پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۸ ، زمستان ۱۳۹۰
صص. ۴۸-۲۹

مکان‌یابی نواحی مستعدِّ کشت کلزا در منطقه‌ی سرپل زهاب

حسن لشکری * ـ دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه شهید بهشتی
علی رضایی ـ کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی در برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه شهید بهشتی

پذیرش مقاله: ۱۳۸۹/۷/۲۵ تأیید نهایی: ۱۳۹۰/۹/۲۷

چکیده

این پژوهش به مطالعه و مکان‌یابی مناطق مناسب برای کشت کلزا در شهرستان سرپل زهاب با استفاده از مدل‌سازی آماری پرداخته است. برای این کار، آمار بلندمدّت هواشناسی شهرستان طیّ ۱۵ سال، مورد استفاده قرار گرفته است. برای تهیّه‌ی نقشه‌ها در سیستم اطلاعات جغرافیایی و نیز، تحلیل و مقایسه‌ی داده‌ها از ایستگاه‌های اسلام‌آباد غرب، روانسر و قصر شیرین استفاده شده است. با توجّه به برآورده‌شدن نیاز دمایی، تاریخ‌های آغاز و پایان هر کدام از مراحل رشد کلزا به‌دست آمد. مقدار آب مورد نیاز و مقدار بارش رخ داده در مراحل رشد گیاه نیز، محاسبه شد. تمامی عناصر و عوامل مؤثّر در رشد و عملکرد بهینه‌ی کلزا در مدل‌سازی مورد استفاده قرار گرفته که در هر مرحله، تعدادی از آنها حذف شدند. به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی برای هرکدام از متغیّرهای نهایی اقدام به تهیّه‌ی نقشه شده و سپس مدل نهایی مورد آزمون قرار گرفت و با مطالعات میدانی، نقشه‌ی نهایی با واقعیّت منطقه انطباق داده شد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده در منطقه‌ی مطالعاتی، مقدار درجه/ روز مورد نیاز کلزا به‌خوبی برآورده می‌شود؛ اما در ابتدا و انتهای فصل رشد با تنش آبی مواجه می‌شود. بهترین و معنادارترین مدل Backward با متغیّرهای میانگین سالانه‌ی بارش طیّ دوره‌ی رشد، میانگین دمای خاک طیّ دوره‌ی کاشت تا روزت، اوّلین یخبندان‌های پاییزه و میانگین بارندگی در دوره‌ی گل‌دهی و تشکیل غلاف به‌دست آمده است. با استفاده از آمار واقعی محصول کلزا در سطح شهرستان، مدل مورد آزمایش قرار گرفت که با احتمال ۹۷درصد، نتیجه قابل اعتماد است. نتایج حاصل از مطالعات میدانی نیز با خروجی مدل همخوانی دارد، به‌گونه‌ای که ۴۱ درصد از مساحت منطقه‌ی مطالعاتی برای کشت مناسب و ۵۹ درصد ضعیف و نامناسب است.

کلیدواژه‌ها: کلزا، مکان‌یابی، رگرسیون چند متغیّره، سرپل زهاب.

مقدمه

کشاورزی همواره نشان‌دهنده‌ی تمدّن و جزء نخستین فعّالیّت‌های اقتصادی نوع بشر به‌شمار می‌رود که بیشترین تأثیر را از شرایط اقلیمی، به‌ویژه دما و بارش دارد. در هر منطقه می‌توان با توجّه به شرایط اقلیمی و محیطی آن، به ارزیابی توان

* نویسنده مسئول: ۲۹۹۰۲۶۲۶ E-mail: Dr_lashkari61@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

بازدهی در زمینه‌ی کاشت و تولید محصولات خاصّ زراعی اقدام کرد. از آنجاکه هر یک از محصولات کشاورزی، شرایط اقلیمی خاصّی را می‌طلبد و در محدوده‌ی معینی امکان رشد و نمو دارند، چنانچه آن دسته از محصولاتی که با شرایط موجود منطقه سازگاری دارند، به‌عنوان الگوی کشت انتخاب شوند، نه‌تنها امکان برخورداری از بالاترین بهره‌وری و بازدهی را برای زارعان فراهم می‌آورد، بلکه در درازمدّت کمترین آسیب را به منابع کشاورزی آن منطقه وارد می‌کند. انتخاب، معرّفی و گسترش رقم‌های سازگار و پُرمحصول کلزا در شرایط دیم نیمه‌گرمسیری، راهکاری مناسب برای برآورده‌شدن بخشی از روغن خوراکی مورد نیاز کشور است، علاوه‌براین، کشت دانه‌های روغنی در جوار محصولات دیگر زراعی به کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌های غلاّت کمک می‌کند (محمّدی، ۱۳۸۱: ۴).

ویشر[1] (۱۹۵۵) بر اساس مطالعه‌ی شرایط محیطی و تولید محصول، ۸ منطقه‌ی آگروکلیمایی را در دنیا مشخّص کرده است. روماگر[2] و همکاران (۱۹۶۶) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)[3] به تعیین مناطق مستعدِّ کشت هلو در کشور مکزیک پرداختند. آنها بر اساس میزان نیاز سرمایی، مقدار بارش سالانه و پراکندگی آن و همچنین برآورد نسبت تبخیر پتانسیل ماهانه‌ی خاک و هم‌پوشانی این اطلاعات با نقشه‌ی خاک، مناطق مستعدِّ کشت هلو را تعیین کردند. ماوی (۱۹۸۵) با در نظر گرفتن عوامل مختلف جغرافیایی، ازجمله ناهمواری‌ها، باران سالانه و کیفیت آب زیرزمینی در دسترس، شش ناحیه آگروکلیمایی را در پنجاب هند مشخّص کرد. چند کارشناس چینی در مناطقی از استان هنان چین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای از سال ۱۹۸۶ تا ۱۹۹۰ به امکان‌سنجی کشت کتان در منطقه‌ی مورد مطالعه‌ی خود پرداختند. این پژوهشگران با دریافت تصاویر رقومی ماهواره TM از آغاز مرحله‌ی رشد گیاه و مرحله‌ی نیمه‌رشد محصول و تجزیه و تحلیل تصاویر، مشخّص کردند که می‌توان از الگوی سنجش از دور برای دستیابی به امکان‌سنجی کشت کتان در نواحی مورد نظر دست یافت (ادب، ۱۳۸۴: ۱۷). توماس[4] (۱۹۹۲) به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی به پهنه‌بندی آگروکلیمایی استان یانان چین پرداخت و با استفاده از داده‌های اقلیمی، خاک‌شناسی و فنولوژی منطقه‌ی مورد مطالعه و بر اساس مدل بیلان آبی مشخّص کرد که جز بخش جنوبی این استان که اقلیم گرم و خشک داشت، بقیّه‌ی مناطق ۸۰ تا ۱۰۰ درصد آب مورد نیاز را در اختیار دارند و درنهایت مشخّص شد که مدل بیلان آب برای محصول برنج نتایج بهتری نسبت به ذرّت دارد. ماوی و ماهی[5] (۱۹۹۸) با استفاده از شاخص رطوبت خاک هفتگی در فصل تابستان، ۷ منطقه آگروکلیمایی را در هند مشخّص کردند. یانگ و همکاران[6] (۲۰۰۰) به کمک GIS برای بررسی و شناخت توان‌های محیطی حوضه‌ی بایرون وایومینگ[7] برای کشت ۲۸ نوع گیاه کشاورزی استفاده کردند. هدف از این مطالعه ایجاد یک لایه‌ی رقومی خاک و فراهم‌آوردن لایه‌ی داده‌های ۳۱ متغیّر اقلیمی برای حوضه‌ی مورد مطالعه است. بنابراین با شاخص‌های رشد ۲۸ گیاه زراعی و ترکیب آن با داده‌های محیطی، نواحی مستعد برای کشت‌های زراعی را

1. Visher
2. Rumager et al.
3. Geographic Information Systems (GIS)
4. Tomas
5. Mavi and Mahi
6. Uoung et al.
7. Bighron Wyomin

Archive of SID

www.SID.ir

تعیین کردند. لامی و همکاران[1] (۲۰۰۲) با استفاده از داده‌های اقلیمی و سیستم اطلاعات جغرافیایی، نقشه‌ی خطر بیماری اسکلروتنیا[2] برای کانولا در شمال داکوتا و شمال‌غرب مینسوتای کانادا را آماده کردند. نقشه‌ی به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که بیشترین ناحیه‌ی گسترش این بیماری، در گوشه‌ی شمال‌غربی داکوتا و همچنین به‌میزان کمتری در شمال‌غربی مینسوتا است.

سرانو و همکاران[3] (۲۰۰۶) برای تهیّه‌ی نقشه‌ی تبخیر و تعرّق مرجع، به مقایسه‌ی روش‌های مختلف تهیّه‌ی آن، براساس مدل‌های رگرسیونی و GIS پرداختند. برای این کار، تبخیر و تعرّق را با استفاده از روش هارگروز[4] و از پایگاه اطلاعاتی بزرگی از ایستگاه‌های هواشناسی، واقع در نواحی نیمه‌خشک شمال اروپا محاسبه کردند. این نقشه برای مقاصد کشاورزی، زیست‌شناسی و مدیریت منابع آب در منطقه‌ی مورد مطالعه مفید بوده است.

آتور و همکاران[5] (۲۰۰۶) برای تهیّه‌ی نقشه‌ی متغیّرهای اقلیمی و زیست اقلیمی در ناحیه‌ی لازیو ایتالیا با استفاده از داده‌های اقلیمی و شاخص‌های زیست اقلیمی، به مطالعه‌ی گیاهان، حیوانات و پراکنش محیط زیست آنها پرداختند. در این کار نقشه‌های GIS بر مبنای داده‌های اقلیمی و زیست اقلیمی و با درون‌یابی داده‌های اندازه‌گیری شده‌ی ایستگاه‌های هواشناسی به‌دست آمد. برای اثبات درستی نقشه‌ها، از سه روش درون‌یابی IDW[6]، Universal Kriging و شبکه‌ی عصبی چندلایه استفاده شده است. سپس داده‌های بلندمدّت میانگین ماهانه‌ی دما و بارش در سال‌های ۱۹۹۰– ۱۹۵۵، از ایستگاه‌های هواشناسی به‌دست آمد و درنهایت با آزمایش روش‌های درون‌یابی مشخّص شد که روش Kriging، بهترین نتیجه را برای تهیّه‌ی نقشه‌های اقلیمی و زیست اقلیمی به‌منظور تعیین محدوده‌ی زیست اقلیمی بشر دارد. یزدان پناه (۱۳۸۰) در پژوهشی با عنوان "بررسی آگروکلیمایی کشت بادام دیم در استان آذربایجان‌شرقی با استفاده از GIS و تجزیه و تحلیل داده‌های اقلیمی ایستگاه‌های هواشناسی"، نقشه‌ی آگروکلیمایی استان آذربایجان‌شرقی را به چهار کلاس خیلی مناسب، مناسب، ضعیف و نامناسب برای کشت بادام دیم، دسته‌بندی کرده است. ادب (۱۳۸۴) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل‌سازی رگرسیونی، اقدام به مدل‌سازی و برآورد محصول کلزا در شهرستان سبزوار کرده است. براساس نتایج نهایی پژوهش ایشان، مناطق دشتی و سمت‌وسوی حاشیه‌ی دشت، بهترین شرایط برای عملکرد محصول کلزای پاییزه را دارد. کیخسروی (۱۳۸۵) با استفاده از مدل RS[7] و GIS، به تعیین نواحی مستعدِّ کشت پسته در سبزوار پرداخته است. براساس نتایج این پژوهش، مدل بولین و مدل مقایسه‌ی زوجی، به‌ترتیب کمترین و بیشترین وسعت از نظر مناطق مستعدِّ کشت را دربرمی‌گیرند و مدل (AHP) به‌دلیل مقایسه‌ی دوبه‌دوی متغیّرها به‌عنوان بهترین مدل شناخته شد. جعفری (۱۳۸۷) با استفاده از سه عامل محیطی شیب، PH[8] و EC[9] خاک و دوازده عنصر

1. Lamey et al.
2. Sclerotinia
3. Serrano et al
4. Hargreaves
5. Attorre et al
6. Inverse Distance Wight (IDW)
7. Remote Sensing

۸. پتانسیل یونی هیدروژن

۹. هدایت الکتریکی

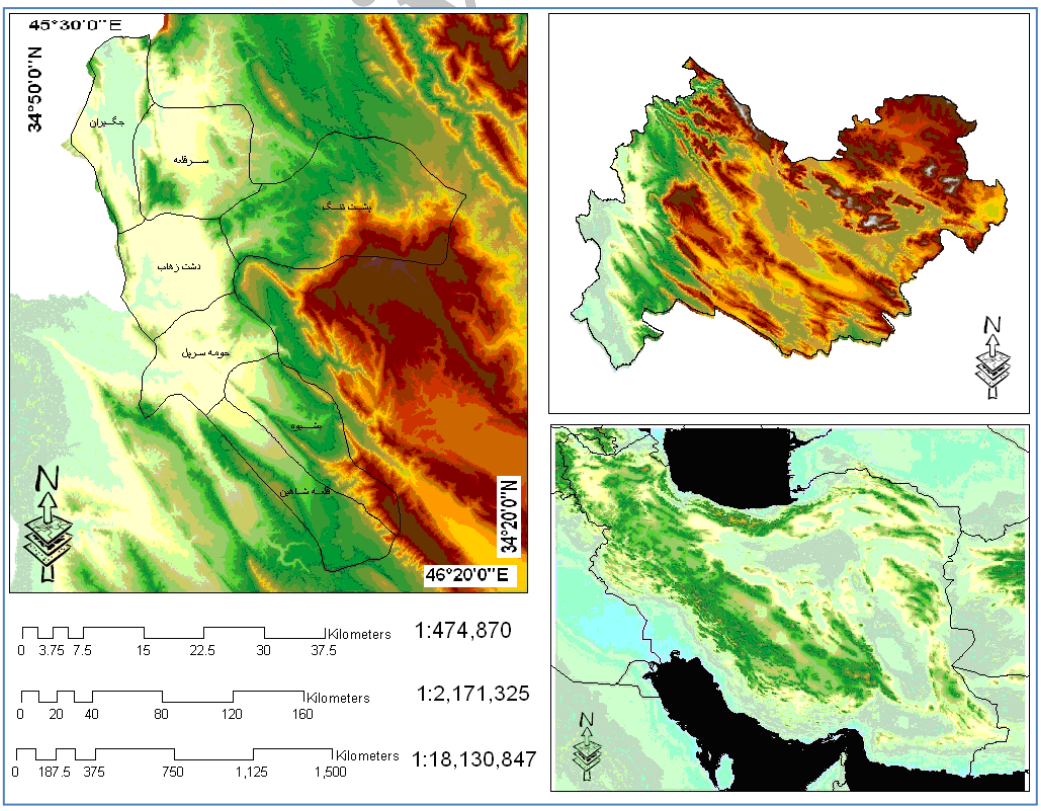
www.SID.ir

اقلیمی در قالب چهار مدل بولین، رتبه‌بندی مستقیم، امتیازهای استاندارد شده و بیلدر وزنی، به امکان سنجی کشت کلزا در شهرستان بهشهر در محیط GIS پرداخته است. براساس نتایج، علاوه‌بر بخش‌های جنوبی ناحیه‌ی جلگه‌ای، بخش‌های کوهستانی این شهرستان تا ارتفاع ۹۰۰ متر نیز برای کشت این محصول مناسب است.

با توجّه به حمایت‌های دولت در زمینه‌ی کشت دانه‌های روغنی و همچنین وجود بازارهای مناسب برای خرید تضمینی محصول (مجتمع کشت و صنعت ماهی‌دشت) گسترش کشت کلزا می‌تواند برای جامعه‌ی کشاورز و مشاغل وابسته به آن، مفید و کارآ باشد. به‌همین دلیل، این پژوهش تلاش کرده است با مطالعه‌ای همه‌جانبه از شاخص‌های اقلیمی در منطقه‌ی مطالعاتی و نیز، روش‌های تحلیل آنها در محیط GIS، گسترش و مکان‌یابی مناطق مناسب کشت کلزا را مورد بررسی قرار دهد.

منطقه‌ی مورد مطالعه

شهرستان سرپل زهاب با مساحتی بیش از ۱۳۰۰ کیلومترمربّع، در حدود ۴/۶ درصد از مساحت کلّ استان کرمانشاه را به‌خود اختصاص داده است. این شهرستان بین ۴۵ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۴۶ درجه طول شرقی و ۳۴ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۵۰ دقیقه‌ی عرض شمالی در غرب استان کرمانشاه واقع شده است. ارتفاع متوسّط شهرستان از سطح دریا ۵۴۵ متر بوده، کمترین و بیشترین ارتفاع به‌ترتیب ۴۰۰ و۲۴۰۰ متر است (شکل شماره‌ی ۱).



شکل ۱. موقعیّت جغرافیایی شهرستان سرپل زهاب

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

برای تحلیل‌های آماری و همچنین ترسیم پهنه‌های مورد نیاز به‌روش درون‌یابی و در محیط GIS، آمار روزانه‌ی ایستگاه‌های سینوپتیک سرپل زهاب، اسلام‌آباد غرب، روانسر و ایستگاه کلیماتولوژی قصرشیرین، مورد استفاده قرار گرفته است (جدول شماره‌ی ۱).

جدول ۱. مشخّصات ایستگاه‌های مورد استفاده در منطقه‌ی مورد مطالعه

نام ایستگاه	نوع ایستگاه	ارتفاع از سطح دریا (متر)	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	سال تأسیس
سرپل زهاب	سینوپتیک	۵۴۵	۴۵/۵۲	۳۴/۲۷	۱۳۶۵
اسلام‌آباد غرب	سینوپتیک	۱۳۴۸/۸	۴۶/۲۸	۳۴/۰۷	۱۳۶۶
روانسر	سینوپتیک	۱۳۷۹/۷	۴۶/۳۹	۳۴/۴۳	۱۳۶۷
قصر شیرین	کلیماتولوژی	۳۸۰	۴۵/۳۴	۳۴/۳۱	۱۳۴۰

بر اساس رابطه‌ی شماره‌ی ۱، حدّاقل دوره‌ی آماری مورد نیاز برای بررسی‌های آماری در ایستگاه‌های مورد مطالعه، محاسبه می‌شود (علی‌زاده، ۱۳۸۵: ۶۹۴).

رابطه‌ی ۱) $$Y = \left\lfloor (4.30t)\log R^2 \right\rfloor + 6$$

y = حدّاقل تعداد قابل قبول داده‌ها برای تجزیه و تحلیل؛

t = مقدار t استیودنت در سطح اعتماد ۹۰ درصد، به‌ازای درجه آزادی $(y - 6)$؛

R = نسبت مقدار متغیّر در دوره‌ی برگشت ۱۰۰ سال، به مقدار آن در دوره‌ی برگشت ۲ سال، بر اساس داده‌های موجود.

با استفاده از رابطه‌ی شماره‌ی ۱، حدّاقل سال‌های مورد نیاز برای انتخاب دوره‌ی آماری ۱۰ سال به‌دست می‌آید. ، به‌دلیل سالم بودن آمار روزانه و بهره‌مندی از تمام آمار موجود برای ایستگاه‌ها، دوره‌ی آماری ۱۵ ساله (۱۳۸۴-۱۳۶۹) مورد استفاده قرار گرفته است.

با استفاده از رابطه‌ی شماره‌ی ۲، درجه/ روز رشد مؤثّر گیاه کلزا برای هر چهار ایستگاه محاسبه شده است.

رابطه‌ی ۲) $$H_u = \sum_1^N \left[\frac{T_M + T_m}{2} - T_t \right]$$

H_u : واحد حرارتی درجه‌حرارت‌های مؤثّری است که طیّ N روز به‌دست آمده است؛

T_M : حدّاکثر درجه‌حرارت روز؛

T_m : حدّاقل درجه‌حرارت روز؛

T_t : درجه‌حرارت پایه یا صفر فیزیولوژیک؛

Archive of SID

www.SID.ir

N : تعداد روزها در یک زمان مشخّص.

سه مرحله‌ی مهم در جریان رشد کلزا عبارت‌اند از: مرحله‌ی صفر بیولوژیکی (۵ درجه‌ی سانتی‌گراد) که در دمای پایین‌تر از آن گیاه به‌حالت خواب می‌رود، مرحله‌ی گل‌دهی و تشکیل غلاف (۱۸–۱۰ درجه‌ی سانتی‌گراد) و مرحله‌ی تشکیل و سفت‌شدن دانه‌ی کلزا (۳۵–۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد) (کیمبر و مک‌گرگور، ۱۳۷۸: ۲۳–۲۱). با توجّه به آمار روزانه‌ی ایستگاه‌ها و با احتمال ۵، ۵۰ و ۹۵ درصد، تاریخ‌های آغاز، پایان و تعداد دفعه‌های وقوع هر آستانه برای گیاه مشخّص شده است (جداول شماره‌ی ۲ تا ۴). سپس مقدار بارندگی رخ داده طیِّ مراحل مختلف رشد و نمو گیاه (جدول شماره‌ی ۵) و نوسان آن براساس آمار روزانه‌ی بارندگی به‌دست آمده است (جداول شماره‌ی ۶ و ۷).

با توجّه به آمار روزانه‌ی بارندگی‌های رخ داده طیِّ دوره‌ی آماری مورد مطالعه، میزان بارندگی برای دوره‌ی کاشت تا سبز شدن گیاه، همواره اندک بوده و نیازمند آبیاری است، درنتیجه، از رابطه‌ی شماره‌ی ۳ برای تعیین اتّفاقی یا دائمی‌بودن بارندگی طیِّ دوره‌های گل‌دهی تا تشکیل غلاف و تشکیل تا پُرشدن دانه‌ی کلزا استفاده شده است.

رابطه‌ی ۳)
$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

O_i: تعداد موارد مشاهده‌شده‌ی متغیّر (i)؛

E_i: تعداد موارد مورد انتظار متغیّر (i)؛

k : تعداد متغیّرها.

ابتدا داده‌های بارندگی ایستگاه سرپل زهاب در ماه فروردین (گل‌دهی و تشکیل غلاف) و از نیمه‌ی دوم فروردین تا نیمه‌ی اول اردیبهشت (تشکیل و پُرشدن دانه) طیِّ دوره‌ی آماری مورد مطالعه استخراج شد. پس از محاسبه‌ی مقدار بحرانی آن (χ^2) را با توجّه به سطح اطمینان ($\alpha = 0.05$) و درجه آزادی ($\nu = k - 1$) از جدول مربوطه استخراج و نتیجه‌ی نهایی حاصل شده است (جدول شماره‌ی ۸).

در بررسی‌های اوّلیّه مشخّص شد، در هر یک از مراحل فنولوژیکی کلزا، ۱۲ متغیّر اقلیمی، ۵ عامل محیطی و ۳ متغیّر کیفیت منابع آب، در رشد و نمو آن به نوعی تأثیرگذارند (جدول شماره‌ی ۹).

برای مشخّص کردن بهترین پهنه‌های کشت کلزا در منطقه‌ی مورد مطالعه با استفاده از مدل‌سازی رگرسیون چندمتغیّره، آمار تولید کلزای شهرستان (کیلوگرم در هکتار) به‌عنوان متغیّر وابسته و داده‌های اقلیمی و محیطی تأثیرگذار در هر مرحله از رشد گیاه، به‌عنوان متغیّرهای مستقل مورد استفاده قرار گرفته است. در این مرحله با استفاده از مدل‌های Enter، Stepwise، Backward وForward در محیط نرم‌افزاری آماری SPSS و MINITAB، از میان ۲۰ متغیّر اقلیمی، محیطی و منابع آب، ۱۰ متغیّر قابلیّت ورود به هر یک از مدل‌ها را داشتند و بقیّه‌ی عوامل و عناصر، در هر مرحله از کار، کم‌کم حذف شدند.

در مدل‌سازی رگرسیونی با توجّه به اینکه ضریب R Square در زمان افزایش داده‌ها با خطا مواجه می‌شود، از ضریب Adjusted R Square ($\bar{r}^2$) استفاده شده است (مؤمنی، ۱۳۸۶: ۱۳۵–۱۱۹).

Archive of SID

www.SID.ir

رابطه‌ی ۴)
$$\bar{r}^2 = 1 - \left[\frac{n-1}{k-1}\left(1-r^2\right)\right]$$

در این رابطه، n تعداد مشاهدات و k تعداد متغیّرهای مستقل است.

آزمون دوربین ـ واتسون[1] به بررسی استقلال خطاها از یکدیگر؛ یعنی تفاوت بین مقادیر واقعی و مقادیر پیش‌بینی‌شده با معادله‌ی رگرسیون می‌پردازد. چنانچه استقلال خطاها رد شود و خطاها با یکدیگر همبستگی داشته باشند، امکان استفاده از رگرسیون وجود ندارد (مؤمنی، ۱۳۸۶: ۱۳۵-۱۱۹).

رابطه‌ی ۵)
$$DW = \frac{\sum (e_t - e_{t-1})^2}{\sum e_t^2}$$

در این رابطه e_t میزان اختلال یا خطا در دوره‌ی زمانی (برای مثال سال) t و e_{t-1} میزان اختلال یا خطا در دوره‌ی زمانی قبل (برای مثال سال پیش) t است (مؤمنی، ۱۳۸۶: ۱۳۵-۱۱۹).

چنانچه این آماره در بازه‌ی ۱/۵ تا ۲/۵ قرار گیرد، H_0 (عدم همبستگی بین خطاها) پذیرفته می‌شود، در غیر این صورت H_0 رد می‌شود (همبستگی بین خطاها وجود دارد).

با توجّه به میزان معناداری متغیّرهای به‌کار رفته در مدل (Sig)، آزمون دوربین ـ واتسون (DW) و مقادیر R^2 و t (جداول شماره‌ی۱۰ و ۱۱)، مدل نهایی برای ترسیم نقشه و پیش‌بینی محصول در منطقه‌ی مورد مطالعه تعیین می‌شود (رابطه‌ی شماره‌ی ۶). با توجّه به معادله‌ی به‌دست آمده و با استفاده از GIS و تابع Raster Calculator، لایه‌هایی که پیش از این به‌صورت رستری تهیّه شده بودند، در مدل وارد شده و نقشه‌ی نهایی مناطق مناسب و نامناسب کشت کلزا با توجّه به مهم‌ترین عناصر تأثیرگذار در این مسئله ترسیم شده است (شکل شماره‌ی ۵).

برای تهیّه‌ی نقشه‌ی هر کدام از عناصر اقلیمی با استفاده از آمار ایستگاه‌های هواشناسی شهرستان‌های مجاور و به‌کمک نرم‌افزار اکسل، نخست رابطه‌ی رگرسیونی هر عنصر اقلیمی با ارتفاع ایستگاه‌های منطقه محاسبه شده است. درصورت داشتن رابطه‌ی مناسب و معنادار با ارتفاع (جدول شماره‌ی ۱۲) بر پایه‌ی مدل رقومی ارتفاعی منطقه (DEM) در محیط GIS و با استفاده از تابع شبکه‌ی نامنظّم مثلث‌بندی (TIN) این نقشه‌ها ترسیم شده است. تعداد طبقه‌ها و درجه‌ی قابلیّت هریک از این پهنه‌ها نیز با توجّه به نیازها و محدودیت‌های گیاه کلزا به‌دست آمده است (شکل شماره‌ی ۴).

در مرحله‌ی بعد با استفاده از SPSS و ضریب همبستگی پیرسون[2]، میزان همبستگی محصول برآورد شده توسّط مدل با مقادیر واقعی محصول تعیین شد (جدول شماره‌ی ۱۴).

برای تعیین میزان اهمّیّت و تأثیرگذاری هریک از متغیّرهای مورد استفاده در مدل، به مقایسه‌ی مستقیم میزان اهمّیّت متغیّرهای مستقل توسّط مقایسه‌ی اوزان Beta آنها پرداخته شده است. برای هر ضریب نسبی (b_i) و برای هر متغیّر مستقل (x_i) وزن Beta از طریق رابطه‌ی شماره‌ی ۶ به‌دست می‌آید (Porter and Jiskoot,1999: 7).

1. Durbin Watson Test
2. Pearson

Archive of SID

www.SID.ir

رابطه‌ی ۶)
$$\beta_i = b_i\left(\frac{S_{xi}}{S_y}\right)$$

S_{xi}: انحراف معیار متغیّر مستقل؛

S_y: انحراف معیار متغیّر وابسته؛

b_i: ضریب Beta مربوط به متغیّر مستقل.

بزرگترین ضریب به‌دست آمده نشان می‌دهد که کدام متغیّر بیشترین تأثیر را بر روی متغیّر وابسته (میزان عملکرد) دارد (جدول شماره‌ی ۱۵). درنهایت با استفاده از GPS اقدام به مطالعات میدانی و رفع خطاهای احتمالی و عدم انطباق پهنه‌های به‌دست آمده با واقعیّت منطقه شده است (شکل شماره‌ی ۶).

یافته‌های تحقیق

کلزا طیِ مراحل رشد به ۲۵۰۰ درجه/ روز رشد نیاز دارد (کیمبر و مک گرگور، ۱۳۷۸: ۲۳) که منطقه مطالعاتی با مقدار ۳۲۴۱/۷ درجه/ روز رشد مؤثّر طیِ دوره‌ی رشد (از اول پاییز تا آخر بهار) این نیاز را تأمین می‌کند.

تاریخ‌های مناسب مراحل فنولوژیکی کلزا

هدف از این کار یافتن زمانی است که درمجموع عوامل اقلیمی، برای تمام مراحل رشد رویشی و زایشی گیاه مناسب بوده و هر مرحله از رشد گیاه کمتر با شرایط نامساعد محیطی مواجه شود (کازرانی و احمدی، ۱۳۸۳: ۱۳۶–۱۲۷). تاریخ‌های اول تا پانزدهم آبان ماه برای مناطق گرمسیری استان، مانند ایستگاه سرپل زهاب و نیمه‌ی دوم شهریور ماه برای ایستگاه‌های اسلام‌آباد غرب و روانسر، به‌عنوان مناسب‌ترین تاریخ‌های کشت کلزای پاییزه به‌شمار می‌روند. همچنین طول دوره‌ی رشد کلزا از ۱۷۰ روز در مناطق گرم تا ۲۷۰ روز در مناطق سرد استان متغیّر بوده که متأثر از تیپ رویشی و گونه است (سازمان جهاد کشاورزی استان کرمانشاه، ۱۳۸۶). با توجّه به نتایج به‌دست آمده، طول دوره‌ی هر کدام از مراحل رشد در ایستگاه‌های سردسیر (اسلام‌آباد غرب و روانسر) به‌دلیل ارتفاع بالا و سردسیر بودن این دو ایستگاه، طولانی‌تر از ایستگاه‌های گرمسیر (سرپل زهاب و قصرشیرین) است. این در حالی است که مقدار درجه/ روز رشد مؤثّر نیز، برای ایستگاه‌های سردسیر کمتر از دو ایستگاه دیگر است. بنابراین به‌دلیل تأمین نشدن نیاز دمایی طیّ دوره‌ی رشد کلزا در ایستگاه‌های سردسیر، کشت گونه‌هایی که مقاومت بالاتری به سرما دارند و از دوره‌ی رویش طولانی‌تری برخوردارند، مناسب‌تر است.

جداول شماره‌ی ۲ تا ۴ نشان‌دهنده‌ی تاریخ‌های آغاز و خاتمه‌ی سه آستانه‌ی مهمِّ دمایی در ایستگاه سرپل زهاب است که با استفاده از احتمال وقوع ۹۵–۵۰ و ۵ درصد به‌دست آمده است. این تاریخ‌ها درنهایت به کمک بررسی‌های میدانی و راهنمایی کارشناسان مراکز خدمات کشاورزی منطقه مطالعاتی اصلاح شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. تاریخ‌های آغاز و خاتمه‌ی آستانه‌ی دمایی۵ درجه (صفر بیولوژیکی)

	احتمال۵ درصد (دوره‌ی برگشت۲۰ سال)			احتمال ۵۰ درصد (دوره‌ی برگشت۲ سال)			احتمال۹۵ درصد (دوره‌ی برگشت ۱/۵سال)		
	تاریخ آغاز	تاریخ پایان	دفعه‌های وقوع	تاریخ آغاز	تاریخ پایان	دفعه‌های وقوع	تاریخ آغاز	تاریخ پایان	دفعه‌های وقوع
سرپل زهاب	۱۲ اسفند	۱۲ اسفند	۱	۱۳ دی	۲۷ بهمن	۸	۵ آذر	۲۰ اسفند	۳۸

جدول ۳. تاریخ‌های آغاز و خاتمه‌ی آستانه‌ی دمایی ۱۸-۱۰ درجه (گل‌دهی)

	احتمال۵ درصد (دوره‌ی برگشت۲۰ سال)			احتمال ۵۰ درصد (دوره‌ی برگشت۲ سال)			احتمال۹۵ درصد (دوره‌ی برگشت ۱/۵سال)		
	تاریخ آغاز	تاریخ پایان	دفعه‌های وقوع	تاریخ آغاز	تاریخ پایان	دفعه‌های وقوع	تاریخ آغاز	تاریخ پایان	دفعه‌های وقوع
سرپل زهاب	۱۷ بهمن	۲۹ اسفند	۳۶	۲۸ بهمن	۲ فروردین	۲۸	۲ فروردین	۱۵ فروردین	۱۰

جدول ۴. تاریخ‌های آغاز و خاتمه آستانه دمایی۳۵- ۲۵ درجه (دانه‌دهی و سفت شدن دانه)

	احتمال۵ درصد (دوره‌ی برگشت۲۰ سال)			احتمال ۵۰ درصد (دوره‌ی برگشت۲ سال)			احتمال۹۵ درصد (دوره‌ی برگشت ۱/۵سال)		
	تاریخ آغاز	تاریخ پایان	دفعه‌های وقوع	تاریخ آغاز	تاریخ پایان	دفعه‌های وقوع	تاریخ آغاز	تاریخ پایان	دفعه‌های وقوع
سرپل زهاب	۱۱ اسفند	۲۲ اردیبهشت	۴۳	۱۰ فروردین	۲۴ اردیبهشت	۲۴	۲۶ فروردین	۲۳ اردیبهشت	۲۰

برآورد مقدار بارندگی و نوسان آن

با توجّه به مطالعات صورت گرفته از سوی سازمان جهاد کشاورزی استان کرمانشاه، در مناطق گرمسیر استان دو بار آبیاری در مرحله‌ی کاشت به فاصله‌ی ۷- ۵ روز و در مناطق سردسیر این دو نوبت آبیاری به فاصله‌ی ۱۰- ۷ روز برای سبز شدن یکنواخت مزرعه انجام می‌شود. یک نوبت آبیاری در مرحله‌ی پیدایش گل و دو نوبت دیگر در مرحله‌ی تشکیل غلاف و پُرشدن دانه ضروری است. چنانچه طیّ این مدّت بارش‌های جوی حدود ۳۰- ۲۵ میلی‌متر به‌طور یک‌جا روی دهد، می‌توان آن را به‌عنوان یک نوبت آبیاری قلمداد کرد. پس از محاسبه‌ی مقدار بارندگی رخ داده در هر مرحله از رشد گیاه (جدول شماره‌ی ۵)، با بررسی آمار روزانه‌ی ایستگاه‌ها مشخّص می‌شود که میزان بارندگی برای دوره‌ی کاشت تا سبز شدن، همواره کم‌بوده و دو نوبت آبیاری ضروری است؛ اما از زمان گل‌دهی تا رسیدن دانه با وجود بارندگی کافی (جدول شماره‌ی ۵)، به‌دلیل پراکنده و رگباری بودن این بارش، نوسان‌های سالانه و حادث‌نشدن هم‌زمان ۲۵ میلی‌متر بارش (جداول شماره‌ی ۶ و ۷)، خسارت‌های وارده به گیاه جدّی‌تر از مراحل دیگر رشد است. دلیل امر این است که در مناطق گرمسیر استان، طیِّ فصل زمستان، یخبندان‌های کمتری به‌وقوع پیوسته و دمای هوا سریع بالا می‌رود، بنابراین

Archive of SID

www.SID.ir

مراحل تشکیل گل و دانه‌دهی زودتر رخ می‌دهد. این موقع از سال خود هم‌زمان با بارش‌های اسفند و فروردین است. این دوره از رشد برای مناطق سردسیر استان از ماه اردیبهشت آغاز شده و بارش قابل اطمینانی ندارد.

جدول ۵. مقدار برآورده شدن آب مورد نیاز گیاه با بارندگی (mm)

	آغاز کشت تا جوانه‌زنی	ساقه‌دهی تا گل‌دهی	طیّ دوران گل‌دهی	پایان گل‌دهی تا رسیدگی
سرپل زهاب	۲۶/۱	۶۷	۶۰	۵۳/۲

جدول ۶ . بارش روزانه طیِّ دوره‌ی گل‌دهی و تشکیل غلاف mm (میانگین دوره‌ی آماری ۲۰۰۵-۱۹۹۲)

ایستگاه	میانگین	حدّاقل	حدّاکثر	بارش صفر و یا کمتر از ۵ میلی‌متر (درصد)
سرپل زهاب	۲۷	۰/۶	۶۸	۸۸

با توجّه به جدول شماره‌ی ۶، ایستگاه سرپل زهاب در دوره‌ی گل‌دهی و تشکیل غلاف بارش میانگین ۲۷ میلی‌متر در یک روز را ثبت کرده است. حدّاقل و حدّاکثر بارش در این دوره به‌ترتیب ۰/۶ و ۶۸ میلی‌متر بوده است؛ این درحالی است که بارندگی‌های صفر و یا کمتر از ۵ میلی‌متر در این زمان ۸۸ درصد بارش‌ها بوده است.

بر اساس جدول شماره‌ی ۷، در دوره‌ی تشکیل و پُرشدن دانه برای ایستگاه سرپل زهاب، بارش میانگین ۲۵ میلی‌متر در یک روز رخ داده است. حدّاقل و حدّاکثر بارندگی رخ داده طیِّ یک روز به‌طور میانگین ۰/۲ و ۶۸ میلی‌متر است. همچنین ۹۰ درصد از بارش‌های این ماه صفر یا کمتر از ۵ میلی‌متر است. وضعیّت ایستگاه‌های دیگر در این دو فصل از رشد و نمو کلزا کمابیش مشابه است.

جدول ۷. بارش روزانه طیِّ دوره‌ی تشکیل و پُرشدن دانه mm (میانگین دوره‌ی آماری ۲۰۰۵-۱۹۹۲)

ایستگاه	میانگین	حدّاقل	حدّاکثر	بارش صفر و یا کمتر از ۵ میلی‌متر (درصد)
سرپل زهاب	۲۵	۰/۲	۶۸	۹۰

مقادیر میانگین جداول شماره‌ی ۶ و ۷ مربوط به یک دوره‌ی دو ماهه برای هر کدام از دو مرحله‌ی نهایی رشد گیاه بوده و این میانگین برپایه‌ی مقادیر بارش روزانه در طیّ این مدّت است. این زمان منطبق بر ماه‌های اسفند و فروردین بوده و در این دوره، بارش‌های بیش از ۲۵ میلی‌متر و حتّی تا ۶۸ میلی‌متر نیز روی داده است؛ ولی با توجّه به مقادیر بارش صفر و یا کمتر از ۵ میلی‌متر و پراکنده و رگباری بودن بارش‌ها در این موقع از سال (اواخر زمستان و اوایل بهار)، عدد میانگین قابل اطمینان نیست.

Archive of SID

www.SID.ir

برای مشخّص شدن نوسان بارش طیِّ دوره‌ی گل‌دهی تا سفت‌شدن دانه کلزا و کفایت نداشتن این مقدار بارندگی، از آزمون χ^2 استفاده شده است (جدول شماره‌ی ۸).

جدول ۸ . مقدار بارندگی رخ داده و مورد انتظار طیِّ دوره‌های گل‌دهی تا تشکیل غلاف و تشکیل تا پُر شدن دانه‌ی کلزا در شهرستان سرپل زهاب

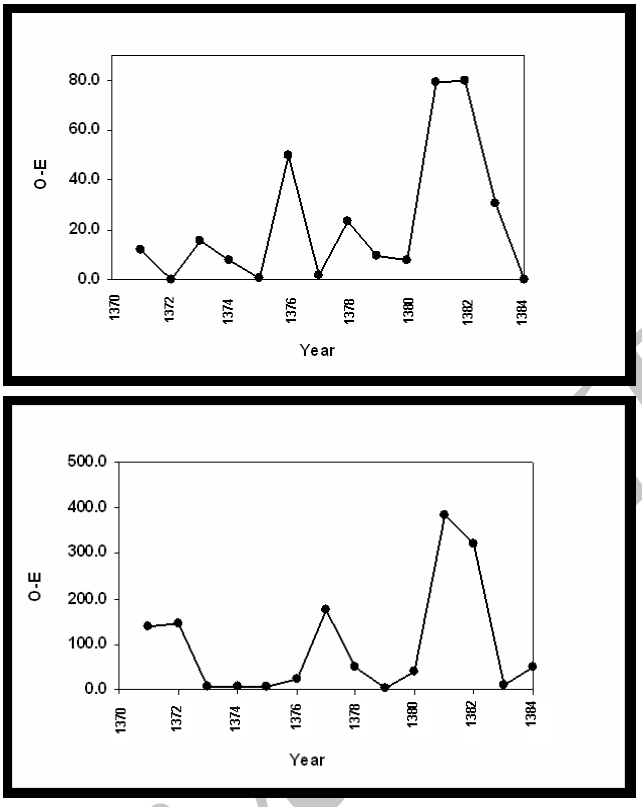
دوره‌ی آماری	O		E		$\frac{(O-E)^2}{E}$	
	گل‌دهی	دانه‌دهی	گل‌دهی	دانه‌دهی	گل‌دهی	دانه‌دهی
۱۹۹۲	۸۴/۱	۲۵/۷	۲۵	۵۰	۱۳۹/۷	۱۱/۸
۱۹۹۳	۸۵/۱	۴۶/۴	۲۵	۵۰	۱۴۴/۵	۰/۳
۱۹۹۴	۳۸/۴	۲۲/۱	۲۵	۵۰	۷/۲	۱۵/۶
۱۹۹۵	۳۸/۱	۳۰/۱	۲۵	۵۰	۶/۹	۷/۹
۱۹۹۶	۱۲/۵	۵۴	۲۵	۵۰	۶/۳	۰/۳
۱۹۹۷	۴۹/۶	۹۹/۹	۲۵	۵۰	۲۴/۲	۴۹/۸
۱۹۹۸	۹۱/۵	۵۹/۳	۲۵	۵۰	۱۷۶/۹	۱/۷
۱۹۹۹	۶۰/۸	۱۵/۷	۲۵	۵۰	۵۱/۳	۲۳/۵
۲۰۰۰	۱۵/۱	۷۱/۹	۲۵	۵۰	۳/۹	۹/۶
۲۰۰۱	۵۶/۲	۳۰	۲۵	۵۰	۳۸/۹	۸
۲۰۰۲	۱۲۲/۹	۱۱۲/۹	۲۵	۵۰	۳۸۳/۴	۷۹/۱
۲۰۰۳	۱۱۴/۶	۱۱۳/۱	۲۵	۵۰	۳۲۱/۱	۷۹/۶
۲۰۰۴	۸/۶	۱۱	۲۵	۵۰	۱۰/۸	۳۰/۴
۲۰۰۵	۶۰/۴	۵۲	۲۵	۵۰	۵۰/۱	۰/۱
	Σ = ۸۳۷/۹	Σ = ۷۴۴/۱	Σ = ۳۵۰	Σ = ۷۰۰	Σ = ۱۳۶۵/۱	Σ = ۳۱۷/۸

با توجّه به اینکه مقدار t محاسباتی برای دوره‌ی گل‌دهی تا تشکیل غلاف ۱۳۶۵/۱ و برای دوره تشکیل تا پُرشدن دانه‌ی کلزا ۳۱۷/۸ به‌دست آمده است و با توجّه به مقدار بحرانی t (۲۲/۳۶)، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که اختلافی معنادار و شدید بین داده‌های بارش مشاهداتی (O) و مورد انتظار (E) طیِّ دوره‌ی گل‌دهی تا تشکیل غلاف و همچنین تشکیل و پُرشدن دانه برای دوره‌ی آماری ۲۰۰۵-۱۹۹۲ با سطح اطمینان ۰/۰۵ وجود دارد. این مسئله نشانگر نوسان شدید بارندگی در فصل بهار بوده، به‌گونه‌ای که برای دوره‌ی گل‌دهی از ۸ تا ۱۲۳ میلی‌متر و در دوره‌ی دانه‌دهی از ۱۱ تا ۱۱۳ میلی‌متر بارندگی در نوسان بوده است.

با ترسیم مقادیر (O-E) طیِّ دوره‌ی آماری مشخّص می‌شود در ۴۳ درصد موارد میزان بارندگی در دوره‌ی گل‌دهی تا تشکیل غلاف و بیش از ۷۰ درصد در دوره تشکیل و پُرشدن دانه کمتر از مقدار مورد نظر (۲۵ میلی‌متر) بوده است. با توجّه به شکل شماره‌ی ۲، مقدار بارندگی در سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲، به‌طور کامل متمایز از سال‌های دیگر است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲. نوسان مقادیر (*O -E*) طیِ دوره‌ی گل‌دهی و تشکیل غلاف و تشکیل و پُر شدن دانه

جدول ۹. متغیّرهای مورد استفاده برای تعیین مناطق مناسب و نامناسب کشت کلزا

کیفیت آب زیرزمینی	عوامل محیطی	عناصر اقلیمی
SAR[1] منابع آب	ارتفاع	درجه/ روز رشد مؤثّر طیِ دوره‌ی رشد
		میانگین سالانه‌ی دما
	شیب	میانگین دما طیّ دوره‌ی گل‌دهی
		میانگین حدّاکثر دما طیّ دوره‌ی دانه‌دهی
EC منابع آب		میانگین حدّاقل دما طیّ دوره‌ی ساقه‌دهی
	جهات شیب	میانگین دمای خاک تا عمق نیم متری طیّ دوره‌ی کاشت تا روزت
		تاریخ آغاز نخستین یخبندان پاییزه
PH منابع آب	خاک	تاریخ پایان آخرین یخبندان بهاره
		رطوبت نسبی طی دوره‌ی گل‌دهی و تشکیل غلاف
		بارندگی طیّ دوره‌ی رشد کلزا
	کاربری اراضی	تبخیر و تعرّق واقعی طیّ دوره‌ی گل‌دهی و تشکیل غلاف
		بارندگی طیّ دوره‌ی گل‌دهی و تشکیل غلاف

۱. درصد سدیم تبادلی

www.SID.ir

مدل‌سازی رگرسیونی

با توجّه به میزان معناداری (Sig) مقدار t و آزمون‌های (R^2 و DW) که برای هرکدام از مدل‌های چهارگانه‌ی رگرسیونی انجام شده است، درنهایت مدل Backward، به‌عنوان مدل نهایی برای تعیین و پیش‌بینی مناطق مستعدّ کشت کلزا انتخاب شده است (شکل شماره‌ی ۵). دلیل این انتخاب، کم‌بودن تعداد متغیّرها برای مدل‌های Forward و Stepwise و معنادار نبودن متغیّرهای مدل Enter بوده است. در مدل Backward، ابتدا تمامی متغیّرهای مستقل وارد معادله‌ی رگرسیونی می‌شوند و سپس چنانچه معیارهای لازم برای باقی‌ماندن در مدل را نداشته باشند، تک‌تک حذف می‌شوند. از میان ۱۵ متغیّر مستقل وارد شده در مدل، چهار متغیّر قابلیّت باقی‌ماندن را داشته‌اند (رابطه‌ی شماره‌ی ۷).

رابطه‌ی ۷) $$y = -14035.863 - 4.581X_1 + 617.558X_2 + 16.159X_3 + 9.648X_4$$

X_1 = میانگین سالانه‌ی بارش، طیّ دوره‌ی رشد کلزا

X_2 = میانگین دمای خاک، طیّ دوره‌ی کاشت تا سبز شدن

X_3 = نخستین یخبندان‌های پاییزه

X_4 = میانگین بارش طیّ دوره‌ی تشکیل غلاف و دانه

جدول ۱۰. ضریب همبستگی و مقادیر آزمون دوربین ـ واتسون برای داده‌های مورد استفاده

	R-Sq (adj)	R-Sq	D-W Test
عملکرد کلزا (متغیّر وابسته)	--	--	--
میانگین بارش طیّ دوره‌ی رشد	۷۴/۶	۷۶/۹	۱/۶۵
درجه/ روز رشد فعّال	۷۲/۲	۷۴/۷	۲/۳۳
رطوبت نسبی دوره‌ی گل‌دهی و تشکیل غلاف	۷۹/۸	۸۱/۶	۲/۶۲
تبخیر و تعرّق واقعی دوره‌ی گل‌دهی و تشکیل غلاف	۸۶/۱	۸۷/۴	۲/۱۹
دمای خاک در دوره‌ی کاشت تا روزت	۸۶/۱	۸۷/۴	۲/۰۳
میانگین دما طیّ دوره‌ی رشد کلزا	۷۳/۸	۷۶/۱	۱/۹۶
حدّاقل دما طیّ دوره‌ی تشکیل غلاف	۶۱/۸	۶۵/۳	۱/۷۸
میانگین دما طیّ دوره‌ی گل‌دهی	۸۲/۷	۸۴/۲	۲/۴۳
حدّاکثر دما در دوره‌ی تشکیل و پُرشدن دانه	۲۰/۴	۲۷/۷	۰/۶۹
نخستین یخبندان‌های پاییزه	۸۷	۸۸/۲	۱/۷۷
آخرین یخبندان‌های بهاره	۷۳/۳	۷۵/۸	۲/۰۳
PH منابع آب	۵۶/۴	۶۰/۳	۱/۲۶
EC منابع آب	۱۵/۲	۲۲/۹	۰/۶۷
SAR منابع آب	۸/۱	۱۶/۵	۰/۶۱
بارندگی در دوره‌ی گل‌دهی و تشکیل غلاف	۶۹/۸	۷۲/۶	۱/۵۳

Archive of SID

www.SID.ir

با توجّه به جدول شماره‌ی ۱۱، بالاترین مقادیر ضریب همبستگی، به‌ترتیب مربوط به نخستین یخبندان‌های پاییزه، میانگین دمای خاک طیّ دوره‌ی کاشت تا روزت و تبخیر ـ تعرّق واقعی طیّ دوره‌ی گل‌دهی و تشکیل غلاف است. درنتیجه، این عناصر قوی‌ترین و معنادارترین ارتباط را با میزان تولید کلزا در منطقه‌ی مورد مطالعه دارند. در مقابل، مقادیر SAR و PH آب، کمترین ضریب همبستگی و ارتباط را با میزان تولید دارند.

بر اساس آزمون دوربین ـ واتسون داده‌های مربوط به کیفیت آب (SAR، EC و PH) و حدّاکثر دما طیّ دوره‌ی دانه‌دهی کلزا در محدوده‌ی قابل قبول (۱/۵ تا ۲/۵) قرار ندارند؛ اما داده‌های دیگر همبستگی درون‌گروهی نداشته و استفاده از رگرسیون صحیح است.

جدول ۱۱. مقادیر Sig و t متغیّرهای به‌کار رفته در مدل Backward

متغیّر	میانگین سالانه‌ی بارش	میانگین دمای خاک طیّ دوره‌ی کاشت تا سبز شدن	نخستین یخبندان‌های پاییزه	بارندگی طیّ دوره‌ی گل‌دهی و تشکیل غلاف
مقدار Sig	۰/۰۲۸	۰/۰۰۷	۰/۰۰۵	۰/۰۴۳
مقدار t	۲/۷۵۳	۳/۷۶۴	۴/۰۵۰	۲/۴۶۱

جدول ۱۲. میزان همبستگی عناصر اقلیمی با ارتفاع منطقه‌ی مورد مطالعه

رابطه با ارتفاع ایستگاه‌ها	Y	R^2
میانگین دمای خاک تا عمق نیم متری طیّ دوره‌ی کاشت تا روزت	- 0.0054 X + 21.023	۰/۹۷
تاریخ آغاز نخستین یخبندان پاییزه	- 0.0624 X + 357.91	۰/۹۶
بارندگی طیّ دوره‌ی رشد کلزا	0.1404 X + 347.86	۰/۹۹
بارندگی طیّ دوره‌ی گل‌دهی و تشکیل غلاف	0.039 X + 38.531	۰/۹۲

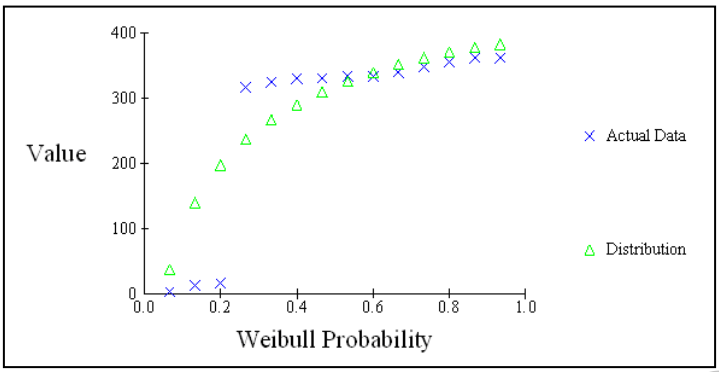
ترسیم نقشه‌ی نهایی

از آنجاکه ریشه‌ی کلزا تا عمق ۸۰ سانتی‌متری خاک رشد می‌کند و این میزان رشد مختص اوایل رشد نبوده و از اوّل تا پایان دوره‌ی رشد و نمو به‌طول می‌انجامد، بنابراین برای ترسیم نقشه‌ی دمای خاک طیّ دوران سبز شدن تا زمان تشکیل روزت، میانگین دما از ۵ سانتی‌متری تا نیم متری عمق خاک و برای ساعت‌های ۰۳، ۰۹ و ۱۵ به‌دست آمده است. برای ترسیم نقشه‌های نخستین یخبندان‌های پاییزه، ابتدا تاریخ‌های به‌دست آمده بر اساس روزشمار ژولیوسی محاسبه و در مرحله‌ی بعد، برازش داده‌ها مورد آزمایش قرار گرفت که درنهایت، توزیع پیرسون تیپ ۳ بهترین برازش با آمار مورد نظر را داشته است (شکل شماره‌ی ۳).

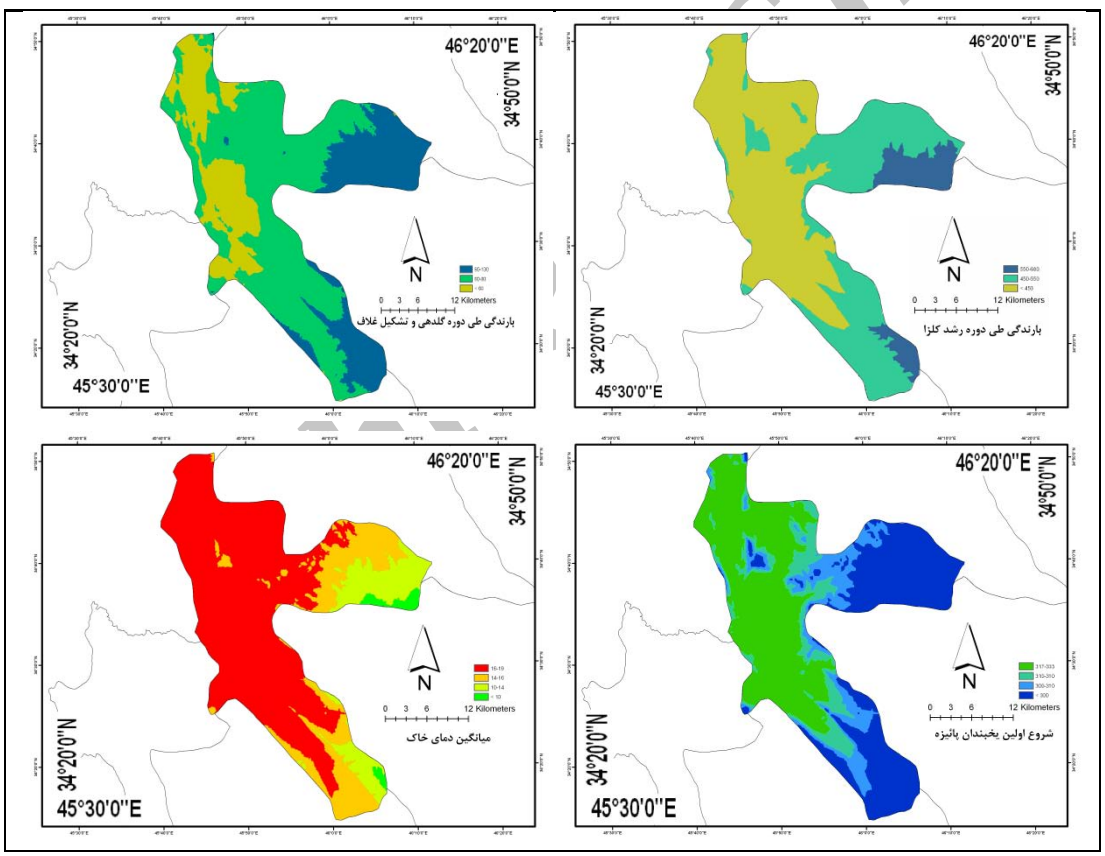
سپس با توجّه به تاریخ‌های به‌دست آمده اقدام به ترسیم نقشه‌های مربوطه شد، به‌گونه‌ای که گیاه تا پیش از وقوع نخستین یخبندان‌ها به حالت روزت رسیده باشد (شکل شماره‌ی ۴).

Archive of SID

www.SID.ir



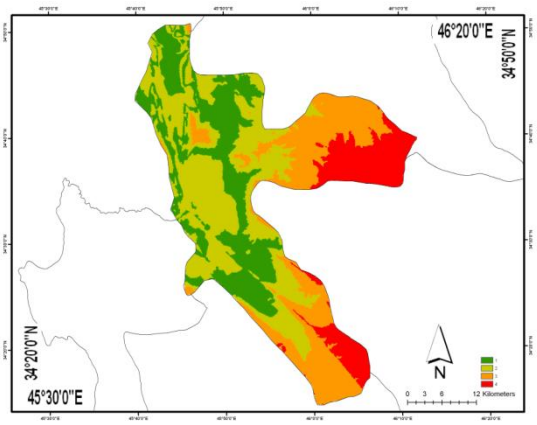
شکل ۳. برازش توزیع پیرسون تیپ ۳ با تاریخ آغاز یخبندان‌های پاییزه در ایستگاه سرپل زهاب



شکل ۴. لایه‌های مورد استفاده برای پهنه‌بندی مناطق مستعدّ کشت کلزا

شکل شماره‌ی ۵ با استفاده از رابطه‌ی شماره‌ی ۷ به‌دست آمده است. با توجّه به جدول شماره‌ی ۱۳ پهنه‌های مناسب و کاملاً مناسب، درمجموع ۶۰ درصد از منطقه‌ی مورد مطالعه را پوشش می‌دهند. ۱۴ درصد نیز پهنه‌هایی با قابلیّت ضعیف برای رشد کلزا هستند. این پهنه‌ها در حاشیه‌ی ارتفاعات و نزدیک به کوهستان‌ها قرار دارند و زمین‌هایی سنگلاخی و شیب‌دار هستند. پهنه‌های نامناسب با ۲۶ درصد پوشش منطقه، مشتمل بر کوهستان‌ها و مناطق فاقد خاک مناسب برای کشاورزی است.

www.SID.ir



شکل ۵. پهنه‌های مناسب و نامناسب کشت کلزا با استفاده از مدل Backward

جدول ۱۳. درصد پوشش و مساحت مناطق کشت کلزا

ردیف	ارزش	درصد پوشش	مساحت (KM^2)
۱	کاملاً مناسب	۲۵	۳۲۹
۲	مناسب	۳۵	۴۵۸
۳	ضعیف	۱۴	۱۷۸
۴	نامناسب	۲۶	۳۴۰

آزمون مدل Backward

در مقایسه و برقراری رابطه‌ی همبستگی میان محصولی که در شهرستان از مزارع کلزا برداشت شده است با میزان محصولی که از مدل رگرسیون به‌دست آمده، مشخّص شد که مقادیر پیش‌بینی شده با مدل به واقعیّت نزدیک و میزان همبستگی بین این دو ۰/۹۷ درصد بوده است.

جدول ۱۴. مقایسه‌ی مقادیر محصول به‌دست‌آمده با مدل رگرسیون و مقادیر واقعی محصول

سال زراعی	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷
محصول مشاهداتی (kg/h)	۱۵۰۰	۱۴۶۴	۳۷۰	۷۰۱	۱۴۰۸	۵۴۵	۵۷۰	۱۷۸۸	۱۸۰۰	۱۷۰۰	۲۳۰۰
محصول محاسباتی (kg/h)	۱۳۰۹	۱۳۷۹	۳۴۷	۷۷۷	۹۷۵	۵۳۱	۷۰۷	۱۷۱۸	۱۸۳۹	۱۹۰۷	۲۲۸۳

تعیین میزان اهمّیّت متغیّرهای به‌کار رفته در مدل

مهم‌ترین متغیّرهای تأثیرگذار در عملکرد بهینه‌ی محصول کلزا با استفاده از مدل Backward میانگین سالانه‌ی بارش طیّ دوره‌ی رشد، میانگین دمای خاک طیّ دوره‌ی کاشت تا روزت، نخستین یخبندان‌های پاییزه و میانگین بارندگی طیّ دوره‌ی گل‌دهی و تشکیل غلاف بوده است که با توجّه به محاسبه‌ی میزان معناداری هر متغیّر و نیز، براساس نتایج مدل‌های دیگر، نقش یخبندان‌های پاییزه بارزتر بوده است. متغیّرهایی مانند SAR و EC آب، کم‌اهمّیّت‌ترین متغیّرهای تأثیرگذار در عملکرد بهینه کلزا بوده‌اند (جدول شماره‌ی ۱۵).

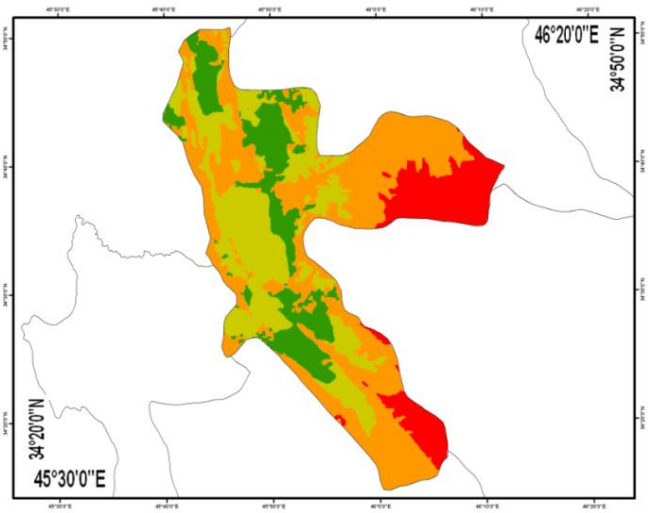
Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱۵. اوزان Beta ، انحراف معیار، حدّاکثر، حدّاقل و میانگین داده‌ها

	حدّاقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	β_i
عملکرد کلزا (متغیّر وابسته)	۳۷۰	۲۳۰۰	۱۳۷۱	۶۷۴	--
میانگین بارش طیّ دوره‌ی رشد	۲۷۲/۷	۵۹۹/۵	۴۱۶/۳	۹۴/۶	۰/۸۸۷
درجه/ روز رشد فعّال	۲۹۷۳/۷	۳۳۸۸/۳	۳۲۲۳/۳	۱۱۷/۲	۰/۸۶۴
رطوبت نسبی دوره‌ی گل‌دهی و تشکیل غلاف	۴۳	۵۸	۵۲/۸۳	۴/۷۱	۰/۹۰۱
تبخیر و تعرّق واقعی دوره‌ی گل‌دهی و تشکیل غلاف	۱۵۸/۹	۲۴۲/۸	۱۹۹/۶۵	۲۴/۱۵	۰/۹۳۵
دمای خاک در دوره‌ی کاشت تا روزت	۱۶/۹	۲۰	۱۸/۲۲۵	۰/۹۷۷	۰/۹۳۴
میانگین دما طیّ دوره‌ی رشد کلزا	۱۹	۲۰/۸	۲۰/۱۹۲	۰/۵۰۹	۰/۸۷۲
حدّاقل دما طیّ دوره تشکیل غلاف	۲/۱	۶	۴/۷۸۳	۱/۱۳۹	۰/۸۰۷
میانگین دما طیّ دوره‌ی گل‌دهی	۱۳	۱۶/۹	۱۵/۵	۱/۰۹۵	۰/۹۱۷
حدّاکثر دما در دوره‌ی تشکیل و پُرشدن دانه	۲۸	۳۱	۲۹/۴۹۲	۱/۰۵۹	۰/۵۲۶
نخستین یخبندان‌های پاییزه	۳۰۰	۳۶۲	۳۳۷/۰۸	۲۱/۳	۰/۹۳۸
آخرین یخبندان‌های بهاره	۲۵	۹۷	۶۲/۹۲	۲۳/۷۵	۰/۸۷
PH منابع آب	۶/۹	۸/۲	۷/۵۸۳	۰/۴۱۵	۰/۷۷۵
EC منابع آب	۰/۱۲	۰/۳۴	۰/۲۳۷۵	۰/۰۵۷۵	۰/۴۷۸
SAR منابع آب	۴۴۸	۷۳۷	۵۹۳/۵	۸۱/۲	۰/۴۰۶
بارندگی در دوره‌ی گل‌دهی و تشکیل غلاف	۳۳/۴	۹۱/۱	۶۳/۳۶	۱۸/۲۴	۰/۸۵۲

مطالعه میدانی

از آنجاکه شیب، ارتفاع، جهات شیب، خاک و کاربری اراضی را نمی‌توان در مدل‌های رگرسیونی وارد کرد با استفاده از GPS اقدام به برداشت زمینی، به‌صورت نقاط نمونه در هر دشت شده است. نتیجه‌ی نهایی حاصل از تلفیق نقشه‌ی به‌دست آمده از مدل و مطالعات میدانی در شکل شماره‌ی ۶ آمده است. با توجّه به شکل شماره‌ی ۶ ، مناطق مورد کشت کمابیش، محدود به دشت‌ها و زمین‌های با شیب کم می‌شود.



شکل ۶ . نقشه‌ی تصحیح شده‌ی پهنه‌های مناسب و نامناسب کشت کلزا با استفاده از مطالعات میدانی

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱۶. درصد پوشش و مساحت مناطق کشت کلزا

ردیف	ارزش	درصد پوشش	مساحت (KM^2)
۱	کاملاً مناسب	۱۶	۲۱۲
۲	مناسب	۲۵	۳۲۸
۳	ضعیف	۴۵	۵۹۱
۴	نامناسب	۱۴	۱۷۷

براساس جدول شماره‌ی ۱۶، پهنه‌های مناسب برای کشت کلزا ۱۶ درصد از منطقه را تحت پوشش قرار داده که مشتمل بر مناطق دشتی است. پهنه‌های ضعیف و نامناسب برای کشت که شامل دامنه‌ها و مناطق کوهستانی است، ۵۹ درصد از مساحت منطقه را دربرگرفته است. در مناطق مناسب کشت کلزا، شیب زمین کمتر از ۵ درجه است. نواحی با قابلیّت ضعیف و نامناسب، شامل شیب‌های ۱۰ درجه و بالاتر از این مقدار است. قسمت‌های شمال‌شرقی منطقه (دهستان پشت تنگ زهاب) به‌دلیل فراوانی و فشردگی ناهمواری‌ها، کمابیش شرایط لازم را برای رشد بهینه‌ی کلزا ندارند.

نتیجه‌گیری

با توجّه به نقشه‌های نهایی که از انطباق لایه‌های میانگین دمای خاک، تاریخ آغاز نخستین یخبندان پاییزه، بارندگی طیّ دوره‌ی رشد گیاه و طیّ دوره‌ی گل‌دهی و تشکیل غلاف در محیط GIS به‌دست آمده است و مقایسه‌ی آن با نقشه‌های توپوگرافی منطقه‌ی مطالعاتی، ملاحظه می‌شود که مناطق کاملاً مناسب و مناسب، شامل دشت‌ها و پهنه‌هایی با شیب کمتر از ۳ درجه و ارتفاعات کمتر از ۸۰۰ متر هستند. در این پهنه‌ها، یخبندان‌های زودرس پاییزه که به‌عنوان مهم‌ترین متغیّر تأثیرگذار بر تعیین مناطق مناسب و نامناسب کشت کلزا در نظر گرفته شده است، کمترین خسارت را وارد می‌کند. در این پهنه‌ها که ۴۱ درصد مساحت منطقه را پوشش می‌دهد، دمای خاک طیّ دوره‌ی کاشت تا روزت کاملاً مناسب بوده و رشد اوّلیّه‌ی گیاه تا رسیدن به حالت روزت به‌خوبی انجام می‌شود. دمای مورد نیاز برای رشد و عملکرد بهینه‌ی گیاه به‌خوبی تأمین شده، ولی زمان گل‌دهی و تشکیل غلاف و دانه که مراحل حساس رشد هستند، همواره با کمبود آب مواجه است؛ چراکه در این زمان، بارندگی‌ها رگباری بوده و قابل اطمینان نیستند. بنابراین هنگام گل‌دهی تا سفت‌شدن دانه‌ی کلزا ـ به‌دلیل بالا رفتن دما ـ درمجموع به سه بار آبیاری با فاصله‌ی یک هفته مورد نیاز است که با توجّه به بارندگی‌های رخ داده در ماه‌های فروردین و اردیبهشت، این نیاز برآورده نشده و بایستی آبیاری تکمیلی انجام شود. همچنین برای سبزشدن یکنواخت و رسیدن به مرحله‌ی روزت نیز، آبیاری تکمیلی ضروری است. مقادیر بالای تبخیر ـ تعرّق واقعی طیّ دوره‌ی گل‌دهی و تشکیل غلاف در مناطق دشتی و مشتمل بر پهنه‌های مناسب با توجّه به کمبود بارش در این زمان، سبب تنش آبی گیاه و نیاز بیشتر به آب می‌شود که ضرورت آبیاری را دوچندان می‌کند. این درحالی است که طیّ سال‌های پیش، روند گرم شدن هوا و کاهش بارش‌های جوّی چشمگیرتر شده است. از آنجاکه دوره‌ی رشد کلزا نسبت به گندم کوتاه‌تر است، شانس بیشتری برای استفاده از بارش‌های منطقه دارد، از طرفی ارزش آن

Archive of SID

www.SID.ir

برای خاک و سودآوری، بیشتر از مزایای کشت کلزاست؛ اما عدم آشنایی و مناسب نبودن بسیاری از زمین‌ها، به‌ویژه اراضی دیم، موجب تمایل کمتر کشاورزان به کشت این محصول است. مقایسه‌ی محصول پیش‌بینی شده با مدل و محصولی که از مزارع شهرستان به‌دست آمده با ضریب اطمینان ۹۷ درصد قابل اعتماد است.

درمجموع، نقش عناصر اقلیمی از عوامل محیطی برای تعیین مناطق مناسب و یا نامناسب کشت کلزا در منطقه‌ی مورد مطالعه، قطعی‌تر است؛ به‌گونه‌ای که در مناطقی که به لحاظ کشت مناسب برآورد شده، درجه/ روز رشد مؤثّر، میانگین سالانه‌ی دما، میانگین حدّاقل دما طیّ دوره‌ی تشکیل ساقه، حدّاکثر دما طیّ دوره‌ی تشکیل و پُرشدن دانه، میانگین روزانه‌ی دما طی دوره‌ی گل‌دهی، یخبندان‌های دیررس بهاره و رطوبت نسبی طیّ دوره‌ی گل‌دهی و تشکیل غلاف که در مدل لحاظ نشده‌اند، تأثیر مثبتی بر عملکرد کلزا داشته‌اند.

با توجّه به کمبود اطلاعات پایه و اوّلیّه برای مطالعات محیطی در منطقه‌ی مورد مطالعه، پیشنهاد می‌شود، به‌همراه مدل‌های رگرسیونی از دیگر مدل‌ها نیز استفاده شود؛ این‌گونه، امکان وارد کردن لایه‌های اطلاعاتی بیشتر و اطمینان بیشتر از خروجی کار خواهیم داشت.

منابع

Adab, H., 2005, **Modeling Estimate of Yield Autumn Canola Use Multiple Regressions and GIS, Case Study: Sabzevar District**, M. A Thesis, University of Tarbyat Modares, Tehran.

Alizadeh, A., 2006, **Principle of Applied Hydrology**, University of Ferdosi Mashhad, 19th Press, Iran, Mashhad.

Attorre, F., Alfo, M., Sanctis, M. D., Francesconia, F. and Brunoa, F., 2006, **Comparison of Interpolation Methods for Mapping Climatic and Bioclimatic Variables at Regional Scale**, International Journal of Climatology, Vol. 27, No. 13, PP. 1825-1843.

Jaafari Ghaleh, V., 2008, **Agricultural Climate of Behshahr District Emphasis on Canola Cultivating**, M. A thesis, University of Shahid Beheshti, Tehran.

Jahad keshavarzi Organization of Kermanshah Province, 2006, **Water and Soil Researches Administration of Kermanshah Province**, Basic Researches Office of Water Source.

Jiang Dong, L., Denghuai, L., Cuizhi, Z., 1990, **The Estimation of Cotton-growing Areas by Remote Sensing**, Asian Conference on Remote Sensing, China.

Kaikhosravi, GH. 2006, **Climatic Evaluation of Pistachio Cultivating in Sabzevar District**, M. A. Thesis, University of Shahid Beheshti.

Kazerani, N. and Ahmadi, M.R., 2004, **Studid of Genotype and Cultivating Date Effect on Quantity and Quality of Canola, Brassica Napus, in Bushehr Province,** Agricultural Sciences of Iran Journal, Vol. 6, No. 2, PP. 127-136.

Kimber, D., Macgregor, D.I., 1999, **Canola, Physiology, Cultivating, Eugenics and Biotechnology**, Mehdi Azizi, Afshin Soltani and Mehdi Khavari Khorasani, Jahad Daneshgahi of Mashhad Press.

Lamey, A., Platford, G., Lamb, J. and Enz, J., 2002, **A Sclerotinia Risk Map for Canola**, Department of Plant Pathology, North Dakota State University, Fargo, ND58105.

Archive of SID

www.SID.ir

Mavi, H.S. and Mahi, G.S., 1998, **Agroclimatic Regions of Punjab Based on Summer (Kharif) Season Moisture Stress**, Proceedings of the Symposium on Land and Water Management in the Indus Basin (India), Vol. 2, PP. 27-38.

Mavi, H.S. and Mahi, G.S., 2003, **Principle of Agricultural Meteorology**, Gholamali Mozafari, Nik Pendar Presses, Tehran.

Mavi, H.S., 1985, **Introduction to Agrometeology**, Oxford IBH Publishing, England.

Moemeni, M., 2007, **Statistical Analysis with SPSS**, Tehran.

Mohamadi, M., 2002, **Cultivate of Canola in Semitropical Condition Area**, Moavanat Tarvij Press, Ministry of Jahad Keshavarzi, Tehran.

Porter, P., Jiskoot, H., 1999, **Statistics for Geography (Geog 1070),** School of Geography Presses, University of Leeds, England.

Rumager, R., Zegbe, A., Medina, G., 1996, **Use of GIS to Describe Suitable Production Areas for Peach**, Acta-Horticultural, Vol. 12, PP. 449-555.

Serrano, S.M.V., Lanjeri, S. and Moreno, J.I.L., 2006, **Comparison of Different Procedures to Map Reference Evapotranspiration Using Geographical Information Systems and Regression-based Techniques**, Royal Meteorological Society, Vol. 27, No. 8, PP. 1103-1118.

Skilling, H., 1964, **A Operational View**, American Scientists, No. 52, PP. 388-396.

Tomas, A., 1992, **Agricultural Water Balance of Yunnan Province PR, China: Agroclimatic Zoning with GIS,** Agricultural Water Management, Vol. 21, No. 4, PP. 249-263.

Uoung, J. Vance, G. Christensen, B. Munn, L., 2001, **Alternative, Crops Big Horn Basin, Wyoming**, University of Wyoming. United States of America

Visher. 1955, **Comperative Agricultural Potentials of the World Regions**, Econ. Geography, No. 31, PP. 12-86.

Yazdan Panah Jazi, H., 2001, **Agro Climatic Study of Dry Oval, Case Study: Azarbayjan Sharghi Province**, M. A. Thesis, Agricultural Meteorology Branch. University of Tarbyat Modares, Tehran.

Archive of SID

www.SID.ir

Site Selection of Potential Cultivation of Canola in Sarpole Zahab District

Lashkari H.*
Associate Prof. Faculty of Physical Geography, University of Shahid Beheshti
Rezaei A.
M.A. Climatology and Environmental Planning, University of Shahid Beheshti

Received: 17/10/2010 Accepted: 18/12/2011

Archive of SID

Extended Abstract

Introduction
In addition to provide oil and oil cake, implanting canola has an important effect on fixing foodstuffs and reducing soil erosion. This plant has a high compatibility with different climates and different soils and causes more in the next years of cropping. Sarpole Zahab area exceeds to 1300 km^2 which 36/6% of that has the slope lower than 3°.The average of annual precipitation is 428 mm, the average of temperature is 20° cg and 20 days freezing weather in a year. The city has a suitable environmental and climate condition for implanting canola. But its implanting during the years was hopeless.

Methodology
For statistical analysis and planning use from daily data of Sarpole Zahab, Eslam Abad Gharb, Ravansar and Qasre Shirin stations. Base on calculation least data necessity is 10years, because of valid and use of whole data a 15years data period was gain.

Germinate, flowering and sheath, Seeding of canola are more sensitive in growing period that use of daily data stations in the studied area and various probability we found out the time of phonology steps such as beginning dates, ending and number of each occurrence. the amount of water that plant need supplying with rain and probability of premature freezing weather in autumn and late freezing weather in spring was determined.

Use of X^2 test for determinate temporary or permanent of rainfall in flowering to sheath and make to Seeding of canola growing period.

Based on scientific studies in, 20 effective environmental and climatic factors for overlapping were realized. Using climatic data of near station and by excel computing regression relationships of each element with altitude.

Planning their maps based on DEM with GIS and TIN function if was having the meaningful relationships with altitude.

Number and significance of classes was gain based on restriction and requirement of Canola.

For planning of soil temperature during germinate to Rosete the mean temperature from 5 centimeter to half meter of soil deeps and hours of 03, 09, and 15 was obtained.

For planning of premature freezing weather in autumn and late freezing weather in spring at first the dates were obtained calculate based on Julius dates then adaptations that Pierson3 have best adaptive with our data.

* E-mail: Dr_lashkari61@yahoo.com Tel: 29902626

www.SID.ir

Results and Discussion

For determination the best area of cultivating canola in studied area with using multiple regression modeling, used from cropping data of district (kg/hec) as depended variable and environmental and climatic data effective on periods of growing as independent variable.

By using the mentioned data in multi variations regression models, some effective climatic elements in best growing and function were determined, which are: the average of soil temperature in the duration of implanting up to growing, the first freezing time in autumn, annual precipitation during growing the plant and the average of precipitation during blossoming. Based on the results the best and the most meaningful model for estimating and precipitating crop in the studied area were backward.

Based on gain equation and use from GIS and raster calculator function the layer were supplying before entrances in model and final plan was draw.

By Pierson correlation coefficient determine the correlation between amounts of estimated product by model with amounts of real product. For determinate efficacy and significance each of used variables in final model compared the significant of independent variable by beta weight.

Based on conclusion the best date for cultivating of autumn canola in studied area is the first to 15 Aban, also the growing period of canola is 170 days. Considering the daily data of rainfall shown that amount of rainfall for cultivating to germinate is less so that twice irrigation is necessary. Although the suitable rainfall were occurred in flowering to harvest time but canola damages is more severe than other growing periods that because of diffuse, showery, annual oscillation قطع کف ع لا لاک خ ق ق ف ک ۱۵ گ لامگ م ژ گ ء ء ک ع in same time.

Based on X^2 test conclusion occur the violent oscillation of rainfall in spearing for period of flowering to sheathe and seeding. So that the oscillation of rainfall is 8 to 123 for flowering period and 11 to 113 millimeter for seeding period.

The correlation rate of cropping from canola farms in studied area with cropping that estimate by regression model is 97 percent. According to calculated amount meaningful of variables and result of other models the autumn freezing have determinant effect in site selection of suitable areas for implanting canola.

Because of not considering the slope and altitude in providing the final map, it was corrected by using Topographic map 1/50000 and field studies applying GPS.

Conclusion

Considering the final map, the best places for implanting Canola is plain area. Also precipitation in the studied area is not enough, so not just in the end of growing season even in the beginning of growing season irrigating is essential.

Keywords: Canola, Site Selection, Multiple Regressions, Sarpole Zahab.

Archive of SID

www.SID.ir