



## مشخصات نشریه

**عنوان نشریه : فصلنامه هواشناسی کشاورزی**

**هیأت تحریریه : شهریار معاضدی**

**مسئول مکاتبه : شهریار معاضدی کارشناس اداره هواشناسی کشاورزی**

**نشانی : استان البرز، کرج ابتدای جاده ماهدشت، جنب ایستگاه مترو محمدشهر، انتهای**

**مزارع آموزشی دانشگاه تهران، اداره هواشناسی کشاورزی کرج، تلفن ۰۲۶۳۲۷۵۶۶۴۵**

**کدپستی : ۴۱۸۳۹۴۳۱۶۱**

**پایگاه اینترنتی هواشناسی استان البرز : [alborzmet.ir](http://alborzmet.ir)**

**شماره تماس مسئول مکاتبه : ۰۲۶۳۲۷۵۶۶۴۵**

**دورنگار: —**

## چکیده

بر اساس پیش بینی های فصلی صادر شده، بارش های استان البرز برای سه ماهه آتی (دی، بهمن و اسفند) در حد نرمال بوده و از نظر دمایی نیز پیش بینی میگردد که از دوازدهم دیماه سال جاری تا سوم بهمن ماه ۱-۳ درجه بالاتر از نرمال و از سوم تا دهم بهمن ماه در حد نرمال و از ۱۰ تا آخر بهمن ۱/۰ - ۰/۵ درجه نسبت به بلند مدت افزایش داشته باشد/

بر اساس شاخص خشکسالی SPEI دوره سه ماهه منتهی به آذرماه ۱۴۰۱، به غیر از قسمت مرکزی استان، یعنی شهرستان ساوجبلاغ که وضعیت آن در حد نرمال تا ترسالی متوسط قرار دارد، قسمت عمده سطح استان در محدوده انواع خشکسالی متوسط تا بسیار شدید قرار گرفته است/

شاخص درجه روز (GDD) گیاه جو برای فصل پاییز، با توجه به اینکه نمودار دمایی بلند مدت با نمودار دمایی کوتاه مدت نه تنها بر هم منطبق نمی باشند، بلکه اختلاف معنا داری باهم دارند، که این موضوع حاکی از آن است که اگرچه محصول مورد نظر در میانه فصل (۶ آبان ماه) کاشته شده، اما به دلیل دریافت دمایی بیشتر و رشد در حد نرمال بوده است، اما با دید به این نکته توجه داشت که کاشتهای زود و دیر باعث افزایش خسارت سرما خواهند شد، ولی در کاشتهای دیر خسارت شدیدتر خواهد بود/

بیشترین میانگین دمایی روزانه مربوط به مرحله کاشت تا جوانه زدن و کمترین میانگین دمایی روزانه مربوط به مرحله آغاز جوانه زنی است. بلندترین دوره رشد مربوط به مرحله یک تا دو برگی و کوتاهترین دوره رشد مربوط به مرحله کاشت تا جوانه زدن است. مطالعات فنولوژی انجام شده بر روی ج نشان می دهد که کشت محصول در این منطقه اگرچه دیر انجام شده است اما بدلیل بالا بودن دمایی هوا نیازهای گرمایی گیاه برآورده شده است.

نمودار درجه روز رشد (GDD)، تحلیلی کلی از وضعیت تأمین یا عدم تأمین نیاز حرارتی در شهرستان کرج برای محصول جو را نشان می دهد. مقدار دریافتی درجه -روز توسط محصول در طی مدت بررسی چنانچه با نرمال بلند مدت منطبق بر روی خط روند باشد نشانگر این است که محصول رشد نرمال خود را طی کرده و در زمانی که از خط روند بلند مدت پایین تر باشد، بدان معنی می باشد که گیاه مقدار درجه روز کمتر از حد نیاز خود را دریافت نموده که باعث عقب افتادن مراحل فنولوژی گردیده است. بنابراین بر اساس نمودار فوق خط کوتاه مدت (خط قرمز رنگ) از ابتدای فصل تا انتهای آن با اختلاف فاحشی بالاتر از خط بلند مدت (خط آبی رنگ) بوده که بیانگر این است که روند دمایی در سال جاری اختلاف معنا داری با روند بلند مدت داشته که با توجه به بالا بودن وضعیت دمایی در سطح استان، در صورت وجود آب در دسترس کافی، مراحل رشد رویشی در حد معمول انجام می گردد.

## فهرست

| عنوان .....                                    | شماره صفحه |
|--|------------|
| ۱ - مقدمه .....                                | ۱          |
| ۲ - جدول اطلاعات اقلیمی .....                  | ۲          |
| ۳ - پیش‌بینی فصلی بارش و دمای هوا .....        | ۴          |
| ۴ - پایش خشکسالی کشاورزی .....                 | ۱۰         |
| ۵ - نمودارهای درجه روز رشد (GDD) .....         | ۱۳         |
| ۶ - جداول نیاز حرارتی محصولات تحت پایش .....   | ۱۵         |
| ۷ - جدول نیاز سرمایی محصولات استراتژیک .....   | ۱۸         |
| ۸ - تحلیل مراحل فنولوژی محصولات تحت پایش ..... | ۱۹         |
| ۹ - جمع بندی (توصیه برای آینده) .....          | ۲۹         |

## ۱- مقدمه

ایستگاه هواشناسی کشاورزی کرج در سال ۱۳۵۰ شمسی (۱۹۷۱ میلادی) فعالیت خود را بطور رسمی و دوازده ساعته با ثبت و گزارش وضعیت جوی و پارامترهای هواشناختی آغاز کرد و از سال ۱۳۶۰ بر روی محصولات استراتژیک سازگار با اقلیم منطقه از جمله: واریته‌های مختلف جو، جو و ذرت کار نمود و از هر محصول بولتن‌های ماهانه و فصلی تهیه و به اداره ایستگاههای هواشناسی کشاورزی ارسال نموده است/ لازم به توضیح است آمار موجود در اداره خدمات ماشینی سازمان هواشناسی مربوط به کرج از سال ۱۳۵۰ مربوط به آمار ایستگاه اقلیم شناسی واقع در مزرعه دانشکده کشاورزی است که از لحاظ موقعیت مکانی و ارتفاع با موقعیت و ارتفاع ایستگاه فعلی تفاوت دارد.

|   |   |
|---|---|
| خلاصه‌ای از موقعیت و وضعیت ایستگاه کشاورزی کرج:   | طول جغرافیایی : ۵۰ درجه و ۵۷ دقیقه شرقی       |
| عرض جغرافیایی : ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمال   | ارتفاع از سطح دریا : ۱۲۹۲/۹ متر               |
| مساحت مزارع دانشکده کشاورزی : ۲۰۰ هکتار   | مالکیت زمین : دانشکده کشاورزی کرج             |
| فاصله تا مرز تراکم شهر : ۳ کیلومتر  | ویژگی اقلیمی : نیمه خشک                       |
| حوضه آبریز (اصلی): دریاچه نمک / (فرعی): رودخانه کرج   | نوع خاک : رسوبی / بافت خاک : لومی شنی         |
| وضعیت طبیعی منطقه : دشت جنوبی رشته کوه البرز  | نوع پوشش گیاهی منطقه : گیاهان علفی            |
| نباتات کشت شده محصولات کشت شده در منطقه : جو ، جو ، ذرت ، آفتابگردان ، سیب‌زمینی ، سویا ، صیفی جات ، یونجه ، پنبه ، کلزا ، چغندر قند ، درختان سیب، هلو، زردآلو، گیلاس، آلبالو، گردو و انگور | محصولات مورد مطالعه در ایستگاه : جو، جو و ذرت |
| آفات و امراض مهم منطقه : سن جو، آتشک درختان دانه‌دار، کنه قرمز اروپایی، شپشک، می‌نوز، سرخ‌رطومی یونجه، کرم ساقه‌خوار یونجه، کک و آگروتیس چغندر قند  | منبع آب مصرفی : چاه عمیق                      |
| روش آبیاری : بارانی   | زهکش داخلی : خوب                              |

## ۲ - جدول اطلاعات اقلیمی

مجموع بارش از شروع سال جاری تا پایان فصل پاییز برابر است با ۲۹/۴

۲ - ۱ - جدول میانگین دما و رطوبت خاک ماهانه فصل پاییز

| مهر ماه ۱۴۰۱  |      |      |      |      |      |                   |
|---------------|------|------|------|------|------|-------------------|
| ۱۰۰           | ۵۰   | ۳۰   | ۲۰   | ۱۰   | ۵    | میانگین دمای خاک  |
| ۲۴/۹          | ۲۵/۲ | ۲۳/۹ | ۲۴/۸ | ۲۴/۷ | ۲۵/۳ |                   |
| ۱۰۰           | ۵۰   | ۳۰   | ۲۰   | ۱۰   | ۵    | میانگین رطوبت خاک |
| ۱۰/۰          | ۱۶/۰ | ۲۵/۰ | ۱۲/۰ | ۱۰/۰ | ۱۰/۰ |                   |
| آبان ماه ۱۴۰۱ |      |      |      |      |      |                   |
| ۱۰۰           | ۵۰   | ۳۰   | ۲۰   | ۱۰   | ۵    | میانگین دمای خاک  |
| ۲۰/۹          | ۱۸/۳ | ۱۵/۱ | ۱۵/۰ | ۱۵/۱ | ۱۴/۹ |                   |
| ۱۰۰           | ۵۰   | ۳۰   | ۲۰   | ۱۰   | ۵    | میانگین رطوبت خاک |
| ۱۰/۰          | ۱۶/۰ | ۲۵/۰ | ۱۴/۰ | ۱۰/۰ | ۱۱/۰ |                   |
| آذر ماه ۱۴۰۱  |      |      |      |      |      |                   |
| ۱۰۰           | ۵۰   | ۳۰   | ۲۰   | ۱۰   | ۵    | میانگین دمای خاک  |
| ۱۵/۹          | ۱۱/۷ | ۸/۰  | ۷/۵  | ۷/۳  | ۷/۱  |                   |
| ۱۰۰           | ۵۰   | ۳۰   | ۲۰   | ۱۰   | ۵    | میانگین رطوبت خاک |
| ۱۰/۰          | ۱۶/۰ | ۲۵/۰ | ۱۵/۰ | ۲۱/۰ | ۲۳/۰ |                   |

۲ - ۲ - جدول اطلاعات اقلیمی ماهانه فصل پاییز

| نام ایستگاه: اداره هواشناسی کشاورزی کرج |          |           |          |                     |                    |
|---|----------|-----------|----------|---------------------|--------------------|
| مهر ماه ۱۴۰۱                            | سال جاری | سال گذشته | بلند مدت | اختلاف با سال گذشته | اختلاف با بلند مدت |
| مجموع بارش                              | ۰/۰      | ۰/۱       | ۷/۲      | -۰/۱                | -۷/۲               |
| مجموع تبخیر                             | ۲۰۳      | ۱۸۷       | ۳۶۵      | ۱۶/۸                | -۱۶۲               |
| مجموع ساعت آفتابی                       | ۲۸۳      | ۲۹۶       | ۳۴۴      | -۱۲/۴               | -۶۰/۸              |
| بیشینه سرعت باد                         | ۱۳       | ۱۳        | ۲۳       | ۰/۰                 | -۱۰/۰              |
| میانگین دما                             | ۲۱/۷     | ۱۸/۳      | ۱۸/۸     | ۳/۴                 | ۲/۸                |
| میانگین دمای کمینه                      | ۱۴/۷     | ۱۱/۰      | ۱۲/۱     | ۳/۶                 | ۲/۶                |
| میانگین دمای بیشینه                     | ۲۸/۷     | ۲۵/۵      | ۲۵/۶     | ۳/۲                 | ۳/۱                |
| میانگین رطوبت نسبی                      | ۳۷       | ۴۴        | ۴۱       | -۷/۰                | -۴/۰               |
| آبان ماه ۱۴۰۱                           | سال جاری | سال گذشته | بلند مدت | اختلاف با سال گذشته | اختلاف با بلند مدت |
| مجموع بارش                              | ۱۲/۴     | ۶۶/۰      | ۳۴/۹     | -۵۳/۶               | -۲۲/۵              |
| مجموع تبخیر                             | ۱۰۲/۱    | ۸۷/۴      | ۳۴۸/۵    | ۱۴/۷                | -۲۴۶/۴             |
| مجموع ساعت آفتابی                       | ۲۲۱/۴    | ۱۸۶/۵     | ۳۴۸/۳    | ۳۴/۹                | -۱۲۶/۹             |
| بیشینه سرعت باد                         | ۱۷       | ۱۳        | ۲۵       | ۴                   | -۸                 |
| میانگین دما                             | ۱۲/۵     | ۱۰/۲      | ۱۲/۰     | ۲/۳                 | ۰/۵                |
| میانگین دمای کمینه                      | ۶/۸      | ۵/۱       | ۶/۶      | ۱/۷                 | ۰/۲                |
| میانگین دمای بیشینه                     | ۱۸/۲     | ۱۵/۴      | ۱۷/۲     | ۲/۹                 | ۱/۰                |
| میانگین رطوبت نسبی                      | ۷۸       | ۸۷        | ۷۴       | -۹/۰                | ۴/۰                |
| آذر ماه ۱۴۰۱                            | سال جاری | سال گذشته | بلند مدت | اختلاف با سال گذشته | اختلاف با بلند مدت |
| مجموع بارش                              | ۱۷/۰     | ۳۶/۲      | ۳۱/۹     | -۱۹/۲               | -۱۴/۹              |
| مجموع تبخیر                             | ۳۰/۴     | ///       | ۲۶/۴     | ///                 | ۴/۰                |
| مجموع ساعت آفتابی                       | ۱۴۴/۷    | ۱۹۹/۰     | ۱۵۷/۵    | -۵۴/۳               | -۱۲/۸              |
| بیشینه سرعت باد                         | ۹        | ۱۵        | ۲۵       | -۶                  | -۱۶                |
| میانگین دما                             | ۷/۲      | ۸/۰       | ۵/۸      | -۰/۸                | ۱/۴                |
| میانگین دمای کمینه                      | ۲/۷      | ۲/۹       | ۱/۴      | -۰/۲                | ۱/۳                |
| میانگین دمای بیشینه                     | ۱۱/۶     | ۱۳/۰      | ۱۰/۱     | -۱/۴                | ۱/۵                |
| میانگین رطوبت نسبی                      | ۸۵       | ۸۸        | ۸۱       | -۳/۰                | ۴/۰                |

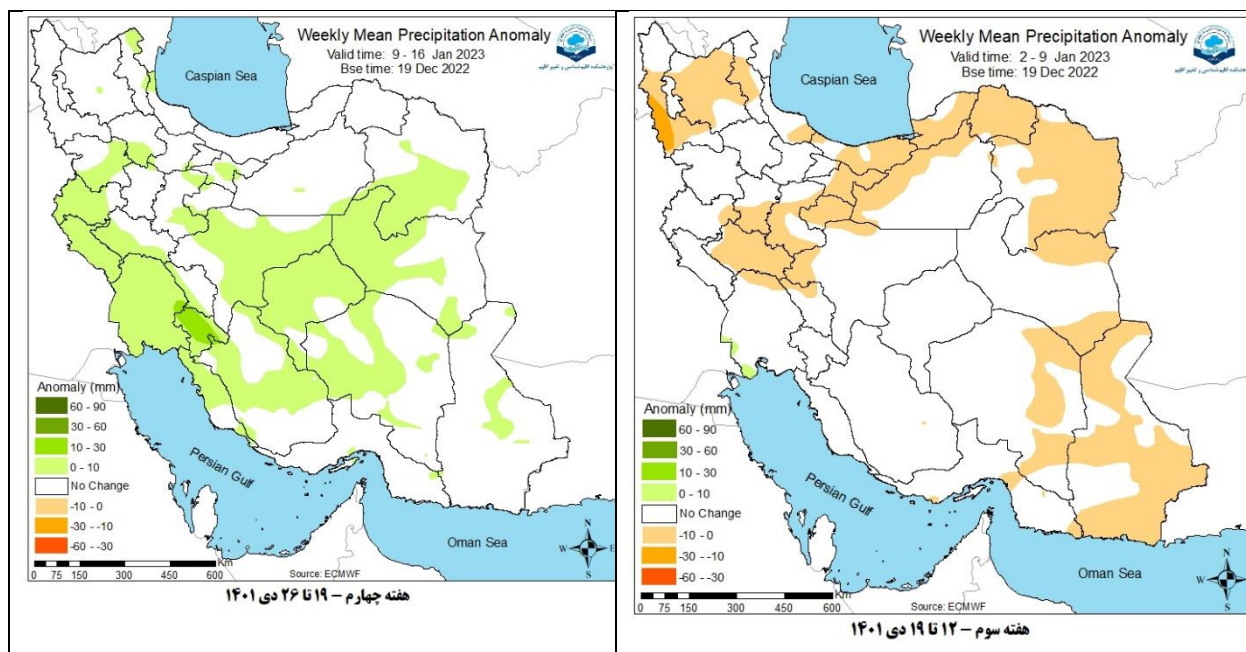
### ۳ - پیش‌بینی فصلی بارش و دمای هوا

#### ۳-۱ - جدول نرمال‌های اقلیمی بلند مدت اداره هواشناسی کشاورزی کرج

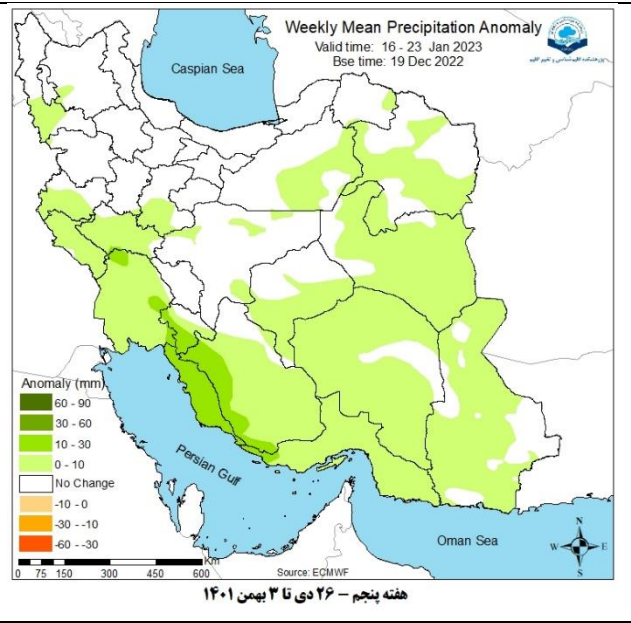
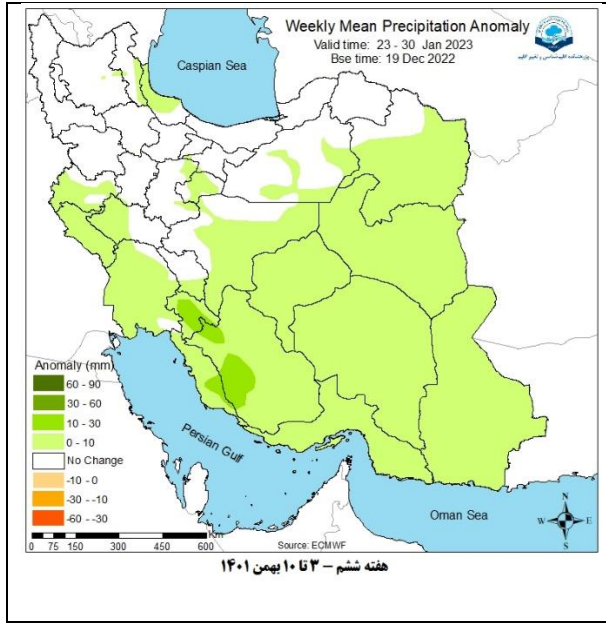
| اداره هواشناسی<br>کشاورزی کرج | از دهم مهر ماه | از دهم آبان ماه | از دهم آذرماه |
|-------------------------------|----------------|-----------------|---------------|
| میانگین دما                   | ۱۹/۲           | ۱۱/۰            | ۴/۹           |
| مجموع بارش                    | ۱/۰            | ۱۳/۲            | ۳۴/۱          |

### ۳-۲ - پیش‌بینی بارش بلند مدت

هفتگی ماه اول :

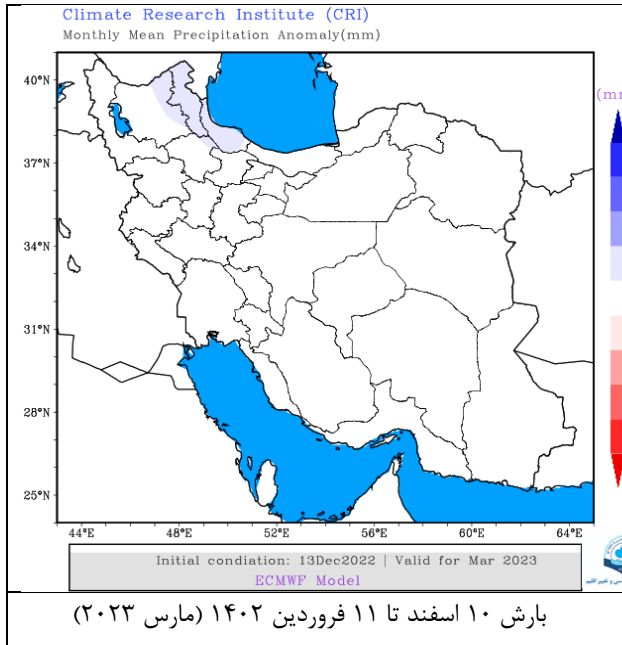




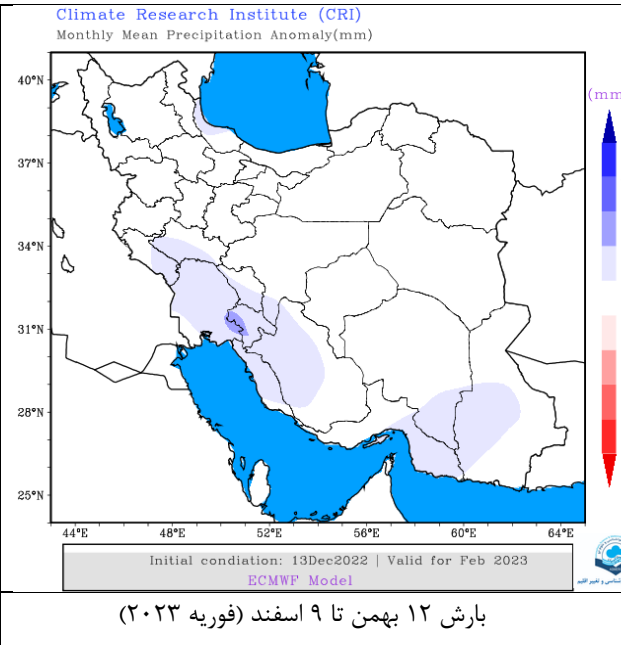


شکل- پیش‌بینی انحراف از نرمال بارش ۱۱ دی تا ۱۱ بهمن ۱۴۰۱ (معادل ماه ژانویه ۲۰۲۳) به تفکیک هفته

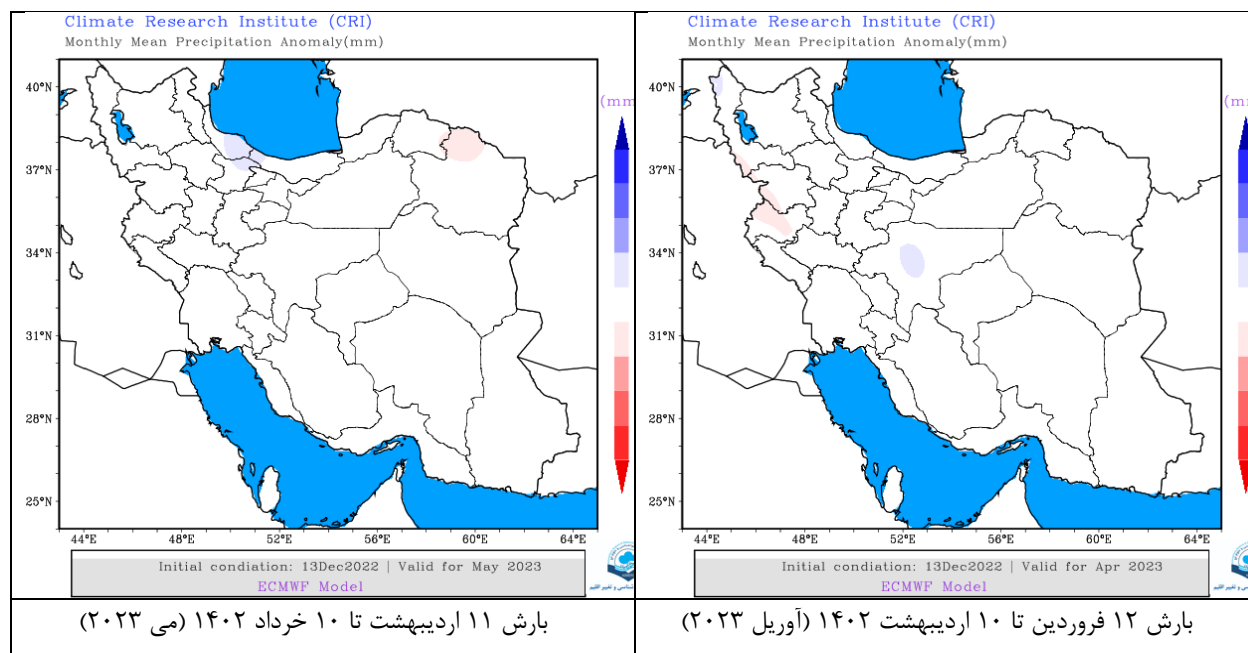
ماهانه ۴ ماه بعد :



بارش ۱۰ اسفند تا ۱۱ فروردین ۱۴۰۲ (مارس ۲۰۲۳)



بارش ۱۲ بهمن تا ۹ اسفند (فوریه ۲۰۲۳)



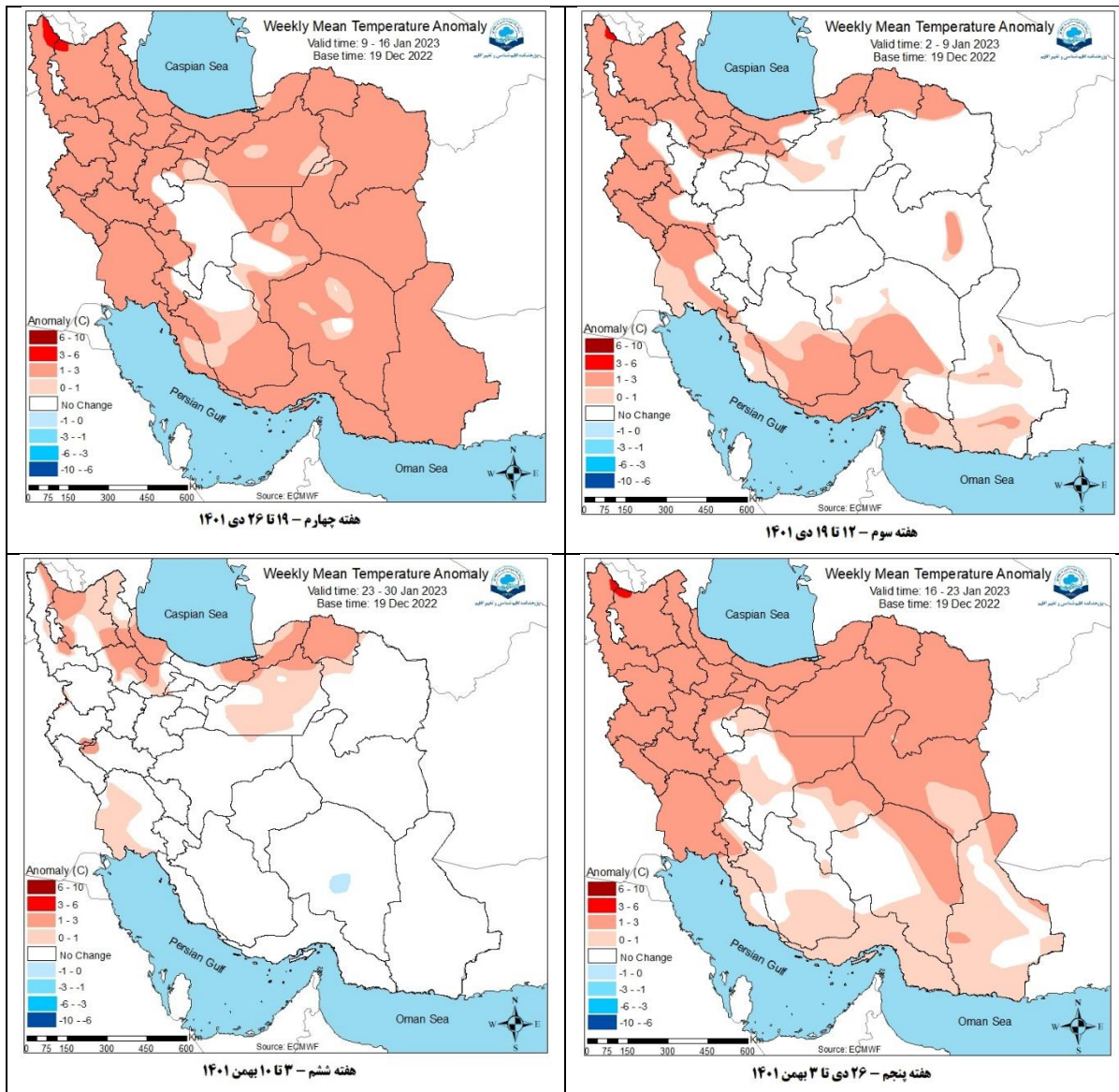
شکل - پیش‌بینی انحراف از نرمال بارش کشور (mm) از نیمه بهمن تا نیمه خرداد ۱۴۰۲ معادل فوریه تا می ۲۰۲۳ (از مدل ECMWF)

## تحلیل بارش:

- بارش ۱۱ دی تا ۱۱ بهمن : در حد نرمال - میانگین بارش بلندمدت برابر با  $0/9$  میلی متر
- بارش ۱۲ بهمن تا ۹ اسفند : در حد نرمال - میانگین بارش بلندمدت برابر با  $1/0$  میلی متر
- بارش ۱۰ اسفند تا ۱۱ فروردین : در حد نرمال - میانگین بارش بلندمدت برابر با  $1/2$  میلی متر
- بارش ۱۲ فروردین تا ۱۰ اردیبهشت : در حد نرمال - میانگین بارش بلندمدت برابر با  $1/2$  میلی متر
- بارش ۱۱ اردیبهشت تا ۱۰ خرداد : در حد نرمال - میانگین بارش بلندمدت برابر با  $0/6$  میلی متر

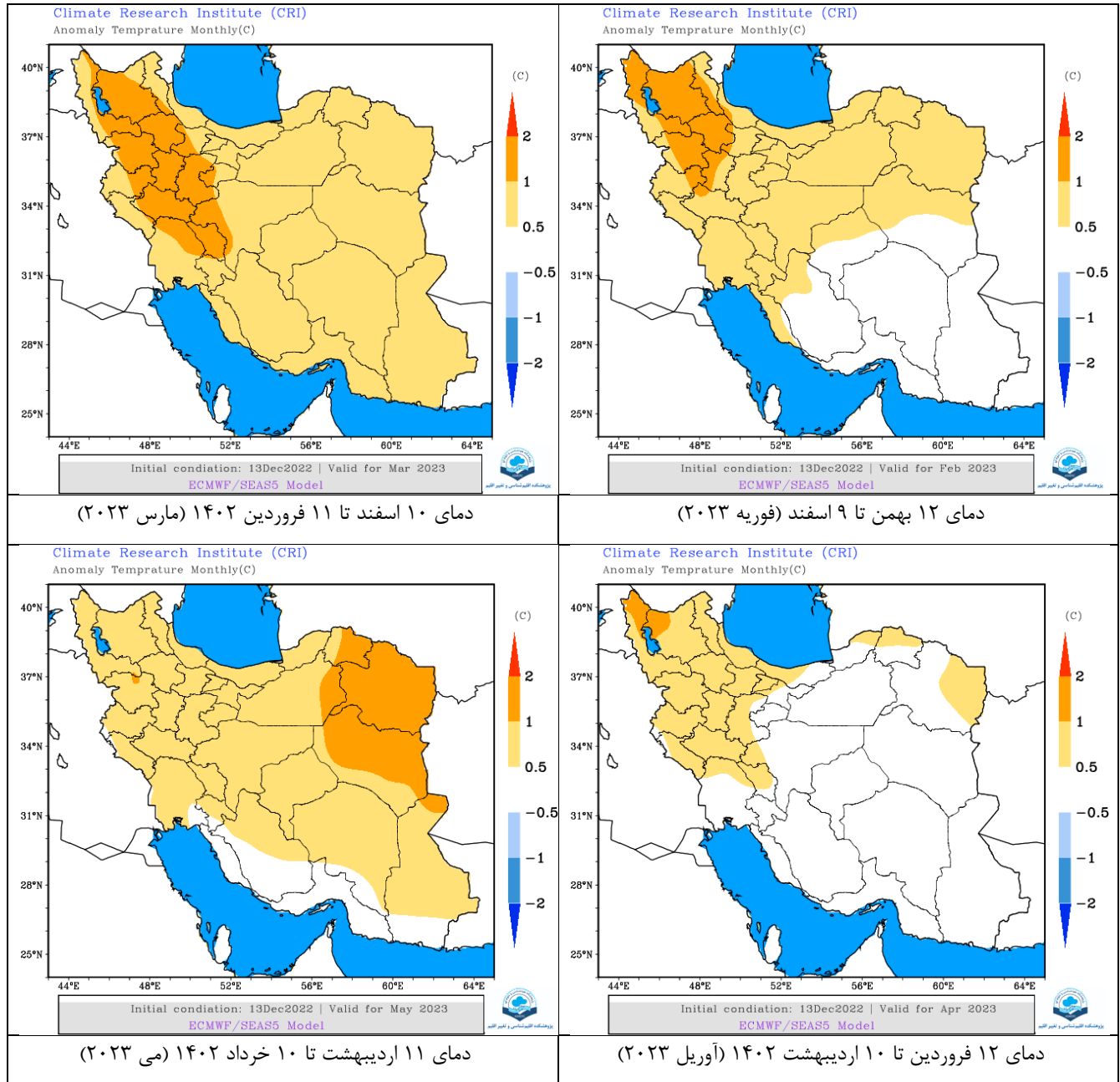
### ۳ - ۳ - پیش‌بینی دمای بلند مدت

#### هفتگی ماه اول :



شکل - پیش‌بینی انحراف از نرمال دمای ۱۱ دی تا ۱۱ بهمن ۱۴۰۱ (معادل ماه ژانویه ۲۰۲۳) به تفکیک هفته

ماهانہ ۴ ماہ بعد :



شکل- پیش‌بینی انحراف از نرمال دما از نیمه بهمن تا نیمه خرداد ۱۴۰۲ معادل فوریه تا می ۲۰۲۳ (از مدل ECMWF)

## تحلیل دما :

دمای ۱۱ دی تا ۱۱ بهمن : ۱-۳ درجه بیشتر از نرمال - میانگین دمای بلندمدت برابر با ۲/۴ درجه سلسیوس

دمای ۱۲ بهمن تا ۹ اسفند : ۱/۰-۰/۵ بیشتر از نرمال - میانگین دمای بلندمدت برابر با ۴/۵ درجه سلسیوس

دمای ۱۰ اسفند تا ۱۱ فروردین : ۱/۰-۰/۵ بیشتر از نرمال - میانگین دمای بلندمدت برابر با ۹/۱ درجه سلسیوس

دمای ۱۲ فروردین تا ۱۰ اردیبهشت: ۱/۰-۰/۵ بیشتر از نرمال- میانگین دمای بلندمدت برابر با ۱۴/۷ درجه سلسیوس

دمای ۱۱ اردیبهشت تا ۱۰ خرداد : ۱/۰-۰/۵ بیشتر از نرمال - میانگین دمای بلندمدت برابر با ۱۹/۶ درجه سلسیوس

#### ۴ - پایش خشکسالی کشاورزی

##### شاخص SPEI

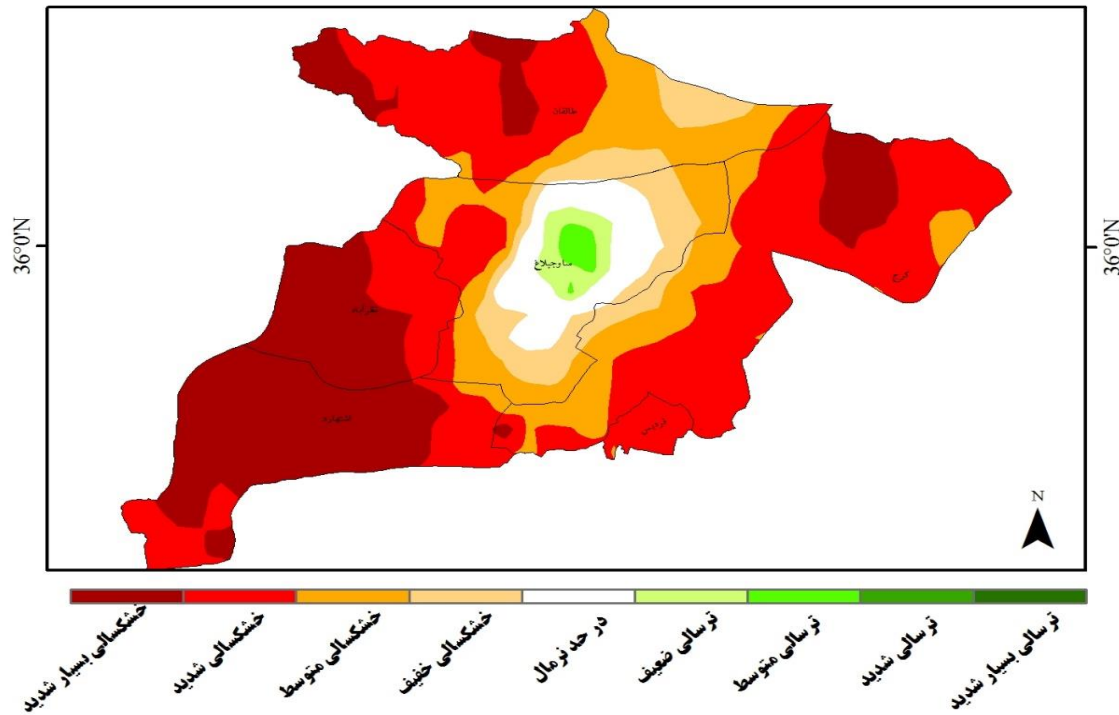
شاخص خشکسالی بارش استاندارد تبخیر تعرق توسط Vicente - Serrano et al ۲۰۰۹. ارایه شد. SPEI یک شاخص خشکسالی اقلیمی می باشد که درجه خشکسالی و ترسالی را نشان می دهد و بوسیله رابطه زیر محاسبه می گردد :

$$SPEI = D = P_i - ET_{0i}$$

که  $D$  اختلاف مقدار تبخیر ماهانه از مقدار بارندگی  $SPEI$  (day/mm) شاخص بارش استاندارد تبخیر تعرق،  $P_i$  بارندگی ماهانه (mm) و  $ET_{0i}$  تبخیر تعرق مرجع ماهانه (mm) می باشند. تبخیر و تعرق مرجع  $ET_0$  با روش پنمن مانیتث فائو که داده های مورد نیاز آن شامل آمار ماهانه و سالانه، سرعت متوسط باد، فشار بخار اشباع، میانگین دمای روزانه، ساعات روشنایی، انرژی تابشی، شار گرمایی، حداقل رطوبت نسبی، شیب فشار بخار اشباع و حداکثر رطوبت می باشد، محاسبه شد. علت استفاده از تبخیر تعرق مرجع برای برآورد شاخص بارش استاندارد تبخیر تعرق با روش پنمن مانیتث فائو دخالت دادن پارامترهای گوناگون جوی می باشد.

پهنه بندی خشکسالی هواشناسی در سطح استان البرز بر اساس شاخص SPEI دوره ۳ ماهه تا پایان آذرماه ۱۴۰۱

پهنه بندی خشکسالی هواشناسی در سطح استان البرز  
 شاخص SPEI  
 دوره ۳ ماهه تا پایان آذر ۱۴۰۱



تفسیر :

بر اساس وضعیت بارشی و همچنین نقشه ی پهنه بندی خشکسالی استان برای دوره سه ماهه، وضعیت استان از نظر خشکسالی، به غیر از مرکز استان یعنی ساوجبلاغ که در محدوده نرمال تا ترسالی متوسط قرار دارد، سایر نقاط استان در طیف انواع خشکسالی ها از خشکسالی متوسط تا بسیار شدید قرار گرفته است، که بیشترین وسعت خشکسالی شدید و بسیار شدید در قسمت جنوب غربی استان یعنی شهرستان های نظرآباد و اشتهارد مشاهده میگردد و پس از آن قسمت های شرقی استان از شهرستان فردیس تا تمام سطح کرج در محدوده خشکسالی متوسط، شدید و بسیار شدید و در رتبه سوم شهرستان طالقان قرار دارد که این شهرستان نیز انواع خشکسالی ها از متوسط تا بسیار شدید را تجربه کرده است.

## تحلیل کلی وضعیت خشکسالی کشاورزی شهرستان کرج :

در فصل پاییز، ۴۵/۹ میلیمتر بارش در استان البرز به ثبت رسید. این در حالی است که مقدار بارش فصل پاییز ۱۴۰۰، برابر با ۱۱۴/۹ میلیمتر و مقدار بارش بلندمدت در همین بازه زمانی، برابر ۱۰۸/۹ میلیمتر بود. بارش سال جاری نسبت به بلندمدت ۶۹/۰- میلیمتر کاهش داشت.

از لحاظ دمایی، متوسط حداقل دما در استان ۴/۸ درجه، متوسط حداکثر دما ۱۷/۴ درجه و به طور کلی، متوسط دمای تابستان استان ۱۱/۱ درجه بود.

متأسفانه کاهش نزولات جوی خصوصاً باران تأثیر مستقیم بر روی کشت های جو و جو دیم در درجه اول و سایر کشت های آبی و باغی در درجات بعدی خواهد گذاشت. کم بود بارش و عدم توزیع مناسب خصوصاً در فصل پاییز و زمستان کشاورزان اعم از زارعین و باغدارن را وادار می نماید که در فصل تابستان نیز جهت تأمین نیاز آبی محصولات خود همچون گذشته از آب چاه و سفره های زیر زمینی استفاده نمایند.



## ۵ - نمودارهای درجه روز رشد (GDD)

### تعریف درجه روز رشد (GDD)

به مقدار دمایی که گیاه از زمان کاشت تا هر یک از مراحل فنولوژی و در نهایت رسیدن کامل نیاز دارد درجه روز رشد اطلاق می شود/ معنای ساده درجه روز رشد، ارتباط رشد و نمو و رسیدگی گیاه با دمای هوا است/

### روش های برآورد نیاز حرارتی

برای محاسبه حرارت مورد نیاز دوره های فنولوژیکی گیاه از دو روش متداول زیر استفاده می شود :

۱- **درجه - روز موثر** : در این روش از دمای پایه بیولوژیکی گیاه استفاده می گردد که با رابطه زیر محاسبه می شود و در آن میانگین دمای روزانه و  $T_b$  دمای پایه و  $n$  فاصله دو مرحله نمو بر حسب روز هستند/ دمای موثر همان دمای آستانه رشد گیاه می باشد/

$$GDD = \sum_{i=1}^n (\bar{T}_i - T_b) \Rightarrow \text{if } \bar{T}_i > T_b$$

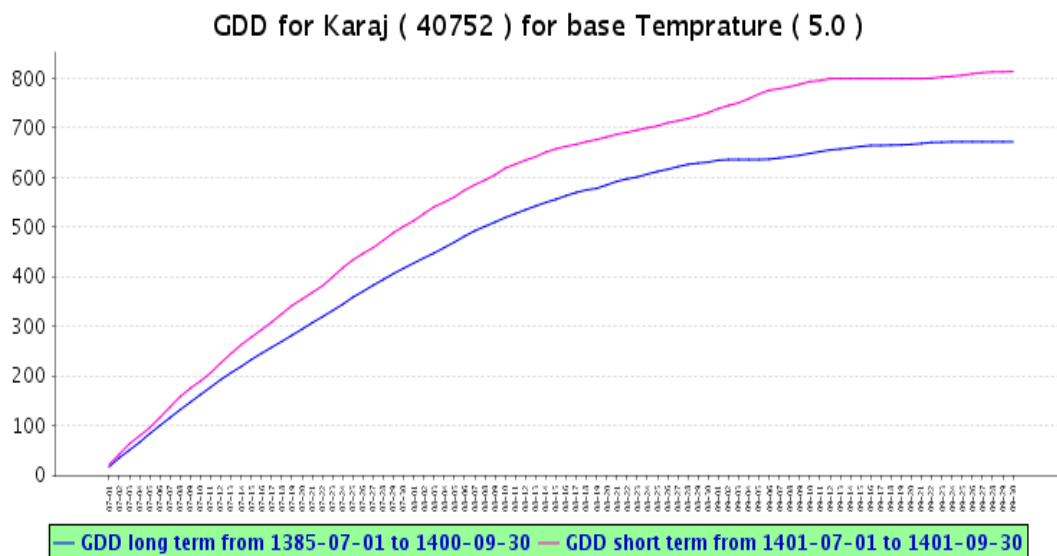
$$\Sigma (\text{daily GDD}) = 0 \text{ when } \bar{T}_i \leq T_b$$

۲- **درجه - روز فعال** : در این روش بیشتر دمای صفر درجه به عنوان دمای پایه مورد استفاده قرار می گیرد و با رابطه زیر محاسبه می شود/ درجه - روز فعال میانگین مجموع نیازهای حرارتی بر مبنای دمای پایه صفر درجه سانتیگراد می باشد/

$$Hu = \sum_{i=1}^n T_i \Rightarrow \text{if } T_i > 0$$

**نکته** : با توجه به اینکه دمای پایه از گیاهی به گیاه دیگر متغیر است، لذا درجه روز رشد نیز تغییر می کند/ همچنین مجموع درجه روز رشد در گیاهان مختلف و در ارقام مختلف یک گیاه با یکدیگر متفاوت می باشد که برای هر گیاه به صورت جداگانه تعریف و محاسبه می شود/

## ۵ - ۱ - نمودار درجه روز رشد (GDD)



نمودار درجه روز رشد محصول جو واریته گوهران بر اساس دمای پایه ۵ درجه سانتیگراد

اداره هواشناسی کشاورزی کرج

### تحلیل کلی نمودار درجه روز رشد :

نمودار بالا تحلیلی کلی از وضعیت تأمین یا عدم تأمین نیاز حرارتی در شهرستان کرج برای محصول جو را نشان می دهد/ بر همین اساس درجه روز رشد (GDD) محصول ج از تاریخ کاشت ( ۵ آبان ۱۴۰۱ ) تا ۳۰ آذر ماه ۱۴۰۱ و بلند مدت ۱۵ ساله محاسبه گردید.

همانطور که مشاهده میگردد مقدار دریافتی درجه روز توسط محصول در طی فصل پاییز با نرمال بلند مدت منطبق نبوده و دو منحنی اختلاف معنا داری با هم دارند که نشانگر این موضوع می باشد که اگرچه محصول دیر کاشته شده است اما بدلیل بالا بودن دمای هوا، گیاه مقدار درجه روز بیشتر از حد نیاز خود را دریافت نموده است، این امر مبین این نکته است که در این منطقه به دلیل بالا بودن حرارت، به اصطلاح گیاه جلو تر از فصل می باشد، که با توجه به فرا رسیدن فصل سرما امکان بوجود آمدن تنش های حرارتی وجود دارد.

## ۶ - جداول نیاز حرارتی محصولات تحت پایش

جدول ۱: تاریخ آغاز و پایان مراحل رشد گیاه جو و میانگین دمای روزانه، کمینه و بیشینه و طول دوره هر یک از مراحل رشد گیاه جو در منطقه کرج

| ردیف | مراحل رشد گیاه جو | تاریخ آغاز مرحله | تاریخ خاتمه مرحله | دمای پایه مرحله | دوره رشد (روز) | میانگین دمای روزانه | میانگین دمای حداقل دوره رشد | میانگین دمای حداکثر دوره رشد |
|------|-------------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------|---------------------|-----------------------------|------------------------------|
| ۱    | کاشت              | ۱۴۰۱/۰۸/۰۵       | ۱۴۰۱/۰۸/۰۵        | ۵/۰             | ۱              | ۱۵/۳                | ۸/۰                         | ۲۲/۶                         |
| ۲    | آبیاری            | ۱۴۰۱/۰۸/۰۶       | ۱۴۰۱/۰۸/۰۶        | ۵/۰             | ۱              | ۱۸/۷                | ۱۲/۵                        | ۲۴/۹                         |
| ۳    | جوانه زنی         | ۱۴۰۱/۰۸/۰۷       | ۱۴۰۱/۰۸/۱۶        | ۵/۰             | ۱۰             | ۱۳/۶                | ۸/۰                         | ۱۹/۳                         |
| ۴    | یک تا دو برگگی    | ۱۴۰۱/۰۸/۱۷       | ۱۴۰۱/۰۹/۰۶        | ۵/۰             | ۲۰             | ۱۰/۵                | ۵/۲                         | ۱۵/۹                         |
| ۵    | سه تا چهار برگگی  | ۱۴۰۱/۰۹/۰۷       | ۱۴۰۱/۰۹/۱۵        | ۵/۰             | ۹              | ۶/۹                 | ۲/۴                         | ۱۱/۳                         |
| ۶    | آغاز پنجه زنی     | ۱۴۰۱/۰۹/۱۶       | ۱۴۰۱/۰۹/۲۸        | ۵/۰             | ۱۳             | ۵/۴                 | ۱/۳                         | ۹/۴                          |
| ۷    | پنجه زنی کامل     | ۱۴۰۱/۰۹/۲۹       | ۱۴۰۱/۰۹/۳۰        | ۵/۰             | ۲              | ۵/۵                 | ۰/۲                         | ۱۰/۸                         |

جدول ۲: درجه - روز رشد (GDD) مورد نیاز مراحل فنولوژیک گیاه جو در منطقه کرج به دو روش موثر و فعال

| ردیف | مراحل رشد گیاه جو | میانگین دمای هر مرحله | مجموع درجه - روز آستانه (دمای پایه) ۵ درجه سانتیگراد |            |                        |                         | میزان دمای فعال با آستانه صفر درجه سانتیگراد |            |                        |                         |
|------|-------------------|-----------------------|--|------------|------------------------|-------------------------|--|------------|------------------------|-------------------------|
|      |                   |                       | دمای پایه مرحله                                      | مطلق مرحله | تجمعی تا شروع هر مرحله | تجمعی تا پایان هر مرحله | دمای پایه مرحله                              | مطلق مرحله | تجمعی تا شروع هر مرحله | تجمعی تا پایان هر مرحله |
| ۱    | کاشت              | ۱۵/۳                  | ۵/۰  | ۱۰/۳       | ۰/۰                    | ۱۰/۳                    | ۰/۰  | ۱۵/۳       | ۰/۰                    | ۱۵/۳                    |
| ۲    | آبیاری            | ۱۸/۷                  | ۵/۰  | ۱۳/۷       | ۱۰/۳                   | ۲۴/۰                    | ۰/۰  | ۱۸/۷       | ۱۵/۳                   | ۳۴/۰                    |
| ۳    | جوانه زنی         | ۱۳/۶                  | ۵/۰  | ۸۶/۱       | ۲۴/۰                   | ۱۱۰/۱                   | ۰/۰  | ۱۳۶/۱      | ۳۴/۰                   | ۱۷۰/۱                   |
| ۴    | یک تا دو برگگی    | ۱۰/۵                  | ۵/۰  | ۱۱۰/۹      | ۱۱۰/۱                  | ۲۲۱/۰                   | ۰/۰  | ۲۱۰/۹      | ۱۷۰/۱                  | ۳۸۱/۰                   |
| ۵    | سه تا چهار برگگی  | ۶/۹                   | ۵/۰  | ۲۳/۶       | ۲۲۱/۰                  | ۲۴۴/۵                   | ۰/۰  | ۶۱/۷       | ۳۸۱/۰                  | ۴۴۲/۶                   |
| ۶    | آغاز پنجه زنی     | ۵/۴                   | ۵/۰  | ۱۱/۳       | ۲۴۴/۵                  | ۲۵۵/۸                   | ۰/۰  | ۶۹/۵       | ۴۴۲/۶                  | ۵۱۲/۲                   |
| ۷    | پنجه زنی کامل     | ۵/۵                   | ۵/۰  | ۰/۹        | ۲۵۵/۸                  | ۲۵۶/۷                   | ۰/۰  | ۱۰/۹       | ۵۱۲/۲                  | ۵۲۳/۱                   |

## تحلیل جداول :

۱ - مجموع درجه روز رشد بر حسب **دمای موثر** برای مرحله کاشت تا جوانه زدن ،  $13/7$  ؛ مرحله جوانه زنی ،  $86/1$  ؛ مرحله یک تا دو برگگی ،  $110/9$  ؛ مرحله سه تا چهار برگگی ،  $23/6$  ؛ مرحله آغاز پنجه زنی ،  $11/3$  ؛ **درجه روز** می باشد. مجموع درجه روز رشد بر حسب **دمای فعال** برای مرحله کاشت تا جوانه زدن ،  $18/7$  ؛ مرحله جوانه زنی ،  $136/1$  ؛ مرحله یک تا دو برگگی ،  $210/9$  ؛ مرحله سه تا چهار برگگی ،  $61/7$  ؛ مرحله آغاز پنجه زنی ،  $69/5$  ؛ **درجه روز** می باشد.

۲ - مجموع درجه روز رشد بر حسب **دمای موثر** از شروع رشد تا مرحله آغاز پنجه زنی کامل ،  $245/6$  درجه روز است.

مجموع درجه روز رشد بر حسب **دمای فعال** از شروع رشد تا مرحله آغاز پنجه زنی کامل ،  $496/9$  درجه روز است.

۳ - **میانگین دمای روزانه** مرحله کاشت تا جوانه زدن ،  $18/7$  ؛ مرحله جوانه زنی ،  $13/6$  ؛ مرحله یک تا دو برگگی ،  $10/5$  ؛ مرحله سه تا چهار برگگی ،  $6/9$  ؛ مرحله آغاز پنجه زنی ،  $5/4$  ؛ **درجه سلسیوس** می باشد.

**بیشترین** میانگین دمای روزانه مربوط به مرحله کاشت تا جوانه زدن و **کمترین** میانگین دمای روزانه مربوط به مرحله آغاز جوانه زنی است.

۴ - **طول دوره رشد** مرحله کاشت تا جوانه زدن ، ۲ ؛ مرحله جوانه زنی ، ۱۰ ؛ مرحله یک تا دو برگگی ، ۲۰ ؛ مرحله سه تا چهار برگگی ، ۹ ؛ مرحله آغاز پنجه زنی ، ۱۳ می باشد/ (روز)

**بلندترین** دوره رشد مربوط به مرحله یک تا دو برگگی و **کوتاهترین** دوره رشد مربوط به مرحله کاشت تا جوانه زدن است.

۵ - **بیشترین** واحد حرارتی مورد نیاز گیاه از شروع رشد تا **پایان فصل** رشد مربوط به مرحله ... است که برابر ... درجه روز **دمای موثر** و ... درجه روز **دمای فعال** می باشد. **کمترین** واحد حرارتی مورد نیاز گیاه از شروع رشد تا **پایان فصل** رشد مربوط به مرحله ... است که برابر ... درجه روز **دمای موثر** و ... درجه روز **دمای فعال** می باشد.

۶ - گیاه ... برای تکمیل فعالیت های فنولوژیکی خود تا **پایان فصل** رشد به ... درجه روز **دمای موثر** و ... درجه روز **دمای فعال** نیاز دارد...

۷ - گیاه ... از شروع رشد تا **پایان فصل** رشد به ... روز نیاز دارد.

## ۷ - جدول نیاز سرمایی محصولات استراتژیک

### جدول نیاز سرمایی محصولات تحت پایش اداره هواشناسی کشاورزی کرج

| ردیف | محصول جو   | اداره هواشناسی کشاورزی کرج                  |
|------|--|---|
| ۱    | —  | کل نیاز سرمایی محصول                        |
| ۲    | —  | نیاز سرمایی دریافتی به روش ۷ - ۰            |
| ۳    | —  | نیاز سرمایی دریافتی به روش یوتا             |
| ۴    | —  | تاریخ بیدار شدن یا بهاره سازی               |
| ۵    | —  | میزان کمبود نیاز سرمایی تا ۳۰ بهمن - ۰ تا ۷ |
| ۶    | —  | میزان کمبود نیاز سرمایی تا ۳۰ بهمن - یوتا   |
| ۷    | ۲۹ آبان تا ۱۶ آذر  | زمان رخداد خطر سرمازدگی پاییزه              |
| ۸    | ۲۶ اسفند تا ۳۰ اردیبهشت  | زمان رخداد خطر سرمازدگی بهاره               |
| ۹    | طبق گزارش سازمان جهاد کشاورزی استان البرز در فصل پاییز ۱۴۰۱ هیچگونه گزارش خسارت به بخش کشاورزی ارایه نشده است. | تاریخ خسارت                                 |

## ۸ - تحلیل مراحل فنولوژی محصولات تحت پایش

### ۸ - ۱ - نیازهای آب و هوایی محصول جو

جو گیاهی از خانواده جویان (Poaceae) بوده و در تمام اقلیم های آب و هوایی قابل رشد می باشد. جو گیاهی است مقاوم به شرایط دشوار محیطی و در تمام اقلیمهای آب و هوایی کشور قابل رشد می باشد. در ایران، سابقه زراعت این محصول بسیار طولانی است و اکثر کشاورزان با شرایط کشت و کار آن آشنایی دارند. کمبود آب، وجود دیمزارها، اراضی و آب های نامتعارف در کشور زمینه را برای ترویج زراعت جو فراهم نموده است. دانه، کاه و علوفه سبز جو از دیرباز به عنوان یک خوراک مناسب و قابل دسترس مورد توجه صنعت دامپروری کشور بوده و به هنگام خشکسالی و کم آبی، مددکار خوبی برای دامداران و کشاورزان محسوب می شده با توجه به اهمیت زراعت جو در تغذیه دام و در نهایت تأمین پروتئین مورد نیاز جامعه لزوم توجه بیشتر به این گیاه اساسی از دغدغه های اصلی وزارت جهاد کشاورزی می باشد.

اقلیم بندی مناطق مختلف کشور:

اقلیم بندی بر اساس شرایط آب و هوایی و تغییرات درجه حرارت و ارتفاع از سطح دریا شامل سه اقلیم گرم، معتدل و سرد می باشد که مشخصات هر یک به شرح زیر می باشد:

۱- اقلیم گرم: این اقلیم شامل دو اقلیم گرم و مرطوب شمال و گرم و خشک جنوب می باشد و شامل استانهای گلستان، مازندران، دشت مغان، خوزستان، بوشهر، هرمزگان، فارس، کرمان، سیستان و بلوچستان می باشد. عمده اهداف در این اقلیم شامل تهیه ارقام با تیپ رشد بهاره و زودرس، پریپتانسیل، کودپذیر و متحمل به تنشها می باشد. اقلیم گرم خشک جنوب دارای آب و هوای گرمسیری با زمستانهای مـلایم، بهار کوتاه و گـرم و فـصل گرمـای طولانی بوده و متوسط حداکثر دمای سالیانه ۵۰ درجه سانتیگراد و متوسط حداقل آن ۵- درجه سانتیگراد می باشد و حداقل تعداد روزهای یخبندان کمتر از یک ماه می باشد.

۲- اقلیم معتدل: شامل استانهای اصفهان، یزد، کرمان، مرکزی(ساوه)، سمنان، خراسان جنوبی، مناطقی از لرستان، استان فارس، ورامین و کرج می باشد. متوسط حداقل درجه حرارت این اقلیم حدود ۱۰- درجه سانتیگراد و تعداد روزهای یخبندان ۴۵-۵۰ روز می باشد. عمده اهداف به نژادی در این اقلیم شامل تهیه ارقام با تیپ رشد بهاره مقاوم به سرما و یا تیپ رشد بینابین، زودرس، پریپتانسیل، کودپذیر(مقاوم به ورس)، کیفیت بالا، مقاوم به سرما و عدم حساسیت زیاد به تارخ کاشت، متحمل به شوری و خشکی(محدودیت آب)ومقاوم به بیماریها می باشد.

۳- اقلیم سرد: شامل استانهای همدان، کردستان، آذربایجان شرقی و غربی، اردبیل، خراسان رضوی، اراک، زنجان، قزوین می باشد. اراضی این اقلیم عمدتاً در ارتفاعات بیش از ۱۲۰۰ - ۱۰۰۰ متر از سطح دریا با متوسط حداقل درجه حرارت کمتر از ۱۴- درجه سانتیگراد و تعداد روزهای یخبندان بیش از ۸۰ روز قرار دارد. عمده اهداف به

نژادی در این اقلیم شامل تهیه ارقام زمستانه زودرس و یا بینابین مقاوم به سرما، پرپتانسیل، کودپذیر، کیفیت بالا و مقاوم به تنشها می باشد.

د- نیازها و محدودیتهای جو بر اساس پارامترهای جوی :

#### ۱- دما : Temperature

با فرض اینکه سایر عوامل هواشناسی مؤثر در رویش جو بین حدهای مناسب تغییر نمایند میزان و طول مدت جوانه زدن در دمای صفر تا ۴ درجه سلسیوس شروع می شود. ولی تحت این شرایط جذب آب بسیار آهسته صورت می گیرد. دمای مناسب برای جوانه زدن و ظهور گیاهچه های قوی در سطح خاک بین ۱۲ و ۲۰ درجه سانتیگراد قرار دارد. با چنین دمایی اکثر گیاهچه ها در مدت ۶ تا ۱۰ روز در سطح خاک ظاهر می شوند. دمای متجاوز از ۲۵ درجه سلسیوس به ویژه اگر توأم با کمبود رطوبت خاک باشند برای این فعل و انفعالات نامساعدند. شاخص دمایی برای دوره کاشت - سبز کردن بر حسب جمعهای درجات دمای بالاتر از صفر یا بیشتر از ۵ درجه سلسیوس بترتیب حدود ۱۱۹ و ۶۷ درجه - روز می باشند. دمای خاک بین ۸ و ۱۴ درجه سلسیوس برای پنجه زدن عادی بوته ها مساعد می باشند. دمای زیاد (بیش از ۲۵ درجه سلسیوس) بخصوص اگر توأم با رطوبت کم خاک باشند برای بوته ها خطر ناک هستند. دمای نسبتاً کم ( ۸ تا ۱۴ درجه سلسیوس) مساعد ترند زیرا در چنین شرایطی گره پنجه عمیق تر تشکیل می شود و لذا بوته ها دارای توانائی بهتری برای تهیه آب دارند و در مقابل عوامل بیماری زا نیز بهتر محافظت می شوند.

❖ شاخص های دمایی بر حسب درجه - روز برای دوره سبز کردن تا پنجه زدن عبارتند از :

**الف:** بنا بر عقیده (Ulanova جمع درجات دمای بالاتر از ۵ درجه سلسیوس) :

۶۷ درجه - روز از سبز کردن تا شروع پنجه زدن

۶۷ درجه - روز برای دوره پنجه زدن تا کامل شدن آن ( ۳ تا ۴ پنجه)

۱۳۴ درجه - روز برای تمام دوره سبز کردن تا پنجه زدن (۳ تا ۴ پنجه)

**ب:** بنا بر آمار مشاورین کوانتا ( جمع درجات دمای بالاتر از صفر درجه ) :

۲۱۰ درجه - روز برای دوره سبز کردن تا پنجه زدن

۴۵۰ درجه - روز برای دوره از سبز کرد تا پنجه زدن کامل ( ۳ تا ۴ پنجه )

این شاخصها را تنها باید موقعی مورد استفاده قرار داد که میزان رطوبت خاک رضایت بخش باشد ( بیش از ۳۰ میلیمتر در سطح الارض از صفر تا ۳۰ سانتیمتری). شرایط هواشناسی در طی فصل پائیز شدیداً بر روی مقاومت بوته ها بدرجات سرمای زمستان تأثیر می گذارند. به فرض اینکه شرایط آب و هوائی زمستان برای رشد و نمو بوته ها مساعد باشند و عمل سخت شدن بوته ها بطور عادی انجام شده باشد نباتات می توانند درجات سرمای کمتر از ۲۰- درجه سلسیوس را تحمل کنند. Nosatovski ذکر نموده است که بوته های جو سخت شده می توانند حتی در درجه سرمای ۳۲- درجه سلسیوس



در خاک بدون پوشش برف بدون صدمه سرما زمستان را پشت سر بگذارند. سخت شدن جو زمستانه در دو مرحله انجام می شود اولین مرحله در آغاز پائیز اتفاق می افتد. نیازهای سخت شدن عبارتند از :

❖ روزهای بدون ابر میانگین درجات دمای روزانه بین ۳ تا ۶ درجه سلسیوس با ماکزیمم ۸ تا ۱۰ و مینیمم صفر درجه سلسیوس. دومین مرحله سخت شدن بعد از توقف رشد رویشی موقعی که بوته ها به مرحله خواب نسبی وارد می شوند انجام می گیرد. میانگین درجات سرمای روزانه ۲- تا ۵- درجه سلسیوس با حداقل های تا ۱۰- درجه سلسیوس ممکن است بتدریج باعث کم شدن آب پروتوپلاسم و غلظت قند گردد. پس از کامل شدن مرحله دوم سخت شدن حد مقاومت نبات به ۲۰- تا ۳۰- درجه سلسیوس با توجه به سایر عوامل رویشی افزایش می یابد.

❖ در طی مدت اول بهار تا مرحله به ساقه رفتن مناسبترین میانگین درجات دمای روزانه بین ۸ تا ۱۴ درجه سلسیوس قرار دارد. درجات مناسب برای متمایز شدن و رشد ساقه و ابتدای متمایز شدن خوشه بین ۱۶ تا ۲۴ درجه سلسیوس تغییر می کند. حداکثر میزان رشد ساقه در درجات دمای ۲۶-۲۵ درجه سلسیوس بدست می آید ولی این رشد مطلوب نیست زیرا ساقه های خیلی بلند مقاومت بوته ها را نسبت به خوابیدگی کاهش می دهند .

❖ گل دادن، گرده افشانی و بارور شدن در جو بطور عادی انجام خواهد شد اگر درجه دمای هوا بین ۱۲ تا ۱۵ درجه سلسیوس در شب و ۲۲ تا ۲۷ درجه سلسیوس در روز متغیر باشد. با این وجود مناسبترین دما بین ۲۰ تا ۲۳ درجه سلسیوس قرار دارند. در دمای کمتر ( زیر ۹ درجه سلسیوس) کیسه های گرده نمی توانند باز شوند تا دانه های گرده را رها سازند. در دماهای خیلی زیاد ( بالاتر از ۳۵ درجه سلسیوس) با رطوبت نسبی کم (کمتر از ۳۰ درصد) عمل تلقیح به دلیل پژمرده شدن کلاله در گل ماده نمی تواند انجام شود. با رطوبت نسبی ( بیش از ۵۰ درصد) و رطوبت خاک کافی گل دادن و عمل تلقیح بطور عادی انجام می شوند حتی اگر دمای هوا نسبتاً بالا باشد ( بیش از ۳۵ درجه سلسیوس).

بعد از انجام عمل تلقیح در طی دوره ذخیره مواد خشک درجه دمای مناسب در حدود ۲۱ تا ۲۲ درجه (میانگین روزانه) می باشد. اگر درجه دمای شدیداً بالا و توأم با هوای خشک و رطوبت غیر کافی در خاک باشد عملیات رسیدن تسریع شده و رطوبت بذر در شرایط غیر عادی کاهش پیدا می کند و منجر به چروکیدگی دانه ها می شود.

## ۲- نور :

جو به گروه محصولات روز بلند با نیاز به نور نسبتاً زیاد تعلق دارد. حساسیت بوته ها به نور در طی مراحل اولیه رشد زیاد تر است. علاوه بر سایر عوامل آب و هوایی، نور بر روی عمق تشکیل گره پنجه مؤثر است. لذا در روزهای بدون ابر (ابر کمتر از ۳۰ درصد) گره پنجه عمیقتر از روزهای ابری تشکیل شده و سبب تأمین سیستم آبرسانی بهتر برای بوته و جلوگیری از صدمه دیدن بوته در موقع شرایط نامساعد هواشناسی یا عوامل بیماری زا می گردد. وجود یک نور شدید برای تأمین غلظت قند در سلول ها و لذا افزایش مقاومت به یخبندان های زمستانه ضروری است. روزهای بدون ابر و سرد در آخر پائیز برای فعل و انفعالات سخت شدن بوته ها مناسبترین شرایط اند. کمبود نور در طی مدت زمستان که بوسیله پوشش برف ایجاد می شود امکان دارد منجر به صدمه دیدن بوته ها یا حتی از بین رفتن آنها گردد. تحت این شرایط کاهش شدید کربو هیدراتها از طریق تنفس بروز می کند. چون فعل و انفعالات فتوسنتز دیگر نمی تواند انجام شود بوته ها از مواد غذایی تهی شده و اگر این شرایط مدت طولانی دوام داشته باشد ممکن است موجب تلف شدن آنها گردد. نور

همچنین تأثیر زیادی بر روی مقاومت ساقه ها به خوابیدگی دارد. لذا مزارع ای که خیلی متراکم کشت شده باشند تنها نور کمی می تواند به قسمت پائین ساقه ها نفوذ کند خوابیدگی محصول به دلیل رشد مکانیکی ضعیف بافتهای ساقه روی می دهد. بیشترین حساسیت را بوته ها به طول روز در طی مراحل اولیه متمایز شدن خوشه نشان می دهند. در طی این مدت تعداد ساعات روشنائی روزانه بر روی کوتاه کردن یا طولانی کردن مرحله تشکیل خوشه و سپس رشد آن تأثیر می گذارد. روزهای بلند تر از ۱۴ ساعت عمل تشکیل خوشه را تسریع کرده ولی موجب کاهش در تعداد خوشه چه ها و دانه های پر خوشه و در نتیجه میزان عملکرد می گردد. در شرایط ایران نور از نقطه نظر ترکیب و میزان کل انرژی معمولاً به عنوان یک عامل محدود کننده برای کشت جو محسوب نمی شود.

## ۲ - ۸ - مراحل فنولوژی رشد محصول جو

### ۱- جوانه زدن Germination

دانه جو پس از جذب آب به میزان ۴۰ تا ۵۰ درصد وزن خشک خود و به شرط فراهم بودن سایر شرایط از نظر دما و تهویه مناسب جوانه می زند.

❖ حد مطلوب دمای برای جوانه زدن جو بین ۲۰ تا ۲۲ درجه سلسیوس گزارش شده است. متخصصین زراعت و فیزیولوژیست ها نیز بر مطلوب بودن این درجات دمای برای جوانه زدن جو تأکید دارند. هر چه دمای پائین تر رود سرعت جوانه زدن کاهش می یابد؛ و در دمای کمتر از ۴ درجه سلسیوس این فرآیند کاملاً متوقف خواهد شد. در دمای بالاتر از ۲۲ درجه سلسیوس جوانه زدن جو نامنظم می شود و بذر جوانه زده نیز مورد هجوم عوامل بیماری زا قرار خواهد گرفت. کریمی هادی بیان داشت که حداقل دما برای جوانه زدن جو بین ۳ تا ۴ درجه سلسیوس و حداکثر آن ۲۵ تا ۳۰ درجه سلسیوس است؛ درحالی که حداقل دما برای جذب مواد غذائی بین ۳ تا ۵ درجه سلسیوس می باشد. همچنین جو در دمای بین ۱۲ تا ۱۵ درجه سلسیوس خیلی خوب جوانه زده بطور عادی به ساقه می رود. فیشر اظهار داشت که دمای بالا ( بین ۲۵ تا ۳۵ درجه سلسیوس) در زمان کاشت جوانه زدن را مختل می کند. خواجه پور بیان نمود که دمای مناسب برای جوانه زدن ۱۵ درجه سلسیوس می باشد. بذر جو در محدوده دمای ۴ تا ۳۷ درجه سلسیوس قدرت جوانه زدن را دارد و دمای مطلوب برای این مرحله بین ۲۲ تا ۲۵ درجه سلسیوس می باشد. مهاجرانی میلانی بیان داشت: دمای مناسب برای جوانه زدن و ظهور گیاهچه های قوی بین ۱۲ تا ۲۰ درجه سلسیوس است؛ در حالی که حداکثر دما را برای این مرحله ۲۵ درجه سلسیوس اعلام کرد. وی اضافه نمود: حداقل درجه دمای برای جوانه زدن بذور جو و جو بین صفر تا ۱- درجه سلسیوس است؛ که در این دما جوانه زدن بکندی صورت می گیرد. وی دمای مطلوب را برای جوانه زدن ۱۴ تا ۲۰ و حداکثر آن را ۲۵ تا ۳۵ درجه سلسیوس معرفی نموده و درجات دمای اخیر الذکر را برای فعل و انفعالات بیولوژیکی نامساعد اعلام داشت. یوپادهی یایا و روالی حداکثر دمای را برای جوانه زدن جو ۳۲ درجه سلسیوس اعلام داشتند.

❖ با توجه به نظریات ارائه شده می توان ۴ و ۲۵ درجه سلسیوس را به ترتیب به عنوان دماهای حداقل و حداکثر و نیز دمای ۱۲ تا ۲۲ درجه سلسیوس را دمای مطلوب برای جوانه زدن جو معرفی نمود.

❖ اگر شرایط رطوبتی و تهویه خاک مناسب باشد با افزایش درجه دمای خاک تا حد معینی جوانه زدن تسریع می گردد. جذب رطوبت بوسیله بذر با افزایش دما مستقیماً ارتباط دارد. لذا بذرهایی کاشته شده در خاک دارای ۹۰ درصد رطوبت قابل نگه داری در ظرف ۲۴ ساعت در دمای ۲۴ درجه سلسیوس دو برابر میزان آب جذب شده در درجه دمای ۴

درجه سانتیگراد آب جذب می کند. بعضی اوقات بذرها رطوبت قبلاً جذب شده خود را از دست می دهند. لذا تحت شرایط کمبود شدید رطوبت خاک (زیر ۳۰ درصد رطوبت قابل دسترس) درجات دمای پائین تر (مثلاً ۱۶ - ۱۴ درجه سلسیوس) برای جذب رطوبت فعل و انفعالات جوانه زدن بذر مناسبترند.

❖ بذور در حال جوانه زدن اگر برای مدت کوتاهی خشکی ببینند نمی میرند بلکه به محض افزایش رطوبت خاک مجدداً برشد خود ادامه می دهند. ولی توسعه بعدی آنها از بذوری که بطور عادی جوانه زده اند ضعیف تر خواهد بود. رطوبت بیش از حد ( بالاتر از ۸۰ درصد ظرفیت مزرعه) مانع وجود هوا در ناحیه جوانه زدن بذر می شود و موجب صدمه بذر یا از بین رفتن آن می گردد بویژه در شرایطی که درجه دمای رو به افزایش باشد. اگر حداقل رطوبت خاک از ۴۰ درصد رطوبت قابل دسترس کمتر نباشد ( حدود ۲۰-۱۵ میلیمتر آب در لایه روئی) و هوای کافی موجود باشد طول مدت کاشت تا ظهور گیاهچه در سطح خاک با درجه دمای روزانه تعیین می گردد.

## ۲- سبز شدن و پنجه زدن :

داشتن وضعیت سبز مناسب و پوشش گیاهی مطلوب از اهمیت خاصی برخوردار است. همان طوری که می دانیم برجستگی دو گانه Double ridges stage در این دوره اتفاق افتاده و حساسترین مرحله رشد و نمو جو نسبت به گرما شناخته شده است.

برای دستیابی به حداکثر عملکرد بایستی این دوره با سردترین دوره فصل رشد منطبق گردد. جیمز کوک و راجر بیان داشتند: زمانی که حداکثر دمای روزانه در مرحله پنجه زدن (۵ تا ۷ برگی) از ۱۷ تا ۱۸ درجه سلسیوس تجاوز کرد عملکرد قابل دسترسی جو بهاره در شمال غربی داکوتا و شرق مونتانا کاهش یافت. کریمی اظهار داشت که پنجه زدن در دمای بین ۱۰ تا ۱۲ درجه سلسیوس بهتر انجام می گیرد. مهاجرانی میلانی حداقل دمای را برای رشد فعال ۵ درجه سلسیوس اعلام داشته است. وی میانگین دمای مطلوب روزانه برای تشکیل گره پنجه بین ۸ تا ۱۴ درجه سلسیوس و حداکثر دما برای تأمین حداکثر میزان رشد را در این مرحله بین ۲۰ تا ۲۵ درجه سلسیوس معرفی کرد.

❖ با توجه به این عقاید به نظر می رسد که دماهای ۴ تا ۲۰ درجه سلسیوس به ترتیب به عنوان حداقل مطلوب و حداکثر دما برای این مرحله می باشند.

به غیر از درجه دمای عوامل هواشناسی دیگری که بر روی سبز شدن و پنجه زدن اثر ویژه ای دارند به شرح زیر می باشد:

❖ دما و رطوبت خاک :

برای رشد عادی گیاه لازم است در فاصله سربرآوردن آن از خاک تا هنگام پنجه زنی دمای خاک ۸ تا ۱۴ درجه سلسیوس و میزان رطوبت خاک مشابه دوره جوانه زنی باشد.

❖ روشنائی :

در طی این مرحله نور باید به اندازه کافی باشد زیرا روزهایی که هوا صاف است گره ساقه دهنده در عمق بیشتری تشکیل شده و به این ترتیب خطر از میان رفتن گیاه کاهش می یابد.

❖ جمع واحدهای دمایی :

واحد های دمایی مورد نیاز برای این مرحله با توجه به منابع مختلف بشرح زیر می باشد:

مجموع واحد های دمایی با توجه به آماری که در رومانی توسط Ulanova محاسبه شده بترتیب زیر می باشد:  
بنابر محاسبات Ulanova این واحد های دمایی  $T \geq 5$  به قرار زیر می باشد:  
الف: برای مدت سر برآوردن از خاک تا آغاز پنجه زدن: ۶۷ درجه - روز  
ب: برای مدت آغاز پنجه زدن تا پنجه زدن کامل (۳ تا ۴ پنجه پدیدار گردد): ۶۷ درجه - روز  
ج: برای تمام مدت سر برآوردن از خاک تا پنجه زدن ( ۳ تا ۴ پنجه ): ۱۳۴ درجه - روز

### ۳- ساقه دهی یا طول شدن ساقه Stem elongation

مراحل مختلف رشد و نمو گیاه جو نیاز مند دمای متفاوت جهت حداکثر تولید می باشد. مهاجرانی میلانی دمای مناسب را برای رشد ساقه و ابتدای تمایز سنبله بین ۱۶ تا ۲۴ درجه سلسیوس معرفی کرد. وی دمای مناسب برای مرحله تمایز ساقه و سنبله را بین ۱۰ تا ۱۶ درجه سلسیوس و حداکثر دمای را برای رشد ساقه بین ۱۸ تا ۲۰ درجه سلسیوس اعلام داشته است. جیمز کوک و راجر بیان داشتند: حداکثر دمای روزانه محیط در طول مرحله انتقال از دوره رویشی به دوره زایشی از ۲۵ درجه سلسیوس نباید تجاوز کند. چه این که دمای بالاتر حتی برای مدت کوتاه (چند روز متوالی) باعث تشکیل سنبلچه های کمتر در سنبله می گردد. در این مرحله از نمو جو تعیین دمای ۴ درجه سلسیوس به عنوان حداقل و ۱۰ تا ۱۶ درجه سلسیوس به عنوان دمای مطلوب و بالاخره ۲۰ درجه سلسیوس به عنوان حداکثر دما منطقی بنظر می رسد.

❖ از دیگر پارامترهای هواشناسی کشاورزی که بر روی این مرحله تأثیر گذار است، نور می باشد. نور بر روی مقاومت ساقه در مقابل خوابیدگی تأثیر زیادی دارد. لذا موقعی که محصول با تراکم زیاد کاشته شده باشد نور به آسانی نمی تواند نفوذ کرده و به پائین ساقه ها برسد در چنین وضعی اغلب امکان دارد خوابیدگی محصول در مزرعه مشاهده شود. ساقه های رشد کرده تحت چنین شرایطی دارای بافتهای چوبی بسیار نازکی هستند.

### ۴- خوشه رفتن:

❖ در آخر مرحله رشد ساقه خوشه ها از غلاف آخرین برگ بیرون می آیند و مرحله به خوشه رفتن آغاز می شود. در طی این مرحله میانگین درجه دمای روزانه بین ۲۰ تا ۲۲ درجه سلسیوس یک نور شدید و رطوبت کافی در خاک مساعد ترین شرایط جوی برای رشد و نمو بوته ها می باشند. بیشترین حساسیت را بوته ها به طول روز در طی مرحله اولیه متمایز شدن خوشه نشان می دهند. در طی این مدت تعداد ساعات روشنایی روزانه بر روی کوتاه کردن یا طولانی کردن مرحله تشکیل خوشه و سپس رشد آن تأثیر می گذارد. روزهای بلند تر از ۱۴ ساعت عمل تشکیل خوشه را تسریع می کند ولی موجب کاهش در تعداد خوشچه ها و دانه های پر خوشه و در نتیجه میزان عملکرد می گردد.

### ۵- گلدهی و گرده افشانی :

❖ جیمز کوک و راجر بیان داشتند: گلها در دمای بین ۱۳ تا ۲۶ درجه سلسیوس باز می شوند و گلدهی معمولاً در دمای پائین تر از ۱۳ درجه سلسیوس متوقف می گردد. در زمان گرده افشانی دمای بالا ممکن است باعث عقیمی گلها بشود. دمای مطلوب برای تلقیح بین ۱۸ تا ۲۴ درجه سلسیوس است. حداقل دمای برای انجام گرده افشانی ۱۰ و حداکثر ۳۲ درجه سلسیوس گزارش شده است. واردلا و همکاران بیان داشتند دمای مناسب در مرحله گرده افشانی و باروری

۲۷/۱۵ (دمای شب/دمای روز) و ۲۲/۱۲ درجه سلسیوس است. کریمی بیان داشت: ظهور سنبله در دمای بین ۱۸ تا ۳۲ درجه سلسیوس بهتر انجام می‌گیرد. مهاجرانی میلانی بیان داشت: دمای مناسب در مرحله ظهور سنبله بین ۲۰ تا ۲۳ درجه سلسیوس؛ و در دمای کمتر از ۹ و بالاتر از ۳۵ درجه سلسیوس چنانچه با رطوبت نسبی کمتر از ۳۰ درصد همراه شود به علت پژمرده شدن کلاله عمل باروری و تلقیح گلها انجام نمی‌گیرد. بدیهی است در چنین شرایطی اگر رطوبت نسبی هوا بیش از ۵۰ درصد باشد عمل تلقیح بطور عادی صورت خواهد گرفت. نامبرده درجه دمای مناسب را برای باز شدن گلها (گرده افشانی) بین ۶ تا ۷ درجه سلسیوس و حداقل دما را برای باز شدن کیسه های گرده، بین ۹ تا ۱۰ درجه سلسیوس و دمای مناسب را برای این مرحله بین ۲۲ تا ۲۷ درجه سلسیوس اعلام کرده و اضافه نمود: دمای ۳۵ درجه سلسیوس برای گرده افشانی و تلقیح نامطلوب است. قاسم الخطیب و پاولسن بیان داشتند: دمای مناسب برای گرده افشانی و رسیدن دانه ۲۲/۲ (دمای شب/دمای روز) درجه سلسیوس است. سینی و اسپینال اظهار داشتند: دمای ۳۰ درجه سلسیوس در تمام شبانه روز به مدت یک روز و یا دمای ۳۰/۲۰ درجه سلسیوس به مدت ۳ شبانه روز تعداد دانه در سنبله و نیز دانه بندی را بطور قابل توجهی کاهش می‌دهد.

❖ از جمع بندی نظریات فوق می‌توان نتیجه گیری نمود که در مرحله ظهور سنبله و گرده افشانی جو حداقل دما ۹ درجه سلسیوس و حداکثر بین ۲۷ تا ۳۲ درجه سلسیوس می‌باشد؛ در حالی که دمای مطلوب برای این مرحله و مرحله دانه بندی بین ۱۸ تا ۲۳ درجه سلسیوس است.

#### ۶- پر شدن دانه و رسیدن کامل :

جو از جمله گیاهان رشد محدود است. بدین معنی که در پایان گل دهی و شروع پر شدن دانه رشد رویش متوقف و مواد فتوسنتزی بطور مستقیم یا از طریق انتقال مجدد از ساقه و برگ به سمت مقصد نهایی یعنی دانه منتقل شده در آنجا اندوخته می‌گردد. در این مرحله تأمین شرایطی محیطی مناسب نظیر درجه دمای رطوبت و مواد غذایی جهت طولانی تر شدن دوره انتقال مواد به دانه از اهمیت خاصی برخوردار است. توریو تاشیرو و واردلاو بیان داشتند: میزان دمای بحرانی برای شروع کاهش وزن دانه جو در مرحله رشد دانه (گرده افشانی تا رسیدن) معادل ۱۷.۷ درجه سلسیوس است. دهیلون و اورتیزموناستریو اظهار داشتند: در ارقام جو مورد بررسی (PBW34، PBW154 و PBW226) در طول مدت ۳۰ روز بعد از گرده افشانی با افزایش دمای به بالاتر از ۱۸.۷، ۱۸.۴۷ و ۱۷.۲۶ درجه سلسیوس (به ترتیب برای ارقام) وزن هزار دانه کاهش یافته است. برای رشد و نمو رضایت بخش دانه فصل رشد سرد و مرطوب و به دنبال آن یک دوره ۶ تا ۸ هفته ای با آسمان صاف و هوای خشک و گرم با متوسط ۱۸ تا ۱۹ درجه سلسیوس جهت رسیدن دانه لازم است. برای ذخیره ماده خشک در بذر میانگین دمای مطلوب روزانه بین ۲۱ و ۲۲ درجه سانتیگراد است. هرگاه درجه دمای بالا توأم با هوای خشک و رطوبت غیر کافی در خاک باشد فرآیند رسیدن دانه تسریع یافته رطوبت بذر سریعتر کاهش می‌یابد که نهایتاً "منجر به چروکیدگی دانه می‌شود. آسانا و ویلیامز بیان داشتند: دمای روز در طول دوره پر شدن دانه تأثیر عمده داشته و افزایش آن از ۲۵ به ۳۱ درجه سلسیوس موجب ۱۶ درصد کاهش در اندازه دانه می‌گردد. همانطور که ملاحظه شد در این زمینه نظریات متعدد (و بعضاً متضاد) ارائه شده است؛ اما به نظر می‌رسد که برای این مرحله از رشد حداقل درجه دمای ۹ درجه دمای مطلوب بین ۱۷.۷ تا ۲۲ و بالاخره حداکثر ۲۵ درجه سلسیوس را می‌توان معرفی نمود.

### ۳ - ۸ - تحلیل وضعیت فنولوژی و بیومتری محصول جو بر اساس پارامترهای جوی

با عنایت به اینکه محصول مورد مطالعه در اداره هواشناسی کشاورزی کرج، جو واریته گوهران می باشد، که این محصول بصورت خشکه کاری کشت شده و اولین آبیاری آن در تاریخ ۶ آبان ماه سال جاری انجام شده است و با توجه به اینکه در کشت خشکه کاری همیشه تاریخ اولین آبیاری بعنوان تاریخ کاشت در نظر گرفته می شود، لذا ۶ آبانماه تاریخ کاشت در نظر گرفته ایم.

از نظر وضعیت جوی بدلیل اینکه در مهر ماه بارشی نداشتیم، و در ماه های آبان نزولات جوی کمتر از مقدار سال گذشته و بلند مدت بوده و در آذرماه نیز مقدار بارش نسبت به سال گذشته و بلند مدت کم بود، لذا با آبیاری مرتب و به موقع کمبود رطوبت مورد نیاز گیاه جبران گردید، بنابراین محصول مورد نظر از نظر رطوبت و آبیاری دچار تنش و کمبودی نگردیده و اما با بررسی وضعیت دمایی نیز می توان گفت که مهرماه از مدت مشابه سال قبل و بلند مدت گرمتر بوده و در بررسی وضعیت دمایی آبان ماه بطور کلی در مقایسه با بلند مدت و سال گذشته محصول مورد بررسی ماه خنک تری را سپری نموده، اما برخلاف دو ماه قبل در آذر ماه هم نسبت به سال گذشته سردتر و نسبت به نرمال های بلند مدت گیاه گرمای بالاتری را دریافت نموده است. از آنجایی که خیلی مهم است که تاریخ کاشت غلات را طوری انتخاب کنیم تا در پاییز رشد کافی نموده و مرحله پنجه زدن خود را قبل از فرا رسیدن سرمای شدید در زمستان کامل کند، در این صورت از خطر سرما زدگی در امان خواهد بود. در عین حال وجود ماه های گرم یا رخ ندادن سرما های لازم نیز برای گیاه خطراتی را در بر خواهد داشت.



عکس ۱: مزرعه جو - گوهران در مرحله پنجه زنی کامل - اداره هواشناسی کشاورزی کرچ





عکس ۲: مزرعه جو - گوهران در مرحله پنجه زنی کامل - اداره هواشناسی کشاورزی کرج



## ۹ - جمع بندی (توصیه برای آینده)

با توجه به وضعیت دمایی (بالابودن میزان دما) پاییز در سطح استان، که عدم رخداد سرمای مورد نیاز و وقوع سرما های زود رس پاییزه را در پی خواهد داشت، لذا مراحل فنولوژی و رشد محصول با شرایط جوی و اقلیمی هماهنگ نبوده که باعث می شود اکثر اوقات به اصطلاح محصول مورد بررسی جلوتر از فصل باشد که این موضوع خود موجب خواهد شد رشد گیاه نسبت به روند معمول، با سرعت بیشتری صورت گرفته و گیاه زود تر و با خواب کمتر دوره های مذکور را پشت سر بگذارد، طبیعتاً در عملکرد نهایی و همچنین کیفیت محصول تولید شده تأثیراتی خواهد گذاشت.

با توجه به مطالعات انجام شده و اهمیت استراتژیک کشت محصولات زراعی خصوصاً گندم و جو ضروری است که با بازنگری های مجدد جهت تعیین بهترین تاریخ کشت این گیاه با انجام مطالعات دقیق مطابق با آب و هوای منطقه و تطبیق آن با مراحل فنولوژیک گیاه انجام گردد. این کار منجر به افزایش بهره‌وری و کیفیت محصولات زراعی در استان البرز خواهد شد.

از سوی دیگر دست‌اندرکاران حوزه کشاورزی و برنامه‌ریزان کلان کشور می‌توانند با مطالعه کشت‌های زود هنگام یا دیر هنگام این محصول در مناطق مختلف کشور، تأثیرات کیفیتی و کمیتی آن را مشخص نمایند، تا در سیاست‌گذاری‌های کلان لحاظ نمایند.