



## پهنه‌بندی کشت کلزا بر اساس نیازهای دمایی اقلیمی با استفاده از GIS در استان‌های خراسان

\* سیدجواد رسولی<sup>۱</sup> و علیرضا قائمی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد تحقیقاتی اداره کل هواشناسی خراسان شمالی، آستادیار مرکز تحقیقات کشاورزی  
و منابع طبیعی خراسان رضوی

### چکیده

پارامترهای آب و هوایی و اقلیمی و اثرات آن‌ها روی گیاهان زراعی یکی از مهمترین عوامل مؤثر در افزایش عملکرد تولید است. با بررسی آگروکلیمایی می‌توان امکانات بالقوه مناطق مختلف را تعیین و از این امکانات حداکثر بهره‌برداری را نمود. این تحقیق به منظور شناسایی پتانسیل توان اکولوژیکی مناطق کشت کلزا از نظر دمایی در استان‌های خراسان انجام شد. طبقه‌بندی اقلیمی به روش دومارتن گسترش یافته، به منظور شناسایی کلی اقلیم منطقه انجام شد. با استفاده از دمای مناسب کاشت (۲۰-۱۵ درجه سانتی‌گراد) و فرمول ویبول (احتمال ۷۵ درصد) تاریخ کاشت تعیین گردید. بر اساس محاسبه درجه روز مؤثر مورد نیاز هر مرحله، تاریخ رسیدن به مراحل فنولوژی محاسبه گردید. دماهای مناسب و محدود کننده مراحل مختلف فنولوژی کلزا از منابع مختلف استخراج و احتمال وقوع آنها در مناطق مورد مطالعه ذیل محاسبه گردید. ارتباط متوسط عملکرد کلزا و دماهای مطلوب و محدود کننده در مراحل مختلف فنولوژی بررسی شد. پس از مرتب سازی و تشکیل لایه‌های دمایی با استفاده از معادلات رگرسیونی مناطق کشت به چهار ناحیه مشخص، بسیار مطلوب (ترتیب حیدریه، قوچان، بجنورد و گل‌مکان)، مطلوب (بیرجند، قاین، مشهد، نیشابور و فردوس)، نسبتاً مطلوب (مرخس، کاشمر، گناباد، تربت جام و سبزوار) و نامطلوب (بشرویه و نهبندان) پهنه‌بندی گردید.

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی، کلزا، نیازهای دمایی، استان‌های خراسان

\* - مسئول مکاتبه: sjrasooli@gmail.com

## مقدمه

وجود پیشرفت غیر قابل اغمازی که در زمینه مختلف کشاورزی از قبیل کنترل آفات گیاهی، بیماری، علف هرز، اصلاح نباتات، آبیاری، بهبود ساختار خاک و بیوتکنولوژی که حاصل شده است نقش توجه به اقلیم مناسب کشت محصول هر روز پر رنگ تر می شود. با اینکه مطالعات زیادی در اقلیم های مختلف زمین به عمل آمده است، ولی یک فرمول و روش کلی و اساسی که مورد قبول همه دانشمندان جهان قرار گیرد و معرف تمام شرایط طبیعی باشد موجود نیست (جعفرپور، ۱۹۹۴). اقلیم به صورت رژیم دراز مدت آب و هوا که عبارت است از متوسط شرایط اتمسفری در یک مکان مشخص یا یک ناحیه خاص بر اساس اندازه گیری هواشناسی در طی سالیان طولانی تعریف شد (کافی، ۲۰۰۰). به طور کلی واژه اقلیم به اتمسفر ناحیه مشخص و مستقل از زمان معینی اطلاق گردید یا به عبارت دیگر اقلیم تابعی از مکان ولی مستقل از زمان است (مظفری و قمی، ۲۰۰۱). فرانک و هوفمان (۱۹۸۹) رابطه  $GDD^1$  را با رشد و نمو مورفولوژیکی گیاه مرتعی *Boutelona gracilis* بررسی کرد و مراحل آمادگی چرای مراتع، سرعت رشد و تعداد دام مورد نیاز را پیش بینی نمود. تومینگ (۱۹۸۷) از درجات حرارت تجمعی فعال (درجه روز) بالاتر از ۱۰ درجه سانتی گراد برای تعیین پتانسیل بعضی از مناطق استفاده نمود و با استفاده از کارایی فتوسنتز در تولیدات گیاهی، گونه های مختلف گیاهان زراعی را برای مناطق مختلف معرفی نمود و گیاهان زراعی بر اساس طول روز طبقه بندی نمود. بیشنو (۱۹۸۹) از شاخص فیزیولوژیکی پر مینای روزهای با درجه حرارت در حد مطلوب، رشد ذرت و پنبه را پیش بینی نمود. جونز و همکاران (۲۰۰۱) رابطه بین متغیرهای آب و هوا و عملکرد را در میشیگان مطالعه کرد و نشان داد برای ذرت، سویا و لوبیا بارندگی در طول ژوئیه و آگوست و برای یولاف درجه حرارت طی ماه های می و ژوئن مهمترین فاکتور آب و هوایی بر روی عملکرد این محصولات بود. میشینکو (۱۹۹۷) با استفاده از درجه حرارت و رطوبت نسبی هوا فرآیندهای فیزیولوژیکی چغندر قند را طبقه بندی نمود و خطوط هم اقلیم را ترسیم کرد. رسولی (۲۰۰۵) روش های مقابله با سرمازدگی کلزا را مورد تحقیق و بررسی قرار داده و طرق مقابله کاربردی با سرمازدگی را در هر مرحله فنولوژی معرفی نمودند. نتایج این تحقیق نشان داد که مرحله گل دادن

1- Growth Degree day

حساسترین و مرحله روزت مقاومترین مرحله به سرمازدگی بود. هدف از این تحقیق شناسایی پتانسیل توان اکولوژیکی مناطق کشت کلزا از نظر دمایی در استان خراسان شمالی، جنوبی و رضوی بود.

### مواد و روش‌ها

متغیرهای اقلیمی مورد نیاز: در این تحقیق طول دوره آماری ۳۰ ساله (۱۳۸۵-۱۳۵۶) و ۱۶ ایستگاه هواشناسی استان‌های خراسان با مشخصات به ترتیب طول و عرض جغرافیایی شامل بجنورد (۳۷/۱۹، ۳۷/۳۸)، بشرویه (۳۷/۲۶، ۳۳/۵۳)، بیرجند (۵۹/۱۲، ۳۲/۵۲)، تربت‌جام (۶۰/۳۵، ۳۵/۱۵)، تربت‌حیدریه (۵۹/۱۳، ۳۵/۱۶)، سبزوار (۵۷/۴۰، ۳۶/۱۳)، سرخس (۶۱/۱۰، ۳۶/۳۲)، فردوس (۵۸/۱۰، ۳۴/۰۱)، قاین (۵۹/۱۰، ۳۳/۳۴)، قوچان (۵۸/۳۰، ۳۷/۱۰)، کاشمر (۵۸/۲۸، ۳۷/۳۸)، گل‌مکان (۵۹/۱۷)، گناباد (۵۸/۴۱، ۳۷/۳۸)، مشهد (۵۹/۳۸، ۳۶/۱۶)، نهبندان (۶۰/۰۲، ۳۱/۳۲) و نیشابور (۵۸/۴۸، ۳۶/۱۲) انتخاب گردید. مبنای انتخاب ایستگاه‌های هواشناسی دوره آماری کامل و طولانی مدت بود. پر کردن خلاءهای آماری و بلند مدت کردن آمار آنها از روش تفاضل‌ها<sup>۱</sup> استفاده شد و به‌منظور کنترل تصادفی بودن همبستگی آمار از آزمون‌های آماری استفاده گردید. در روش تفاضل‌ها نزدیکترین ایستگاه مجاور که دارای آمار کامل و مورد اطمینان بود، به‌عنوان ایستگاه مبنای انتخاب شد و میانگین آمار مشترک ماهانه هر دو ایستگاه و تفاضل آن‌ها محاسبه شد. سپس خلاء آماری را با اصلاح عدد تفاضل در آمار ایستگاه مبنای تخمین زده شد (کمالی، ۱۹۹۷). روش‌های طبقه‌بندی اقلیمی متفاوتی وجود دارد که هر یک از آنها برای منطقه خاصی دقت بیشتری دارد و دارای محاسن و معایبی می‌باشند و در این تحقیق از روش طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن گسترش یافته جاماب (روش دکتر خلیلی) به‌علت تطبیق بهتر با شرایط اقلیمی استفاده شد (مظفری و قمی، ۲۰۰۱).

**پارامترهای مورد مطالعه کلزا:** دماهای اصلی (حداقل، حداکثر و مطلوب) مراحل فنولوژی کلزا از منابع مختلف (جدول ۱) استخراج گردید. درجه حرارت پایه برای کلزا ۵ درجه سانتی‌گراد و دمای مطلوب ۳۰-۲۵ و حداقل دما ۲۰- و حداکثر ۴۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که در حالتی که زمین پوشیده از برف باشد دماهای کمتر را هم می‌تواند تحمل کند (نادا و همکاران، ۱۹۹۶؛ پورنباس، ۱۹۷۷).

### 1- Differences Method

جدول ۱- درجه حرارت‌های اصلی مراحل فنولوژی کلزا (درجه سانتی‌گراد). (شریعتی و شاهانیزاده، ۲۰۰۰؛ عزیزی و همکاران، ۱۹۹۹، شهیدی، ۱۹۹۲)

| مراحل فنولوژی   | حداقل  | مطلوب | حداکثر |
|-----------------|--------|-------|--------|
| جوانه‌زنی       | ۱۰-۱۲  | ۱۵-۲۰ | ۲۳-۲۵  |
| سبز شدن         | ۵-۱۰   | ۱۵-۱۷ | ۱۸-۲۰  |
| تولید اولین برگ | ۷-۹    | ۱۳-۱۵ | ۱۷-۱۹  |
| روزت            | ۰ تا ۲ | ۶-۸   | ۱۰-۱۲  |
| ساقه رفتن       | ۲-۴    | ۷-۹   | ۲۳-۲۵  |
| گلدهی           | ۳-۴    | ۱۱-۱۳ | ۲۸-۳۰  |
| غلافبندی        | ۷-۹    | ۱۵-۱۷ | ۳۳-۳۵  |
| رسیدن           | ۱۰-۱۲  | ۲۰-۲۲ | ۳۸-۴۰  |

جهت محاسبه تاریخ کاشت بر اساس دمای مطلوب زمان کاشت (۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد) در هر یک از ایستگاه‌های مورد مطالعه به این شرح اقدام گردید:

الف- برای هر سال زراعی در هر ایستگاه بر اساس درجه حرارت مطلوب زمان کاشت ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد استخراج شده و سپس به هر تاریخ یک وزن عددی بر اساس مبنای مهر ماه داده شد.  
ب- اعداد وزن داده شده به ترتیب صعودی مرتب شده و تاریخ مناسب بر اساس احتمال وقوع ۷۵ درصد به کمک فرمول (۱) ویبول<sup>۱</sup> به شرح زیر محاسبه گردید (علیزاده، ۱۹۹۵).

$$p = \frac{m}{n+1} \times 100 \quad (1)$$

P: تاریخ کشت با احتمال ۷۵ درصد

M: شماره ردیف

n: تعداد داده

محاسبه درجه روز رشد بر اساس تاریخ کاشت شروع شد و جهت تعیین تاریخ مراحل مختلف رشد از درجه حرارت‌های تجمعی آستانه استفاده گردید (جدول‌های ۲ و ۴). زمان رسیدن گیاه به درجه حرارت تجمعی مورد نظر برای هر یک از مراحل مختلف رشد استخراج شد. هر یک از مراحل

فنولوژی دارای اهمیت خاص و ویژه است، ولی بعضی از مراحل به تغییرات آب و هوایی حساسیت بیشتری دارد که در محصولات مختلف، متفاوت است و در کلزا این مراحل و واحدهای حرارتی مورد نیاز عبور گیاه از آن استخراج گردید (عزیزی و همکاران، ۱۹۹۹، رسولی، ۲۰۰۵).

**پتانسیل یابی کشت کلزا:** پتانسیل یابی کشت بر اساس محدودیت‌های دمایی با بررسی هم احتمال وقوع دماهای مراحل فنولوژی سبزشدن (۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد به شرط دمای بزرگتر از ۵ درجه سانتی‌گراد)، گلدهی (حداقل شبانه روزی بزرگتر از ۵ درجه سانتی‌گراد و حداکثر شبانه روزی بزرگتر از ۲۷ درجه سانتی‌گراد)، غلافبندی (حداکثر شبانه روزی بیشتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد) و رسیدن (حداکثر شبانه روزی بیشتر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد) توسط نرم‌افزار Arc Map انجام شد. که نتایج آن نقشه نهایی (شکل ۱) پهنه بندی کشت کلزا براساس نیازهای دمایی اقلیمی در شهرستان‌های استان‌های خراسان است.

### نتایج و بحث

**طبقه‌بندی اقلیمی:** پهنه‌بندی اقلیمی در منطقه مورد مطالعه برای ایستگاه‌هایی که دارای آمار بلند مدت قابل قبول بود انجام گرفت که نیمه خشک سرد تا فراخشک گرم بیان شد. شمال منطقه مورد مطالعه به علت وجود رشته کوه‌های مرتفع نیمه خشک سرد تا معتدل، مرکز به علت جلگه‌های وسیع آن خشک بیابانی سرد تا گرم و جنوب و جنوب غربی به علت وجود کویر فراخشک معتدل تا گرم است (بختیاری، ۲۰۰۳).

**بررسی هم اقلیمی کلزا بر اساس پارامترهای دمایی:** با توجه به تاریخ کاشت، زمان رسیدن به مراحل فنولوژی کاشت تا سبزشدن، انتهای رزت، گلدهی، غلافبندی و رسیدن براساس درجه روز مؤثر لازم و احتمال وقوع محدودیت‌های دمایی (جدول ۲ و ۴) مشخص گردید.

جدول ۲- تاریخ کاشت و زمان رسیدن تا مرحله فنولوژی گلدهی براساس درجه روز مؤثر لازم و احتمال وقوع محدودیت‌های دمایی.

| ردیف | ایستگاه    | تاریخ کاشت | کاشت تا سبزشدن |                                 | مرحله گلدهی |                                 |
|------|------------|------------|----------------|---------------------------------|-------------|---------------------------------|
|      |            |            | GDD=140        | (بین صفر تا ۵ درجه) درصد احتمال | GDD=850     | (بیشتر از صفر درجه) درصد احتمال |
| ۱    | بجنورد     | ۶/۱۷       | ۶/۲۵           | ۲۸/۱                            | ۲/۳         | ۹۱/۹                            |
| ۲    | بشرویہ     | ۷/۲۰       | ۷/۲۹           | ۳۸                              | ۱/۲۰        | ۹۲/۳                            |
| ۳    | بیرجند     | ۷/۱۵       | ۷/۲۷           | ۵۶/۷                            | ۱/۲۳        | ۹۳/۹                            |
| ۴    | ترت جام    | ۷/۸        | ۷/۱۹           | ۴۵/۵                            | ۱/۳۰        | ۸۹/۶                            |
| ۵    | ترت حیدریه | ۶/۲۵       | ۷/۳            | ۴۳/۳                            | ۲/۸         | ۸۷/۵                            |
| ۶    | سبزوار     | ۷/۱۰       | ۷/۲۰           | ۴۶/۵                            | ۱/۲۶        | ۸۹/۱                            |
| ۷    | سرخس       | ۷/۱۲       | ۷/۲۱           | ۴۲                              | ۱/۵         | ۸۹/۷                            |
| ۸    | فردوس      | ۷/۱۳       | ۷/۲۵           | ۴۷/۷                            | ۱/۱۹        | ۸۸/۳                            |
| ۹    | قاین       | ۷/۴        | ۷/۱۷           | ۴۸/۵                            | ۱/۲۲        | ۷۸/۷                            |
| ۱۰   | قوچان      | ۶/۲۰       | ۶/۳۰           | ۳۸/۲                            | ۲/۲         | ۸۷/۶                            |
| ۱۱   | کاشمر      | ۷/۵        | ۷/۱۵           | ۳۷/۵                            | ۱/۲۹        | ۹۴/۳                            |
| ۱۲   | گلمکان     | ۷/۴        | ۷/۱۷           | ۴۶/۲                            | ۲/۱         | ۸۵/۲                            |
| ۱۳   | گناباد     | ۷/۵        | ۷/۱۵           | ۳۶/۴                            | ۱/۲۷        | ۹۴                              |
| ۱۴   | مشهد       | ۷/۱        | ۷/۱۱           | ۵۱/۳                            | ۱/۲۷        | ۸۹/۵                            |
| ۱۵   | نهبندان    | ۷/۲۵       | ۸/۶            | ۴۷/۹                            | ۱/۱۴        | ۹۴/۲                            |
| ۱۶   | نیشابور    | ۷/۲        | ۷/۱۳           | ۴۵/۵                            | ۱/۲۹        | ۸۳                              |

اولین تاریخ کاشت در شمال منطقه مطالعاتی هفدهم شهریور (شهرستان بجنورد) بود که به علت کوهستانی، نوع اقلیم و موقعیت جغرافیایی، سال زراعی در آنجا زودتر شروع شد و آخرین تاریخ کاشت بیست و پنجم مهرماه در جنوب منطقه (شهرستان نهبندان) بود که به علت کویری، اقلیم فراخشک و موقعیت جغرافیایی دلیل این تاریخ کاشت بود (جدول ۲). با توجه به اینکه طول دوره رویش محصول بر اساس درجه روز تعیین شد علی‌رغم شروع زود سال زراعی در شمال منطقه، به

علت احتمال وقوع دماهای پایین تر نیز تاریخ شروع مرحله گلدهی و رسیدن محصول دیرتر بوده و طول دوره آن طولانی تر است.

توزیع جغرافیایی احتمالات وقوع دماهای مناسب کاشت تا مرحله سبز شدن: احتمالات وقوع دماهای مناسب کاشت تا سبز شدن در شهرستان بجنورد کمترین مقدار بود (جدول ۲). با نظر به اینکه شرایط جوی برای سبز شدن مساعد نمی باشد باید تمهیدات لازم برای سبز شدن محصول از قبیل وجود شرایط خاکی و بذری مناسب در نظر گرفته شود تا به کمک آنها جوانه زنی و سبز شدن بهتر انجام شود. در شهرستان بیرجند احتمالات وقوع دماهای مناسب کاشت تا سبز شدن بیشترین مقدار بود (جدول ۲) و شرایط دمایی بسیار مطلوبی جهت کاشت کلزا مهیا است. در بررسی احتمالات وقوع دماهای مناسب کاشت تا مرحله سبز شدن (جدول ۲) چهار منطقه (جدول ۳) قابل تفکیک است.

جدول ۳- توزیع جغرافیایی احتمال وقوع محدودیت های دمایی در مراحل کاشت تا سبز شدن و گلدهی

| مرحله گلدهی                                      |                               | مرحله کاشت تا سبز شدن  |                                 |
|--|-------------------------------|--|---------------------------------|
| مناطق  | درصد احتمال (کمتر از ۲۷ درجه) | مناطق  | درصد احتمال (بیشتر از صفر درجه) |
| قاین، تربت حیدریه، قوچان و نیشابور               | >۹۴                           | کاشمر، گناباد، بیرجند، بشرویه، نهبندان و بجنورد                            | >۹۰                             |
| فردوس، سبزوار، سرخس، کاشمر، بجنورد، گلکان و مشهد | ۸۲-۹۴                         | سرخس، تربت جام، مشهد، سبزوار، فردوس، قوچان و تربت حیدریه                   | ۸۵-۹۰                           |
| فردوس، سبزوار، سرخس، کاشمر، بجنورد، گلکان و مشهد | ۸۲-۹۴                         | سرخس، تربت جام، مشهد، سبزوار، فردوس، قوچان و تربت حیدریه                   | ۸۵-۹۰                           |
| بیرجند، گناباد و تربت جام                        | ۹۰-۹۲                         | گلکان و نیشابور  | ۸۰-۸۵                           |
| نهبندان و بشرویه                                 | <۹۰                           | قاین   | <۸۰                             |
|  |                               | بیرجند و مشهد  | >۵۰                             |
|  |                               | قاین، نهبندان، فردوس، سبزوار، گلکان، تربت جام، نیشابور، تربت حیدریه و سرخس | ۴۰-۵۰                           |
|  |                               | قاین، نهبندان، فردوس، سبزوار، گلکان، تربت جام، نیشابور، تربت حیدریه و سرخس | ۴۰-۵۰                           |
|  |                               | قوچان، بشرویه، کاشمر و گناباد  | ۳۰-۴۰                           |
|  |                               | بجنورد   | <۳۰                             |

با توجه به اینکه هدف تحقیق تعیین مناطق کشت بهینه کلزا بر اساس نیازهای دمایی بود وجود شرایط مساعدتر، احتمال وقوع دماهای مناسب جوانه‌زنی بهتری دارد ولی از آنجا که مطالعه اثر یک عامل به تنهایی نمی‌تواند مورد نظر باشد در نهایت تلفیق شرایط مورد بحث تعیین مناطق کشت بهینه کلزا را تعیین می‌کند.

**توزیع جغرافیایی احتمالات وقوع دماهای حداقل شبانه‌روزی بیشتر از صفر در دوره گلدهی:** به علت وجود شرایط توپوگرافی منطقه، در شهرستان قاین احتمال وقوع دماهای حداقل شبانه‌روزی بیشتر از صفر در دوره گلدهی کمترین مقدار می‌باشد (جدول ۲) و چنانچه دماهای حداقل شبانه‌روزی به زیر صفر کاهش یابد به علت سرمازدگی و عقیم شدن گلها باعث افت شدید عملکرد محصول می‌گردد و باید مراقبت‌های لازم از جهت خطر سرمازدگی انجام شود (رسولی، ۲۰۰۵ و بختیاری، ۲۰۰۴).

کاشمر به علت شرایط اقلیمی خشک بیابانی معتدل از جهت احتمال وقوع دماهای حداقل شبانه‌روزی بیشتر از صفر در دوره گلدهی مناسبترین منطقه می‌باشد (جدول ۲) و شرایط بسیار مطلوبی از جهت خطر سرمازدگی را دارا می‌باشد به‌علت اینکه دوره گلدهی حساس در عملکرد می‌باشد در صورتی که سایر شرایط کشت فراهم باشد عملکرد مطلوبی را می‌توان انتظار داشت (یوسفی، ۲۰۰۲). در بررسی احتمالات وقوع دماهای مناسب حداقل شبانه‌روزی بیشتر از صفر در دوره گلدهی (جدول ۲) چهار منطقه (جدول ۳) قابل تفکیک است.

با توجه به اینکه وجود شرایط مساعد در مرحله گلدهی تاثیر بسیاری در عملکرد دارد در مناطقی که احتمال وقوع دمای حداقل شبانه‌روزی بیشتر از صفر در دوره گلدهی کم می‌باشد باید تاریخ کاشت را به نحوی تعیین کرد که خطر سرمازدگی منطقه را تهدید نکند.

**توزیع جغرافیایی احتمالات وقوع دماهای حداکثر ۲۷ درجه سانتی‌گراد در مرحله گلدهی:** در شهرستان قاین به علت وجود شرایط خاص، احتمال وقوع دماهای کمتر از ۲۷ درجه سانتی‌گراد در دوره گلدهی مناسبترین منطقه است. در مرحله گلدهی علاوه بر حداقل دمای کمتر از صفر که باعث خسارت و زیان می‌شود دماهای بیشتر از ۲۷ درجه نیز سبب اختلال در گلدهی و عقیم شدن گل‌ها می‌شود که هر چقدر تعداد روزهای کمتر از ۲۷ درجه سانتی‌گراد کمتر باشد برای گلدهی مطلوب است. بشرویه به علت شرایط اقلیمی فراخشک معتدل از جهت احتمال وقوع دماهای کمتر از ۲۷



درجه سانتی‌گراد در دوره گلدهی نامناسبترین منطقه است (جدول ۲). زیرا به علت کاهش بارندگی و افزایش دما طول دوره رویش کوتاه بوده و حداکثر دمای هوا زودتر به ۲۷ درجه سانتی‌گراد و بالاتر رسید (مالکم، ۲۰۰۲).

شمال و مرکز منطقه مطالعاتی شرایط بهتری را از جهت تأثیر این عامل بر محصول دارد و در بررسی احتمالات وقوع دماهای مناسب حداکثر ۲۷ درجه سانتی‌گراد در دوره گلدهی (جدول ۲) چهار منطقه (جدول ۳) قابل تفکیک است.

وجود شرایط مساعد دماهای حدی در مرحله گلدهی تأثیر بسیاری در عملکرد دارد. در مناطقی که احتمال وقوع دمای حداکثر ۲۷ درجه سانتی‌گراد در دوره گلدهی کم باشد باید دور آبیاری به نحوی تعیین کرد که خطر احتمال وقوع دمای بیشتر عملکرد محصول را تهدید نکند و در صورت اتفاق، با افزایش دوره آبیاری خسارت را به حداقل رساند.

توزیع جغرافیایی احتمالات وقوع دماهای حداکثر ۳۰ درجه سانتی‌گراد در مرحله غلافبندی: در شهرستان قوچان به علت وجود شرایط اقلیمی نیمه خشک معتدل و رشته کوههای منطقه در مقایسه با سایر مناطق، احتمال وقوع دماهای بیشتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد در دوره غلافبندی کمترین مقدار می‌باشد (جدول ۴) و هر چقدر تعداد روزهای کمتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد کمتر باشد، به علت اینکه طول دوره را بیشتر می‌کند برای غلافبندی مطلوب است (انوری، ۱۹۹۷).

بشرویه به علت شرایط اقلیمی فرا خشک معتدل از احتمال وقوع دماهای بیشتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد در دوره غلافبندی بیشترین مقدار و نامناسبترین منطقه است (جدول ۴). زیرا دمای حداکثر بیشتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد باعث کاهش تعداد غلاف‌ها و تعداد دانه در غلاف و همچنین پوک بودن آنها می‌باشد (نادا و همکاران، ۱۹۹۶). شمال و مرکز منطقه مطالعاتی شرایط بهتری را از جهت تأثیر این عامل بر محصول دارد.

جدول ۴- تاریخ رسیدن به مرحله فنولوژی غلافبندی و رسیدن براساس درجه روز م مؤثر لازم و احتمال وقوع محدودیت‌های دمایی

| ردیف | ایستگاه     | مرحله غلافبندی                |             | مرحله رسیدن                   |             |
|------|-------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------|
|      |             | GDD=1100<br>(کمتر از ۳۰ درجه) | درصد احتمال | GDD=1400<br>(کمتر از ۳۵ درجه) | درصد احتمال |
| ۱    | بجنورد      | ۳/۸                           | ۹۲/۵        | ۳/۲۵                          | ۹۷/۴        |
| ۲    | بشرویه      | ۲/۱۰                          | ۶۱/۲        | ۲/۲۸                          | ۸۱          |
| ۳    | بیرجند      | ۲/۱۸                          | ۸۱/۷        | ۳/۵                           | ۹۲/۹        |
| ۴    | تربت جام    | ۲/۲۷                          | ۸۱/۸        | ۳/۱۶                          | ۸۸/۲        |
| ۵    | تربت حیدریه | ۳/۳                           | ۸۷/۶        | ۳/۲۱                          | ۹۷/۲        |
| ۶    | سبزوار      | ۲/۱۸                          | ۶۸/۹        | ۳/۳                           | ۸۷/۱        |
| ۷    | سرخس        | ۱/۳۰                          | ۸۴          | ۲/۱۹                          | ۸۹/۵        |
| ۸    | فردوس       | ۲/۱۵                          | ۸۲/۴        | ۳/۲                           | ۹۲/۶        |
| ۹    | قاین        | ۲/۲۱                          | ۸۹/۹        | ۳/۱۰                          | ۹۶/۸        |
| ۱۰   | قوچان       | ۳/۵                           | ۹۳/۸        | ۳/۲۳                          | ۹۷/۹        |
| ۱۱   | کاشمر       | ۲/۲۳                          | ۷۹/۷        | ۳/۹                           | ۹۱/۸        |
| ۱۲   | گلمکان      | ۳/۵                           | ۹۱/۱        | ۳/۲۰                          | ۹۶/۴        |
| ۱۳   | گناباد      | ۲/۲۱                          | ۸۴/۹        | ۳/۱۲                          | ۹۳/۷        |
| ۱۴   | مشهد        | ۲/۲۵                          | ۸۴/۸        | ۳/۱۴                          | ۹۳/۶        |
| ۱۵   | نهبندان     | ۲/۵                           | ۶۹/۸        | ۲/۲۵                          | ۸۴/۴        |
| ۱۶   | نیشابور     | ۲/۲۰                          | ۹۰/۶        | ۳/۱۱                          | ۸۷/۴        |

در بررسی احتمالات وقوع دماهای مناسب حداکثر ۳۰ درجه سانتی‌گراد در مرحله غلافبندی (جدول ۴) چهار منطقه (جدول ۵) قابل تفکیک است.

جدول ۵- توزیع جغرافیایی احتمال وقوع محدودیت‌های دمایی در مراحل غلافبندی و رسیدن

| مرحله رسیدن                               |                                   | مرحله غلافبندی                               |                                   |
|---|-----------------------------------|--|-----------------------------------|
| مناطق                                     | درصد احتمال<br>(کمتر از ۳۵۰ درجه) | مناطق  | درصد احتمال<br>(کمتر از ۳۰۰ درجه) |
| بجنورد، تربت حیدریه، قوچان، گلمکان و قاین | >۹۵                               | بجنورد، گلمکان، قوچان و نیشابور              | >۹۰                               |
| گناباد، مشهد، بیرجند، فردوس و کاشمر       | ۹۰-۹۵                             | قاین و تربت حیدریه                           | ۸۵-۹۰                             |
| نیشابور، سرخس، تربت جام و سبزوار          | ۸۵-۹۰                             | گناباد، مشهد، سرخس، فردوس، تربت جام و بیرجند | ۸۰-۸۵                             |
| نهبندان و بشرویه                          | <۸۵                               | کاشمر، نهبندان، سبزوار و بشرویه              | <۸۰                               |

در صورت وجود شرایط مساعد دمایی در مرحله غلافبندی (احتمال وقوع دماهای کمتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد) به علت طولانی بودن دوره غلافبندی تعداد غلاف‌ها در بوته و تعداد دانه در غلاف زیاد می‌شود که در نهایت باعث عملکرد مطلوب شد (مالکم، ۲۰۰۲).

توزیع جغرافیایی احتمالات وقوع دماهای حداکثر ۳۵ درجه سانتی‌گراد در مرحله رسیدن: در شهرستان قوچان به علت وجود شرایط اقلیمی نیمه خشک معتدل و رشته کوه‌های منطقه در مقایسه با سایر مناطق، احتمال وقوع دماهای بیشتر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد در دوره رسیدن کمترین مقدار بوده و مناسبترین منطقه است (جدول ۴). حساسیت به سرمازدگی در مرحله رسیدن نیز در این منطقه از مراحل گلدهی و غلافبندی کمتر بود (رسولی، ۲۰۰۵).

بشرویه به علت شرایط اقلیمی فراخشک معتدل از احتمال وقوع دماهای بیشتر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد در دوره رسیدن بیشترین مقدار و نامناسبترین منطقه است (جدول ۴) و هر چقدر تعداد روزهای کمتر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد بیشتر باشد، به علت اینکه طول مرحله رسیدن را کاهش می‌دهد. باعث رسیدن زود هنگام محصول، کاهش وزن دانه در غلاف، و کاهش عملکرد است (مالکم و استوارت، ۲۰۰۲).

در بررسی احتمالات وقوع دماهای مناسب حداکثر کمتر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد در مرحله رسیدن (جدول ۴) چهار منطقه (جدول ۵) قابل تفکیک است.

در صورت وجود شرایط مساعد دمایی در مرحله پرشدن دانه تا رسیدن فیزیولوژیک (احتمال وقوع دماهای کمتر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد) به علت طولانی بودن دوره رسیدن تجمع وزن ماده ذخیره شده در دانه زیاد می‌شود که در نهایت باعث افزایش وزن هزار دانه، کاهش تعداد دانه‌های پوک و افزایش عملکرد است.

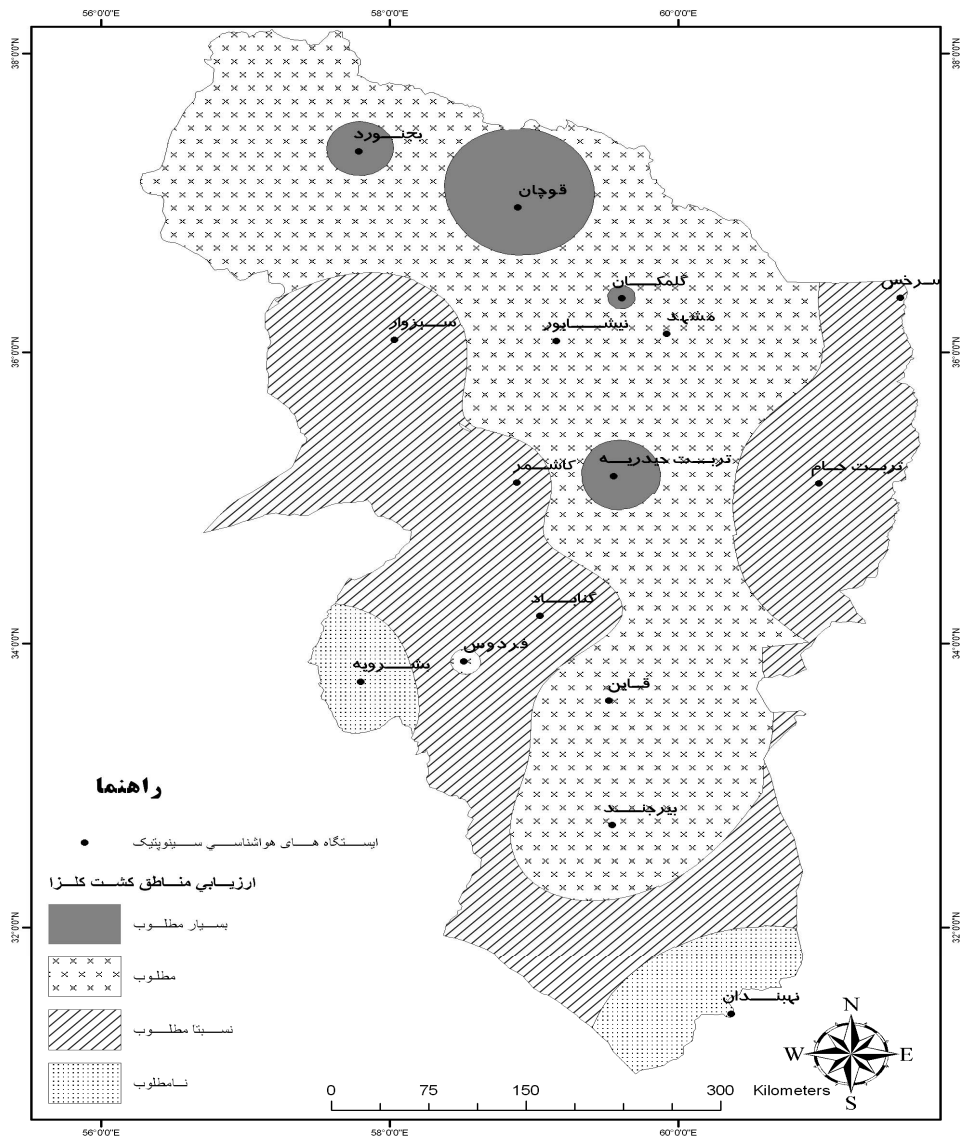
**نقشه هم اقلیمی کشاورزی منطقه مورد مطالعه:** تحلیل داده‌ها (جدول ۳ و ۵) توسط نرم‌افزار Arc Map انجام گرفت که نتایج آن (شکل ۱) پهنه‌بندی کشت کلزا براساس نیازهای دمایی در شهرستانهای استانهای خراسان است. شکل مذکور دارای ۴ پهنه به شرح ذیل بود.

**مناطق بسیار مطلوب (درجه ۱):** بدلیل دارا بودن شرایط اقلیمی مناسب در طول دوره کشت کلزا عملکرد بالایی خواهند داشت که دارای شرایط زیر و یا ترکیبی از شرایط مورد بحث هستند.

الف- احتمال وقوع دماهای مناسب کاشت تا سبز شدن بیشتر از ۵۰ درصد باشد. ب- احتمال وقوع دماهای حداقل شبانه روزی بیشتر از صفر در مرحله گلدهی بیشتر از ۹۰ درصد باشد. پ- احتمال وقوع دماهای حداکثر ۲۷ درجه سانتی‌گراد در مرحله گلدهی بیشتر از ۹۴ درصد باشد. ج- احتمال وقوع دماهای حداکثر ۳۰ درجه سانتی‌گراد در مرحله غلافبندی بیشتر از ۹۰ درصد باشد. د- احتمال وقوع دماهای حداکثر ۳۵ درجه سانتی‌گراد در مرحله رسیدن بیشتر از ۹۵ درصد باشد که شامل مناطق تربت حیدریه، قوچان، بجنورد و گل‌مکان به مساحت ۱۶۱۷۸۳۵ هکتار بود.

در سال‌های زراعی ۸۵-۱۳۸۲ در شهرستان‌های تربت حیدریه به ترتیب متوسط سطح زیر کشت محصول به هکتار و متوسط عملکرد به کیلوگرم در هکتار (۱۳۵ و ۱۵۶۹)، قوچان (۸۶ و ۱۳۷۸)، بجنورد (۱۸۰ و ۱۲۱۶) و گل‌مکان چناران (۱۴۵ و ۱۴۶۴) بود (آمار شرکت کشت دانه‌های روغنی در سال‌های ۸۵-۱۳۸۲).

با توجه به این تحقیق، به علت شرایط بسیار مطلوب ملاحظه شد که در واقعیت نیز سطح زیر کشت و عملکرد محصول کلزا در مقایسه با سایر مناطق در شرایط بسایر مناسبی قرار دارد.



شکل ۱- نقشه توزیع جغرافیایی مناطق بهینه بندی کشت کلزا

**مناطق مطلوب (درجه ۲):** شرایط اقلیمی نسبی ضعیف‌تری نسبت به مناطق مستعد درجه یک دارند ولی از کشت کلزا در این مناطق عملکرد محصول نسبتاً خوبی انتظار می‌رود و دارای شرایط زیر و یا ترکیبی از شرایط مورد بحث هستند.

الف- احتمال وقوع دماهای مناسب کاشت تا سبز شدن بین ۵۰-۴۰ درصد باشد. ب- احتمال وقوع دماهای حداقل شبانه روزی بیشتر از صفر در مرحله گلدهی بین ۹۰-۸۵ درصد باشد. پ- احتمال وقوع دماهای حداکثر ۲۷ درجه سانتی‌گراد در مرحله گلدهی بین ۹۴-۹۲ درصد باشد. ج- احتمال وقوع دماهای حداکثر ۳۰ درجه سانتی‌گراد در مرحله غلافبندی ۹۰-۸۵ درصد باشد. د- احتمال وقوع دماهای حداکثر ۳۵ درجه سانتی‌گراد در مرحله رسیدن بین ۹۵-۹۰ درصد باشد که شامل مناطق بیرجند، قاین، مشهد، نیشابور و فردوس به مساحت ۱۵۸۶۸۳۵۵ هکتار بود.

در سال‌های زراعی ۸۵-۱۳۸۲ در شهرستانهای بیرجند به ترتیب متوسط سطح زیر کشت محصول به هکتار و متوسط عملکرد به کیلوگرم در هکتار (۶۰ و ۹۸۰)، قاین (۱۱۰ و ۹۹۵)، مشهد (۲۰۲ و ۱۰۱۲)، نیشابور (۱۸۵ و ۱۱۵۸) و فردوس (۳۲ و ۸۰۵) بود (آمار شرکت کشت دانه‌های روغنی در سال‌های ۸۵-۱۳۸۲).

بجزء شهرستان فردوس با توجه به این تحقیق، به علت شرایط مطلوب که ملاحظه شد در واقعیت نیز سطح زیر کشت و عملکرد محصول کلزا در مقایسه با سایر مناطق در شرایط مطلوبی قرار دارد. شهرستان فردوس در واقعیت متوسط عملکرد نسبتاً مطلوب دارد ولی با توجه به تحقیق به علت وجود شرایط دمایی مورد بحث مطلوب درجه‌بندی شد که باید تحقیق و تامل بیشتری از جهت سایر پارامترها انجام گیرد.

**مناطق نسبتاً مطلوب (درجه ۳):** شرایط اقلیمی نسبتاً مطلوب در مقایسه با مناطق یک و دو دارند ولی در سال‌هایی که شرایط کشت محصول مساعد باشد عملکرد اقتصادی حاصل می‌شود و دارای شرایط زیر و یا ترکیبی از شرایط مورد بحث هستند.

الف- احتمال وقوع دماهای مناسب کاشت تا سبز شدن بین ۴۰-۳۰ درصد باشد. ب- احتمال وقوع دماهای حداقل شبانه‌روزی بیشتر از صفر در مرحله گلدهی بین ۸۵-۸۰ درصد باشد. پ- احتمال وقوع دماهای حداکثر ۲۷ درجه سانتی‌گراد در مرحله گلدهی بین ۹۲-۹۰ درصد باشد. ج- احتمال وقوع دماهای حداکثر ۳۰ درجه سانتی‌گراد در مرحله غلافبندی ۸۵-۸۰ درصد باشد. د- احتمال وقوع

دماهای حداکثر ۳۵ درجه سانتی‌گراد در مرحله رسیدن بین ۹۰-۸۵ درصد باشد که شامل مناطق سرخس، کاشمر، گناباد، تربت جام و سبزوار به مساحت ۱۲۵۷۶۶۸۶ هکتار بود.

در سال‌های زراعی ۸۵-۱۳۸۲ در شهرستان‌های کاشمر به ترتیب متوسط سطح زیر کشت محصول به هکتار و متوسط عملکرد به کیلوگرم در هکتار (۳۴ و ۱۰۷۹)، گناباد (۲۰ و ۱۰۴۸)، تربت جام (۲۷۶ و ۱۲۰۴)، سرخس (۲۲ و ۱۲۳۶) و سبزوار (۳۶۷ و ۱۴۷۲) بود (آمار شرکت کشت دانه‌های روغنی در سال‌های ۸۵-۱۳۸۲).

با توجه به این تحقیق، به علت شرایطی که مورد بحث قرار گرفت در واقعیت نیز سطح زیر کشت و عملکرد محصول کلزا با هم تقریباً تطبیق داشت.

شهرستان‌های سبزوار، سرخس و تربت جام در واقعیت متوسط عملکرد بالایی داشت ولی با توجه به تحقیق نسبتاً مطلوب درجه‌بندی شد که باید تحقیق و تامل بیشتری انجام گیرد.

**مناطق نامطلوب (درجه ۴):** شرایط اقلیمی نسبی نامطلوب نسبت به مناطق فوق دارند و کشت کلزا در این مناطق دارای محدودیت‌های اقلیمی بوده و کشت آن اقتصادی نمی‌باشد و دارای شرایط زیر و یا ترکیبی از شرایط مورد بحث هستند.

الف- احتمال وقوع دماهای مناسب کاشت تا سبز شدن کمتر از ۳۰ درصد باشد. ب- احتمال وقوع دماهای حداقل شبانه‌روزی بیشتر از صفر در مرحله گلدهی کمتر از ۸۰ درصد باشد. پ- احتمال وقوع دماهای حداکثر ۲۷ درجه سانتی‌گراد در مرحله گلدهی کمتر از ۹۰ درصد باشد. ج- احتمال وقوع دماهای حداکثر ۳۰ درجه سانتی‌گراد در مرحله غلافبندی ۸۰ درصد باشد. د- احتمال وقوع دماهای حداکثر ۳۵ درجه سانتی‌گراد در مرحله رسیدن ۸۵ درصد باشد که شامل مناطق نهبندان و بشرویه به مساحت ۱۸۵۴۵۵۱ هکتار می‌باشد.

با توجه به این تحقیق، به علت شرایط نامطلوب که مورد بحث قرار گرفت عملکرد محصول کلزا پاییزه در مقایسه با سایر مناطق مناسب نمی‌باشد. ولی عملکرد محصول کلزا بهار در این مناطق مطلوب بوده و کشاورزان مبادرت به این نوع کشت می‌کنند. جدول (۶) توزیع جغرافیایی مناطق پهنه بندی کشت کلزا را در استان‌های خراسان نشان می‌دهد.

جدول ۶- درجه بندی مناطق کشت کلزا در شهرستان های استان های خراسان.

| رتبه بندی             | مناطق                                  | مساحت (هکتار) |
|-----------------------|--|---------------|
| بسیار مطلوب (درجه ۱)  | ترت حیدریه، قوچان، بجنورد و گلستان     | ۱۶۱۷۸۳۵       |
| مطلوب (درجه ۲)        | بیرجند، قاین، مشهد، نیشابور و فردوس    | ۱۵۸۶۸۳۵۵      |
| نسبتاً مطلوب (درجه ۳) | سرخس، کاشمر، گناباد، تربت جام و سبزوار | ۱۲۵۷۶۶۸۶      |
| نامطلوب (درجه ۴)      | بشرویه و نهبندان                       | ۱۸۵۴۵۵۱       |

مناطق بسیار مطلوب (درجه ۱) در شمال و مرکز منطقه مورد مطالعه قرار داشت و دارای آب و هوای نیمه خشک سرد تا معتدل بود و از نظر مساحت زیر پوشش منطقه، رتبه آخر را دارا است. مناطق مطلوب (درجه ۲) در مرکز منطقه قرار داشت و اغلب دارای آب و هوای خشک بیابانی سرد بود و از نظر مساحت بیشترین سطح منطقه را شامل شد. مناطق نسبتاً مطلوب (درجه ۳) در مرکز و جنوب منطقه قرار داشت و اغلب دارای آب و هوای خشک بیابانی معتدل تا گرم بود و از نظر مساحت رتبه دوم منطقه را شامل شد. مناطق نامطلوب (درجه ۴) در جنوب منطقه قرار داشت و دارای آب و هوای فراخشک بیابانی معتدل تا گرم است و از نظر مساحت رتبه سوم منطقه را داشت.

### سپاسگزاری

از مسئولین سازمان هواشناسی کشور که در اجرای این تحقیق حمایت و یاری نموده اند تقدیر و تشکر می گردد.

### منابع

- Alizade, A. 1995. Principles applied hydrology. Astan Qodse Razavi propagation. P 633.
- Anvari, M.T. 1997. Effect of sowing date for yield and the yield part *Brassica Napus*. Ms Thesis, Univ Agric and Natural Res. Gorgan.
- Azizi, M., Soltani, A. and Khavari Khorasani, S. 1999. Brassica oil seeds existence eugenics cultivation physiology (translate). Mashhad Univ crusade propagation. P: 230.
- Bakhtyari, S. 2004. Iran provinces gitashenasi atalases. Propagations Gitashenasi Geographically and Cardiography Corporation.
- Bishnoi, O.P. 1989. Agriclimatic zoning world meteorological organization, agricultural meteorology, CAGM. Report no .30, Wmo /T, No. 238, p 4-10.



- Frank, A.B., and Hofman. L. 1989. Relationship among growing degree days, and morphological development, CAGM. Report no .32, Wmo/T no.240 p12-18.
- Jafarpoor, A. 1994. Climatology. Tehran university propagation. P 400.
- Jones, J.W., Keating, B.A., and Porter, C.H. 2001. Approaches to modular model development. Agric. Sys. 70: 421 - 443.
- Kafi, M. 2000. Weather and yield of crop plant (translate). Mashhad Univ crusade propagation. P. 311.
- Kamali, G.A. 1997. Ecology survey ability of east of country where has dry farming aspect climate and wheat specific accentuation. Ph.D. Thesis, Tehran azad Islamic Univ, unit of Sci and Res. P 152.
- Khorasan oil seeds Plant Corporation. Yield statistics in 2005-2006.
- Malcolm, J.M., and Stewart, D.W. 2002. Crop physiology and metabolism heat stress during flowering in summer *Brassica*. Crop Sci. 42:797-803.
- Mischenko, Z.A. 1997. Meso and Microclimatic division of winter temperature J. meteorology and hydrology No. 10, Wmo . 124 : 28-32.
- Mozaferi, Q., and Qaemi, H. 2001. Ability evaluation of wheat dry farming. Ph.D. Thesis, Tarbiat Moalem Univ. P. 343.
- Nada, Bharyava, C.R.S., Tomar, D.P.S. and Rawson, H.M. 1996. Phonological development of Brassica compestris, *B. Juncea*, *B.napus* and *B. carinata* grown in controlled environments and form 14 sowing dates in the field. Field crop Res. 46:93-10.
- Poorenbos. J. 1977. Guidelines for predicting. Crop water requirements. Food and agriculture organization of united. Rom. Italy.
- Rasooli, S.J. 2005. Chilling and frost damage control for rapeseed. Yazd Scientific and applied symposium on chilling and frost damage control.
- Shahidi, A.1992. Brassica Possibility in Iran. Oil seeds plant corporation.
- Shariati, Sh., and Qazi Shahanizade, P. 2000. Rapeseed. J. Agric Crusade ministry. No.16: 8-38.
- Toming, K.G. 1987. Solar radiation and yield formation Gidrometeiozdat.L.P.199
- Uoosofi, E. 2002. Comparison and survey yield new numbers of *Brassica Napus* in the cold and moderate area. Ms thesis, Mashhad Univ Ferdousi . P 85.



## **Canola cultivation area dividing about climatic temperature needs used GIS in Khorasan Provinces**

**\*S.J. Rasooli<sup>1</sup> and A.R. Ghaemi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Superior Export Researches North Khorasan Meteorological Administration, <sup>2</sup>Assistant Prof., Researches Center of Agricultural and Natural Resources, Khorasan Razavi

### **Abstract**

Parameters recognize different area weather and climatic and effect on the plants one of the best important effect elements is increase products yield. Agro climatic study can state area ability and maximum exploit its. The aim of this research is, recognizing of the ability ecologic potential in different areas for cultivating Brassica napus In Regard To climatic temperature Needs in khorasan provinces. For the purport of general recognizing the region, climatic zoning was done by advanced Demarton method. The date of planting was determined with regard to suitable temperature (mean daily 15 - 20 centigrade) and Wibool formula (with 75 percent probability). The date of various phonological phases was estimated according to growth effected degree day. Climatic needs, optimum and limited temperatures in various phonological phases extracted from different sources and probability of occurrence calculated in the following studied areas. Relationship between main production and optimum and limited temperatures in various phonological phases. Then arrange and constitute temperature layer with used regressions formula. Planting regions classified in to four parts: very favorable (Torbat Haidarie, Ghoochan, Bojnord and Kholmakan), favorable (Birjand, Ghaen, Mashhad, Nishaboor and Ferdos), relatively favorable (Sarakhs, Kashmar, Khonabad, Torbat Jam and sabzevar) and unfavorable (Boshrooye and Nehbandan).

**Keywords:** Dividing; Canola; Temperature needs; Khorasan Provinces

---

\* - Corresponding Author; Email: [sjrasooli@gmail.com](mailto:sjrasooli@gmail.com)