جمع هر کدام بر تعداد معیارها که ۱۲ می‌باشد، تقسیم شده که در نهایت عدد به دست آمده، معرف وزن و تاثیر

جدول ۲: وزن نهایی معیارها

معیار	ارتفاع	شیب	فرسایش	زمین شناسی	خاک	پوشش زمین	کاربری اراضی	تنب آبی	منا	بارش	خاکگر منا	حداقل منا	رتبه
وزن نهایی	۰/۰۱۵	۰/۰۱۸	۰/۰۱۵	۰/۰۲۶	۰/۳۴۰	۰/۰۲۱	۰/۰۵	۰/۰۵۱	۰/۰۷۶	۰/۱۸۴	۰/۱۱۷	۰/۱۲۹	۱

منبع: (نگارندگان، ۱۳۹۲)

### محاسبه نرخ ناسازگاری

درسه بخش انجام گرفت: • محاسبه بردار ویژه  $(\lambda_{max})$  • مقدار شاخص ناسازگاری (I.I.) • محاسبه نرخ ناسازگاری (I.R.)

بعد از وزن دهی و قبل از به کارگیری وزن‌ها باید نسبت به سازگاری مقایسه‌ها اطمینان حاصل شود و نرخ سازگاری محاسبه شود. برای این مرحله محاسبه‌ها

جدول ۳: مجموع اعداد به دست آمده برای هر یک از معیارها در بردار ویژه

معیار	ارتفاع	شیب	فرسایش	زمین شناسی	خاک	پوشش زمین	کاربری اراضی	تنب آبی	منا	متوسط بارش	خاکگر منا	حداقل منا	مقدار
مقدار	۹/۴۲۲	۸/۷۸۹	۹/۲۴۴	۱۰/۹۲۳	۱۰/۱۲۴	۲/۱۷۸	۱۰/۳۷۷	۱۱/۴۴۴	۹/۸۷۶	۱۴/۱	۱۴/۴۴۵	۱۴/۴۷۹	۱۴۴/۱

منبع: (نگارندگان، ۱۳۹۲)

نرخ ناسازگاری<sup>۲</sup> با تقسیم شاخص ناسازگاری بر شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی (R.I.) محاسبه می‌شود. در این فرمول R.I. شاخص ناسازگاری می‌باشد که مقدار آن ۰/۵۲ است.

بر این اساس بردار ویژه از تقسیم عدد ۱۴۴/۱ بر عدد ۱۲ که تعداد معیارهاست، به دست خواهد آمد که عدد ۱۲/۰۰۸ می‌باشد.

$$I.R. = \frac{I.I.}{R.I.} \quad I.I. = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \dots$$

$$\lambda_{max} = \frac{144/1}{12} = 12/008$$

نرخ ناسازگاری<sup>۰</sup> است که کمتر از ۰/۱ می‌باشد. بنابراین مقایسه‌ها از سازگاری بسیار مطلوب و قابل قبولی برخوردار هستند.

شاخص ناسازگاری<sup>۱</sup> بر طبق فرمول زیر برای ماتریس‌های n بعدی به دست می‌آید.

$$I.I. = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad I.I. = \frac{12/008 - 12}{12 - 1} = \dots$$

<sup>2</sup> - Inconsistency Ratio

<sup>1</sup> - Inconsistency Index

۶۲۴/۴۱۶۹۹ کیلومتر مربع می‌باشد، برای کشت کلزا مناسب است یعنی دشت‌های زهکشی شده، خاک‌رسی و شنی با مواد آلی خیلی مناسب می‌باشند. در طبقه دوم خاک رسی نسبتاً عمیق با رسوب بالا که ۸۴/۴۸۲۹۰۳ کیلومتر مربع قرار گرفته و دارای شرایط مناسبی است. همچنین ۶۶/۶۴ درصد مساحت منطقه متوسط و ۵۸/۰ درصد ضعیف، ۱۴/۰۲ درصد نامناسب می‌باشد.

#### معیار زمین‌شناسی در منطقه مورد مطالعه

زمین‌شناسی منطقه به طور کلی از نوع سنگ‌های رسوبی می‌باشد. پهنه‌هایی که برای کشت کلزا خیلی مناسب می‌باشند، مساحتی معادل ۱۳۸۸/۹۲ کیلومتر مربع یعنی ۳۶/۷۵ درصد منطقه را در بر می‌گیرند و در برگرفته سنگ‌های رسی، ماسه رسی، شنی و آهک هستند و که پس از تجزیه خاکی با مواد آلی مناسب را رقم می‌زنند. مارن رسوبی با ۲۰/۵۵ درصد مساحت شرایط مناسب، آهک ماسه‌ای با ۶/۲۲ درصد شرایط متوسط و دو طبقه دیگر یعنی شرایط ضعیف و نامناسب به ترتیب ۲۰/۸۹ و ۱۵/۵۵ درصد مساحت محدوده را شامل می‌شود که شیل سبز، ماسه سنگ و کنگلومرا را در بر می‌گیرد.

#### معیار شیب در منطقه مورد مطالعه

نقشه شیب منطقه مورد مطالعه به دلیل این که قسمت اعظم منطقه به صورت هموار و پست می‌باشد، در پنج طبقه تقسیم بندی شده است. بر اساس منابع موجود شیب بین ۹-۰ درصد، شیب ملایم می‌باشد که مساحتی برابر ۶۷۳/۷۴۹ کیلومتر مربع معادل ۱۷/۸۲ درصد مساحت منطقه را تحت پوشش قرار می‌دهد و در واقع شیب خیلی مطلوبی برای کشت و زرع و همچنین برای کشت کلزا در منطقه می‌باشد. شیب متوسط یعنی ۱۹-۹ درصد که ۱۶/۱۵ درصد مساحت منطقه می‌باشد، دارای شرایط مناسب، طبقه شیب ۳۱-۱۹ درصد، ۲۰/۶۱ درصد مساحت منطقه یعنی دارای وضعیت متوسط و دو طبقه دیگر به ترتیب ۱۵/۴۲ و ۳۰/۹۱ درصد دارای وضعیت ضعیف و نامناسبی می‌باشند.

#### معیار ارتفاع در منطقه مورد مطالعه

نقشه ارتفاعی منطقه مورد مطالعه بر اساس تصاویر ماهواره‌ای سنجش از دور تهیه شده که به صورت رستری دارای اطلاعات ارتفاعی منطقه می‌باشد. به این صورت که هر پیکسل نشانگر یک ارتفاع است. طبقه بندی لایه ارتفاعی منطقه در پنج طبقه صورت گرفت. بر اساس شرایط مطلوب برای کشت کلزا بهترین طبقه یا به عبارت دیگر مطلوب‌ترین ارتفاع برای کشت کلزا بین ۹۹۱-۳۴۲ متر می‌باشد که در حدود ۱۲۹۸/۳۷ کیلومتر مربع از مساحت منطقه را شامل می‌شود و معادل ۳۴/۳۵ درصد محدوده منطقه مورد مطالعه است. همچنین ۲۴/۳۵ درصد مساحت منطقه مناسب، ۱۶/۶۵ درصد وضعیت متوسط، ۱۲/۸۳ درصد ضعیف و ۱۱/۷۰ درصد مساحت منطقه نامناسب برای کشت کلزا می‌باشد.

#### معیار پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه

لایه موجود برای پوشش گیاهی یک لایه کیفی است و پس از تبدیل اطلاعات موجود در آن به داده‌های کمی و وزن دهی صورت گرفته، نتایج نشان داد که با توجه به کشت تناوبی کلزا و داشتن شرایط تقریباً مشترک اقلیمی و محیطی با زراعت گندم و جو، بهترین پوشش گیاهی در منطقه به اراضی کشاورزی دیمی و آبی منطقه که در حال حاضر به زیر کشت می‌رود، اختصاص دارد. این نوع پوشش مساحتی در حدود ۲۰۸/۷۶۸۰۱ کیلومتر مربع یعنی ۵/۵۲ درصد را کسب کرده که خیلی مناسب بوده است. همچنین ۱۰۷۶/۰۵ کیلومتر مربع مساحت مناسب، ۰/۸۲۰۲۸۹ کیلومتر مربع متوسط، ۲۳۸۶/۳۴۰۱ کیلومتر مربع شرایط ضعیف و ۱۰۷/۷۴۱ کیلومتر مربع از مساحت محدوده مورد مطالعه نامناسب برای کشت کلزا می‌باشد.

#### معیار خاک در منطقه مورد مطالعه

به طور کلی منطقه از جنبه معیار خاک در مناطق دشتی که امکان زراعت وجود دارد، دارای وضعیت خوبی است؛ چنان که بیش از ۱۶/۵۲ درصد از منطقه که در حدود

می‌باشد که تیپ اقلیمی مرطوب گرم تا مدیترانه‌ای و مرطوب معتدل را شامل می‌شود. در زمان کشت کلزا یعنی آذر ماه تا اوایل خرداد چنین شرایطی حاکم است. تیپ مرطوب جنب حاره‌ای، ۴۳/۵۴ درصد مساحت منطقه دارای شرایط مناسب، تیپ اقلیمی خشک با وضعیت متوسط، ۰/۶۲ درصد مساحت، تیپ نیمه خشک گرم ۶/۴۱ درصد و تیپ سرد با ۷/۳۸ درصد مساحت منطقه دارای شرایط ضعیف و نامناسبی برای کشت کلزا می‌باشند.

#### معیار متوسط دمای سالانه در منطقه مورد مطالعه

لایه متوسط دمای سالانه با استفاده از آمار موجود در سازمان هواشناسی از طریق روش درون یابی (IDW) در ARC GIS به دست آمد. با توجه به فاصله بین کمترین و بیشترین دمای سالانه، این معیار در پنج طبقه تقسیم بندی شد که بر اساس نظر کارشناسان در منطقه مورد مطالعه با توجه به زمان کشت کلزا بهترین طبقه متوسط دما بین ۱۸-۲۰ درجه سانتی گراد قرار دارد. پهنه‌ای که چنین شرایط خیلی مناسبی را شامل می‌شود، مساحتی معادل ۱۸۰/۶۴ کیلومتر مربع یعنی ۴/۷۸ درصد مساحت شهرستان را به خود اختصاص داده است. در جدول ۴ وضعیت دیگر پهنه‌ها نشان داده شده است.

جدول ۴: طبقه بندی لایه متوسط دمای سالانه برای کشت کلزا

میزان قابلیت	متوسط دما (سانتی گراد)	مساحت به کیلومتر مربع	مساحت به درصد
خیلی مناسب	۱۸-۲۰	۱۸۰/۶۴	۴/۷۸
مناسب	۲۰-۲۲	۸۱۵/۳۶۴۰۱	۲۱/۵۷
متوسط	۲۲-۲۴	۱۵۰۷/۳۱۰۱	۳۹/۸۸
ضعیف	۲۴-۲۶	۷۶۹/۳۲۵۰۱	۲۰/۳۵
نامناسب	۲۶-۲۸	۵۰۶/۶۷۰۹۹	۱۳/۴۰

منبع: (نگارندگان، ۱۳۹۲)

#### معیار فرسایش در منطقه مورد مطالعه

لایه فرسایش در ۵ کلاس قرار گرفته است. فرسایش جزئی که از لحاظ میزان فرسایش در طبقه بین ۸-۲ درصد قرار می‌گیرد که ۹۶۴/۴۱ کیلومتر مربع، معادل ۲۵/۵۱ درصد از مساحت منطقه را شامل می‌شود و خیلی مناسب بوده است. فرسایش کم (۱۳-۸) درصد، ۵۴۷/۵۳ کیلومتر مربع دارای وضعیت مناسب، طبقه متوسط ۶۰۹/۰۱ کیلومترمربعه دارای فرسایش متوسط (۱۷-۱۳) درصد می‌باشد. فرسایش زیاد (۲۳-۱۷) درصد، ۱۶۴۷/۲۶ کیلومترمربع و فرسایش خیلی زیاد که بالای ۲۳ درصد می‌باشد و ۱۰/۵۷ کیلومترمربع از مساحت منطقه را شامل می‌شوند و به ترتیب دارای شرایط ضعیف و نامناسبی برای کلزا می‌باشند.

#### معیار کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه

لایه کاربری اراضی که نشانگر نوع استفاده زمین می‌باشد، نیز همانند لایه پوشش زمین یک لایه کیفی بوده که تبدیل به لایه‌ای با داده‌های کمی شده است. از لحاظ کاربری اراضی بیش از ۱۴/۴۷ درصد اراضی در منطقه که مساحتی برابر ۵۴۷/۱۸۷۰۱ کیلومتر مربع را شامل می‌شود، دارای شرایط خیلی مناسبی برای کشت کلزای باشد. کاربری جنگل پراکنده، زمین‌بایر، اراضی ساحلی، جنگل متوسط به پایین با ۴/۶۱ درصد مساحت دارای وضعیت مناسب، کاربری جنگل متوسط، مرتع متوسط به پایین، با ۴۱/۹۶ درصد وضعیت متوسط را داراست. همچنین دو طبقه دیگر یعنی ضعیف و نامناسب برای کشت کلزا که باغات، مسیل‌ها، مراتع خوب و... را در بر می‌گیرد، به ترتیب ۳۰/۸۶ و ۸/۰۵ درصد مساحت محدوده را شامل می‌شود.

#### معیار تیپ اقلیم محلی در منطقه مورد مطالعه

بر اساس نظر کارشناسان آب و هوای مناسب برای کشت کلزا مرطوب گرم تا معتدل بوده است. از زمان گل دهی تا به نتیجه رسیدن محصول پهنه‌ای با مساحت ۱۵۸۷/۱۸۹۹ کیلومتر مربع، برابر با ۴۱/۹۹ درصد دارای شرایط خیلی مطلوب و مناسبی برای کلزا

1 - Inverse Distance Weighted

دارد. این طبقه مساحتی معادل ۹۳۹/۵۸۰۹۹ کیلومتر مربع یعنی ۲۴/۸۶ درصد از شهرستان را در بر گرفته که دارای شرایط بسیار مناسب می‌باشد. جدول ۵ شرایط دیگر پهنه‌ها را بیان می‌کند.

**معیار متوسط بارش سالانه در منطقه مورد مطالعه**  
منطقه مورد مطالعه با توجه به موقعیت جغرافیایی آن، از بارندگی مناسبی برای کشاورزی برخوردار است. طبقه اول با بارندگی بیشتر از ۴۷۱ میلیمتر برای کشت کلزا و آب دهی زمین بیشترین شرایط مطلوب را

جدول ۵: طبقه بندی لایه متوسط بارش سالانه برای کشت کلزا

میزان قابلیت	مساحت به درصد	مساحت به کیلومتر مربع	متوسط بارش (میلیمتر)
خیلی مناسب	۲۴/۸۶	۹۳۹/۵۸۰۹۹	>۴۷۱
مناسب	۱۶/۶۹	۶۳۱/۰۲۰۰۲	۴۱۵-۴۷۱
متوسط	۳۴/۵۲	۱۳۰۴/۷۷	۳۱۰-۴۱۵
ضعیف	۱۲/۸۹	۴۸۷/۴۸۷	۲۶۵-۳۱۰
نامناسب	۱۱/۸۶	۴۴۸/۴۴۶۰۱	<۲۶۵

منبع: (نگارندگان، ۱۳۹۲)

آمد. بهترین طبقه برای کشت کلزا از لحاظ حداکثر دمای سالانه، دمای کمتر از ۳۱ درجه سانتی گراد تعیین شده که پهنه‌ای معادل ۱۹۰/۱۶۶ کیلومتر مربع، یعنی ۵/۰۳ درصد مساحت را در بر می‌گیرد.

**معیار متوسط حداکثر دمای سالانه در منطقه مورد مطالعه**  
نقشه حداکثر دمای سالانه منطقه نیز از طریق آمار هواشناسی و روش (IDW) در ARC GIS به دست

جدول ۶: طبقه بندی لایه متوسط حداکثر دمای سالانه برای کشت کلزا

میزان قابلیت	مساحت به درصد	مساحت به کیلومتر مربع	حداکثر دما (سانتی گراد)
خیلی مناسب	۵/۰۳	۱۹۰/۱۶۶	<۳۱
مناسب	۱۴/۵۲	۵۴۸/۷۱۸	۳۱-۳۷
متوسط	۱۱/۲۸	۴۲۶/۲۹۷	۳۷-۴۳
ضعیف	۶۵/۰۵	۲۴۵۸/۴۶	۴۳-۴۹
نامناسب	۴/۱۱	۱۵۵/۵۹۷	>۴۹

منبع: (نگارندگان، ۱۳۹۲)

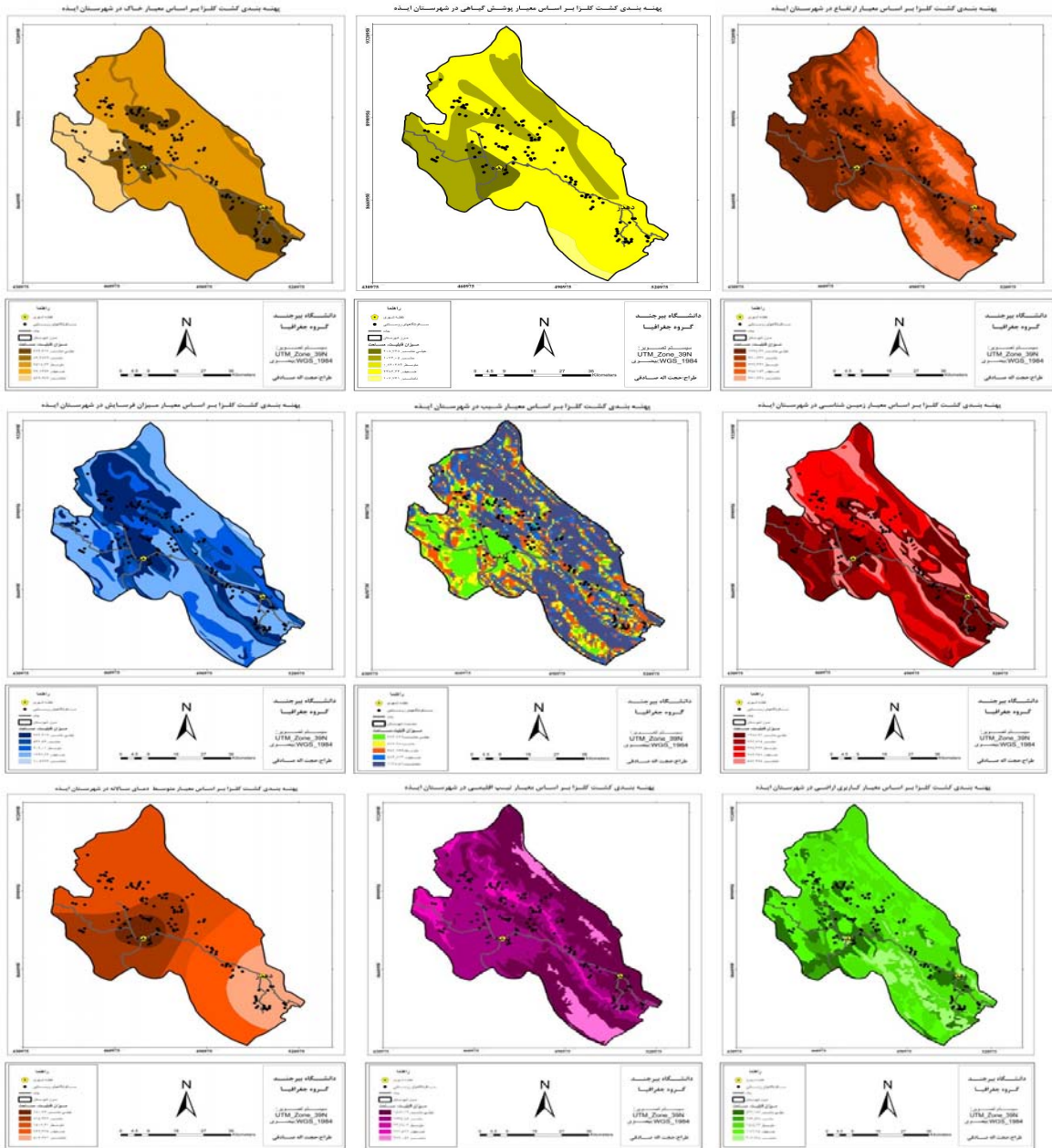
بهترین طبقه برای کلزا از لحاظ حداقل دما کمتر از ۸ درجه سانتی گراد می‌باشد که در منطقه مورد نظر ۱۷۷/۸۸۳ کیلومتر مربع از مساحت شهرستان را در بر گرفته است. این مساحت از جنبه درصدی ۴/۷۰ درصد می‌باشد که پهنه بسیار مناسب برای کشت کلزا بوده است. جدول ۷ وضعیت دیگر پهنه‌ها را نشان می‌دهد.

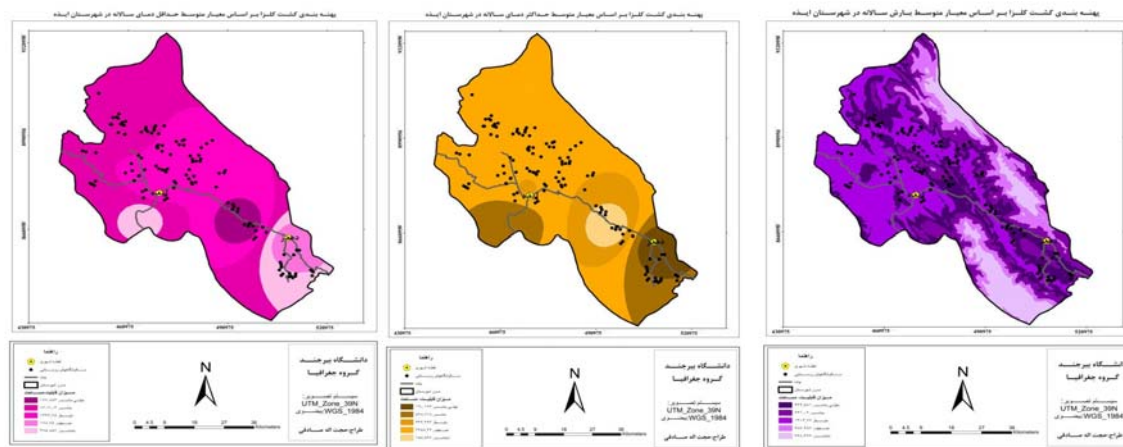
**معیار متوسط حداقل دمای سالانه در منطقه مورد مطالعه**  
لایه حداقل دمای سالانه همانند لایه حداکثر دما از روش درون یابی (IDW) در ARC GIS به دست آمد که در پنج طبقه تقسیم شده است. حداقل دما بیشتر در زمان کشت و نمو کلزا مؤثر است و بعد از این مرحله برای غنچه دهی نیاز به دمای بیشتری است.

جدول ۷: طبقه بندی لایه حداقل دمای سالانه برای کشت کلزا

میزان قابلیت	مساحت به درصد	مساحت به کیلومتر مربع	حداقل دما (سانتی گراد)
خیلی مناسب	۴/۷۰	۱۷۷/۸۸۳	<۸
مناسب	۴۵/۰۳	۱۷۰۲/۰۳	۸-۱۳
متوسط	۳۵/۵۸	۱۳۴۴/۷۵	۱۳-۱۸
ضعیف	۴/۷۲	۱۷۸/۷۵	۱۸-۲۳
نامناسب	۹/۹۴	۳۷۵/۸۵۲	>۲۳

منبع: (نگارندگان، ۱۳۹۲)





شکل ۲: نقشه‌ها به ترتیب از سمت راست ارتفاع، پوشش گیاهی، خاک، زمین شناسی، شیب، فرسایش، کاربری اراضی، تیپ اقلیمی، متوسط دما سالانه، متوسط بارش سالانه، حداکثر دما سالانه، حداقل دما سالانه.

### تحلیل نقشه (نهایی)

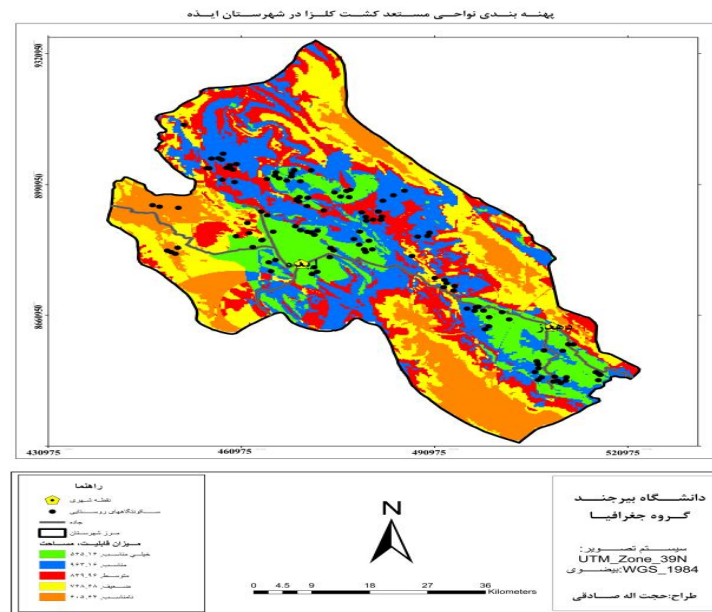
**پهنه اول:** این طبقه که برای کشت کلزا خیلی مناسب می‌باشد، در قسمت مرکزی منطقه یعنی دشت ایزده و حواشی شهر ایزده و همچنین قسمت جنوب شرقی شهرستان واقع شده است. این پهنه در تمام ۱۲ لایه به کار گرفته شده، تقریباً دارای شرایط مناسب اقلیمی اعم از دما، حداکثر و حداقل دما و طبیعی مانند خاک رس با عمق و رسوبات بالا، کاربری مساعد یعنی اراضی زیر کشت و مراتع مرغوب، زمین شناسی

و سنگ شناسی مطلوب و ... بوده است. این پهنه از کل مساحت شهرستان که ۳۷۷۹/۳۹ کیلومتر مربع می‌باشد، مساحتی برابر با ۵۶۵/۱۵۹۹۷ کیلومتر مربع معادل ۱۴/۹۵ درصد را در بر می‌گیرد که برای کشت کلزا بسیار مناسب و دارای قابلیت مساعدی بر اساس پارامترهای به کار گرفته شده و مورد نیاز برای کشت کلزاست. شرایط چهار پهنه دیگر نیز در جدول ۸ بیان شده است.

جدول ۸: وضعیت نواحی مستعد برای کشت کلزا در شهرستان ایزده

طبقه	رنگ پهنه	مساحت به کیلومتر مربع	مساحت به درصد	میزان قابلیت
پهنه ۱	سبز	۵۶۵/۱۵۹۹۷	۱۴/۹۵	خیلی مناسب
پهنه ۲	آبی	۹۶۳/۱۵۹۹۷	۲۵/۴۸	مناسب
پهنه ۳	قرمز	۸۴۹/۹۶۰۰۲	۲۲/۴۹	متوسط
پهنه ۴	زرد	۷۶۸/۶۷۹۹۹	۲۰/۳۴	ضعیف
پهنه ۵	قهوه‌ای روشن	۶۰۵/۶۴۰۰۱	۱۶/۰۲	نامناسب

منبع: (محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۲)



شکل ۳: نقشه نهایی نواحی مستعد کشت کلزا در منطقه مورد مطالعه  
منبع: (نگارندگان، ۱۳۹۲)

### نتیجه گیری

عوامل طبیعی و اقلیمی نه تنها به طور مستقیم و غیر مستقیم فرایندهای گیاه را تحت تأثیر قرار می-دهند و عملکرد گیاهان را تعیین می-کنند، بلکه مشخص کننده کمیت و کیفیت بهره برداری های انسان از محیط هستند. در تحقیق حاضر پس از به کارگیری ۱۲ لایه شامل ارتفاع، شیب، فرسایش، کاربری اراضی، پوشش زمین، زمین شناسی، خاک، تیپ اقلیمی، متوسط دمای سالانه، متوسط بارش سالانه، حداکثر دمای سالانه و حداقل دمای سالانه، قابلیت های منطقه برای کشت کلزا در ۵ کلاسه مشخص گردید. علاوه بر این توان های کشت کلزا بر اساس هر پارامتر نیز استخراج گردید و هر معیار به صورت جداگانه در ۵ طبقه از بسیار مناسب تا نامناسب تقسیم بندی شد. در تمام لایه های بررسی شده معمولاً، مناطق مساعد برای کشت کلزا در حدود ۳۰ درصد مساحت منطقه بوده است. مقایسه نتایج این نقشه ها با یافته های تحقیق های انجام شده، نشان از شرایط مطلوب در منطقه با توجه به معیارهای به کار گرفته شده برای کشت کلزا دارد. تحلیل اصلی بر روی

نقشه نهایی بهتر این موضوع را نشان می-دهد، چنان که طبقه بسیار مناسب این نقشه ۵۶۵/۱۵۹۹۷ کیلومتر مربع معادل ۱۴/۹۵ درصد منطقه را شامل می-شود و بهترین منطقه برای کشت گیاه کلزا می-باشد. همچنین چهار طبقه دیگر یعنی طبقه مناسب، متوسط، ضعیف، نامناسب به ترتیب ۲۵/۴۸، ۲۲/۴۹، ۲۰/۳۴، ۱۶/۰۲ درصد را در منطقه شامل می-شوند. در نقشه نهایی پهنه خیلی مناسب با رنگ سبز در مرکز منطقه و پهنه نامناسب برای کشت کلزا با رنگ نارنجی در چهار جهت اصلی مشخص شده اند که در واقع پهنه خیلی مناسب در دشت هموار و پست با شرایط مناسب و پهنه نامناسب در اطراف شهرستان و در کوهپایه های ناهموار و نامطلوب مکان یابی شده اند.

بنابراین باید گفت که کشت کلزا در منطقه مورد مطالعه دارای پتانسیل مناسبی در قسمت اعظم منطقه می-باشد؛ به طوری که در مکان های کشت گندم نیز این گیاه شرایط کشت را داراست. از این رو با اقدامات لازم می-توان از این توان اکولوژیکی به نحو درست استفاده کرد.

## منابع و مأخذ

۱. احمدی زاده، سعید (۱۳۷۸)، برنامه ریزی توسعه استان خراسان با استفاده از مدل‌های اکولوژیک و سامانه اطلاعات جغرافیایی، همایش نقشه برداری، سازمان نقشه برداری کشور.
۲. ادب، حامد (۱۳۸۵)، مدل سازی برآورد و عملکرد محصول کلزای پاییزه با استفاده از روش رگرسیون چند متغیره در محیط GIS در شهرستان سبزوار، پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقلیم و برنامه ریزی محیطی دانشگاه تربیت مدرس. تهران.
۳. افشاری، همایون (۱۳۸۰)، بیماری‌های مهم کلزا، نشر آموزش کشاورزی. چاپ اول. تهران.
۴. پاکوب، جیمز (۲۰۰۵)، مقایسه عوامل توپوگرافی و هیدرولوژی با میزان عملکردشان در زمینه گیاه کلزا با استفاده از GIS، طرح پژوهشی ایالت می سی سی پی. آمریکا.
۵. حجازی، اسدالله (۱۳۷۹)، زراعت کلزا. کاشت، داشت و برداشت، نشر روزنه. چاپ دوم. تهران.
۶. راجر، الکس (۲۰۰۰)، تعیین نواحی مستعد برای کشت کلزا در ایالت ایلی نویز کانادا، طرح پژوهشی دانشگاه تورنتو. کانادا.
۷. رحمان پور، سیامک و جاویدفر، فرزاد (۱۳۸۲)، زراعت کلزا، نشر مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. چاپ اول. تهران.
۸. رضایی، علی (۱۳۸۶)، مکان‌یابی مناطق مستعد کشت کلزا در شهرستان سرپل ذهاب با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقلیم و برنامه ریزی محیطی دانشگاه شهید بهشتی. تهران.
۹. سرمیدیان، فریدون و همکاران، پهنه بندی اکولوژیکی کشاورزی با سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منطقه تانگستان، مجله تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۲، شماره ۴۰، صص ۹۳-۱۰۴.
۱۰. شولتز، تئودور (۱۳۷۷)، گذار از کشاورزی سنتی، ترجمه محمدسعید نوری نائینی. نشر نی. چاپ اول. تهران.
۱۱. علیجانی، بهلول و دوستان، رضا (۱۳۸۵)، تعیین نواحی مستعد کشت زرشک در استان خراسان جنوبی در GIS، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای. شماره ۸، صص ۱۴-۳۳.
۱۲. فرج زاده، منوچهر (۱۳۷۷)، سیستم اطلاعات جغرافیایی، مجله دانشگاه و انقلاب ویژه جغرافیا، چاپ سوم، تهران.
۱۳. فرج زاده، منوچهر و تکلوبیغش، عباس (۱۳۸۰)، ناحیه بندی اگروکلیمایی همدان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی با تأکید بر گندم دیم، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، دوره چهارم، شماره ۴۱، صص ۹۳-۱۰۵.
۱۴. فلاح میری، حمید (۱۳۸۵)، پهنه بندی توان اکولوژیک کشاورزی حوزه معرف کسلیان با سامانه اطلاعات جغرافیایی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه مازندران. ساری.
۱۵. محمدی، حسین، کاظمی، مهدی و نفیسه گودرزی (۱۳۸۶)، کاربرد GIS در امکان سنجی کشت زیتون در استان اصفهان. فصلنامه پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ۱۳۷۴: ۱۳۳-۱۲۳.
۱۶. معاونت برنامه ریزی استانداری خوزستان (۱۳۸۲)، آمارنامه کشاورزی استان خوزستان، نشر جهاد کشاورزی استان خوزستان. اهواز.
۱۷. وایس، ای.ا. (۱۳۷۰)، دانه‌های روغنی، مترجم فرشته ناصری، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.
۱۸. یان، هایوود (۱۳۸۱)، مقدمه‌ای بر سیستم اطلاعات جغرافیایی، ترجمه گیتی تجویدی، نشر سازمان نقشه برداری کشور، تهران.
19. Bhan,s.k,saha.s.k. (1992).Use of Remote Sensing and GIS Technology in Sustainable Agricultural Management and Development. Newyork: Harlow press.
20. FAO.ORG/AG/AGI/AGII/PRTAEZ.S
21. Makowski, alex(2006), Multi object decision support including sensitivity analysis , Encyclopedia of life support ,EOLSS publishers.
22. Randhir , Sing , Anil Rai ,and Prachi Misra( 2004), Use of GIS for sampling designs for agricultural surveys , International conference map ,India.
23. Waring,George. (2010): The Elements of Agriculyure.publisher Cornell University.New York.
24. Willer, Helga & Neil Sorensen.(2008). The world of organic agriculture: statistics and emerging trends: Earthscan Publication. London.
25. York, George(edit of version by tomas kayer), (۲۰۰۵). ABC'S of Home -Cured, Green – Ripe olives. University of California, Agricultural Sciences Publications, Leaflet 21131. California .