نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیست و دوم، شماره ۶۵، تابستان ۱۴۰۱

پهنه‌بندی آگرواکولوژیکی کشت کلزا در دشت اردبیل

دریافت مقاله: ۹۷/۱۰/۱۰ **پذیرش نهایی:** ۹۸/۴/۲

صفحات: ۷۸-۶۱

بهروز سبحانی: دانشیار گروه اقلیم شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران[1]
Email: sobhani @uma.ac.ir
فاطمه نصیری: دانش‌آموخته‌ی اقلیم‌شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
Email: nasiri.fatemeh93@gmail.com

چکیده

شناخت و تعیین نواحی مستعد اکولوژیکی برای بسترسازی مناسب در برنامه‌ریزی منطقه‌ای و به ویژه بخش کشاورزی امری حیاتی و مهم است. اقلیم و توپوگرافی از مهم‌ترین مولفه‌های محیطی هستند که استعداد و قابلیت تولید محصول زراعی در یک منطقه به آن‌ها وابسته است. لذا مطالعه‌ی عناصر و عوامل اقلیمی مؤثر بر کشاورزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این تحقیق به منظور تعیین نواحی جغرافیایی همگن اکولوژی کشاورزی، تصاویر ماهواره‌ای و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی که تأمین کننده افق و ابعاد جدیدی برای پایش موثر و مدیریت منابع اراضی می‌باشد به کار گرفته شد. و سعی می‌شود با تلفیق روش‌ها و ابزارهای جدید توسعه کاربری پهنه‌بندی اکولوژی کشت کلزا را در منطقه دشت اردبیل نشان داد. به همین منظور برای شناخت مناطق مستعد منطقه مورد مطالعه از آمار داده‌های اقلیمی سطح استان از قبیل: درجه حرارت، بارش، رطوبت‌نسبی، و داده‌های قابلیت محیطی از قبیل: شیب، ارتفاع و کاربری اراضی استفاده شده است. به منظور اولویت‌بندی و ارزیابی معیارها در ارتباط با کشت کلزا از روش تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره مبتنی بر فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) استفاده شده است. سپس با وزن‌دهی به لایه‌های تهیه شده براساس معیارها، تلفیق و همپوشانی لایه‌ها در محیط GIS صورت گرفته و لایه نهایی ارزیابی تناسب اراضی برای کشت کلزا تهیه شد. براساس تحلیل یافته‌ها، اراضی منطقه‌ی مورد مطالعه برای کشت کلزا ۳۸/۳۳ درصد اراضی بدون محدودیت، ۱۰/۰۲ درصد اراضی با محدودیت کم، ۳۳/۹۶ درصد اراضی با محدودیت متوسط، ۱۷/۷۱ درصد اراضی با محدودیت زیاد می‌باشد.

کلید واژگان: تناسب اراضی، تحلیل فرآیند شبکه‌ای (ANP)، سنجش ازدور، سیستم اطلاعات جغرافیایی.

۱ . **نویسنده مسئول**: اردبیل، بلوار دانشگاه، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم انسانی، گروه جغرافیا

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.52547/jgs.22.65.61]

مقدمه

کشاورزی به عنوان یکی از بخش‌های اقتصادی کشور، نقش مهمی در رسیدن توسعه پایدار بر عهده دارد. توجه به این امر علاوه بر خودکفایی در تولید مواد غذایی و صادرات آن، می‌تواند پاسخ‌گوی مسائل ناشی از افزایش جمعیت کشور و کاهش مهاجرت روستاییان به شهرها منجر شود. این مسئله مستلزم استفاده از اصول و روش-های علمی و شناخت توان‌ها و قابلیت‌های محیطی هر منطقه می‌باشد(یزدچی و همکاران،۱۳۸۹: ۳۳-۳۸). یکی از راهکارهای اساسی برای توسعه کشاورزی استفاده بهینه از اراضی، متناسب با شرایط اقلیمی است و اصولاً لازمه چنین شناختی بستگی به عوامل مختلفی تحت عنوان عوامل پایدار (ارتفاع و خاک) و عوامل ناپایدار (بارندگی، دما و رطوبت) دارد. شناسایی عوامل مختلف اقلیمی و عوامل محیطی ما را یاری می‌کند تا نوع محصول را با توجه به نوع اقلیم منطقه و ویژگی‌های محیطی آن مشخص نماییم، زیرا تولید محصول و میزان عملکرد آن و قابلیت‌های کشاورزی هر منطقه به مشخصه‌های اقلیمی و دیگر ویژگی‌های طبیعی آن بستگی دارد. بنابراین هر کشوری باید بالاترین سطح اولویت خود را به ارزیابی منابع اقلیمی و منابع زمینی معطوف دارد و به ایجاد یک سیستم اطلاعات فضایی جامع به منظور به کاربردن بهترین دانش و تکنولوژی در توسعه کشاورزی پایدار از طریق خط مشی‌های بخش‌های دولتی و خصوصی بپردازد (فائو، ۱۹۹۶: ۳-۵). شناسایی و پهنه‌بندی آگروکلیماتیک اراضی به عنوان یکی از روش‌های برنامه‌ریزی کشاورزی در صورتی میسر خواهد بود که داده‌های اقلیمی و فیزیوگرافی در یک واحد مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گیرند (خورشید دوست و همکاران، ۳۹:۱۳۹۰). بر این اساس سازمان خواربار جهانی (FAO)[1] در سال ۱۹۷۸ به منظور بهینه سازی استفاده از زمین، آب و سایر منابع، مدلی را تحت عنوان پهنه‌بندی اکولوژیکی- کشاورزی ارائه کرد و پس از تحقیقات و آزمایشات فراوان در سال ۱۹۸۳ آن را برای کلیه کشورها توصیه نمود. روش به کار رفته در این مدل در کمی نمودن پارامترهای اقلیم، و سایر پارامترهای فیزیکی در برآورد حاصلخیزی محصولات متفاوت با توجه به نیازمندی‌های محیطی و مدیریتی، روشی نو و جدید است (احمدی زاده، ۱۱:۱۳۸۷). همگام با افزایش جمعیت کشور و بهبود سطح زندگی، مصرف روغن‌های نباتی نیز افزایش یافته، و به دلیل عدم رشد هماهنگ تولید دانه‌های روغنی با افزایش تقاضا برای روغن نباتی، بیش از ۹۰ درصد مصرف داخلی روغن کشور از طریق واردات و خروج مقادیر ارز تأمین می‌گردد. با توجه به این راهبرد توسعه کشت دانه‌های روغنی از یک طرف و محدودیت منابع موجود از طرف دیگر و افزایش روز افزون جمعیت و به تبع آن افزایش نیاز غذایی، ضرورت دارد که اولاً منابع و پتانسیل‌های بالقوه موجود به درستی شناخته شوند و ثانیاً این منابع محدود به طور بهینه و پایدار مورد استفاده قرار گیرند. بنابراین توسعه کشت دانه‌های روغنی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است(مجرد و همکاران، ۱۳۹۳: ۲). کلزا یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی جهان است و نقش قابل توجهی در تأمین روغن-های خوراکی انسان دارد (وایس[2]، ۱۳۷۰: ۳۳). کلزا در طیف وسیعی از شرایط اقلیمی به خوبی رشد نموده و

1 Food nnd Agriculture Orgnization
2 Weiss
3 Peter
4 Abdvl and coffelt
5 Catechar et al
6 Esparagus et al

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOI: 10.52547/jgs.22.65.61]

در تمام مراحل رشد تا حدی نسبت به سرما متحمل است، معمولاً درجه حرارت پایه برای این گیاه ۵ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شده است ولی درجه حرارت مطلوب برای وزن خشک اندام‌های هوایی ۳۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد، در زمان‌های معمول کاشت، درجه حرارت مناسب برای جوانه‌زنی حدود ۲۰-۱۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد هر چند بذرها حتی در درجه حرات یک درجه سانتی‌گراد قادر به جوانه‌زنی هستند (پیتر[1]، ۲۰۰: ۲۳۹). در میان عوامل محیطی موثر بر عملکرد روغن دانه، دما مهمترین عامل محسوب می‌شود که با افزایش آن، افت شدیدی در میزان آن آشکار می‌شود. این اثر کاهنده دما بر عملکرد روغن در تاریخ کاشت‌های تاخیری مشهودتر می‌باشد (عبدالله و خنجر[2]،۲۰۰۵:۲۹۳).

در ارتباط با موضوع مورد بحث چندین نمونه پژوهش انجام گرفته است. مطالعاتی در رابطه با تأثیر عناصر و عوامل اقلیمی بر روی مراحل فنولوژیکی و انتخاب مکان مناسب برای کشت کلزا توسط قاسمی(پیرپالوتی و گل‌پرور، ۲۰۰۸) به عمل آمده است. (کاتچر و همکاران[3]، ۲۰۱۰) تاثیر بارندگی و دمای سالانه را در برآورد عملکرد کلزا در ساسکاتچون کانادا بررسی کردند. . اسپاراگوس و همکاران[4] (۲۰۱۴) نقش بارش را در کاشت کلزا بررسی نمودند.

گالوب و همکاران[5] (۲۰۱۱) و (کام‌کار و همکاران، ۲۰۱۴) ارزیابی تناسب کلزا و سویا را در استان گلستان با استفاده از داده‌های اقلیمی انجام داده‌اند. (آبادی و همکاران[6]، ۲۰۱۵) تاثیر تغییرات آب و هوا را در طول دوره رشد گندم، جو و کلزا بررسی کردند. نتایج پژوهش‌های مختلف نشان می‌دهد اعمال تاریخ‌های کاشت زود یا دیرهنگام و رژیم‌های دمایی نامطلوب در طول دوره رشد، سبب کاهش محصول و اجزای عملکرد می‌شود و بالاترین عملکرد دانه از تاریخ کاشت مناسب به دست می‌آید.(بشیر[7]، ۲۰۱۰). زلک و همکاران[8] (۲۰۱۶)، تأثیر شرایط آب و خاک بر عملکرد کلزا و تولید آن در جنوب استرالیا را بررسی کرده‌اند. نتایج نشان داد آبیاری استراتژیک در محصولات زراعی کلزا بهترین اعمال قبل از شروع از شروع گل‌دهی است. (لشکری و رضایی، ۱۳۹۰) پژوهشی را تحت عنوان مکان‌یابی مناطق مستعد کشت کلزا در شهرستان سرپل ذهاب با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام داده‌اند. (تورچی و همکاران،۱۳۹۳)، پژوهشی را تحت عنوان پتانسیل‌یابی مناطق مستعد کشت کلزا در استان آذربایجان شرقی با استفاده از سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی (GIS) انجام داده‌اند. (رسولی و قائمی، ۱۳۸۹)، (مکانیکی، ۱۳۹۲)، (جهانبازی و همکاران، ۱۳۹۳)، ارزیابی و پهنه‌بندی کشت محصولات را به ترتیب در استان‌های خراسان، گلستان و اهر با استفاده از عناصر و عوامل اقلیمی با روش

1 Gallow et al
2 Abadi and colleagues
3 Bashir
4 Zellack et al

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOI: 10.52547/jgs.22.65.61]

AHP در محیط GIS انجام داده‌اند و به این نتیجه رسیدند که با تحلیل داده‌های مورد مطالعه و ارایه ارزش وزنی به لایه‌ها امکان تعیین نواحی مستعد کشت وجود دارد.شاه نظری و همکاران(۱۳۹۹)، اثر تغییر اقلیم بر تقویم زراعی کشت برنج در شمال ایران را بررسی کردند. نتایج نشان داد که تقویم زراعی برنج در استانهای گیلان و مازندران با تفاوتهائی به سمت زمستان شیفت خواهند یافت . با توجه به شرائط دمائی متفاوت استان گلستان تقویم زراعی آن به سمت بهار حرکت خواهد نمود.

شناسایی استعداد و توان سرزمین برای کاربری‌های مختلف کشاورزی به منظور حفظ منابع محیطی و تولید پایدار محصولات کشاورزی در راستای توسعه پایدار و همه جانبه در مناطق مختلف ضروری به نظر می‌رسد. منطقه مورد مطالعه در این تحقیق با توجه به شرایط اقلیمی و محیطی، دارای تنگناها و پتانسیل‌هایی در بخش کشاورزی می‌باشد که توجه و بررسی این زمینه، می‌تواند در ارائه برنامه‌ها و تقویت ابعاد اقتصادی و اجتماعی مردم آینده مؤثر واقع شود. در این مقاله هدف بر آن است که دشت اردبیل 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. استفاده از مدل‌های مرتبط با شناسایی توانمندی‌های کشاورزی هر روش، سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌باشد که دارای قابلیت فراوانی در زمینه سنجش پتانسیل سنجی عوامل طبیعی با استفاده از مدل‌های مختلف است. از این رو امروزه تهیه و کاربرد مدل‌های تصمیم-گیری چند معیاره[1] به منظور افزایش دقت در امر برنامه‌ریزی رواج گسترده‌ای یافته است زیرا از طریق آن‌ها با توجه به انتخاب بهترین گزینه می‌توان دست یافت (Makowski, 2006: 24). که در این تحقیق از مدل تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده شده است.

روش تحقیق

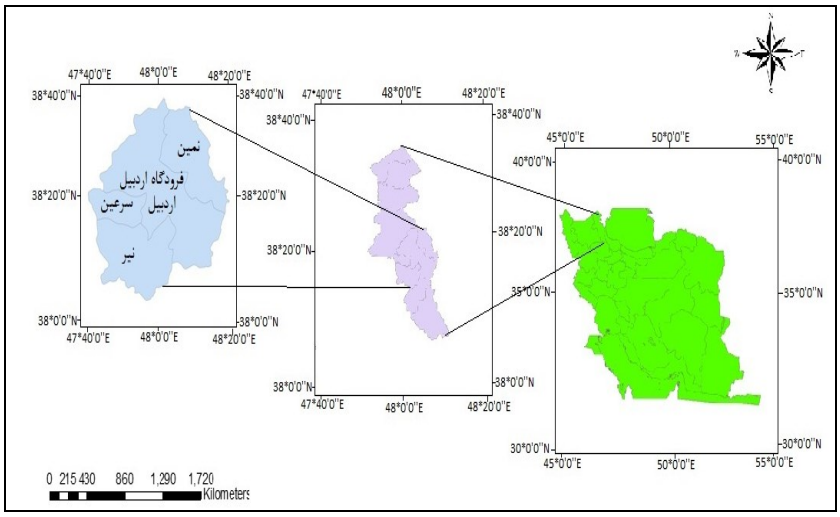
معرفی محدوده مورد مطالعه

دشت اردبیل با مساحت ۱۰۰ هزار هکتار در کانون جغرافیایی استان اردبیل و بین مدارات ۳۷ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۹ درجه ۴۴ دقیقه عرض شمالی و بین نصف‌النهارهای ۴۷ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۵۵ دقیقه طول شرقی واقع شده است شکل(۱). دشت اردبیل در شمال غربی ایران، یک دشت میان‌کوهی است که بین توده‌های آتشفشانی سبلان درغرب و رشته کوه تالش در شرق قرار گرفته است و به دلیل وضعیت استقرار توده کوهستانی سبلان بیشتر از جریان‌های دریای خزر متأثر می‌گردد. دشت اردبیل با داشتن منابع آب زیرزمینی غنی و خاک مرغوب، در نیم قرن اخیر همواره مورد توجه بوده و محل مناسبی جهت تأمین کشاورزی بوده است.

1 MADM

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.52547/jgs.22.65.61]



(۱). موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان اردبیل و کشور (منبع: نگارندگان ۱۳۹۵)

داده و روش کار

روش تحقیق براساس اهداف پژوهش کاربردی و از نوع توصیفی- تحلیلی می‌باشد. معیارهای به‌کارگرفته شده در این پژوهش شامل دو پایگاه داده‌های اقلیمی و پایگاه اطلاعات منابع زمینی است. مبنای هرکدام از این معیارها براساس شرایط لازم برای کشت کلزا و همچنین نظر کارشناسان متخصص در این زمینه می‌باشد. معیارهای به‌کارگرفته شده در این پژوهش در پایگاه داده‌های اقلیمی شامل بارش سالانه، دمای سالانه، حداقل دما، حداکثر دما و رطوبت نسبی می‌باشد که با انتخاب ایستگاه‌های سینوپتیکی موجود در سطح استان اقدام به استخراج میانگین داده‌ها در یک دوره زمانی ۲۰ ساله (۲۰۱۴-۱۹۹۴) شده است. سپس با انجام محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار Excel اقدام به تشکیل پایگاه داده در محیط GIS شد. پس از آن هر کدام از پارمترهای مربوطه در محیط GIS با تعمیم داده‌های ایستگاه‌های آن‌ها به سطوح پیرامون خود به صورت لایه-های اطلاعاتی و نقشه درآمدند. پایگاه اطلاعات زمینی شامل الگوی رقومی ارتفاع (DEM) و نقشه کاربری سطح استان می‌باشند. مدل رقومی ارتفاع (DEM) با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ از سازمان منابع طبیعی استان تهیه شد. با توجه به قابلیت این نقشه، نقشه توپوگرافی که شامل لایه‌های شیب و سطوح ارتفاعی می‌باشد در محیط GIS از آن مشتق شده و به عنوان لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده قرار گرفتند هر یک از لایه‌های اطلاعاتی تهیه شده براساس نیازهای اکولوژیکی کلزا طبقه‌بندی شده و براساس مدل مورد مطالعه، وزن‌دهی و ارزش گذاری لایه‌ها و معیارها صورت گرفت. پس از محاسبه وزن نهایی هریک از لایه‌ها براساس روش ANP از قابلیت GIS به منظور تلفیق و همپوشانی نقشه‌ها استفاده شد و درنهایت نقشه پهنه‌بندی کشت کلزا در دشت اردبیل تهیه گردید.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.52547/jgs.22.65.61]

فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP)

بسیاری از مسائل تصمیم‌گیری در برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای از نوع مسائل چند معیاره است که طی چند دهه گذشته یکی از قوی‌ترین روش‌ها در برنامه‌ریزی تبدیل شده است. فرآیند تحلیل شبکه‌ای هر موضوع و مسئله-ای را مانند شبکه‌ای از معیارها و زیر معیارها و گزینه‌ها (همه این‌ها عناصر نامیده می‌شوند) که با یکدیگر در خوشه‌هایی جمع شده‌اند، در نظر می‌گیرد. در این تحقیق برای وزن دهی داده‌های مورد مطالعه براساس نیاز اکولوژیکی محصول کلزا از فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) استفاده شد که مراحل مهم آن بدین شرح است:

۱- تشکیل شبکه‌ای از هدف، معیارها و زیر معیارها، گزینه‌ها و روابط آن‌ها

۲- انجام مقایسه‌های زوجی بین معیارها و زیر معیارها، مقایسات زوجی درANP توسط یک بستر ماتریسی بیان می‌شوند و یک بردار محلی می‌تواند به عنوان یک تخمین از اهمیت متناسب بین عناصر مشتق شود که توسط رابطه(۱) محاسبه می‌شود:

رابطه(۱)

$$1)\ A*W=\lambda_{Max}*w$$

به طوری‌که A ماتریس مقایسات زوجی، W بردار ویژه و λ_{MAX} بزرگ‌ترین مقدار ویژه‌ی ماتریسA

۳- تشکیل سوپرماتریس،

۴- تشکیل «سوپر ماتریس غیر وزنی» با استفاده از رابطه(۲):

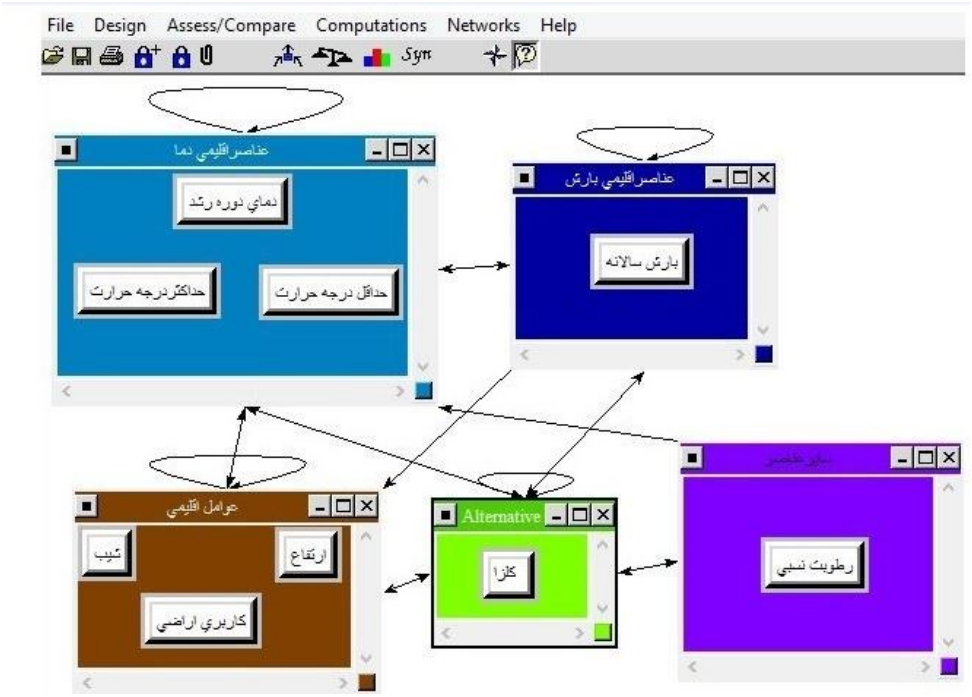
رابطه(۲)

$$2)\ W=\mathrm{Lim}\ w^{2k+1}, k\rightarrow \infty$$

۵- وزن معیارها و وزن گزینه‌ها، در سوپرماتریسی که سطرها به مقدار ثابتی میل کنند، به دست خواهد آمد. در این ماتریس گزینه‌ای که بیشترین وزن پایانی را داشته باشد، بهترین گزینه است (مؤمنی و شریفی‌سلیم، ۹۴،۱۳۹۱-۹۰). شکل(۲) نمونه به کار رفته شده در نرم‌افزار را نشان می‌دهد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.52547/jgs.22.65.61]



شکل(۲). نمونه‌ی مدل در نرم‌افزار Super Decisions

در ارزش گذاری معیارهای به کار گرفته شده در این پژوهش از یک مقایسهٔ زوجی استفاده شده است. شکل(۳) نمونه‌ای از سوپرماتریس مقایسه‌های زوجی اوزان گروه‌ها (خوشه‌ها)، را در نرم‌افزار SuperDecisions نشان می-دهد. خود خوشه‌ها نیز به نسبت سهمی که در هدف دارند، مقایسات زوجی می‌شوند. از تصمیم گیرنده‌ها در مورد یک سری از مقایسات زوجی از دو عنصر یا دو خوشه بر حسب توزیع‌هایشان در معیارهای سطح بالایی مختص آن‌ها پاسخ دریافت می‌شود مقادیر اهمیتی مرتبط توسط ساعتی در بازه‌ی اعداد ۱ تا ۹ بیان شده است. شکل(۴) نمونه‌ی وزن‌دهی SuperDecisions در نرم‌افزار را نشان می‌دهد.

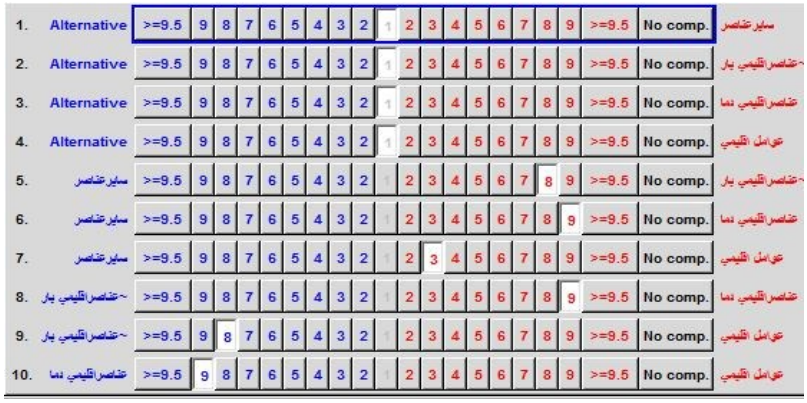
Cluster Node Labels	Alternative	سایرعناصر	عناصراقليمي بارش	عناصراقليمي دما	عوامل اقليمي
Alternative	0.149787	0.280830	0.190207	0.151919	0.280830
سایرعناصر	0.044430	0.135009	0.000000	0.046348	0.000000
عناصراقليمي بارش	0.201652	0.000000	0.180996	0.200641	0.000000
عناصراقليمي دما	0.531588	0.584161	0.564084	0.533849	0.584161
عوامل اقليمي	0.072543	0.000000	0.064713	0.067243	0.135009
Done					

شکل(۳). نمونه‌ای از سوپرماتریس مقایسه‌ی زوجی اوزان گروه‌ها

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOI: 10.52547/jgs.22.65.61]

وزن نسبی هر ماتریس براساس مقایسه زوجی محاسبه می‌شود وزن‌های حاصل در سوپرماتریس وارد می‌شوند که رابطه متقابل بین عناصر سیستم را نشان می‌دهد. مراحل وزن‌دهی براساس نتایج ماتریس‌های غیروزنی، وزنی و حدی می‌باشد.

در این مرحله ارتباط تک تک معیارها و خوشه‌ها نسبت به همدیگر سنجیده شده و بین ۱تا۹ نمره داده می-شود. عناصر نسبت به یک معیار کنترلی مقایسه می‌شوند و وزن داده می‌شوند بدین گونه که معیاری که در حضور معیار کنترل ارزش بیشتری دارد وزن بیشتری می‌گیرد.که نمونه ای از آن آورده شده.



شکل(۴). نمونه‌ای از وزن دهی به معیارها

نتایج

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 تقسیم شده که در نهایت عدد به دست آمده، معرف وزن و تأثیرگذاری هر یک از معیارها می‌باشد. در جدول(۱) معیار دمای دوره رشد (درجه حرارت سالانه)، با وزن ۰/۴۶۷۵۶ بیشترین امتیاز و معیار حداقل درجه حرارت ۰/۰۰۶۰۲ کمترین تأثیر گذاری و در رتبه آخر وزن‌های به‌دست آمده قرار می‌گیرند.

جدول(۱). وزن نهایی معیارها

معیارها	دمای سالانه	حداقل درجه حرارت	حداکثر درجه حرارت	بارش دوره رشد	رطوبت نسبی	ارتفاع	شیب	کاربری اراضی
وزن نهایی	۰/۴۶۷۵۶	۰/۰۰۵۴۷	۰/۰۰۶۰۲	۰/۴۰۱۵۳	۰/۰۱۹۰۴۷	۰/۲۶۸۳۶	۰/۳۷۲۵۶	۰/۳۳۹۰۵

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.52547/jgs.22.65.61]

معیار کاربری اراضی، شیب و ارتفاع در منطقه مورد مطالعه

در این پژوهش داده‌های منابع زمینی از قبیل، خصوصیات توپوگرافی منطقه شامل (ارتفاع، شیب) و لایه کاربری اراضی شامل (زراعت آبی، زراعت دیم، مراتع، جنگل) تقسیم شده بررسی گردیدند. هر یک از لایه‌ها به صورت مجزا در رابطه با نیازها و شرایط مطلوب برای کشت کلزا بررسی شده و مورد ارزیابی قرار گرفتند. به همین منظور تلفیق و همپوشانی لایه‌های به دست آمده بر اساس اهمیت و تأثیرگذاری هر کدام از معیارها صورت گرفت. برای این کار ابتدا با تشکیل ماتریس مقایسه زوجی، هر یک از معیارها در رابطه با هم مقایسه و اهمیت نسبی هر کدام تعیین شد. لایه‌ی کاربری اراضی که نشانگر نوع زمین می‌باشد، یک لایه‌ی کیفی بوده که تبدیل به لایه‌ای با داده‌های کمی شده است. کاربری‌های مشخص شده در منطقه مورد مطالعه شامل فیلدهای زراعت دیم و آبی، جنگل و مراتع می‌باشد. از لحاظ کاربری اراضی ۲۴/۲۳ درصد اراضی در منطقه که مساحتی برابر۱۱۸۳۸ کیلومتر مربع را شامل می‌شود، دارای شرایط بدون محدودیت برای کشت کلزا می‌باشد. در جدول(۲) وضعیت سایر فیلدها نشان داده شده است.

جدول(۲). طبقه‌بندی لایه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه

کاربری اراضی	مساحت به km^2	درصد
زراعت آبی	۱۱۸۳۸	۲۴/۲۳
زراعت دیم	۱۸۰۸۴	۳۷/۰۱
مراتع	۱۲۱۳۴	۲۶/۸۸
جنگل	۶۷۹۸	۱۳/۹۱

برای تهیه نقشه شیب دشت اردبیل، از مدل رقومی ارتفاع (DEM) با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ استفاده گردید. سپس براساس شرایط مطلوب و نامطلوب شیب در ارتباط با کشت کلزا براساس مطالعات صورت گرفته به ۴ کلاسه تقسیم‌بندی شده است. براساس منابع موجود بهترین شیب برای کشت کلزا بین ۲/۵-۰ می‌باشد که در منطقه مورد مطالعه مساحتی برابر با۹۴۸۱۴۰ کیلومترمربع معادل ۹۲/۹۴درصد مساحت منطقه را تحت پوشش قرار می‌دهد. که با توجه به نقشه مشاهده شده بیشتر در قسمت‌های مرکزی منطقه واقع شده است. شیب بین ۵- ۲/۵ درصد که مناسب برای کشت کلزا می‌باشد ۴/۵۱ درصد از مساحت منطقه می‌باشد، و طبقهٔ دیگر ۱/۹۶ درصد از مساحت منطقه را به خود اختصاص داده تا حدودی مناسب برای کشت می‌باشد، و ۰/۵۷ درصد از مساحت منطقه برای کشت ضعیف می‌باشد. که با توجه به نقشه مشاهده شده قسمت‌های غربی و مناطق نزدیک به کوه سبلان را شامل می‌باشد شکل(۵) و جدول(۳). در این پژوهش برای سنجش تناسب اراضی براساس سطوح ارتفاعی منطقه مورد مطالعه، ابتدا از نقشه رقومی (DEM) استان در محیط GIS اقدام به تهیه نقشه سطوح ارتفاعی شده، سپس براساس سازگاری کلزا در منطقه مورد مطالعه اقدام به کلاسه‌بندی سطوح ارتفاعی شد. براساس نقشه تهیه شده، که به سه کلاسه تقسیم‌بندی شد می‌توان گفت که از لحاظ وضعیت ارتفاعی مناطق مرکزی دشت اردبیل برای کشت مناسب هستند شکل(۶) و جدول(۴).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

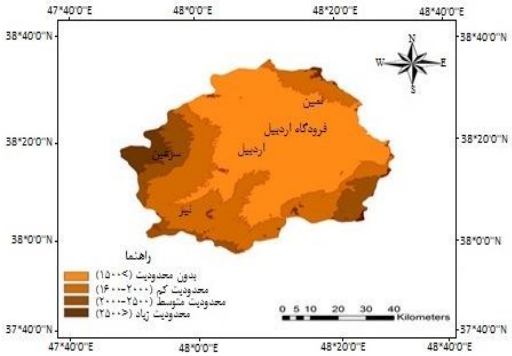
[DOI: 10.52547/jgs.22.65.61]

جدول(۳). طبقه‌بندی لایه شیب برای کشت کلزا

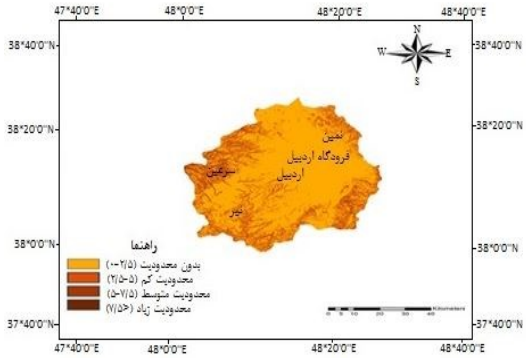
میزان قابلیت	مساحت به کیلومترمربع	درصد
بدون محدودیت	۹۴۸۱۴۰	۵۶/۸۳
محدودیت کم	۴۶۱۱۹۶	۲۷/۶۴
محدودیت متوسط	۲۰۰۶۸۴	۱۲/۰۲
محدودیت زیاد	۵۸۳۳۴	۳/۴۹

جدول(۴). طبقه‌بندی لایه ارتفاع برای کشت کلزا

میزان قابلیت	مساحت به کیلومترمربع	درصد
بدون محدودیت	۳۶۴۵۶۱	۵۲/۶۹
محدودیت کم	۲۲۴۶۹۱	۳۲/۴۷
محدودیت متوسط	۷۸۸۲۸	۱۱/۲۹
محدودیت زیاد	۲۳۷۶۸	۳/۴۳



شکل(۶). نقشه ارتفاع منطقه مورد مطالعه



شکل(۵). نقشه شیب منطقه مورد مطالعه

معیار دمای سالانه، حدکثر و حداقل درجه حرارت در منطقه مورد مطالعه

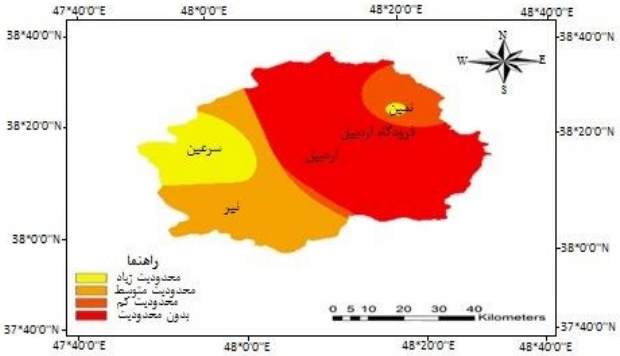
با توجه به هدف تحقیق، برای اینکه وضعیت حرارتی دشت اردبیل را با نیازهای حرارتی کلزا بررسی کنیم، لازم است شرایط دمایی ایستگاه‌های مورد مطالعه با توجه به نیازهای حرارتی کلزا مورد بررسی قرار گیرند. برای این کار از پایگاه داده‌های مربوط به پارامترهای حرارتی مورد نیاز کلزا در محیط GIS، با بهره‌گیری از توابع موجود در آن پردازش شده و با تعمیم داده‌ها به سطح، لایه‌های اطلاعاتی هر یک از آن‌ها با توجه به نیازهای حرارتی کلزا براساس معیارهای تعیین شده تهیه شدند. نقشه‌های که برای نیازهای حرارتی کلزا در نظرگرفته شده، شامل میانگین حداکثر درجه حرارت، میانگین حداقل درجه حرارت، دمای سالانه (دمای دوره رشد) می‌باشند برای تهیه هر یک از نقشه‌های مربوطه از آمار ایستگاه‌های دشت اردبیل و در نهایت با پردازش داده‌ها و تبدیل داده‌های نقطه‌ای به حالت فضایی از روش درون‌یابی استفاده شده است. سپس هر یک از نقشه‌های تهیه شده بر اساس نیازهای دمای مطلوب مورد نیاز کلزا در طی مراحل فنولوژیکی بر اساس مطالعات انجام یافته کلاسه-بندی برای هریک از آن‌ها تعریف شدند. از آن‌جا که درجه تأثیرگذاری هر یک پارمترهای درجه حرارت در طی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOI: 10.52547/jgs.22.65.61]

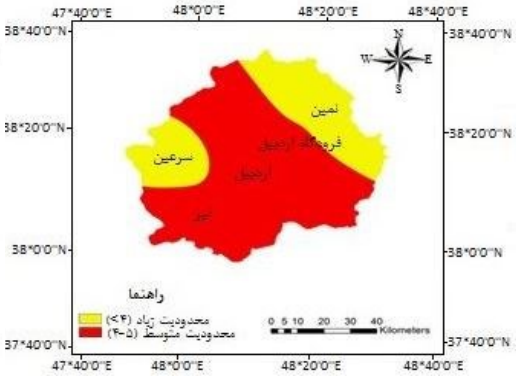
مراحل فنولوژیکی کلزا متفاوت بوده و از اهمیت نسبی، نسبت به یکدیگر برخوردار هستند. برای سنجش این اهمیت نسبی اقدام به تشکیل ماتریس مقایسه زوجی بین زیرمعیارهای درجه‌حرارت در محیط نرم‌افزار Super Decisions گردید و سپس وزن نهایی هر یک از پارامترها محاسبه شد. در نهایت با اعمال هر یک از وزن‌های به دست آمده بر روی لایه‌های اطلاعاتی مربوطه، و همپوشانی آن‌ها در محیط GIS، نقشه نهایی درجه حرارت براساس مدل تحلیل فرآیند شبکه‌ای (ANP) تهیه شد. بر اساس نقشه به دست آمده از شرایط دمایی، قسمت-های مرکزی دشت اردبیل برای کشت کلزا دارای بدون محدودیت می‌باشند. اشکال(۹ - ۷) و جداول(۷ - ۵).

جدول(۵). طبقه‌بندی لایه دمای سالانه برای کشت کلزا

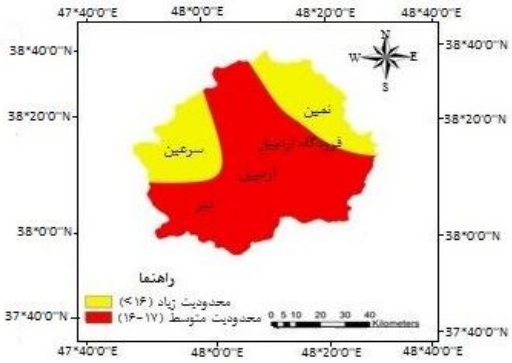
میزان قابلیت	مساحت به کیلومترمربع	درصد
بدون محدودیت	۲۰۶۸۶	۵۲/۰۷
محدودیت کم	۳۳۹۷	۸/۵۵
محدودیت متوسط	۱۰۳۳۳	۲۶/۰۱
محدودیت زیاد	۵۳۰۴	۱۳/۳۵



شکل(۷). پهنه‌بندی کشت کلزا براساس دمای سالانه



شکل(۸). پهنه‌بندی حداکثر درجه حرارت



شکل(۹). پهنه‌بندی حداقل درجه حرارت

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.52547/jgs.22.65.61]

جدول(۶). طبقه‌بندی لایه حداکثر درجه حرارت برای کشت کلزا

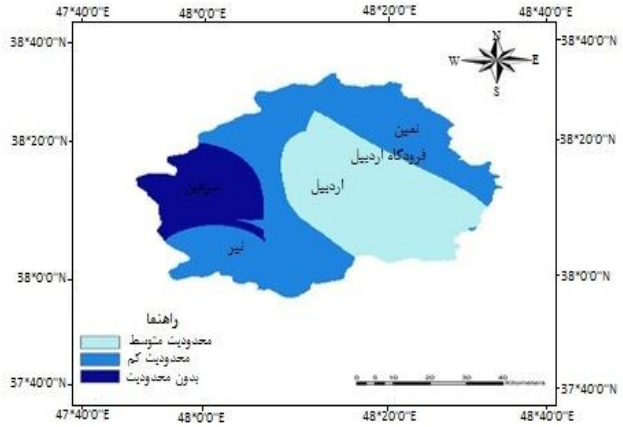
میزان قابلیت	مساحت به کیلومترمربع	درصد
محدودیت متوسط	۲۸۰۵۵	۷۰/۶۳
محدودیت زیاد	۱۱۶۶۵	۲۹/۳۶

جدول(۷). طبقه‌بندی لایه حداقل درجه حرارت برای کشت کلزا

میزان قابلیت	مساحت به کیلومترمربع	درصد
محدودیت متوسط	۲۶۱۶۹	۶۵/۸۷
محدودیت زیاد	۱۳۵۵۸	۳۴/۱۲

معیار متوسط بارش سالانه در منطقه مورد مطالعه

برای اینکه قابلیت بارش دشت اردبیل را از لحاظ تأمین نیاز آبی و نزولات جوی مورد نیاز گیاه کلزا را بررسی کنیم لازم است که شرایط بارشی هر کدام از ایستگاه‌های مورد مطالعه با توجه به نیاز بارشی کلزا مورد بررسی قرارگیرد. برای ترسیم نقشه‌ی بارندگی از داده‌های ۵ ایستگاه سینوپتیکی استان، با استفاده از روش درون‌یابی استفاده شد و سپس با وزن‌دهی به لایه‌ای مورد نیاز در نرم‌افزار Super Decisions و تلفیق آن در محیط GIS، نقشه کلاسه‌بندی بارش بر اساس مدل ANP ترسیم شد. شکل(۱۰) و جدول(۸).



شکل(۱۰). پهنه‌بندی کشت کلزا براساس بارش

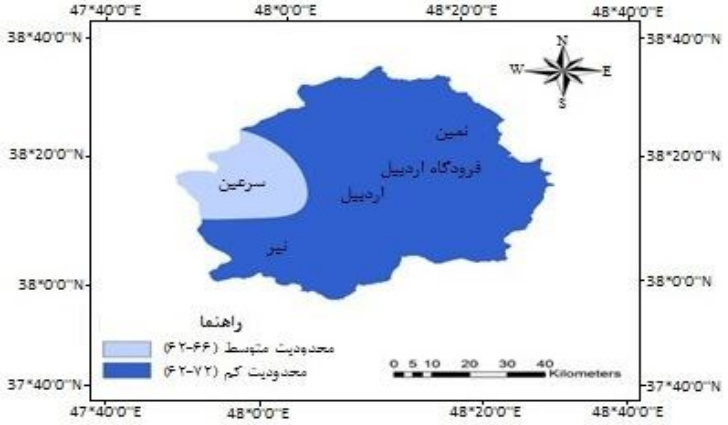
جدول(۸). طبقه‌بندی لایه متوسط بارش سالانه برای کشت کلزا

میزان قابلیت	مساحت به کیلومترمربع	درصد
بدون محدودیت	۶۰۹۳	۱۵/۳۳
محدودیت کم	۱۹۴۸۸	۴۹/۰۶
محدودیت متوسط	۱۴۱۳۹	۳۸/۵۹

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOI: 10.52547/jgs.22.65.61]

معیار رطوبت نسبی در منطقه مورد مطالعه

براساس مطالعات انجام شده از نیاز رطوبتی کلزا، آستانه رطوبت مطلوب برای رشد و بازدهی خوب کلزا، بین ۲۶ تا ۸۰ درصد است. لایهٔ رطوبت نسبی منطقه مورد مطالعه با استفاده از آمار موجود در سازمان هواشناسی از طریق روش درون‌یابی (IDW) در محیط ARC GIS به دست آمد. سپس با وزن‌دهی به لایه‌ای اطلاعاتی و تلفیق آن‌ها در محیط GIS، نقشه کلاسه‌بندی رطوبت نسبی بر اساس مدل ANP ترسیم شد. با توجه به فاصله بین کمترین و بیشترین رطوبت نسبی به دو طبقه تقسیم‌بندی شد و پهنه‌ای که شرایط خیلی مناسبی را شامل می‌شود، مساحتی برابر ۳۳۲۲۶ کیلومترمربع یعنی ۸۳/۶۴ درصد مساحت شهرستان را به خود اختصاص داده است. و طبقه ۱۶/۳۵ درصد وضعیت متوسط را در منطقه به خود اختصاص داده شکل(۱۱).



شکل(۱۱). پهنه‌بندی اقلیمی کشت کلزا براساس پارامتر رطوبت نسبی

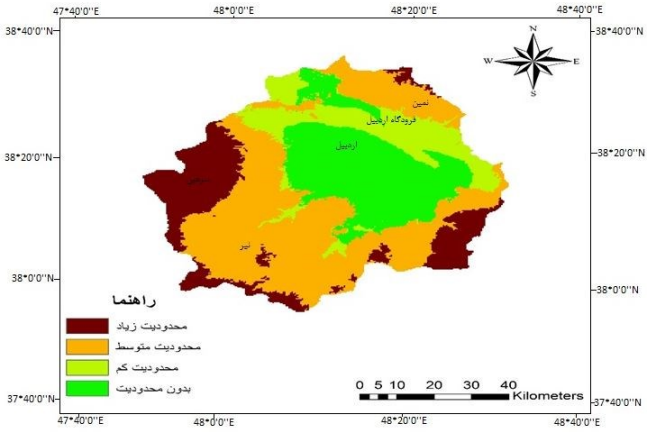
تحلیل نقشه نهایی

پهنه‌ی اول: این طبقه که برای کشت کلزا خیلی مناسب می‌باشد، در قسمت مرکزی منطقه مورد مطالعه می‌باشد. این پهنه در تمام لایه‌ها به کارگرفته شده، تقریباً دارای شرایط مناسب اقلیمی اعم از شیب، ارتفاع، دما، رطوبت نسبی، کاربری اراضی زیر کشت بوده است. این پهنه مساحتی برابر با۹۴۱۰ کیلومترمربع معادل ۳۸/۳۳ درصد را در برمی‌گیرد که برای کشت کلزا بسیار مناسب و دارای قابلیت مساعدی براساس پارامترهای به کارگرفته شده و مورد نیاز برای کشت کلزا است. شرایط سه پهنهٔ دیگر نیز در جدول(۹) بیان شده است.

جدول(۹). توزیع مساحت بر اساس داده‌های اقلیمی و منابع زمینی برای کشت کلزا

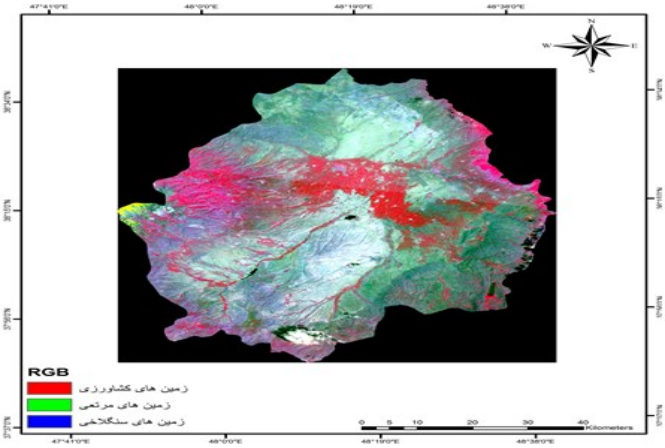
نقشه نهایی	مساحت به km^2	درصد
بدون محدودیت	۹۴۱۰	۳۸/۳۳
محدودیت کم	۵۴۵۳	۱۰/۰۲
محدودیت متوسط	۱۶۷۳۳	۳۳/۹۶
محدودیت زیاد	۶۷۹۶	۱۷/۷۱

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOI: 10.52547/jgs.22.65.61]



شکل(۱۲). نقشه نهایی مناطق مساعد برای کشت کلزا در دشت اردبیل

سنجش از دور[1] فن‌آوری بسیار مفیدی است که می‌توان از آن برای به‌دست آوردن لایه‌های اطلاعاتی از خاک و پوشش گیاهی استفاده کرد. تصاویر سنجش از دور به علت رقومی بودن، ارائه اطلاعات به‌هنگام، فراهم آوردن دید همه جانبه، استفاده از قسمت‌های مختلف طیف الکترومغناطیس برای ثبت ویژگی پدیده‌ها، قابلیت تکرارپذیری، سرعت انتقال و تنوع اشکال داده‌ها از ارزش زیادی برخوردارند (پیرنظر و زندکریمی، ۱۳۹۴: ۱۲). در این تحقیق با استفاده از تصاویر سنجش از دور نواحی کشاورزی دشت اردبیل تهیه و تحلیل گردید شکل (۱۳). چنانچه در نقشه ملاحظه می‌شود زمین‌های زراعی آبی کشاورزی در دشت اردبیل مابین شهر اردبیل و نمین مشاهده می‌شود. نواحی جنگلی به خصوص جنگل فندقلو در شرق دشت اردبیل در ارتفاعات گردنه حیران و تالش واقع است. نواحی شمال غرب دارای مرتع متراکم و سایر نواحی دارای ترکیبی از اراضی دیم و مراتع متوسط و فقیر سنگلاخی می‌باشند. همچنین در این نقشه مسیر اطراف رودخانه‌ها دارای زمین‌های کشاورزی آبی و باغات هستند. هدف از تهیه این نقشه بررسی زمین‌های زراعی در دشت اربیل می‌باشد.



شکل(۱۳).تصاویر ماهواره‌ای وضع موجود منطقه (۲۰۱۴)

1 Remute sensing(R.S)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOI: 10.52547/jgs.22.65.61]

بحث

مطالعات نشان می‌دهد عوامل اقلیمی مهم‌ترین تأثیر را در عملیات کشاورزی دارند. حتی پراکنش گونه‌های گیاهی اعم از وحشی و زراعی در عرض‌های جغرافیایی مختلف در ارتباط با عوامل اقلیمی به خصوص بارندگی و دما قرار می‌گیرد. برای آن که بتوان از یک رژیم اقلیمی معین و شرایط طبیعی هر منطقه حداکثر بهره‌برداری زراعی را کسب نمود، لازم است قبل از هر برنامه‌ریزی در این زمینه عوامل هواشناسی و طبیعی آن منطقه را مورد بررسی قرار داد (سیمپسون و استیت، ۱۹۹۸: ۸۸۰-۸۹۷). دما در هریک از مراحل رشد به دلیل حساس بودن گیاه به تغییرات آب‌وهوایی، دارای اهمیت بیشتری است (خلیلی، ۱۸:۱۳۹۲). (وانگ[1]، ۲۰۱۴: ۵۸-۵۱) دما را مهم‌ترین معیار در مراحل رشد گیاه معرفی کرد. نتایج به‌دست آمده از تجزیه و تحلیل شبکه‌ای ANP نشان می‌دهد که معیار دما از نظر تاثیر بر مکان‌یابی کشت کلزا با ضریب۰/۴۶۷۵۶ در مکان اول قرار گرفت (جدول۲). تحقیقات نشان داده، دمای مطلوب مورد نیاز برای رشد گیاه کلزا ۱۲/۵-۱۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (عبیری، ۱۳۸۶: ۶۵-۵۵). بارش از مهم‌ترین عناصر اقلیمی تأثیرگذار در عملیات کشاورزی است و نوسانات آن در عملکرد محصول قابل توجه است (سرمدیان و طاعتی، ۱۳۹۴: ۲۱-۲۵). تحقیقات نشان داده در مناطقی که میزان باران سالانه آن بین۴۰۰-۵۰۰ میلی‌متر است مناسب برای کشت کلزا می‌باشد (کافی و همکاران، ۵۰۲:۱۳۷۹). در بین عوامل اقلیمی بارش دوره رشد با ارزش وزنی۰/۴۰۱۵۳ در مکان دوم قرار گرفت و دمای کمینه دارای کم‌ترین ارزش وزنی ۰/۰۰۵۴۷ بودند (جدول۲). رطوبت‌نسبی اثر فراوانی بر تبخیر و تعرق و نیاز آبی گیاهان دارد و یکی از عوامل مهم تعیین‌کننده میزان مصرف آب به شمار می‌رود. کافی و همکاران در تحقیقات خود در سال (۱۳۷۹)، بهترین رطوبت‌نسبی برای رشد گیاه کلزا را ۷۰-۶۵ درصد عنوان کردند. که منطقه مورد مطالعه از لحاظ رطوبت‌نسبی پهنه‌ای مناسب برابر با ۸۳/۶۴ درصد را به خود اختصاص داده است شکل(۱۱). شیب زمین یکی از مهم‌ترین جنبه‌های فیزیوگرافیک مؤثر در کشاورزی محسوب شده و عامل مهم در پهنه‌بندی اراضی به شمار می‌رود. بنابر تحقیقات صورت گرفته شیب‌های کمتر از ۱۲ درصد برای رشد محصول مهم تلقی می‌شوند (سبحانی، ۶۵:۱۳۸۷). بهترین شیب مناسب برای رشد کلزا ۲/۵-۰ درصد می‌باشد (پیرپالوتی و گل‌پرور، ۲۰۰۸: ۵-۱۵). در منطقه مورد مطالعه شیب کمتر از ۳ درصد مساحتی برابر با ۹۴۸۱۴۰ کیلومترمربع معادل ۵۶/۸۳ درصد منطقه برای کشت کلزا دارای شرایط بدون محدودیت می‌باشد که بیشتر قسمت‌های مرکزی منطقه مورد مطالعه را شامل می‌شود جدول(۳).

نتیجه‌گیری

امروزه ارزیابی مناطق مناسب کشت گیاهان زراعی مهم نظیر کلزا و استفاده بهینه از منابع موجود برای رسیدن به عملکردی بالا جهت دستیابی به پایداری اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی با استفاده از ابزارها و روش‌های نوین برای رسیدن به نتیجه دلخواه با هزینه کم و با کارایی بالا در جهت ارائه راه‌حل موثر امری ضروری است. با کمک فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) می‌توان از طریق شکستن یک مسئله پیچیده تصمیم‌گیری، در نظر گرفتن ارتباط متقابل سطوح مختلف تصمیم نسبت به هم و همچنین ارتباط داخلی معیارهای تصمیم در

1. Wang

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.52547/jgs.22.65.61]

یک سطح که در سایر روش‌های تصمیم‌گیری نادیده گرفته می‌شود، به تصمیم‌گیران کمک کرد. تا کنون پژوهشی در مورد تناسب اراضی با روش ANP به ویژه برای محصولات مهم نظیر کلزا صورت نگرفته. این تحقیق در محدوده دشت اردبیل با تاکید برابزارهایی نظیرGIS، سنجش از دور و معرفی روش‌های نوین مانند فرآیند تحلیل شبکه‌ای انجام شده است. ارزیابی هریک از پلی‌گون‌های نقشه‌ها براساس نیاز مطلوب اقلیمی محصول کلزا با استفاده از روش ANP انجام شد و قابلیت‌های منطقه برای کشت کلزا در ۴ کلاسه مشخص گردید. علاوه بر این توان‌های کشت کلزا براساس هر پارامتر نیز استخراج گردید و هر معیار به صورت جداگانه در ۴ طبقه از بدون محدودیت تا محدودیت زیاد تقسیم‌بندی شدند. در تمام لایه‌های بررسی شده معمولاً، مناطق مساعد برای کشت کلزا در حدود ۳۸/۳۳ درصد مساحت منطقه بوده است. مقایسه نتایج این نقشه‌ها با یافته‌های تحقیق‌های 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 بهترین موضوع را نشان می‌دهد که طبقه بسیار مناسب این نقشه ۹۴۱۰ کیلومترمربع معادل ۳۸/۳۳ درصد منطقه را شامل می‌شود. همچنین سه طبقهٔ دیگر یعنی طبقهٔ محدودیت کم، محدودیت متوسط و محدودیت زیاد به ترتیب ۱۰/۰۲، ۳۳/۹۶، ۱۷/۷۱ درصد را در منطقه شامل می‌شوند. بنابراین باید گفت که کشت کلزا در منطقهٔ مورد مطالعه دارای پتانسیل مناسبی در قسمت مرکزی منطقه می‌باشد؛ از این رو با اقدامات لازم می‌توان از این اکولوژیکی به نحو درست استفاده کرد.

منابع

احمدی‌زاده، سعیدرضا (۱۳۷۸). **برنامه‌ریزی توسعه‌ی استان خراسان با استفاده از مدل‌های اکولوژیک و سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی**. همایش نقشه‌برداری، سازمان نقشه‌برداری کشور.

پیتر، (۲۰۰۰). **آب و هوا و عملکرد گیاهان زراعی**. ترجمه‌ی محمد کافی، علی گنجعلی، احمد نظامی و فرهاد شریعتمدار. انتشارات دانشگاهی.چاپ اول. مشهد

تورچی، محمود؛ کشاورزیان، مهدی؛ زندکریمی، آرش؛ سرداری، ایوب (۱۳۹۳). **پتانسیل‌یابی مناطق مستعد کشت کلزا در استان آذربایجان شرقی با استفاده از سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی**. همایش ملی جغرافیا گردشگری، منابع طبیعی و توسعه پایدار.

جهانبازی، لیلا؛ جعفرزاده، علی ؛ شهبازی، فرزین؛ ممتاز، حمیدرضا (۱۳۹۳). **ارزیابی کیفی تناسب اراضی یخفروزان اهر برای چغندرقندر، پیاز و ذرت با روش‌های محدودیت ساده**. نشریه دانش آب و خاک ۲۴ (۳)، ۱۲۱ - ۱۳۲.

خورشیددوست، علی محمد؛ حسینی، سید اسعد؛ محمدپور، کاوه(۱۳۹۰). **تعیین مکان‌های مناسب برای کشت کلزا در استان کردستان با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)**. نشریه دانش آب و خاک. (۲۱). ۳۹.

خلیلی، علی (۱۳۹۳). **ارزیابی کمی و مدل سازی ریسک سرمازدگی بهاره محصولات زراعی و باغی ایران**، نشریه هواشناسی کشاورزی، ۱(۲)، ۱۸-۳۲.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.52547/jgs.22.65.61]

رسولی، سید جواد؛ قائمی، علیرضا؛ **پهنه‌بندی کشت کلزا براساس نیازهای دمایی GIS در استان‌های خراسان (۱۳۸۹)**، مجله الکترونیکی تولید گیاهان زراعی، ۱ (۳) ، ۱۲۱-۱۳۸.

سبحانی، بهروز (۱۳۸۷) **بررسی نقش عوامل فیزیوگرافی و دما در کاشت محصول ذرت با استفاده از GIS (مطالعه موردی: استان اردبیل)**، طرح پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی، ص.۶۵.

سرمدیان، فریدون؛ طاعتی، عباس (۱۳۹۴) **پهنه‌بندی آگرواکولوژی بخشی از اراضی قزوین برای کشت گندم**، نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۳ (۷)، ۲۱-۲۵.

شاه نظری مجتبی، حجازی زاده زهرا، سلیقه محمد. (۱۳۹۹). **اثر تغییر اقلیم بر تقویم زراعی کشت برنج در شمال ایران**. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی.۲۰(۵۹): ۹۹-۱۱۷.

عبیری، صفرعلی (۱۳۸۶) **تهیه جداول نیازهای اقلیمی و خاکی برای ارزیابی تناسب اراضی کشت کلزا در شرایط ایران بر اساس روش فائو**، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، صص ۵۵-۶۰.

کافی، محمد؛ برزوئی، محسن؛ معصومی، جواد(۱۳۷۹) **فیزیولوژی تنش‌های محیطی در گیاهان**، چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ص۵۰۲.

لشکری، حسن؛ رضایی، علیرضا(۱۳۹۰) **مکان‌یابی نواحی مستعد کشت کلزا در منطقه‌ی سرپل ذاب**، مجله‌ی پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. ۷۸: ۳۹-۴۸.

مجرد، فیروز؛ فرهادی، بابک؛ خیری، رامین (۱۳۹۳) **نقش عوامل آب و هوایی در تعیین تاریخ آغاز کشت و طول دوره‌ی رشد کلزا با کاربرد مدل CropSyst**. پژوهش های جغرافیای طبیعی، دوره ی ۴۶(۴): ۴۶۳-۴۴۷۶.

مؤمنی، منصور؛ شریفی‌سلیم، علیرضا (۱۳۹۱) **مدل و نرم‌افزارهای تصمیمی‌گیری چند شاخصه**. انتشارات مؤلف. چاپ دوم. تهران.

میکانیکی، جواد؛ اشرافی، علی؛ صادقی، حجتا... (۱۳۹۲) **امکان‌سنجی کشت کلزا در شهرستان ایذه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی**، جغرافیا و آمایش شهری منطقه‌ای، ۸(۱۵): ۱۵-۲۶..

وایس، ای.ا. (۱۳۷۰). **دانه‌های روغنی**. مترجم فرشته ناصری. انتشارات آستان قدس رضوی. مشهد.

یزدچی، سعید؛ رسولی، علی اکبر ؛ محمودزاده، حسن؛ زرین بال، محمد (۱۳۸۹) **سنجش قابیلت اراضی شهرستان مرند برای کشت زعفران براساس روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره**، نشریه دانش آب و خاک، ۱ (۳)، ۳۸-۳۳.

Abadi A, Finlayson J, Wang B and Ramilan T, 2015. **Climate change impact on phenology and yield of five broadacre crop at for climatological distinct location in Astralia**. Agricaltural Systems, 132, 133-144.

Ademsen, f.J;and coffelt, t. A.2005.**planting dete effects on flowering, seed yield and oil content ofrape and cvambe cultivars**. Industrial crops production(21):293-307.

Bashir, M.u;Akbar, N;Iqbal, A;and zaman H.2010. **Effect. Fdifferent sow ing dateon yieldand yield com ponents of direct seed coarse ric**e. Pakistan journal of Agriaultur sci ence. 74, 361-365.

FAO, (1996) **Food and Agriculture Organization of the Unated Nations Publication**,.3-5.

Ghasemipirbalouti, A; Golparvar, AR.2008. **Evaluating Agro- Climatologically Variables to Indetify Suitable Areas For Rapessd in Different Dates OF Sowing by GIS Appreach American**. Journal of Agricaltural and Biological Sciences. **3(4)**:656- 660

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.52547/jgs.22.65.61]

Kamkar B, Ali Dorri M, Teixeira da Silva JA, 2014. **Assessment of land suitability and the possibility and performance of a canola soybean rotation in four basin of Golestan Province Iran.** The Egyptian Journa of Remote Sensing and Space Sciences. 18, 5-15.

Kutcher HR, Warland JS and Brand SA, 2010. **Temperature and precipitation effect on canola yield in Saskatchewan Canada**, Agricultural and Forest Meteorology. 15,161-165.

Makowski, alex. (2006), **Multi obcision support including sensitivity analysis**, Encylopedia of life support, EOLSS publishers.

Simpson, J., and Stitt J.A. 1998. **Procedure for the detection and removal of clouds shadow from AVHRR data over land**. IEEE Truncation. Geosci. Remote Sens, 36, 880-897.

Wang. X,(2014) **Divergence of climate impacts on maize yield in Northeast China, Agriculture, Ecosystems ND environment**, 196, 51-58.

Zeleke, K.T., Luckett, D.L, Cowley. (2014). **the influence of soil water con ditions on canola yields and production in southern Australia**. Agricul tural water management, 144: 319- 329.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.52547/jgs.22.65.61]