



فصلنامه هواشناسی کشاورزی

تهیه و تدوین :

اداره کل هواشناسی استان البرز

اداره هواشناسی کشاورزی کرج



بهار ۱۴۰۲



- ✓ کاهش ریسک تولید و آسیب پذیری در مقابل مخاطرات جوی و اقلیمی
- ✓ آمادگی لازم برای واکنش سریع در مقابل تغییرات مخرب جوی
- ✓ ایجاد زمینه مناسب برای بهینه سازی تولیدات کشاورزی
- ✓ افزایش کمی و کیفی تولیدات کشاورزی

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

شماره تماس مسئول مکاتبه : ۰۲۶۳۲۷۵۶۶۴۵

دورنگار: —

چکیده

بر اساس پیش بینی های فصلی صادر شده، بارش های استان البرز برای چهار ماهه آتی (فروردین، اردیبهشت، خرداد و تیر ماه) فقط نیمه اول اردیبهشت ۱ تا ۲ میلیمتر بالاتراز نرمال بوده و مابقی در حد نرمال بوده و از نظر دمایی نیز پیش بینی میگردد که در فروردین و اردیبهشت در حد نرمال و در ماه های خرداد و تیر ۱/۰-۰/۵ درجه بالاتر از نرمال افزایش داشته باشد.

بر اساس شاخص خشکسالی SPEI دوره سه ماهه منتهی به اسفندماه ۱۴۰۱، به دلیل بارش های مناسب چه از لحاظ مقدار و چه از نظر توزیع بارش، اغلب نقاط استان در وضعیت نرمال بسر برده و بعضی از شهرستان های استان مانند اشتهارد، بخشهایی از طالقان و ساوجبلاغ خشکسالی خفیف را تجربه نموده اند، اما با بررسی نقشه خشکسالی دوره ۶ ماهه منتهی به اسفند ۱۴۰۱ بدلیل بارش های بسیار کم در پاییز وضعیت خشکسالی استان به مراتب حاد بوده و بیشتر سطح استان در طیف خشکسالی بسیار شدید و شدید بسر می برند.

شاخص درجه روز (GDD) گیاه جو برای فصل زمستان، با توجه به اینکه نمودار دمای بلند مدت با نمودار دمای کوتاه مدت بر هم منطبق نمی باشند، بلکه اندکی اختلاف 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 در یافت دمای بیشتر، رشد در حد نرمال بوده است، اما با ید به این نکته توجه داشت که کاشتهای زود و یا دیر هنگام باعث افزایش خسارت در اثر سرما های زود رس احتمالی در زمستان و سرماهای دیررس در بهار خواهد شد، ولی در کاشتهای دیر ریسک خسارت شدیدتر خواهد بود.

بیشترین میانگین دمای روزانه مربوط به مرحله کاشت تا جوانه زدن و کمترین میانگین دمای روزانه مربوط به مرحله پنجه زنی کامل می باشد. بلندترین دوره رشد مربوط به مرحله پنجه زنی کامل و کوتاهترین دوره رشد مربوط به مرحله کاشت تا جوانه زدن است. مطالعات فنولوژی انجام شده بر روی جو نشان می دهد که کشت محصول در این منطقه اگرچه دیر انجام شده است اما بدلیل بالا بودن دمای 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 داشته و بالاتر از خط بلند مدت (خط آبی رنگ) بوده که بیانگر این است که روند دمایی در سال جاری، با روند بلند مدت اختلاف داشته که با توجه به بالا بودن وضعیت دمایی در سطح استان، و بارش های مناسب و وجود آب در دسترس کافی، مراحل رشد رویشی در حد معمول انجام گردید.

فهرست

عنوان	شماره صفحه
۱ - مقدمه	۱
۲ - جدول اطلاعات اقلیمی	۲
۳ - پیش‌بینی فصلی بارش و دمای هوا	۴
۴ - پایش خشکسالی کشاورزی	۸
۵ - نمودارهای درجه روز رشد (GDD)	۱۲
۶ - جداول نیاز حرارتی محصولات تحت پایش	۱۴
۷ - جدول نیاز سرمایی محصولات استراتژیک	۱۷
۸ - تحلیل مراحل فنولوژی محصولات تحت پایش	۱۸
۹ - جمع بندی (توصیه برای آینده)	۲۸

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، صیفی‌جات، 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 بهار برابر است با ۷۰/۱

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

فروردین ۱۴۰۲						
۱۰۰	۵۰	۳۰	۲۰	۱۰	۵	میانگین دمای خاک
۱۳/۷	۱۴/۸	۱۳/۹	۱۴/۴	۱۴/۲	۱۴/۴	
۱۰۰	۵۰	۳۰	۲۰	۱۰	۵	میانگین رطوبت خاک
۱۰/۰	۱۶/۰	۲۵/۰	۲۴/۸	۲۸/۹	۲۸/۹	
اردیبهشت ۱۴۰۲						
۱۰۰	۵۰	۳۰	۲۰	۱۰	۵	میانگین دمای خاک
۱۷/۹	۲۳/۲	۲۱/۳	۲۲/۶	۲۲/۲	۲۳/۱	
۱۰۰	۵۰	۳۰	۲۰	۱۰	۵	میانگین رطوبت خاک
۱۰/۰	۱۶/۰	۲۴/۹	۱۹/۳	۲۳/۵	۱۹/۸	
خرداد ۱۴۰۲						
۱۰۰	۵۰	۳۰	۲۰	۱۰	۵	میانگین دمای خاک
۲۲/۰	۲۵/۹	۲۶/۶	۲۷/۹	۳۰/۲	۲۸/۵	
۱۰۰	۵۰	۳۰	۲۰	۱۰	۵	میانگین رطوبت خاک
۱۰/۰	۱۶/۰	۲۵/۰	۱۷/۰	۲۲/۰	۲۰/۰	

۲ - ۲ - جدول اطلاعات اقلیمی ماهانه فصل بهار

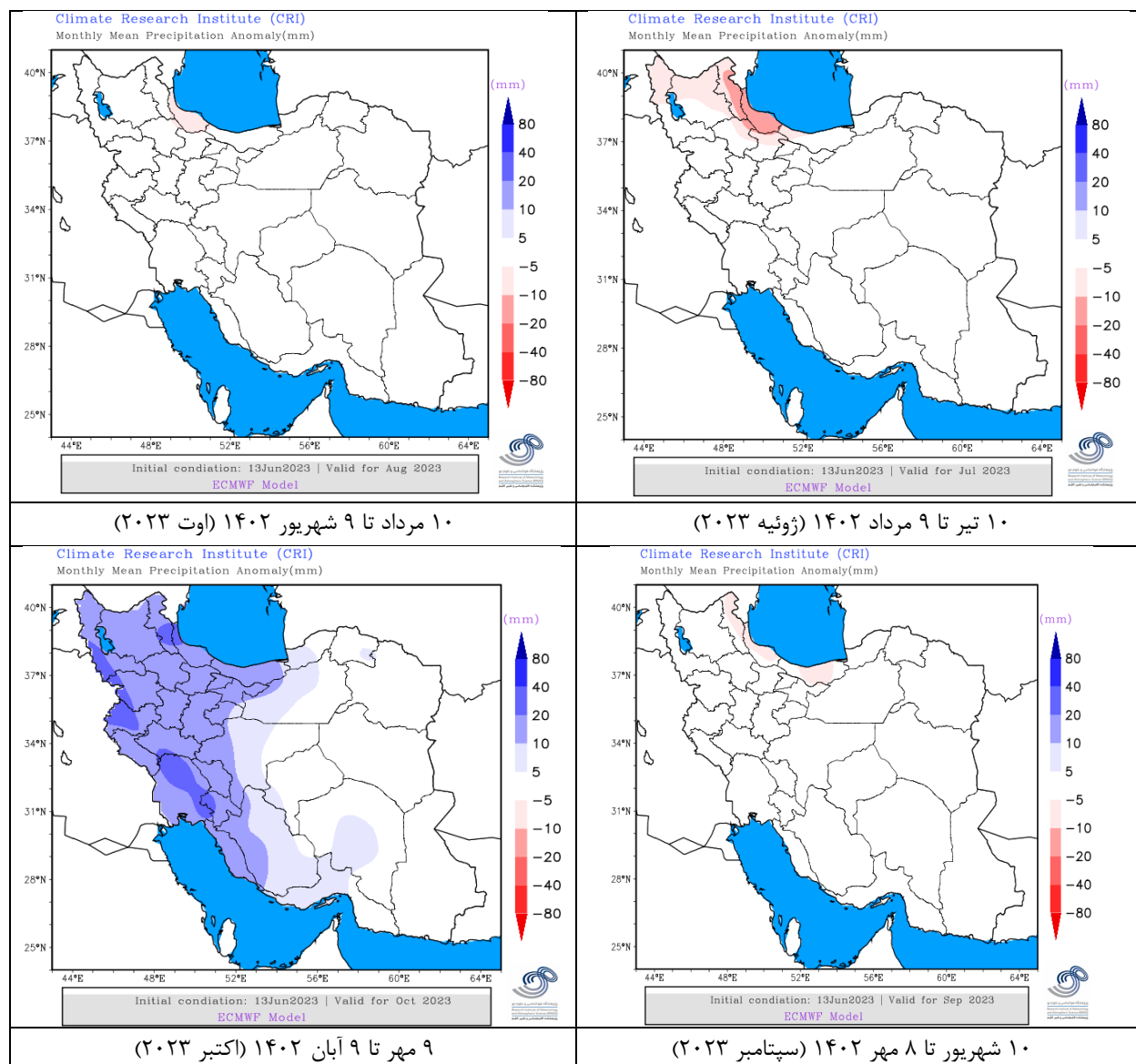
اداره هواشناسی کشاورزی کرج					
فروردین ۱۴۰۲	سال جاری	سال گذشته	بلند مدت	اختلاف با سال گذشته	اختلاف با بلند مدت
مجموع بارش	۳۵/۷	۷/۴	۳۵/۹	۲۸/۳	-۰/۲
مجموع تبخیر	۱۱۷	۱۳۰	۸۸	-۱۳	۲۹
مجموع ساعت آفتابی	۲۵۵	۲۵۴/۴	۲۲۳/۷	۰/۶	۳۱/۳
بیشینه سرعت باد	۲۱	۲۱	۲۵	۰	-۴
میانگین دما	۱۴/۰	۱۴/۹	۱۲/۶	-۰/۹	۱/۴
میانگین دمای کمینه	۷/۸	۸/۰	۶/۷	-۰/۲	۱/۱
میانگین دمای بیشینه	۲۰/۱	۲۱/۷	۱۸/۶	-۱/۶	۱/۵
میانگین رطوبت نسبی	۴۶	۳۷	۴۷	۹	-۱
اردیبهشت ۱۴۰۲	سال جاری	سال گذشته	بلند مدت	اختلاف با سال گذشته	اختلاف با بلند مدت
مجموع بارش	۸/۹	۱۸/۲	۲۶/۸	-۹/۳	-۱۷/۹
مجموع تبخیر	۲۵۳/۲	۲۱۸/۳	۱۹۱/۵	۳۴/۹	۶۱/۷
مجموع ساعت آفتابی	۳۰۴/۲	۲۶۸/۵	۲۵۷/۵	۳۵/۷	۴۶/۷
بیشینه سرعت باد	۲۰	۱۷	۳۰	۳	-۱۰
میانگین دما	۱۹/۵	۱۹/۰	۱۷/۸	۰/۵	۱/۷
میانگین دمای کمینه	۱۱/۹	۱۱/۹	۱۱/۱	۰	۰/۸
میانگین دمای بیشینه	۲۷/۱	۲۶/۱	۲۴/۵	۱/۰	۲/۶
میانگین رطوبت نسبی	۳۶	۴۴	۴۵	-۸	-۹
خرداد ۱۴۰۲	سال جاری	سال گذشته	بلند مدت	اختلاف با سال گذشته	اختلاف با بلند مدت
مجموع بارش	۲۵/۵	۰/۵	۷/۴	۲۵/۰	۱۸/۱
مجموع تبخیر	۳۳۵/۹	۳۱۷/۵	۲۹۴/۶	۱۸/۴	۴۱/۳
مجموع ساعت آفتابی	۳۱۲/۹	۳۴۸/۱	۳۳۱/۴	-۳۵/۲	-۱۸/۵
بیشینه سرعت باد	۲۳	۲۱	۲۵	۲/۰	-۲/۰
میانگین دما	۲۴/۹	۲۵/۲	۲۳/۴	-۰/۳	۱/۵
میانگین دمای کمینه	۱۷/۰	۱۷/۵	۱۵/۶	-۰/۵	۱/۴
میانگین دمای بیشینه	۳۲/۷	۳۲/۸	۳۱/۱	-۰/۱	۱/۶
میانگین رطوبت نسبی	۳۷	۲۷	۳۵	۱۰	۲

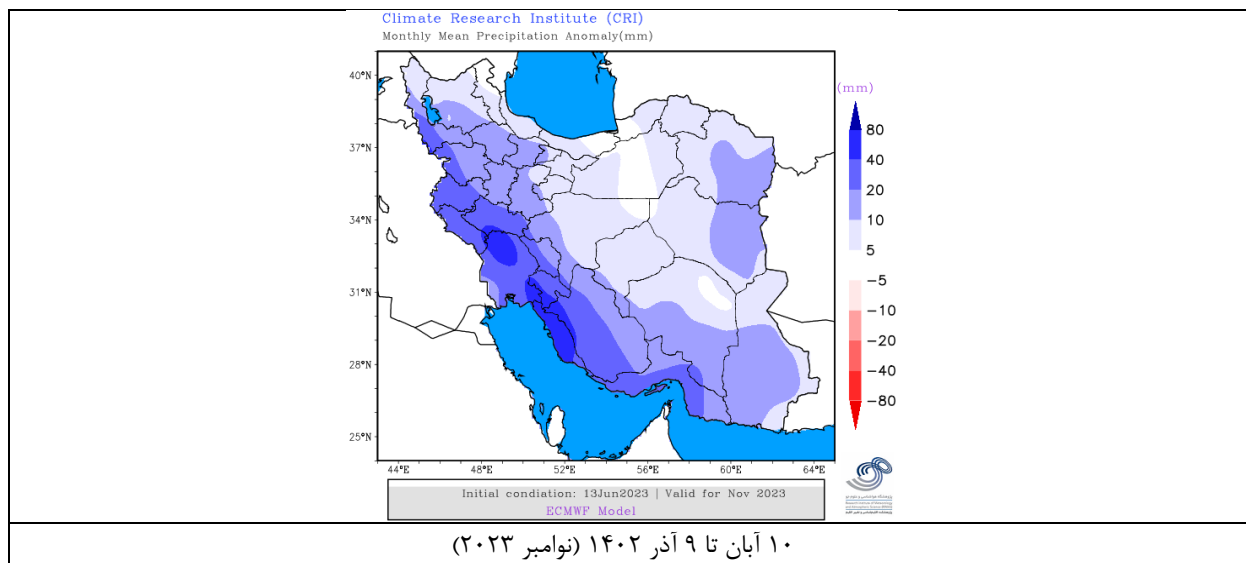
۳ - پیش‌بینی فصلی بارش و دمای هوا

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

از دهم آبان	از دهم مهر	از دهم شهریور	از دهم مرداد	از دهم تیر	اداره هواشناسی کشاورزی کرج
۹/۷	۱۶/۹	۲۲/۴	۲۶/۸	۲۷/۵	میانگین دما
۳۲/۶	۱۸/۹	۱/۲	۲/۲	۳/۳	مجموع بارش

۳-۲ - پیش‌بینی بارش بلند مدت



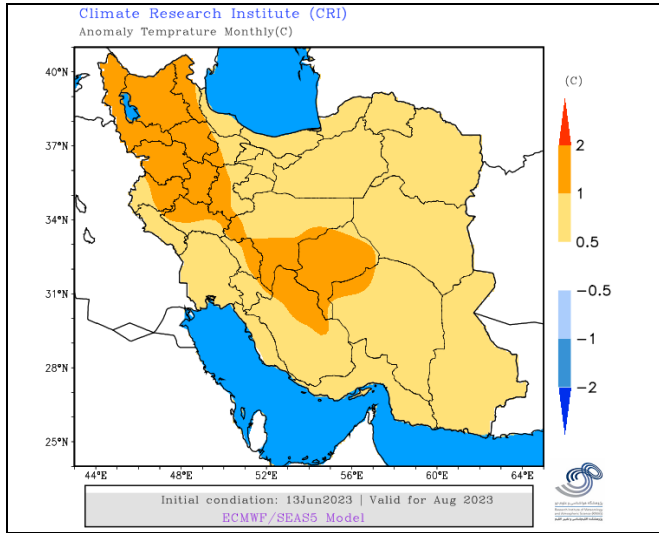


شکل : پیش‌بینی انحراف از نرمال بارش کشور (mm) از نیمه تیر تا نیمه آذر ۱۴۰۲ (ژوئیه تا نوامبر ۲۰۲۳، از: ECMWF)

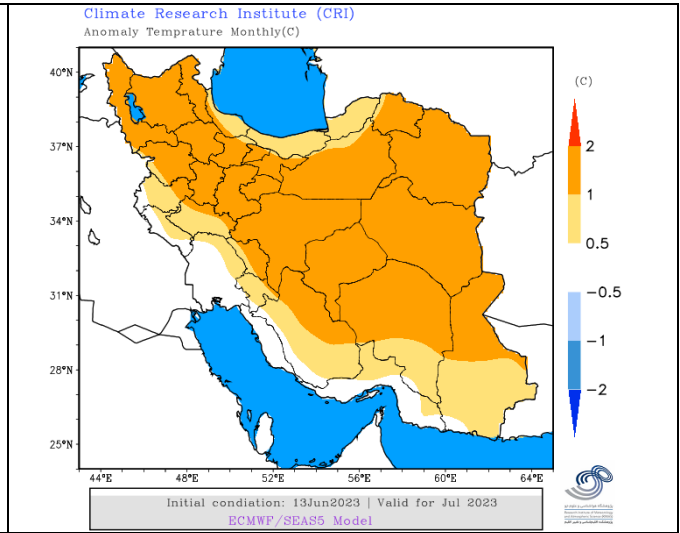
تحلیل بارش:

- بارش ۱۰ تیر تا ۹ مرداد : در حد نرمال - میانگین بارش بلندمدت برابر با $\frac{3}{3}$ میلی متر
- بارش ۱۰ مرداد تا ۹ شهریور : در حد نرمال - میانگین بارش بلندمدت برابر با $\frac{2}{2}$ میلی متر
- بارش ۱۰ شهریور تا ۸ مهر : در حد نرمال - میانگین بارش بلندمدت برابر با $\frac{1}{2}$ میلی متر
- بارش ۹ مهر تا ۹ آبان : ۲۰-۱۰ میلیمتر بیشتر از نرمال - میانگین بارش بلندمدت برابر با $\frac{18}{9}$ میلی متر
- بارش ۱۰ آبان تا ۹ آذر : نیمه شرقی نرمال نیمه غربی بیشتر از نرمال - میانگین بارش بلندمدت برابر با $\frac{32}{6}$ میلی متر

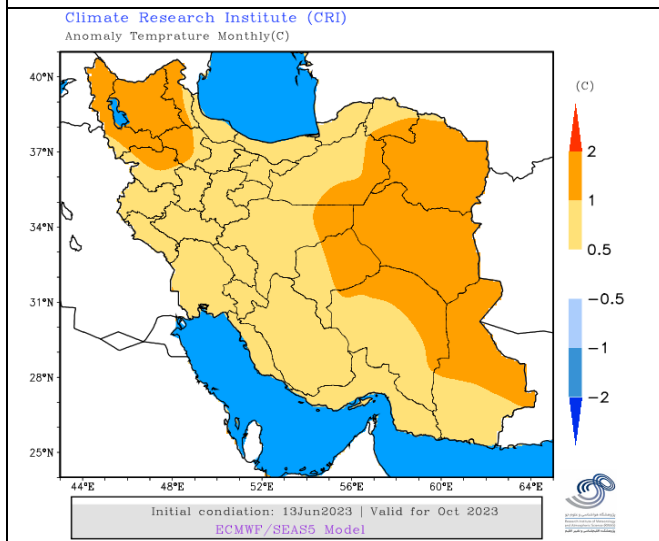
۳-۳ - پیش‌بینی دمای بلند مدت



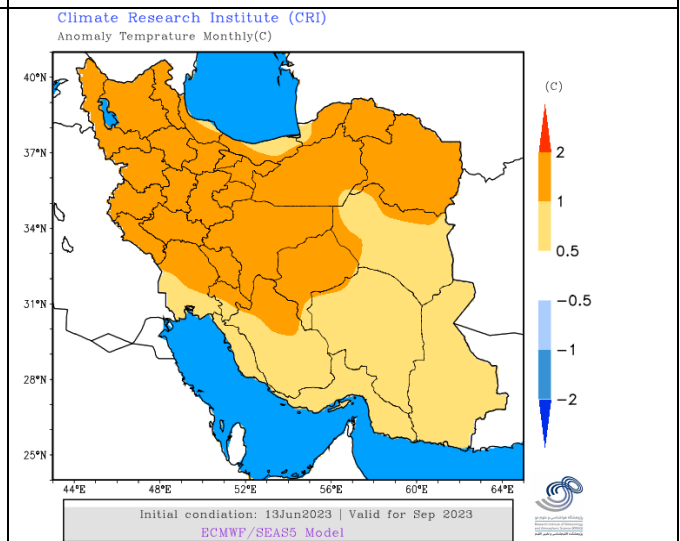
۱۰ مرداد تا ۹ شهریور ۱۴۰۲ (اوت ۲۰۲۳)



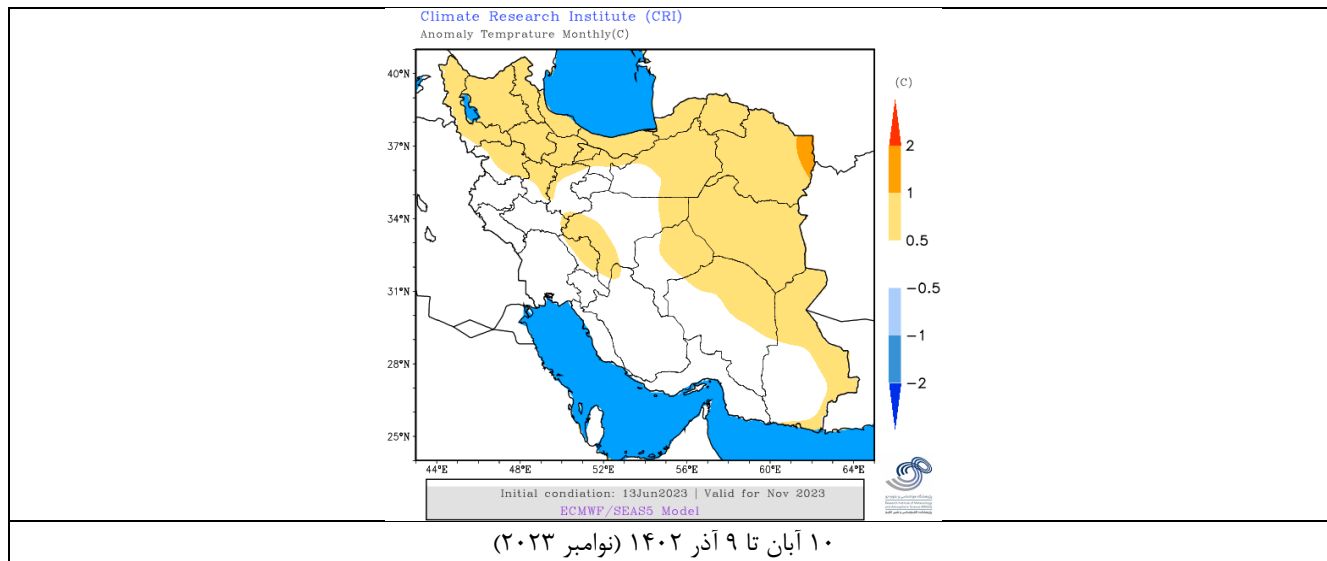
۱۰ تیر تا ۹ مرداد ۱۴۰۲ (ژوئیه ۲۰۲۳)



۹ مهر تا ۹ آبان ۱۴۰۲ (اکتبر ۲۰۲۳)



۱۰ شهریور تا ۸ مهر ۱۴۰۲ (سپتامبر ۲۰۲۳)



شکل : پیش‌بینی انحراف از نرمال دما از نیمه مرداد تا نیمه آذر ۱۴۰۲ (ژوئیه تا نوامبر ۲۰۲۳، از مدل ECMWF)

تحلیل دما :

- دمای ۱۰ تیر تا ۹ مرداد : بیشتر از نرمال - میانگین دمای بلندمدت برابر با $27/5$ درجه سلسیوس
- دمای ۱۰ مرداد تا ۹ شهریور : بیشتر از نرمال - میانگین دمای بلندمدت برابر با $26/8$ درجه سلسیوس
- دمای ۱۰ شهریور تا ۸ مهر : بیشتر از نرمال - میانگین دمای بلندمدت برابر با $22/4$ درجه سلسیوس
- دمای ۹ مهر تا ۹ آبان : بیشتر از نرمال - میانگین دمای بلندمدت برابر با $16/9$ درجه سلسیوس
- دمای ۱۰ آبان تا ۹ آذر : بیشتر از نرمال - میانگین دمای بلندمدت برابر با $9/7$ درجه سلسیوس

۴ - پایش خشکسالی کشاورزی

شاخص SPEI

شاخص خشکسالی بارش استاندارد تبخیر تعرق توسط Vicente - Serrano et al. ۲۰۰۹ ارائه 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 مانیتیت 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 مانیتیت فائو دخالت دادن پارامترهای گوناگون جوی می باشد.

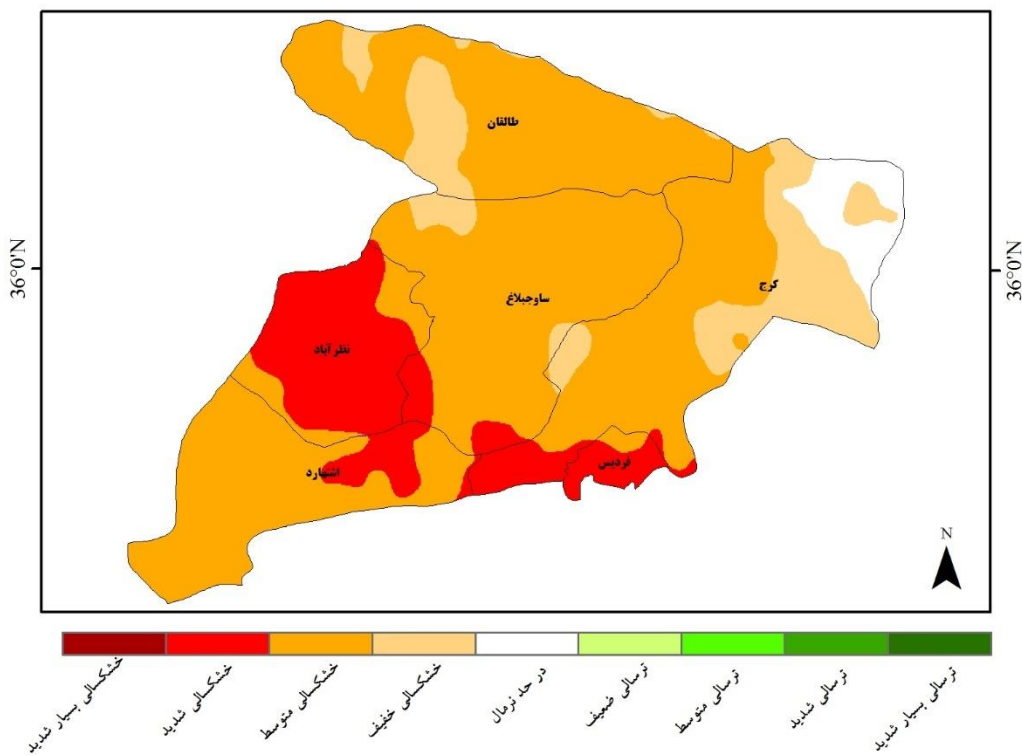
پهنه بندی خشکسالی هواشناسی در سطح استان البرز شهرستان کرج بر اساس شاخص SPEI دوره

۳ ماهه تا پایان خرداد ماه ۱۴۰۲

پهنه بندی خشکسالی هواشناسی در سطح استان البرز

شاخص SPEI

دوره ۳ ماهه تا پایان خرداد ۱۴۰۲

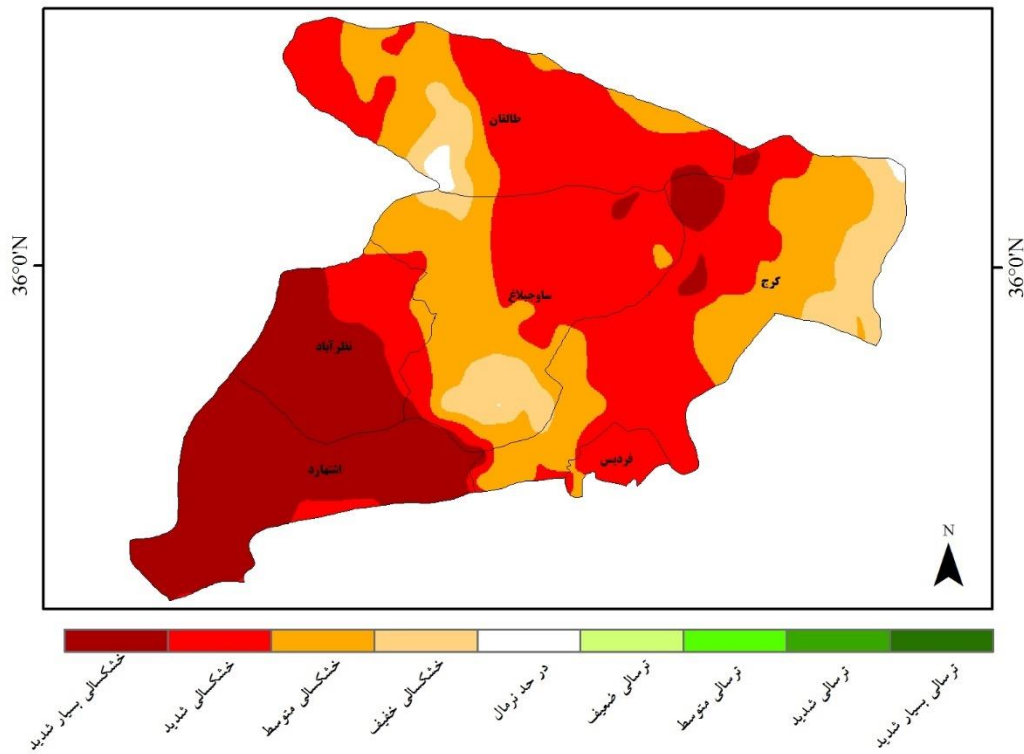


تفسیر :

بر اساس وضعیت بارشی و همچنین نقشه ی پهنه بندی خشکسالی استان برای دوره منتهی به سه ماهه بهار، وضعیت استان از نظر خشکسالی، بیشتر سطح استان در محدوده خشکسالی متوسط قرار دارد، و فقط دو شهرستان نظرآباد و فردیس بطور کامل در محدوده خشکسالی شدید قرار دارند.

پهنه بندی خشکسالی هواشناسی در سطح استان البرز شهرستان کرج بر اساس شاخص SPEI دوره ۹ ماهه تا پایان خرداد ماه ۱۴۰۲

پهنه بندی خشکسالی هواشناسی در سطح استان البرز
شاخص SPEI
دوره ۹ ماهه تا پایان خرداد ۱۴۰۲



تفسیر :

در دوره ۹ ماهه با توجه به اثرات کمبود بارش پاییزی می توان گفت که بیشتر سطح استان تحت تأثیر خشکسالی شدید و بسیار شدید قرار گرفته و وسعت آن زیاد بوده بطوریکه کل سطح وسیع استان در محدوده خشکسالی شدید و بسیار شدید قرار گرفته و فقط یک نوار باریک در شرق و مرکز در محدوده خشکسالی متوسط و خفیف قرار داشته است.

تحلیل کلی وضعیت خشکسالی کشاورزی شهرستان کرج:

در فصل بهار ۱۴۰۲، مقدار ۹۵/۴ میلیمتر بارش در استان البرز به ثبت رسید. این در حالی است که مقدار بارش فصل بهار ۱۴۰۱، برابر با ۳۸/۳ میلیمتر و مقدار بارش بلندمدت در همین بازه زمانی، برابر ۱۲۳/۹ میلیمتر بود. بارش سال جاری نسبت به سال گذشته ۵۷/۱ میلیمتر افزایش و نسبت به مقدار بلندمدت ۲۸/۵- میلیمتر کاهش داشته است.

از لحاظ دمایی، متوسط حداقل دما در استان ۹/۸ درجه، متوسط حداکثر دما ۲۲/۹ درجه و به طور کلی، متوسط دمای بهار در استان ۱۶/۳ درجه بود.

با توجه به بارش مناسب زمستان گذشته و همچنین افزایش بارش بهار نسبت به بهار سال گذشته و توزیع مناسب آن که تأثیر مستقیم بر روی کشت های گندم و جو دیم در درجه اول و سایر کشت های آبی و باغی در درجات بعدی خواهد گذاشت. اگرچه مقدار بارش نسبت به مقدار نرمال کم بود اما با توجه به اینکه در زمستان و بهار توزیع آن در طول هر دو فصل مناسب بوده اما با توجه به شرایط دمایی خصوصاً در زمستان که بطور کلی بالاتر از نرمال بوده، باعث رشد سریع محصولات اعم از زارعی و باغی شده است و ضمناً خوشبختانه با توجه به عدم رخداد سرماهای دیر رس بهاره طبق گزارش رسمی سازمان جهاد کشاورزی، خسارت ناشی از پدیده های هواشناسی در بخش کشاورزی نداشته ایم که این موضوع لزوم ارتباط تنگاتنگ کارشناسان مراکز پیش بینی و هواشناسی کشاورزی و کارشناسان جهاد کشاورزی را نشان میدهد تا با هماهنگی و همکاری متقابل از بروز خطرات احتمالی سرمازدگی خصوصاً در باغات جلوگیری بعمل آورند.

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.

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

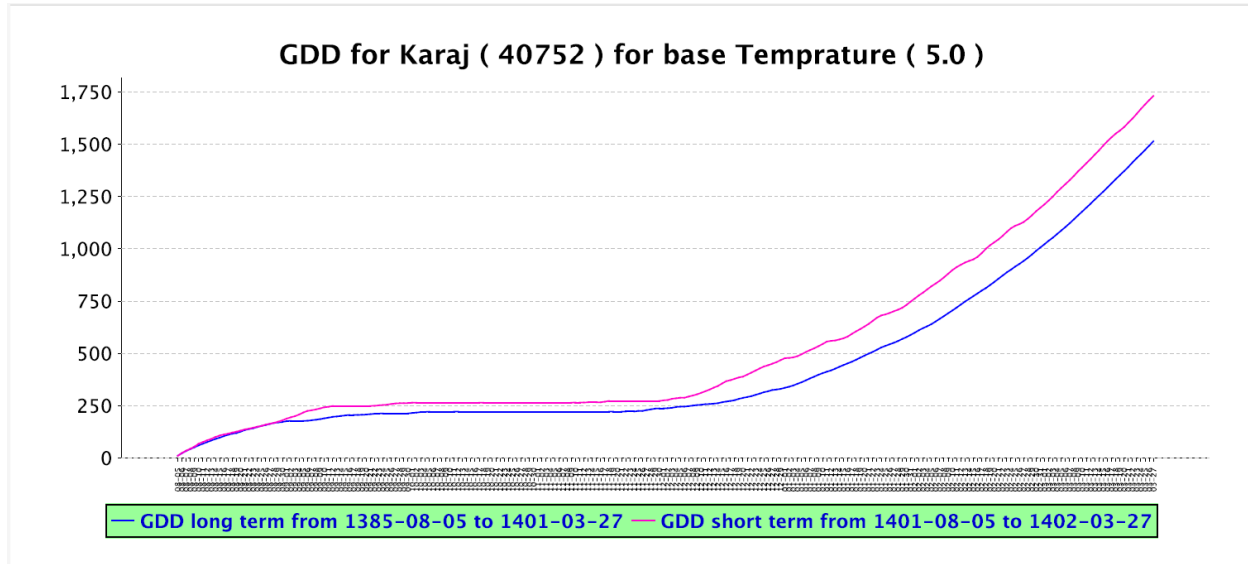
$$\Sigma (\text{daily GDD}) = 0 \text{ when } \bar{T}_i \leq T_b$$

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 جو از تاریخ کاشت (۵ آبان ۱۴۰۱) تا ۲۷ خرداد ماه ۱۴۰۲ و بلند مدت ۱۵ ساله محاسبه گردید.

همانطور که مشاهده میگردد مقدار دریافتی درجه روز توسط محصول در طی سه فصل پاییز ، زمستان و بهار با نرمال بلند مدت منطبق نبوده و دو منحنی اختلاف معناداری با هم دارند، این موضوع مبین این نکته است که اگرچه در این سال محصول دیر کاشته شد، اما بدلیل بالا بودن دمای هوا، گیاه مقدار درجه روز بیشتر از حد نیاز خود را دریافت نموده است، که در این منطقه به دلیل بالا بودن حرارت، به اصطلاح رشد گیاه جلو تر از فصل بوده، و از آنجا که در فصل بهار نیز با سرما های دیر رس بهاره مواجه نگردیده لذا، ریسک سرمازدگی احتمالی مخصوصاً در باغات به حداقل رسیده است.

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	۱۴۰۱/۱۲/۲۴	۵.۰	۸۶	۴.۹	۰.۴	۹.۴
۸	ساقه دهی	۱۴۰۱/۱۲/۲۵	۱۴۰۲/۰۱/۱۵	۵.۰	۲۰	۱۲.۲	۶.۶	۱۷.۸
۹	شکم پر	۱۴۰۲/۰۱/۱۶	۱۴۰۲/۰۱/۲۱	۵.۰	۶	۱۶.۴	۹.۱	۲۳.۷
۱۰	خوشه دادن	۱۴۰۲/۰۱/۲۲	۱۴۰۲/۰۱/۲۷	۵.۰	۶	۱۵.۱	۸.۸	۲۱.۴
۱۱	گل دادن	۱۴۰۲/۰۱/۲۸	۱۴۰۲/۰۲/۰۲	۵.۰	۶	۱۷.۷	۱۰.۷	۲۴.۷
۱۲	شیری شدن	۱۴۰۲/۰۲/۰۳	۱۴۰۲/۰۲/۲۴	۵.۰	۲۲	۱۹.۶	۱۲.۲	۲۷.۰
۱۳	رسیدن دانه	۱۴۰۲/۰۲/۲۵	۱۴۰۲/۰۳/۲۶	۵.۰	۳۳	۲۳.۴	۱۵.۶	۳۱.۲
۱۴	برداشت	۱۴۰۲/۰۳/۲۷	۱۴۰۲/۰۳/۲۷	۰.۰				

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

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	زنی جوانه	۱۳.۶	۵.۰	۸۶.۱	۲۴.۰	۱۱۰.۱	۰.۰	۱۳۶.۱	۳۴.۰	۱۷۰.۱
۴	برگی یک تا دو	۱۰.۵	۵.۰	۱۱۰.۹	۱۱۰.۱	۲۲۱.۰	۰.۰	۲۱۰.۹	۱۷۰.۱	۳۸۱.۰
۵	چهار برگی سه تا	۶.۹	۵.۰	۲۳.۶	۲۲۱.۰	۲۴۴.۵	۰.۰	۶۱.۷	۳۸۱.۰	۴۴۲.۶
۶	پنجه زنی آغاز	۵.۴	۵.۰	۱۱.۳	۲۴۴.۵	۲۵۵.۸	۰.۰	۶۹.۵	۴۴۲.۶	۵۱۲.۲
۷	کامل پنجه زنی	۴.۹	۵.۰	۱۶۶.۷	۲۵۵.۸	۴۲۲.۵	۰.۰	۴۳۶.۵	۵۱۲.۲	۹۴۸.۷
۸	ساقه دهی	۱۲.۲	۵.۰	۱۴۳.۴	۴۲۲.۵	۵۶۵.۹	۰.۰	۲۴۳.۴	۹۴۸.۷	۱۱۹۲.۱
۹	شکم پر	۱۶.۴	۵.۰	۶۸.۴	۵۶۵.۹	۶۳۴.۳	۰.۰	۹۸.۴	۱۱۹۲.۱	۱۲۹۰.۵
۱۰	دادن خوشه	۱۵.۱	۵.۰	۶۰.۵	۶۳۴.۳	۶۹۴.۸	۰.۰	۹۰.۵	۱۲۹۰.۵	۱۳۸۱.۰
۱۱	گل دادن	۱۷.۷	۵.۰	۷۶.۲	۶۹۴.۸	۷۷۱.۰	۰.۰	۱۰۶.۲	۱۳۸۱.۰	۱۴۸۷.۲
۱۲	شیری شدن	۱۹.۶	۵.۰	۳۲۰.۸	۷۷۱.۰	۱۰۹۱.۸	۰.۰	۴۳۰.۸	۱۴۸۷.۲	۱۹۱۸.۰
۱۳	دانه رسیدن	۲۳.۴	۵.۰	۶۰۶.۰	۱۰۹۱.۸	۱۶۹۷.۸	۰.۰	۷۷۱.۰	۱۹۱۸.۰	۲۶۸۹.۰
۱۴	برداشت									

تحلیل جداول :

۱ - مجموع درجه روز رشد بر حسب دمای موثر برای مرحله کاشت تا جوانه زدن ، ۱۳/۷ ؛ مرحله جوانه زنی ، ۸۶/۱ ؛ مرحله یک تا دو برگگی ، ۱۱۰/۹ ؛ مرحله سه تا چهار برگگی ، ۲۳/۶ ؛ مرحله آغاز پنجه زنی ، ۱۱/۳ ؛ مرحله پنجه زنی کامل ، ۱۶۶/۷ ؛ مرحله ساقه رفتن ، ۱۴۳/۴ ؛ مرحله شکم پر ، ۶۸/۴ ؛ خوشه دادن ، ۶۰/۵ ؛ گل دادن ، ۷۶/۲ ؛ شیری شدن دانه ، ۳۲۰/۸ ؛ رسیدن دانه ، ۶۰۶/۰ درجه روز می باشد.

مجموع درجه روز رشد بر حسب دمای فعال برای مرحله کاشت تا جوانه زدن ، ۱۸/۷ ؛ مرحله جوانه زنی ، ۱۳۶/۱ ؛ مرحله یک تا دو برگگی ، ۲۱۰/۹ ؛ مرحله سه تا چهار برگگی ، ۶۱/۷ ؛ مرحله آغاز پنجه زنی ، ۶۹/۵ ؛ مرحله پنجه زنی کامل ، ۴۳۶/۵ ؛ مرحله ساقه رفتن ، ۲۴۳/۴ ؛ مرحله شکم پر ، ۹۸/۴ ؛ خوشه دادن ، ۹۰/۵ ؛ گل دادن ، ۱۰۶/۲ ؛ شیری شدن دانه ، ۴۳۰/۸ ؛ رسیدن دانه ، ۷۷۱/۰ درجه روز می باشد.

۲ - مجموع درجه روز رشد بر حسب دمای موثر از شروع رشد تا مرحله رسیدن کامل ، ۱۰۹۱/۸ درجه روز است. مجموع درجه روز رشد بر حسب دمای فعال از شروع رشد تا مرحله رسیدن کامل ، ۱۹۱۸/۰ درجه روز است.

۳ - میانگین دمای روزانه مرحله کاشت تا جوانه زدن ، ۱۸/۷ ؛ مرحله جوانه زنی ، ۱۳/۶ ؛ مرحله یک تا دو برگگی ، ۱۰/۵ ؛ مرحله سه تا چهار برگگی ، ۶/۹ ؛ مرحله آغاز پنجه زنی ، ۵/۴ ؛ پنجه زنی کامل ۴/۹ ؛ آغاز ساقه رفتن ، ۱۲/۲ ؛ شکم پر ، ۱۶/۴ ؛ خوشه دادن ، ۱۶/۱ ؛ گل دادن ، ۱۷/۷ ؛ شیری شدن دانه ، ۱۹/۶ ؛ رسیدن دانه ، ۲۳/۴ درجه سلسیوس می باشد.

بیشترین میانگین دمای روزانه مربوط به مرحله رسیدن دانه و کمترین میانگین دمای روزانه مربوط به مرحله پنجه زنی کامل 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 ؛ پنجه زنی کامل ۸۶ ؛ ساقه دهی ، ۲۰ ؛ شکم پر ، ۶ ؛ خوشه دادن ، ۶ ؛ گل دادن ، ۶ ؛ شیری شدن ، ۲۲ ؛ رسیدن دانه ، ۳۳ می باشد. (روز) بلندترین دوره رشد مربوط به مرحله پنجه زنی کامل و کوتاهترین دوره رشد مربوط به مرحله های شکم پر ، خوشه دادن و گل دادن است.

۵ - بیشترین واحد حرارتی مورد نیاز گیاه از شروع رشد تا پایان فصل رشد مربوط به مرحله رسیدن کامل است که برابر ۱۶۹۷/۸ درجه روز دمای موثر و ۲۶۸۹/۰ درجه روز دمای فعال می باشد.

کمترین واحد حرارتی مورد نیاز گیاه از شروع رشد تا پایان فصل رشد مربوط به مرحله کاشت تا جوانه زدن است که برابر ۱۰/۳ درجه روز دمای موثر و ۱۵/۳ درجه روز دمای فعال می باشد.

۶ - گیاه جو برای تکمیل فعالیت های فنولوژیکی خود تا پایان فصل رشد به ۶۷۴۳/۸ درجه روز دمای موثر و ۱۲۴۶۱/۳ درجه روز دمای فعال نیاز دارد.

۷ - گیاه جو از شروع رشد تا پایان فصل رشد به ۲۳۳ روز نیاز دارد.

۷ - جدول نیاز سرمایی محصولات استراتژیک

جدول نیاز سرمایی محصولات تحت پایش اداره هواشناسی کشاورزی کرج

ردیف	اداره هواشناسی کشاورزی کرج	محصول جو
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	زمان رخداد خطر سرمازدگی پاییزه	۲۹ آبان تا ۱۶ آذر
۸	زمان رخداد خطر سرمازدگی بهاره	۲۶ اسفند تا ۳۰ اردیبهشت
۹	تاریخ خسارت	طبق گزارش سازمان جهاد کشاورزی استان البرز در فصل بهار ۱۴۰۲ هیچگونه خسارت در اثر رخداد پدیده های هواشناسی به بخش کشاورزی وارد نشده است.

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، پرپتانسیل، کودپذیر و متحمل به تنشها می باشد. اقلیم گرم خشک جنوب دارای آب و هوای گرمسیری با زمستانهای ملایم، بهار کوتاه و گرم و فصل گرمای 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، پرپتانسیل، کودپذیر (مقاوم به ورس)، کیفیت بالا، مقاوم به سرما و عدم حساسیت زیاد به تارخ کاشت، متحمل به شوری و خشکی (محدودیت آب) و مقاوم 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، پرتانسیل، 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: بنابر 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 : بنابر 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 کلالة 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 درجه 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 غذایی 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 بذرهای 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 بذرهای 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 (بالتر 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 طولیل 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 می گیرد. 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 نمی گیرد. 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 می دهد.

❖ از جمع بندی نظریات فوق می توان 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 می باشد؛ 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 می گردد. 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 واردلا بیان داشتند: میزان 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 (PBW 226 و PBW154 PBW34) 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 می یابد که نهایتاً منجر به چروکیدگی دانه می شود. 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 می گردد. همانطور که ملاحظه شد در این زمینه نظریات متعدد (و بعضاً متضاد) ارائه شده است؛ اما به نظر می رسد 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 می توان 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 وارسته گوهران می باشد، که این محصول بصورت خشکه کاری کشت شده و اولین آبیاری آن در تاریخ ۶ آبان ماه سال گذشته 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 را تاریخ کاشت در نظر گرفته ایم.

از نظر وضعیت جوی بدلیل اینکه در سه ماهه فصل پاییز نزولات جوی کمتر از مقدار سال گذشته و بلند مدت بوده، اما در فصل زمستان و مخصوصاً اوایل بهار با توجه به بارش های مناسب سبب جبران کم آبی محصول گردیده، 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 با توجه به گرم بودن سه ماهه فصل پاییز هم نسبت به سال گذشته و هم نسبت به بلند مدت گیاه گرمای بالاتری را دریافت نموده است. بنابر توضیحات فوق محصول مورد بررسی در زمان پنجه زنی وارد فصل زمستان گردید، و مرحله پنجه زدن خود را قبل از فرا رسیدن سرمای شدید در زمستان کامل نمود، و به همین دلیل از خطر سرما زدگی در امان بود. و با توجه به اینکه در فصل بهار شرایط آب و هوایی چنان بود که محصولات کشاورزی در سطح استان دچار تنش های دمایی و همچنین سرما های دیر رس بهاره نشده اند، لذا شاهد باردهی بسیار مطلوبی در این فصل زراعی بوده ایم.



عکس ۱: مزرعه جو - گوهران در مرحله رسیدن کامل - اداره هواشناسی کشاورزی کرج



عکس ۲: برداشت مزرعه جو - گوهران - اداره هواشناسی کشاورزی کرج

۹ - جمع بندی (توصیه برای آینده)

با توجه به وضعیت دمایی فصل گذشته (بالابودن میزان دما پاییز) در سطح استان، و عدم رخداد سرمای مورد نیاز و سرما های زود رس پاییزه، لذا مراحل فنولوژی و رشد محصول رشد سریع تر از معمول داشته و به اصطلاح محصول جلوتر از فصل بود که این موضوع خود موجب گردید که 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، و با توجه به اینکه در این فصل (زمستان) علاوه بر اینکه میزان بارش ها نسبتاً مناسب و نزدیک به مقدار نرمال بوده از نظر توزیع نیز دارای پراکندگی مناسب بوده و همچنین در بهار نیز با بارش های مناسب و عدم سرما های دیر رس بهاره، طبیعتاً در عملکرد نهایی و همچنین کیفیت محصول تولید شده تأثیرات بسزایی 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. که 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 دیرهنگام این محصول در مناطق مختلف کشور، تأثیرات کیفیتی و کمیتی آن را مشخص نمایند، تا در سیاست‌گذاری‌های کلان لحاظ نمایند.

با تشکر