مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال سیزدهم، شماره چهل و ششم، ۱۴۰۰

دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مطالعه اثر تغییر تاریخ کشت بر مراحل فنولوژیکی و عملکرد سه لگوم گرمسیری در جنوب کرمان

محمد حاتمی[۱] حسین حیدری شریف آباد[۲] حمید مدنی[۳] عنایت اله توحیدی‌نژاد[٤] غلامرضا افشارمنش[٥]

دریافت: ۱٤۰۱/۱/۲ پذیرش: ۱٤۰۱/۸/۱۹

چکیده

به‌منظور مطالعه تغییر تاریخ کشت از بهار به زمستان بر طول مراحل فنولوژیکی و عملکرد سه نوع لگوم گرمسیری لوبیا محلی جیرفت، لوبیا چشم بلبلی و ماش، به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در سال‌های زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ در مزرعه مرکز تحقیقات و آموزش جهاد کشاورزی شهرستان جیرفت اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه تاریخ کشت ۱۰، ۲۰ و ۳۰ بهمن و سه لگوم گرمسیری بود. نتایج حکایت از این داشت که لگوم‌ها با توجه به دمای پایه ۱۵ درجه سانتی‌گراد برای طی مراحل تکاملی خود حدود ۱۲۰۰ درجه-روز رشد دما نیاز دارند. بیشترین درجه-روز رشد از کاشت تا جوانه‌زنی، کاشت تا سبز شدن و از مرحله یک تا پنج برگی در هر سه تاریخ کشت متعلق به ماش بود. سپس، لوبیا محلی جیرفت و چشم بلبلی در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. همچنین، تأثیر شاخص دمای تجمعی در طی مراحل گلدهی، تشکیل و پر شدن نیام و رسیدگی آنها در ماش و دو نوع لوبیا به‌تدریج کاهش یافت. از طرف دیگر، در الگوی کشت دیرهنگام، تأثیر دماهای پائین منجر به عدم تأمین دمای تجمعی و شاخص درجه-روز رشد از کاشت تا گلدهی و رسیدگی گردید. ثبات عملکرد تولید دانه در ماش در هر سه تاریخ کشت با میانگین ۰/۷ تن در هکتار نشان داد که این گیاه توانایی انطباق بیشتری با دما نسبت به تغییر تاریخ کاشت در مقایسه با سایر لگوم‌ها دارد. عملکرد دانه در لوبیا محلی جیرفت و چشم بلبلی با میانگین به‌ترتیب ۲/۳ و ٤/٦ تن در هکتار در کشت در ۱۰ بهمن، از بیشترین مقدار برخوردار بود. بنابراین، کشت زودهنگام لگوم‌ها در زمستان، با توجه به امکان تأمین دمای تجمعی و شاخص درجه روز رشد در جنوب کرمان قابل توصیه بوده و می‌تواند به کاهش اثر منفی برخورد مراحل رشد و نمو گیاه با گرمای شدید و تبخیر و تعرق زیاد نسبت به الگوی کشت بهاره و عرفی منطقه برتری داشته باشد.

واژه های کلیدی: تاریخ کشت، لوبیا محلی جیرفت، لوبیا چشم بلبلی، ماش سبز، تغییر اقلیم.

حاتمی، م.، ح. حیدری شریف آباد، ح. مدنی، ع. توحیدی‌نژاد و غ. افشارمنش. ۱٤۰۰. مطالعه اثر تغییر تاریخ کشت بر مراحل فنولوژیکی و عملکرد سه لگوم گرمسیری در جنوب کرمان. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ٤٦: ٥٤-٤١.

۱- دانشجوی دکتری زراعت، واحد جیرفت، دانشگاه آزاد اسلامی، جیرفت، ایران
۲- استاد گروه زراعت، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران- مسئول مکاتبات. heidarih10@yahoo.com
۳- دانشیار فیزیولوژی گیاهان زراعی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران
٤- دانشیار اکولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
٥- دانشیار اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی جنوب کرمان، کرمان، ایران

مقدمه

تغذیه مردم جهان مهم‌ترین چالش آینده بشر می‌باشد. چرا که انتظار می‌رود تا سال ۲۰۵۰ جمعیت کره زمین به بیش از نه میلیارد نفر برسد. افزون بر این، نگرانی‌های فزاینده‌ای در مورد اثر تغییر اقلیم بر تولید محصول کشاورزی وجود دارد. راهبردهای کلی برای مقابله با تغییر اقلیم، سازگاری با شرایط تغییریافته زیست‌محیطی، از قبیل تغییر الگوی کشت می‌باشد (اسچولتز-کرافت و همکاران، ۲۰۱۸). طراحی صحیح الگوهای کشت به‌منظور دستیابی به بیشترین تولید و افزایش درآمد و صرفه‌جویی در نهاده‌های کشاورزی به‌ویژه آب ضروری است (زابل و همکاران، ۲۰۱٤).

تغییر فصل کشت گیاهان در مناطق گرمسیری به‌عنوان راهکاری نوین، جهت فرار از تنش‌های دمایی آخر فصل معرفی شده است (شونموگام و همکاران، ۲۰۱۸). تغییر فصلی و ریتم درجه حرارت می‌تواند بر فنولوژی، گلدهی، تولید نیام و عملکرد نهایی محصول اثرگذار باشد. از این رو، توجه به مراحل فنولوژی به عنوان کلیدی جهت سازگاری گیاهان شناخته شده و بررسی و مقایسه این مراحل در گیاهان مختلف، اطلاعات ارزنده‌ای را در مورد کشت به‌موقع و یافتن بهترین رقم سازگار به منطقه در اختیار قرار می‌دهد (بنائیان اول و همکاران، ۱۳۹٦).

شاخص دمایی درجه-روز رشد تخمین خوبی برای انطباق پذیری منطقه با مراحل رشد و نمو گیاهان محسوب می‌شود. چرا که تجمع دما بر اساس شاخص روز-درجه برای هر مرحله از رشد ثابت و مستقل از تاریخ کشت می‌باشد (ملها و همکاران، ۲۰۲۰). در مناطق گرمسیری مانند جیرفت و برای گیاهان مناسب این گونه مناطق، دما از مهم‌ترین عوامل محیطی است که رشد و عملکرد گیاه را کنترل می‌کند. تمامی فرایندهای زیستی به دما واکنش نشان می دهد و تمامی این واکنش‌ها را می‌توان از نظر سه درجه حرارت اصلی یعنی دمای پایه ، دمای بهینه و دمای بیشینه خلاصه کرد (اتک و همکاران، ۲۰۰٦ کایا؛ و همکاران، ۲۰۰٦). دمای محیط به دلیل تأثیر در موفقیت رشد و نمو از جوانه‌زنی و رشد گیاهچه تا مراحل رسیدگی نهایی گیاه بسیار مهم می‌باشد (بولی و بلک، ۱۹۸٦).

یکی از عوامل مهم تعیین‌کننده عملکرد گیاهان، رعایت تاریخ کشت مناسب می‌باشد. تاریخ کشت مناسب موجب بهره‌گیری بهینه از عوامل اقلیمی نظیر درجه حرارت، رطوبت، طول روز و همچنین تطبیق زمان گلدهی با دمای مناسب می‌شود. با تعیین زمان کاشت مناسب می‌توان گیاهان را از مواجه شدن با تنش‌ها بر حذر داشت (حمزه‌ئی و سیدی، ۱۳۹۱). امروزه، با توجه به اثر تغییر اقلیم و گرمایش زمین و با توجه به پتانسیل بالای تولید لگوم‌های گرمسیری در کشت‌های پاییزه و زمستانه، گرایش روزافزونی نسبت به تغییر تاریخ کشت از بهار به پاییز و زمستان به‌وجود آمده است (بولچ و همکاران، ۲۰۲۱). پژوهش‌ها نشان داده است که تعداد شاخه‌های گیاه در کاشت زمستانه نسبت به بهاره و نیز در کاشت زودتر در بهار نسبت به کاشت دیرتر، افزایش معنی‌داری نشان می دهد که علت آن رشد رویشی بیشتر در اثر بهبود نسبی شرایط محیطی از نظر دما و رطوبت در دوره رشد رویشی می‌باشد (حمزه ئی و سیدی، ۱۳۹۱). در آزمایش بررسی اثر تاریخ کشت در نخود، مشخص شد که طول دوره هر یک از مراحل فنولوژی گیاه شامل کاشت تا سبز شدن، سبز شدن تا گلدهی و گلدهی تا رسیدگی در تاریخ‌های کاشت زودتر، افزایش می‌یابد (ریچاردز و همکاران، ۲۰۲۰). لوپز-بلیدو و همکاران (۲۰۰۸) رشد نخود کابلی را در شرایط آب و هوایی مدیترانه و در چهار تاریخ کشت (اواخر پاییز، اوایل، اواسط و اواخر زمستان) مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که با افزایش طول دوره رشد مقادیر وزن خشک کل، دوام سطح برگ، تعداد شاخه در بوته و ارتفاع بوته افزایش معنی‌داری نشان داد. عملکرد دانه نیز در کشت‌های اواخر پاییز، اوایل و اواسط زمستان در حدود ۵۰ تا ۸۰ درصد بیشتر از کشت بهاره بود. این نویسندگان دلیل پایین بودن صفات رشدی و عملکردی گیاهان در کاشت بهاره را کوتاه بودن طول دوره رشد و مواجهه با دماهای بالا در اواخر فصل بهار عنوان کردند. افزون بر این، برخورد دوران پر شدن دانه با تنش خشکی و درجه حرارت به نسبت بالا در انتهای فصل، دلیل کاهش عملکرد بیان شده است (عبدوالحریص و چابرا، ۲۰۱٤).

لوبیا چشم بلبلی یکی از قدیمی‌ترین گیاهان مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری است که در بین لگوم‌ها از لحاظ سطح زیر کشت و ارزش اقتصادی مقام اول را دارا می‌باشد (رافائل آلوز باراس و همکاران، ۲۰۲۱). لوبیا تپاری نیز یکی از پنج گونه مهم جنس فازئولوس است که به‌دلیل تحمل گرمای فراوان از لگوم‌های با ارزش برای مناطق گرمسیر و نیمه‌خشک دنیا محسوب می‌شود. از گذشته‌های دور در منطقه جیرفت و کهنوج کشت توده‌های بومی لوبیا تپاری به‌عنوان لوبیا محلی جیرفت معمول بوده است. هرچند که هیچ گونه اطلاعات مستند و نتایج بررسی‌های مزرعه‌ای برای این گیاه به ثبت نرسیده است (درینی و همکاران، ۱۳۸۷). گیاه گرمسیری ماش نیز یکی از لگوم‌های مهم به‌شمار می‌آید که بومی

هندوستان بوده و دانه آن سرشار از فسفر و حدود ۲۵درصد پروتئین می‌باشد (بگ و همکاران، ۲۰۲۰).

پژوهش حاضر با استفاده از داده‌های بلندمدت هواشناسی و ترسیم نمودار آمبروترمیک منطقه، الگوهای تغییر فصل کشت از تابستان و بهار به زمستان را تحلیل می‌نماید. در این تحقیق، تأثیر تغییر الگوی کشت بر درجه-روز رشد تجمعی و اثر آن بر عملکرد لگوم‌های گرمسیری، با هدف ارائه و طراحی الگوی جدیدی از کشت، متناسب با منطقه و منطبق با سیاست‌ها و اهداف توسعه پایدار در جنوب کرمان، بررسی می‌گردد.

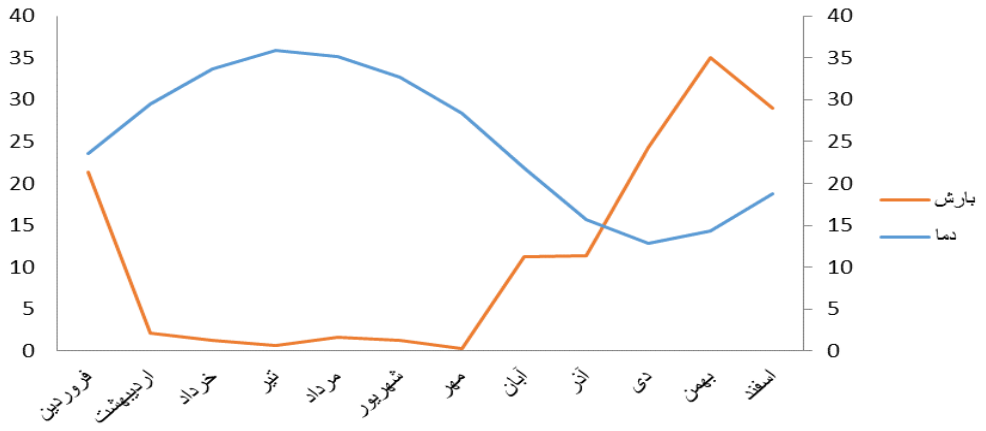
مواد و روش‌ها

آزمایش مطالعه حاضر در مزرعه مرکز تحقیقات و آموزش جهاد کشاورزی شهرستان جیرفت در سال‌های زراعی ۱۳۹۷-۹۸ و ۹۹-۱۳۹۸ اجرا شد. این منطقه در طول جغرافیایی ۵۷ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۸ درجه شمالی و در ارتفاع ۶۳۰ متری از سطح دریا قرار دارد. پیش از اجرای آزمایش، از خاک مزرعه نمونه برداری گردید که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است. داده‌های دما، رطوبت نسبی و میانگین بارندگی دو سال آزمایش، در طی ماه های رشد گیاهان در جدول ۲ مشاهده می‌گردد.

قبل از انجام عملیات کاشت برای تعیین صفر فیزیولوژیک گیاهان مورد نظر اقدام گردید و نمودار آمبروترمیک منطقه با استفاده از داده‌های بلند مدت هواشناسی ترسیم شد (شکل ۱). در نهایت، دامنه‌ای از تاریخ کاشت با توجه به روند دمایی منطقه انتخاب و به‌عنوان تیمارهای الگوی زمانی کاشت مورد استفاده قرار گرفت.

آزمایش مزرعه‌ای به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد که در تیمار گیاهی از سه نوع لگوم گرمسیری شامل شاهد یا لوبیا محلی جیرفت (*Phaseolus acutifolius L.*)، لوبیا چشم بلبلی

دی استفاده شد. زمین مورد کشت پس از شخم و دیسک و بر اساس توصیه کودی آزمون خاک، کود پاشی شد.



شکل ۱- نمودار آمبروترمیک دشت جیرفت

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

سال	عمق خاک	پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم)	فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم)	نیتروژن (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته	بافت
۱۳۹۷-۹۸	۰-۲۵	۷۸/۵	۲۰/۲	۰/۰۳۹	۰/٤٦	۷/۸	لومی-شنی
	۲۵-۵۰	۱۳۱/۲	۱۲/۲	۰/۰۱۲	۰/٤۷	۷/۵	
۱۳۹۸-۹۹	۰-۲۵	۱٦۹/۳	۱۹/٤	۰/۰۳۵	۰/۲۱	۷/٦	لومی-شنی
	۲۵-۵۰	۱۲۲/۱	۱۸/۲	۰/۰۰۸	۰/۲۰	۷/٤	

(*Vigna sinensis L.*)و ماش سبز (Vigna radiate L.) بود. تیمار الگوی زمانی کشت نیز با انتخاب سه تاریخ کاشت ۱۰، ۲۰ و ۳۰ بهمن ماه انتخاب شد .

هر واحد آزمایشی شامل پنج ردیف کاشت به طول شش متر و عرض ۲/۵ متر بود. تراکم گیاهی یکسان، ۲۰ بوته در مترمربع و فاصله بین ردیف‌های کاشت ۵۰ سانتی‌متر، فاصله بین کرت‌ها یک متر و بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شد. کودهای شیمیایی سوپرفسفات تریپل به‌میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار و سولفات پتاسیم ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار مصرف گردید. همچنین، ۲۵ کیلوگرم کود اوره نیز به‌عنوان استارتر برای تأمین شرایط تغذیه‌ای یکسان در هر دو سال استفاده شد. جهت تغذیه تکمیلی گیاهان کود سولفات روی و منگنز هر کدام به‌مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت به صورت خاک‌مصرف اعمال گردید.

جدول ۲- ویژگی‌های هواشناسی در طول دوره رشد لگوم‌ها

ساعت آفتابی	بارندگی (میلی‌متر)	رطوبت بیشینه (درصد)	رطوبت کمینه (درصد)	دمای بیشینه (درجه سانتی‌گراد)	دمای کمینه (درجه سانتی‌گراد)	ماه/ سال ۹۸-۱۳۹۷
۲۱۲/۱	۲/٤	۹٦	۱۵	۳۲/۲	٤/۱	بهمن
۲۲۸/۳	۱۰/۲	۱۰۰	۱۱	۳۱/٤	۹/٤	اسفند
۲۵۹/۳	۲/۳	۹٦	٤	٤۰	۱۰/۸	فروردین
۲٦۹/۵	۱/۳	٦٤	۷	٤۱	۱٤/٤	اردیبهشت
۲۸۳/۸	۰	٦٤	۵	٤۹/۸	۲۱/۲	خرداد
۳۲۹/۱	۰	٦۸	۳	٤۸/۲	۲٤/٤	تیر
						۹۹-۱۳۹۸
۱۹۰/۵	۷۲/۱	۱۰۰	۱۰	۲۵/۳	۰/۸	بهمن
۲۳۵/۸	٤۹/۷	۹۸/۹	۱۲/۱	۲۹/۲	۵/۷	اسفند
۱۷۳/۳	۵۲	۱۰۰	۱۰	۳۵/۸	۱۰/٦	فروردین
۲٤۸/۵	۵/٦	۹۲	۸	٤۱/٤	۱۳	اردیبهشت
۳۱۲/۱	۱/٦	۹٤	۵/۷	٤٦/۲	۱۷/۷	خرداد
۳۰۱/٤	۰	۷۹	٤/۳	٤٦/٦	۲٤/٦	تیر

یادداشت‌برداری ریتم‌های دمایی بر اساس مراحل آغاز و پایان فنولوژیک رشد و نمو یعنی مراحل جوانه‌زنی، سبز شدن، ظهور سه برگچه اول تا پنجم، گلدهی، تشکیل و پر شدن نیام و رسیدگی کامل بود. تقویم زمانی برای هر مرحله با توجه به وجود ۵۰ درصد علائم مربوط به هر مرحله در۵۰ بوته انتخابی، ثبت گردید. زمان آغاز مرحله رسیدگی نیز بر اساس رسیدگی ۵۰ درصد نیام‌ها در هر کرت تعیین شد. اندازه‌گیری و محاسبه شاخص درجه حرارت تجمعی یا درجه-روز رشد تجمعی (GDD) با استفاده از داده‌های ایستگاه هواشناسی جیرفت صورت گرفت که با ثبت دماهای بیشینه و کمینه روزانه در طول فصل رشد با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد (گوردن و بوتسما، ۱۹۹۳).

رابطه ۱ $GDD=\Sigma[(T_{max}+T_{min})/2 - T_{base}]$

GDD: درجه-روز رشد، T_{min} و T_{max}: به‌ترتیب کمینه و بیشینه دمای روزانه و T_{base}: دمای پایه یا صفر فیزیولوژیک که برای لگوم‌های گرمسیری ۱۵ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد که معادل دمای منطقه جیرفت در بهمن ماه می باشد.

جهت تعیین عملکرد دانه لگوم‌ها و پس از رسیدگی کامل، اثر حاشیه برای هر کرت در تیمارهای مختلف حذف گردید و عملکرد بر اساس عملکرد دانه در دو مترمربع برآورد شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS v. 9.3 استفاده گردید و مقایسه میانگین‌ها با روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) اثر سال‌های آزمایش بر درجه-روز رشد سبز شدن در سطح یک درصد و بر ظهور سه برگچه دوم و پنجم در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید. اثر تاریخ کاشت‌های مختلف بر درجه-روز رشد جوانه‌زنی، سبز شدن و ظهور سه برگچه اول، سوم، چهارم و پنجم و پر شدن نیام معنی‌دار بود. لگوم‌ها از نظر درجه-روز رشد جوانه‌زنی، ظهور سه برگچه اول تا پنجم، گلدهی، تشکیل و پر شدن نیام دارای اختلاف معنی‌دار بودند. برهمکنش سال و تاریخ کشت بر درجه-روز رشد جوانه‌زنی و سبز شدن اثر در سطح یک درصد و بر درجه-روز رشد ظهور سه برگچه اول تا پنجم و پر شدن نیام، در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار بود. برهمکنش سال و نوع لگوم بر درجه-روز رشد جوانه‌زنی، سبز شدن و ظهور سه برگچه دوم نیز بسیار معنی دار گردید. برهمکنش تاریخ کشت و نوع لگوم بر درجه-روز رشد جوانه‌زنی، سبز شدن و ظهور سه برگچه اول تا پنجم دارای اثر معنی‌دار آماری بود. اما بر سایر مراحل فنولوژیکی تأثیر معنی‌دار نداشت.

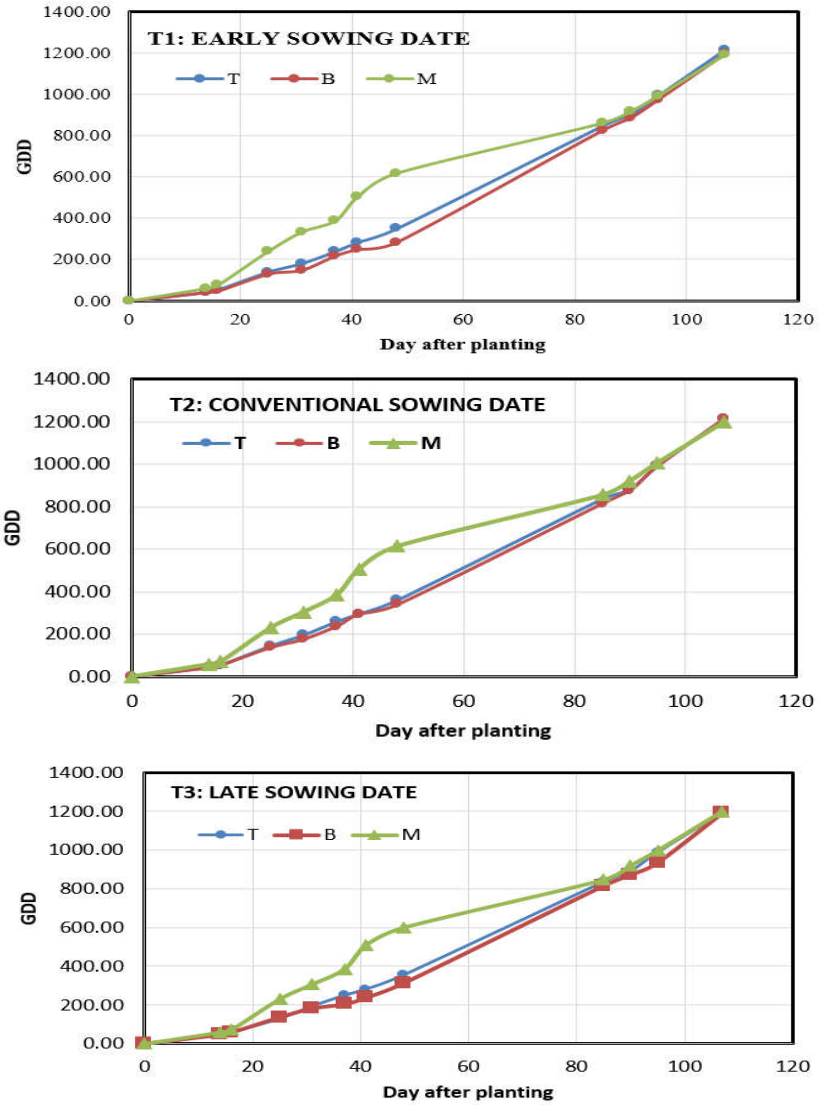
درجه-روز رشد مرحله جوانه‌زنی

بر اساس جدول ٤، در سال اول آزمایش، لگوم‌ها در تاریخ کشت‌های ۱۰ و ۲۰ بهمن درجه-روز رشد کمتری جهت جوانه‌زنی نسبت به کشت ۳۰ بهمن نیاز داشتند. در حالی که در سال دوم درجه-روز رشد ۱۰ بهمن در مقایسه با ۲۰ و ۳۰ بهمن کاهش یافت. بیشترین درجه-روز رشد، با میانگین ۵۱/۲ درجه روز-رشد تجمعی، مربوط به کشت در ۳۰ بهمن ۱۳۹۷ بود. کمترین مقدار نیز با میانگین ٤٦/۸ درجه-روز رشد، در تاریخ ۱۰ بهمن سال دوم مشاهده شد که به‌دلیل وجود دمای پایین‌تر در بهمن ۱۳۹۸ در مقایسه با بهمن ۱۳۹۷ می‌باشد (جدول ۲). از آنجایی که چندین عامل محیطی از قبیل دما، رطوبت، ویژگی‌های فیزیکی خاک و صفات کیفی بذر بر جوانه‌زنی گیاهان اثر دارد، این تفاوت‌ها نیز می تواند ناشی از عوامل مذکور باشد (احمد آلساجیری و همکاران، ۲۰۱۹). جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه حساسیت بیشتری به مقدار دما و رطوبت مورد نیاز داشته و از این رو، شرایط مطلوب دمایی و رطوبتی خاک یکی از عوامل مهم در جوانه‌زنی و سطح سبز مناسب گیاهان می‌باشد (حاجی بابائی و همکاران، ۱۳۹٤). مقدار تجمعی درجه-روز رشد مورد نیاز برای جوانه‌زنی در هر دو سال با تأخیر در کاشت افزایش یافت. دلیل این امر می‌تواند به‌دلیل دمای خنک خاک در تاریخ کاشت انتخابی باشد که ممکن است به درجه-روز رشد بیشتری نیاز باشد تا خاک به اندازه کافی گرم شود و جوانه‌زنی امکان‌پذیر گردد (ال-ظوهوری و فاراگ، ۲۰۱٤).

بر اساس نتایج برهمکنش سال و نوع لگوم، بیشترین درجه-روز رشد جوانه‌زنی در هر دو سال آزمایش مربوط به گیاه ماش سبز بود. به‌طوری که لگوم مذکور در سال ۱۳۹۸، هفت درصد درجه-روز رشد بیشتری نسبت به سال اول جهت جوانه‌زنی نیاز داشت. لوبیا محلی جیرفت و چشم بلبلی در هر دو سال درجه-روز رشد، مشابهی برای جوانه‌زنی نیاز داشتند که مقدار آن در سال دوم (میانگین ٤۲ درجه-روز رشد) اندکی کمتر از سال اول (میانگین ٤۲/۵ درجه-روز رشد) بود (جدول ۵). میانگین دمای کمینه بهمن ماه در هر دو سال تفاوت اندکی با یکدیگر داشت (نزدیک به هفت درجه سانتی‌گراد) در حالی که میانگین دمای بیشینه در سال ۱۳۹۷ حدود ۱۰ درصد بیشتر از سال ۱۳۹۸ بود. ممکن است گیاه ماش در منطقه جیرفت با کاهش دما در کشت زمستانه جهت دریافت دمای پایه جوانه‌زنی در مقایسه با دو لگوم دیگر به تعداد روز بیشتری نیاز داشته باشد. اگرچه، در شرایطی که میانگین بیشینه دمای بهمن ماه نزدیک به ۲۳ درجه سانتی‌گراد باشد، گیاه ماش از نظر تعداد روز و دریافت حرارت تجمعی جهت جوانه‌زنی تفاوتی با دو لگوم دیگر نخواهد داشت.

نتایج برهمکنش تاریخ‌های کشت مختلف و نوع لگوم حکایت از افزایش مقدار درجه-روز رشد مورد نیاز جهت جوانه‌زنی ماش نسبت به دو نوع لوبیا، در هر سه تاریخ کشت انتخابی داشت. به گونه‌ای که ماش در دو تاریخ کشت ۱۰ و ۳۰ بهمن با میانگین حدود ٦۲ درجه-روز رشد و بدون اختلاف معنی‌دار، بیشترین مقدار را به‌خود اختصاص داد و در تاریخ کشت ۲۰ بهمن، نزدیک به سه درصد، درجه-روز رشد کمتری را ثبت کرد. لوبیا محلی جیرفت و چشم بلبلی نیز بیشترین مقدار درجه-روز رشد را در تاریخ کشت ۳۰ بهمن با میانگین ٤۵ درجه-روز رشد و بدون تفاوت آماری، نشان دادند. با انتخاب تاریخ‌های کاشت زودهنگام، درجه-روز رشد مورد نیاز جهت جوانه زنی آنها به‌ترتیب دو و نه درصد در کاشت تاریخ‌های ۲۰ و ۱۰ بهمن کاهش یافت (شکل ۱). با توجه به میانگین دمای کمینه و بیشینه بهمن ماه مشاهده می‌گردد که در هر دو سال در بازه زمانی ۱۱ ام تا ۲۰ ام بهمن ماه میانگین دما کمتر از دو تاریخ دیگر می‌باشد (شکل ۲). در همین رابطه

وابستگی سرعت رشد گیاهان زراعی به شرایط محیطی به‌ویژه دما و رطوبت خاک گزارش شده است که این شرایط به‌طور معمول در طول فصل تغییر می‌کند (کمالی و عدالت، ۱۳۹۶).



شکل ۱- برهمکنش تاریخ‌های مختلف کشت(T) و نوع لگوم (L) بر درجه-روز رشد مراحل فنولوژیکی (GDD)

T: لوبیا محلی جیرفت یا تپاری، B: لوبیا چشم بلبلی و M: ماش سبز

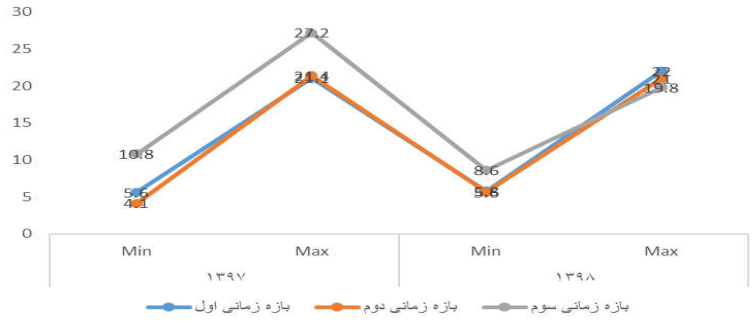
درجه-روز رشد مرحله سبز شدن

همان‌گونه که در جدول ٤ مشاهده می‌گردد، کشت در تاریخ ۳۰ بهمن، بیشترین درجه-روز رشد مرحله سبز شدن گیاهان، در هر دو سال آزمایش را به‌خود اختصاص داد. بر این اساس، بیشترین درجه-روز رشد با میانگین ٦۲/٦ درجه-روز رشد، در تاریخ ۳۰ بهمن ۱۳۹۷ مشاهده گردید که در همان سال با تاریخ ۱۰ بهمن فاقد تفاوت معنی‌دار آماری بود. تاریخ کشت ۲۰ بهمن نیز با میانگین ٥۹/٦ درجه-روز رشد، کمترین مقدار را نشان داد. در سال ۱۳۹۸، در هر سه تاریخ کشت مقدار درجه-روز رشد، در مقایسه با سال اول کاهش یافت. به‌طوری که دو تاریخ ۲۰ و ۳۰ بهمن بدون

تفاوت، میانگین ۵۸ درجه–روز رشد را به‌خود اختصاص دادند و کشت در ۱۰ بهمن با میانگین حدود ٥٤ درجه–روز رشد، کمترین مقدار درجه–روز رشد سبز شدن را به‌همراه داشت. مطابق با آمار میانگین دمای بیشینه و کمینه بهمن ماه در منطقه جیرفت، مشاهده می‌گردد که در سال اول در بازه زمانی ۱۰–۱ ام، ۲۰–۱۱ ام و ۳۰–۲۱ ام، میانگین دمای کمینه و بیشینه به‌ترتیب ٦/٦ تا ۲۱/۱، ٤/۱ تا ۲۱/٤ و ۱۰/۸ تا ۲۷/۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. در حالی که در سال دوم به‌ترتیب دماهای ۵/۸ تا ۲۲، ٦/۵ تا ۲۱ و ۸/٦ تا ۱۹/۸ درجه سانتی‌گراد ثبت گردید (شکل ۲).

مطابق با جدول ۵، ماش سبز در هر دو سال، بدون تفاوت معنی‌دار، حائز بیشترین درجه–روز رشد مرحله سبز شدن با میانگین ۷۳ درجه–روز رشد تجمعی، گردید. در حالی که درجه–روز رشد لوبیا محلی جیرفت و چشم بلبلی در سال دوم نسبت به سال اول کاهش یافت. این دو لگوم در سال ۹۸ به‌ترتیب دارای درجه–روز رشد، ٤۷/۸ و ۵۰ درجه–روز رشد تجمعی، بودند که در مقایسه با سال اول به‌ترتیب پانزده و هشت درصد کاهش در مقدار درجه–روز رشد را نشان دادند. بنابراین، گیاه ماش در مقایسه با دو لگوم دیگر به درجه–روز رشد بیشتری برای مرحله سبز شدن نیاز داشت. از آنجایی که دمای میانگین در تاریخ کاشت‌های مختلف بهمن ماه در سال دوم نسبت به سال اول کاهش یافت، هر سه لگوم در سال دوم کاهش درجه–روز رشد و افزایش تعداد روز را در این مرحله نشان دادند. بر این اساس، پژوهش‌ها حاکی از مدت زمان بیشتر برای کسب درجه–روز رشد لازم برای ورود به هر مرحله با پایین بودن دما در تاریخ کاشت را تائید کرده‌اند (خان‌علی‌زادگان و همکاران، ۲۰۲۰ ; ال–ظهوری و فاراگ، ٢٠١٤).

مقایسه میانگین برهمکنش تاریخ کاشت و نوع لگوم نشان داد که در هر سه تاریخ، بیشترین درجه–روز رشد سبز شدن مربوط به گیاه ماش سبز می‌باشد. به‌طوری که بیشترین مقدار با میانگین ۷۵/۷ درجه–روز رشد مربوط به تاریخ ۱۰ بهمن بود و تأخیر در کاشت تا ۲۰ و ۳۰ بهمن، بدون تفاوت، درجه–روز رشد آن را شش درصد کاهش داد. درجه–روز رشد لوبیا محلی جیرفت و چشم بلبلی در تاریخ ۲۰ و ۳۰ بهمن در مقایسه با ۱۰ بهمن افزایش نشان داد. به طوری که لوبیا محلی جیرفت در تاریخ ۱۰، ۲۰ و ۳۰ بهمن به ترتیب میانگین ۵۰/٦، ۵۲/۷ و ۵۳ درجه–روز رشد و لوبیا چشم بلبلی به‌ترتیب میانگین ٤۷، ۵۲/۷ و ٥٦/٥ درجه–روز رشد را به‌خود اختصاص دادند (شکل ۱). در هر دو سال با تأخیر در کشت درجه–روز رشد مورد نیاز جهت سبز شدن گیاهان افزایش یافت که به‌دلیل کاهش دما می‌باشد. در توافق با نتایج حاضر شارما و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند که ظهور مراحل فنولوژیک با افزایش دما خیلی سریع‌تر اتفاق می‌افتد. در حالی که تعداد روزهای مرتبط با ظهور نیز با کاهش مواجه می‌گردد.



شکل ۲– نمودار دمای کمینه و بیشینه در سه تاریخ کشت بهمن ماه طی دو سال آزمایش

بازه زمانی اول: ۱ تا ۱۰ بهمن، بازه زمانی دوم: ۱۱ تا ۲۰ بهمن و بازه زمانی سوم: ۲۱ تا ۳۰ بهمن

درجه–روز شد ظهور سه برگچه اول

نتایج برهمکنش سال و تاریخ کشت، نشان داد که بیشترین درجه–روز رشد ظهور سه برگچه اول با میانگین ۱۷۳/٤ درجه–روز رشد، مربوط به تاریخ ۱۰ بهمن ۱۳۹۸ بود که با تاریخ ۲۰ بهمن همان سال و ۱۰ و ۲۰ بهمن ۱۳۹۷ اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین مقدار نیز با میانگین ۱٦۰ درجه–روز رشد، در تاریخ ۳۰ بهمن سال دوم مشاهده گردید (جدول ٤). همچنین، برهمکنش تیمارهای آزمایش نشان داد که درجه–روز رشد مورد نیاز گیاه ماش

سبز در منطقه جیرفت در تمامی تاریخ‌های کشت بیشتر از دو نوع لگوم دیگر می‌باشد. گیاه ماش بیشترین درجه-روز رشد را با میانگین ۲۴۳/۵ درجه-روز رشد، در تاریخ ۱۰ بهمن ثبت کرد. تأخیر در کاشت همراه با کاهش مقدار درجه-روز رشد گیاه بود. بیشترین و کمترین درجه-روز رشد لوبیا محلی جیرفت با میانگین ۱۴۴/۲ و ۱۲۷ درجه-روز رشد، به‌ترتیب در تاریخ ۲۰ و ۳۰ بهمن مشاهده شد. در حالی که لوبیا چشم بلبلی در دو تاریخ ۲۰ و ۳۰ بهمن بدون تفاوت معنی‌دار، دارای میانگین ۱۳۷ درجه-روز رشد بود و کشت در ۱۰ بهمن، پنج درصد درجه-روز رشد آن را با کاهش مواجه ساخت (شکل ۱).

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تاریخ‌های مختلف کشت بر درجه-روز رشد مراحل فنولوژیکی سه نوع لگوم

منابع تغییرات	درجه آزادی	جوانه-زنی	سبز شدن	سه‌برگچه اول	سه‌برگچه- دوم	سه‌برگچه- سوم	سه‌برگچه- چهارم	سه‌برگچه- پنجم	گلدهی	تشکیل غلاف	پر شدن غلاف	رسیدگی کامل	عملکرد دانه
سال	۱	۰/۵ ns	۲۷۷**	۲۳ns	۳۶۴/۳*	۲۷۵/۳ns	۳۹۶ns	۹۹۷*	۹۷ns	۲۲۶ns	۱۱۶۲ns	۱۱۱۵ns	۱/۷*
تکرار	۲	۲۳۲	۳۳۴	۲۷۶۸/۶**	۴۸۰۱**	۷۸۲۲**	۱۱۸۶۸**	۱۷۳۴۳**	۶۸۰۷۲**	۷۷۷۴۷**	۹۴۰۱۰۰**	۱۳۹۵۰۷**	۰/۴۸ns
تکرار*سال	۲	۰/۰۰۳	۰/۶۱	۰/۰۰۱	۰/۳۶	۰/۲۱	۰/۲	۰/۷۶	۰/۰۹	۰/۱۵	۰/۵۸	۱	۰/۰۰۳
تاریخ	۲	۳۶**	۴۰**	۳۵۴**	۵۹ns	۱۸۱۶**	۳۸۳۹**	۲۸۹۷**	۹۹۰ns	۶۹۶/۵ns	۶۲۲۰**	۱۶۹۶/۴ns	۱/۸*
تاریخ*سال	۲	۲۵/۸**	۴۳**	۱۰۳/۷*	۲۰۲/۸*	۳۶۳*	۵۰۵/۳*	۱۰۰۴*	۸۴ns	۲۵۶/۶ns	۲۱۲۳*	۶۰۷ns	۰/۰۱ns
لگوم	۲	۱۹۱۵**	۲۶۰۰**	۵۶۰۸۵**	۱۰۴۶۴۵**	۱۳۷۰۳۵**	۳۱۶۴۵۹**	۴۴۸۲۰۳**	۴۳۰۲**	۷۳۰۶**	۲۸۷۴**	۸۶۹/۳ns	۵۸/۶**
لگوم*سال	۲	۶۶/۶**	۶۸/۵**	۱۸/۴ns	۳۰۴/۲**	۱۱۹ns	۲۶۸/۷ns	۵۷۶/۸ns	۲۷۷ns	۶۴ns	۶۰۰ns	۸۸/۴ns	۰/۳۷ns
تاریخ*لگوم	۴	۱۴**	۷۴/۷**	۳۹۳/۶**	۲۵۱۶**	۴۳۱/۸**	۱۱۲۱**	۲۳۲۰**	۲۷۱/۵ns	۳۹۴ns	۵۹۶ns	۳۵۰/۴ns	۱/۱*
تاریخ*لگوم*سال	۴	۱۷/۲**	۱۹/۲**	۳۸ns	۲۹۴/۴**	۲۴۵/۷**	۴۲۲/۴*	۵۱۵/۷*	۲۸۴/۴ns	۳۲۵ns	۵۴۱ns	۱۵۳/۶ns	۰/۰۰۷ns
خطا	۳۲	۱/۵	۲/۵	۳۰	۵۵/۵	۷۴	۱۳۷/۶	۲۰۴	۳۵۲/۷	۳۹۹	۴۸۹/۵	۶۹۹	۰/۴۳
ضریب تغییرات (درصد)		۲/۴	۲/۲	۳/۲	۳/۳	۳	۳/۳	۳/۳	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲۹/۶

*، ** و ns معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و غیر معنی‌دار

جدول ۴- برهمکنش سال و تاریخ کاشت بر درجه-روز رشد تجمعی مراحل فنولوژیکی و عملکرد دانه

تاریخ کاشت	درجه روز رشد GDD									عملکرد دانه (تن در هکتار)
	جوانه‌زنی	سه-برگچه-اول	سه-برگچه-دوم	سه-برگچه-سوم	سه‌برگچه-چهارم	سه‌برگچه-پنجم	گلدهی	تشکیل غلاف	پر شدن غلاف	رسیدگی کامل	
۱۰ بهمن۹۷	۴۸/۳c	۱۷۰ab	۲۲۱/۵ab	۲۸۲b	۳۴۵/۲b	۴۱۶/۸b	۸۴۵/۲a	۹۰۱/۲ab	۹۸۶/۶b	۱۲۰۲/۳a	۲/۳ab
۲۰ بهمن ۹۷	۴۸c	۱۷۰/۳ab	۲۲۵/۷ab	۲۹۷/۳a	۳۶۵/۵a	۴۳۸/۷a	۸۳۵/۵ab	۸۹۲/۵ab	۹۹۷/۴a	۱۲۰۹/۷a	۱/۷b
۳۰ بهمن ۹۷	۵۱/۲a	۱۶۶/۲b	۲۲۹/۲a	۲۸۲b	۳۴۵/۷b	۴۲۷a	۸۳۳/۸ab	۸۹۶/۷ab	۹۷۹/۲a	۱۱۹۹ab	۲ab
۱۰ بهمن ۹۸	۴۶/۸d	۱۷۳/۴a	۲۲۰/۸ab	۲۸۱/۷b	۳۴۶/۷b	۴۱۸/۲b	۸۴۴/۳a	۹۰۲/۶a	۹۹۲/۷a	۱۲۰۰/۲ab	۲/۷a
۲۰ بهمن ۹۸	۵۰/۶ab	۱۶۹ab	۲۲۳/۸ab	۲۹۵/۳a	۳۶۵/۴a	۴۳۶/۶a	۸۳۶ab	۸۹۱/۶ab	۹۹۷/۷a	۱۲۰۷a	۲ab
۳۰ بهمن ۹۸	۵۰b	۱۶۰c	۲۱۶/۳b	۲۶۷/۳c	۳۲۸c	۴۰۱/۲c	۸۲۶/۲b	۸۸۴b	۹۴۵b	۱۱۷۶/۵b	۲/۴ab

میانگین‌های دارای یک حرف مشترک در هر ستون، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار براساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد می‌باشند.

درجه-روز رشد ظهور سه برگچه دوم

نتایج برهمکنش سال و تاریخ کشت بر درجه-روز رشد ظهور سه برگچه دوم حاکی از عدم معنی‌داری تاریخ‌های انتخابی در هر دو سال آزمایش داشت. بیشترین مقدار با میانگین ۲۲۹/۲ درجه-روز رشد، در تاریخ ۳۰ بهمن ۱۳۹۷ مشاهده شد که با دو تاریخ دیگر در همان سال و سال ۱۳۹۸ در گروه آماری مشترکی قرار

داشت. کمترین مقدار نیز با میانگین ۲۱۶/۳ درجه-روز رشد، مربوط به تاریخ ۳۰ بهمن سال دوم بود (جدول ٤). بیشترین درجه-روز رشد با میانگین ۳۱۷/۵ درجه-روز رشد، مربوط به گیاه ماش بود (جدول ۵). بر اساس شکل ۱، تأخیر در کاشت منجر به افزایش درجه-روز رشد ظهور سه برگچه دوم دو نوع لوبیا گردید. به‌طوری که کشت در ۲۰ و ۳۰ بهمن در مقایسه با ۱۰ بهمن مقدار درجه-روز رشد مورد نیاز لوبیا محلی جیرفت را به-ترتیب هشت و پنج درصد و لوبیا چشم بلبلی را به‌ترتیب ۱۸ و ٢٤ درصد افزایش داد. برعکس، کاشت در ۲۰ و ۳۰ بهمن به‌ترتیب نه و ۱۲ درصد، درجه-روز رشد ماش را نسبت به کشت زودتر با کاهش مواجه ساخت.

درجه-روز رشد ظهور سه برگچه سوم

مطابق با جدول ٤، کمترین درجه-روز رشد ظهور سه برگچه سوم، میانگین ۲٦۷/۳ درجه-روز رشد، زمانی مشاهده گردید که گیاهان در تاریخ ۳۰ بهمن ۱۳۹۸ کشت شدند که دارای کمترین میانگین دمای کمینه و بیشینه در آن بازه زمانی بود (شکل ۲). بیشترین مقدار نیز با میانگین ۲۹۵ درجه-روز رشد و بدون تفاوت معنی‌دار، مربوط به تاریخ ۲۰ بهمن هر دو سال بود. بر اساس بر همکنش تاریخ کشت و نوع لگوم، گیاه ماش در تاریخ ۱۰ و ۲۰ بهمن بدون اختلاف، بیشترین درجه-روز رشد را با میانگین ۳۸۸ درجه-روز رشد، به‌خود اختصاص داد. در حالی که کشت گیاه در ۳۰ بهمن، چهار درصد درجه-روز رشد کمتری را به‌همراه داشت. کمترین درجه روز-رشد در بین سه لگوم و در تمامی تاریخ‌های کشت مربوط به لوبیا چشم بلبلی بود. لوبیا چشم بلبلی در تاریخ ۱۰ بهمن با میانگین ۲۱۷ درجه-روز رشد کمترین درجه-روز رشد را ثبت کرد (شکل ۱).

درجه-روز رشد ظهور سه برگچه چهارم

برهمکنش سال و تاریخ کشت بر مقدار درجه-روز رشد ظهور سه برگچه چهارم (جدول ٤) حاکی از بیشترین مقدار و بدون اختلاف معنی‌دار (میانگین ۳٦۵ درجه-روز رشد) در هر دو سال برای کشت در ۲۰ بهمن بود. کمترین مقدار نیز با میانگین ۳۲۸ درجه-روز رشد، در تاریخ ۳۰ بهمن ۱۳۹۸ به‌دست آمد. همچنین، برهمکنش تیمارهای آزمایش نشان داد که در هر سه تاریخ، دمای تجمعی مورد نیاز ماش بدون تفاوت معنی‌دار، دارای بیشترین مقدار (میانگین حدود ۵۰۰ درجه-روز رشد) در مقایسه با دو لگوم دیگر می‌باشد. در حالی که لوبیا چشم بلبلی در تاریخ کشت اول و سوم و بدون معنی‌داری آماری با کسب میانگین حدود ۲٤۰ درجه-روز رشد، کمترین مقدار را به‌خود اختصاص داد (شکل ۱).

درجه-روز رشد ظهور سه برگچه چهارم

برهمکنش سال و لگوم نشان داد که کشت لوبیا چشم بلبلی در هر دو سال آزمایش بدون اختلاف، بیشترین درجه-روز رشد ظهور سه برگچه پنجم (میانگین ٤۳۸ درجه-روز رشد) را دارا می‌باشد. اگرچه، درجه-روز رشد ماش در سال اول با لوبیا چشم بلبلی معنی دار نشد. اما در سال دوم، با میانگین ٤۰۱ درجه-روز رشد، دارای کمترین درجه-روز رشد گردید (جدول ٤). بر اساس شکل ۱، بیشترین درجه-روز رشد مرحله فنولوژیکی مذکور، مربوط به کاشت ماش سبز در دو تاریخ ۱۰ و ۲۰ بهمن، بدون معنی‌داری آماری می‌باشد. در حالی که کشت در ۳۰ بهمن، شش درصد درجه-روز رشد ماش را کاهش داد. کشت لوبیا محلی جیرفت در هر سه تاریخ کاشت هیچ اختلافی با یکدیگر نشان نداد

بررسی مراحل رویشی هر سه لگوم (از کاشت تا ظهور سه برگچه پنجم) حاکی از این بود که گیاه ماش در مقایسه با دو لگوم دیگر به درجه-روز رشد بیشتری برای ورود به هریک از مراحل رویشی خود نیاز داشته و در صورت تأمین نشدن دمای مورد نیاز هر مرحله، تعداد روزهای ورود به آن مرحله افزایش می‌یابد. به طوری که ماش در سال اول برای اتمام مرحله رویشی خود به ٦۱٤ درجه-روز رشد و ٤۹ روز و در سال دوم به ۵۹۳ درجه-روز رشد و ٦۱ روز نیاز داشت. به‌دلیل افزایش دما در تاریخ کشت‌های سال اول گیاه نیاز حرارتی خود را در مدت زمان کمتری دریافت نمود و سریع‌تر وارد فاز زایشی گردید. بنابراین، کاهش دما در کشت زمستانه ماش در مقایسه با دو نوع لوبیا، ورود به فاز زایشی گیاه را با تأخیر مواجه می‌سازد.

درجه-روز رشد مراحل زایشی

مطابق با برهمکنش سال و تاریخ کشت (جدول ٤) بر درجه-روز رشد پر شدن نیام، به‌جز تاریخ ۳۰ بهمن ۱۳۹۸ که با میانگین ۹٤۵ درجه-روز رشد کمترین مقدار را نشان داد، سایر تاریخ‌های کشت در هر دو سال بدون معنی‌داری آماری، دارای بیشترین

درجه-روز رشد بودند. کشت در ۳۰ بهمن ۱۳۹۸ با کاهش دما منجر به افزایش درجه-روز رشد و تعداد روزهای مورد نیاز برای ورود گیاهان به تمامی مراحل شد.

نتایج سایر پژوهشگران در کاشت رایج (بهاره) نشان می‌دهد که با تأخیر در کاشت، به‌دلیل افزایش تنش دمایی، افزایش دمای تجمعی به‌ویژه در مراحل زایشی گیاه رخ می‌دهد (نادری، ۱۳۹۲). در حالی که تغییر الگوی کشت لوبیا محلی جیرفت، چشم بلبلی و ماش در منطقه، به‌دلیل وجود دمای کمتر نسبت به کشت معمول بهاره اثری بر افزایش متوسط درجه-روز رشد مراحل زایشی در تاریخ‌های کشت انتخابی نداشت. از این رو، به‌نظر می‌رسد که تاریخ‌های کشت زمستانه منطقه به‌ویژه کشت زودهنگام زمستانه (اواخر دی تا اوایل بهمن)، موجب بهره‌گیری مناسب از عوامل اقلیمی می‌گردد.

جدول ۵- برهمکنش سال و نوع لگوم بر درجه-روز رشد تجمعی مراحل فنولوژیکی و عملکرد دانه

سال	لگوم	درجه روز رشد GDD										عملکرد دانه (تن در هکتار)
		جوانه-زنی	سبز شدن	سه-برگچه-اول	سه-برگچه-دوم	سه-برگچه-سوم	سه-برگچه-چهارم	سه-برگچه-پنجم	گلدهی	تشکیل غلاف	پر شدن غلاف	رسیدگی کامل	
۱۳۹۷	لوبیا محلی جیرفت	٤٤/٥^{c}	٥٦/٥^{b}	۱۳۷^{b}	۱۹۰^{c}	۲٤۹/٦^{c}	۲۸٦/٥^{c}	۳٥٥/٤^{c}	۸۳۹/٤^{a}	۸۹۰/٦^{b}	۹۹۳/۸^{ab}	۱۲۰۹/۳^{a}	۱/٦^{c}
	چشم بلبلی	٤٤/٥^{c}	٥٤^{c}	۱۳٥/۲^{b}	۱٦۹^{d}	۲۲۹^{d}	۲٦۱^{d}	۳۱۲/٤^{d}	۸۱۸/۸^{b}	۸۷۸/۸^{b}	۹٦۷/۲^{bc}	۱۲۰۲/٥^{ab}	۳/۸^{b}
	ماش	٥۹^{b}	۷۳/٤^{a}	۲۳٤^{a}	۳۱۷/٥^{a}	۳۸۸^{a}	٥۰۹^{a}	٤۱٤/٥^{a}	۸٥٦/۳^{a}	۹۲۱^{a}	۱۰۰۲/۲^{a}	۱۱۹۹^{ab}	۰/٦٦^{d}
۱۳۹۸	لوبیا محلی جیرفت	٤۲^{d}	٤۷/۸^{e}	۱۳۸^{b}	۱۸۸^{c}	۲٤٥/۲^{c}	۲۸٥^{c}	۳٥۰/۸^{c}	۸٤۰/٤^{a}	۸۸٥/۳^{b}	۹۷۸/۳^{b}	۱۲۰۲/٥^{ab}	۱/۸^{c}
	چشم بلبلی	٤۲^{d}	٥۹^{d}	۱۳۳/٤^{b}	۱۷۰^{d}	۲۲۰/۷^{d}	۲٦۰/٦^{d}	۳۱۲/٦^{d}	۸۲۱/٤^{b}	۸۷۹^{b}	۹۷۱/۳^{bc}	۱۱۹٦/۲^{ab}	٤/٥^{a}
	ماش	٦۳/۳^{a}	۷۲/٤^{a}	۲۳۱^{a}	۳۰۳^{b}	۳۷۸/۳^{b}	٤٤۹/۷^{b}	٥۹۳/۲^{b}	۸٤٤/۷^{a}	۹۱٤^{a}	۹۸٥/۸^{ab}	۱۱۸٥^{b}	۰/۷۷^{d}

میانگین‌های دارای یک حرف مشترک در هر ستون، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار براساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد می‌باشند.

عملکرد دانه لگوم‌ها

مطابق با برهمکنش تاریخ‌های مختلف کاشت و نوع لگوم و از آنجایی که سه نوع لگوم متفاوت مورد بررسی قرار گرفتند، اختلاف در عملکرد گیاهان مشاهده شد. اما نکته مهم، عملکرد متفاوت لگوم ها در سه تاریخ کشت می‌باشد. لوبیا محلی جیرفت، بیشترین عملکرد را در تاریخ ۱۰ بهمن با میانگین ۲/۳ تن در هکتار نشان داد. در حالی که تأخیر در کاشت منجر به کاهش عملکرد دانه آن تا ۱/٤ تن در هکتار گردید. لازم به‌ذکر است که لوبیا محلی جیرفت در دو تاریخ ۲۰ و ۳۰ بهمن عملکرد مشابهی داشت. لوبیا چشم بلبلی در دو تاریخ ۱۰ و ۳۰ بهمن بدون تفاوت معنی‌دار و با میانگین ٤/٦ تن در هکتار، دارای بیشترین عملکرد بود و در تاریخ ۲۰ بهمن، ۲٦ درصد کاهش در عملکرد را نشان داد. در حالی که ماش در هر سه تاریخ کشت بدون اختلاف معنی‌دار، دارای عملکرد دانه مشابهی، میانگین ۰/۷ تن در هکتار گردید (شکل ۱). در توضیح نتایج عملکرد دانه دو نوع لوبیا در سه تاریخ کشت زمستانه بایستی بیان کرد که در بازه زمانی ۱۱ تا ۲۰ بهمن ماه میانگین دمای کمینه سال ۱۳۹۷، به‌ترتیب ۲۷ و ٦۲ درصد کمتر از ۱تا ۱۰ و ۲۱ تا ۳۰ بهمن بود. در سال ۱۳۹۸ کمینه دما در بازه زمانی اول در مقایسه با بازه زمانی دوم تفاوت چندانی نداشت. در حالی که در تاریخ کشت دوم کمینه دما نسبت به تاریخ سوم ۲٤ درصد کاهش یافت. افزون بر این، در سال دوم میانگین دمای بیشینه و کمینه از بازه زمانی دوم به بعد نیز از روندی نزولی برخوردار بود (شکل ۲). بنابراین، کاشت دو نوع لوبیا، در این زمان منجر به نیاز گیاهان به حرارت تجمعی بیشتر از سویی و افزایش تعداد روز جهت ورود به مراحل فنولوژیکی از سوی دیگر شد که به‌تبع آن بر عملکرد گیاهان نیز در بازه زمانی مذکور مؤثر بود. بنابراین، دو نوع لوبیا در تاریخ کشت دوم با افزایش درجه-روز رشد تجمعی و تعداد روز لازم جهت تکمیل مراحل رویشی، با تأخیر به مراحل زایشی خود وارد

شدند و سهم دوره زایشی از کل دوره رشد کاهش یافت. این امر سبب شد زمان در اختیار گیاهان برای طی کردن مرحله زایشی کوتاه شود.

جدول ٦- ضریب همبستگی شاخص درجه-روز رشد مراحل فنولوژیکی با عملکرد

	جوانه-زنی	سبز شدن	سه-برگچه‌اول	سه-برگچه‌دوم	سه‌برگچه-سوم	سه‌برگچه-چهارم	سه‌برگچه-پنجم	گلدهی	تشکیل غلاف	پر شدن غلاف	رسیدگی کامل	عملکرد دانه
	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
١	١											
٢	-٠/٦**	١										
٣	-٠/٦**	٠/٩**	١									
٤	-٠/٦**	٠/٩**	٠/٩**	١								
٥	-٠/٧**	٠/٩**	٠/٩**	٠/٩**	١							
٦	-٠/٧**	٠/٩**	٠/٨**	٠/٩**	٠/٩**	١						
٧	-٠/٧**	٠/٩**	٠/٨**	٠/٩**	٠/٩**	٠/٩**	١					
٨	-٠/٧**	٠/٩**	٠/٩**	٠/٩**	٠/٩**	٠/٩**	٠/٩**	١				
٩	-٠/١ns	٠/٤**	٠/٤**	٠/٤**	٠/٤**	٠/٤**	٠/٣**	٠/٣**	١			
١٠	-٠/١ns	٠/٥**	٠/٥**	٠/٤**	٠/٤**	٠/٤**	٠/٤**	٠/٤**	٠/٩**	١		
١١	-٠/١ns	٠/٣**	٠/٣**	٠/٣**	٠/٣**	٠/٣**	٠/٣**	٠/٣**	٠/٩**	٠/٩**	١	
١٢	٠/٠١ns	٠/٢ns	٠/٢ns	٠/١ns	٠/١ns	٠/١ns	٠/١ns	٠/١ns	٠/٩**	٠/٩**		١

*، ** و ns معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و غیر معنی‌دار

ثبات عملکرد دانه ماش را می‌توان با توجه به روز کوتاه بودن گیاه توضیح داد. بر اساس پژوهش‌ها نبود روزهای کوتاه در کشت بهاره و تابستانه، برای ماش منجر به ایجاد حجم زیادی از اندام‌های رویشی تشکیل‌شده ناشی از ادامه رشد رویشی می‌گردد که به‌تبع آن سبب علفی شدن بوته‌ها و مصرف بخش زیادی از ترکیب‌های فتوسنتزی توسط این اندام‌ها می‌شود (حسن‌پور و همکاران، ١٣٩٤). روز کوتاه بودن گیاهان در کشت زمستانه موجب ورود سریع گیاه از مرحله رویشی به زایشی و در نتیجه دوره زایشی طویل‌تر می‌شود که منجر به افزایش عملکرد دانه می‌گردد.

لوبیا چشم بلبلی یکی از لگوم‌هایی است که بیشترین سطح زیر کشت را در بین انواع لگوم‌ها در مناطق گرمسیری را دارا می‌باشد. بنابراین، یکی از عوامل مؤثر در دستیابی به سطح مطلوب پتانسیل تولید در واحد سطح، شناسایی مناسب‌ترین الگوی کشت برای هر منطقه می‌باشد (مدنی و همکاران، ١٣٨٩). گزارش‌ها میانگین عملکرد لوبیا چشم بلبلی و لوبیا محلی جیرفت را در کشت تابستانه به‌ترتیب در حدود ١/٥ و ١/٣ تن در هکتار بیان کرده‌اند (مدنی و همکاران، ١٣٨٧ مدنی و همکاران، ١٣٨٩).

در حالی که در پژوهش حاضر، عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی و لوبیا محلی جیرفت به‌مقدار ٤/٢ و ١/٧ تن در هکتار به‌ترتیب در کشت بهاره به‌دست آمد. در نتیجه، تغییر الگوی کشت منطقه به‌طور بسیار معنی‌داری بر عملکرد دانه هر دو نوع لگوم مؤثر بود. اختلاف عملکرد را می‌توان به مقدار بارندگی و افزایش دوره زایشی در کاشت بهاره در مقایسه با تابستانه نسبت داد که با یافته‌های ایزیکو و همکاران (٢٠١٥) مطابقت دارد.

میانگین عملکرد دانه ماش در کشت تابستانه مناطق مختلف بین ٠/٢ تا ٠/٣ تن در هکتار گزارش شده است (سلیمانی فرد و ناصری، ١٣٩٩; حبیب‌زاده و همکاران، ١٣٨٥). در حالی که در پژوهش حاضر عملکرد دانه ٠/٧ تن در هکتار، در تمامی تاریخ‌های کشت بدون تفاوت معنی‌دار به‌دست آمد. بنابراین، در مورد کشت ماش سبز نیز مانند دو نوع لوبیا، تغییر الگوی کاشت در منطقه مورد بررسی در مقایسه با تاریخ کشت‌های معمول، هم از نظر زیست

محیطی و مشکلات مربوط به کاهش منابع آبی و هم افزایش عملکرد کشاورزان قابل توصیه می‌باشد.

بر اساس جدول ٦، همبستگی درجه-روز رشد تجمعی مراحل جوانهزنی تا پر شدن نیام با یکدیگر مثبت و معنیدار مشاهده گردید. مرحله رسیدگی کامل با مراحل گلدهی، تشکیل و پر شدن نیام دارای همبستگی مثبت و معنیدار با ضریب ۹۰ درصد بود و با سایر مراحل همبستگی معنیدار آماری نشان نداد. ارتباط عملکرد دانه لگومها با مراحل جوانهزنی، سبز شدن، سه برگچه اول تا پنجم منفی و بسیار معنیدار و با مراحل گلدهی، تشکیل و پر شدن نیام و رسیدگی کامل فاقد معنیداری آماری بود.

شریفی و همکاران (۱۳۸۷) بیان کردند که درجه روزهای تجمعی در مراحل اولیه رشد و قبل از شروع رشد زایشی در ذرت همبستگی کمی با عملکرد دانه داشت. رث و یوکوم (۱۹۹۷) نیز گزارش کردند که بین رشد و نمو گیاه و واحد حرارتی تجمعی همبستگی وجود دارد.

نتیجه‌گیری

در اقلیم‌های گرمسیری، مانند جنوب استان کرمان، با توجه به تفاوت معنی‌دار دامنه تغییرات دما در فصل‌های مختلف سال و به منظور کاهش تنش ناشی از برخورد گیاه با گرمای تابستانی و تأثیر منفی بر مراحل مختلف رشد و نمو گیاهان و همچنین، کوتاهی دوره‌های فنولوژیک که نه‌تنها موجب کاهش عملکرد گیاه می‌شود، بلکه با توجه به کمبود آب آبیاری هزینه‌های تولید را هم افزایش خواهد داد، اصلاح الگوی کشت که بر اساس تغییر هوشمند فصل کاشت انجام می‌پذیرد، با هدف مطالعه اثر دما بر نیاز طبیعی انواع گیاهان گرمسیری ضروری به‌نظر می‌رسد. نتایج این تحقیق نشان داد که تغییر فصل کاشت نه‌تنها موجب تکمیل طبیعی مراحل فنولوژیکی لگوم‌ها می‌گردد بلکه این تغییر نتوانست کاهش معنی‌دار عملکرد دانه را به‌دنبال داشته باشد. با توجه به نتایج پژوهش حاضر، به‌دلیل وجود احتمال بارندگی در ماه‌های بهمن تا فروردین و لزوم توجه به افزایش بهره‌وری آب در منطقه، تغییر الگوی کشت از بهار به زمستان در منطقه جیرفت دارای جایگاه اکولوژیک می باشد که به بررسی‌های بیشتر نیاز دارد. همچنین، به‌دلیل تأخیر در تأمین درجه-روز رشد جهت تکامل فنولوژیک لوبیا محلی جیرفت، لوبیا چشم بلبلی و ماش کشت این گیاهان در اواخر دی و اوایل بهمن ماه (تا ۱۰ بهمن) در جنوب کرمان توصیه می‌گردد. چرا که کاهش دما در اواسط بهمن به بعد، منجر به عدم تأمین دمای لازم برای تکمیل مراحل رشد می‌شود.

منابع

بنایان اول. م. ف. یعقوبی. ز. رشیدی. س. برده‌جی. ۱۳۹٦. اثر مقادیر مختلف نیتروژن بر فنولوژی، شاخص‌های رشدی و عملکرد دو رقم عدس در شرایط دیم مشهد. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۱۵. شماره ٤: ۹۵٦-۹۳۹.

حاجی بابائی. م. م. گلدانی. ا.ح. شیرانی‌راد و ا. نظامی. ۱۳۹٤. ارزیابی صفات و شاخص‌های جوانه‌زنی مؤثر بر تحمل به خشکی لاین‌های جدید کلزا. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. سال هفتم. شماره بیشت و ششم. ۷۱-۸٤.

حبیب‌زاده. ی. ر. مامقانی. و ع. کاشانی. ۱۳۸۵. اثر تراکم بوته بر عملکرد دانه و خصوصیات مرفوفیزیولوژیک سه ژنوتیپ ماش Vigna radiate (L.) Wilczk در شرایط اهواز. مجله علوم زراعی ایران، جلد هشتم. شماره ۱: ۷۸-٦٦.

حسن‌پور. ج. ک. زرگری. ب. زند. م. کنانی. ۱۳۹٤. عملکرد و شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد ژنوتیپ‌های ماش بر اساس تاریخ کاشت. به‌زراعی کشاورزی. دوره ۱۷. شماره ٤: ۹٦٦-۹۵۳.

حمزه‌ئی. ج. و م. سیدی. ۱۳۹۱. واکنش سه رقم نخود به تاریخ‌های مختلف کاشت تحت شرایط دیم در منطقه همدان. ویژه‌نامه نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۳: ۹٤-۸۳.

درینی. ف. ح. مدنی. م.ح. شیرزادی. ۱۳۸۷. مقایسه روند تغییرات شاخص‌های فیزیولوژیک رشد لوبیا چشم بلبلی و لوبیا تپاری محلی جیرفت در تراکم‌های گیاهی مختلف. یافته‌های نوین کشاورزی. سال سوم. شماره ۲: ۱۲۰-۱۰۵.

سلیمانی‌فرد. ع. و ر. ناصری. ۱۳۹۹. واکنش عملکرد دانه و برخی صفات مورفوفیزیولوژیکی ماش Vigna radiate L. رقم گوهر به درجه روز رشد دریافتی و تراکم بوته در منطقه ایلام. نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. جلد چهاردهم. شماره ۳ (۵۵): ٤٤٦-٤۲۳.

شریفی. ر.س. ع. جوانشیر. م.ر. شکیبا. ک. قاسمی گلعذانی. س.ا. محمدی. ی. راعی. ۱۳۸۷. ارزیابی مراحل مختلف فنولوژیک ذرت متأثر از تراکم و دوره‌های مختلف تداخل سورگوم با استفاده از شاخص‌های حرارتی. دانش کشاورزی. ۱۸ (۲): ۵۹-۷۱.

کمالی. م. و م. عدالت. ۱۳۹۶. اثر تداخل علف‌های هرز، تاریخ و روش کاشت بر فنولوژی، رشد، پروتئین و عملکرد لوبیا قرمز (Phaseolus vulgaris L.). نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. سال هفتم. شماره سوم: ۶۱-۴۷.

مدنی. ح. م.ح. شیرزادی. ف. درینی. ۱۳۸۷. تأثیر تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم بلبلی و لوبیا تپاری محلی جیرفت. یافته‌های نوین کشاورزی. سال سوم. شماره ۱: ۱۰۴-۹۳.

مدنی. ح. م. سالاری. م.ح. شیرزادی. ۱۳۸۹. تأثیر آرایش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم بلبلی و لوبیا تپاری جیرفت. یافته‌های نوین کشاورزی. سال چهارم. شماره ٤: ۳۷٤-۳٦۱.

نادری. ا. ۱۳۹۲. کارایی واحد دمایی و درجه-روز رشد تجمعی مراحل فنولوژیکی و رابطه آنها با عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم. فصلنامه علمی پژوهشی گیاهان زراعی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. سال پنجم. شماره هجدهم: ۱۲۸-۱۱۵.

Adudal Haris. A. and V. Chhabra. 2014. Climate change impact on Chickpea yield over a Sub Humid climatic environment. Int. J. Agric. Sci. 4:2348-3997.

Ahmad Alsajri. F. Ch. Wijewardana. L. Jason Krutz. J. Trenton Irby. B. Golden. and K. Raja Reddy. 2019. Quantifying and validation soybeen seed emergence model as a function of temperature. Am. J. Plant. Sci. 10: 111-124.

Atak. M. M.D. Kaya. G. Kaya. Y. Cıkılı. and C.Y. Ciftçi. 2006. Effects of NaCl on the germination, seedling growth and water uptake of triticale. Truk. J. Agric. For. 30: 39-47 .

Bag. H. A. Mukherjee. and L. Bhoi. 2020. Effect of date of sowing and irrigation regimes on growth and yield of Mung Bean. Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci. 9:1274-1281 .

Bewley. J.D. and M. Black. 1986. Seeds: Physiology of Development and Germination. Plenum press N.Y. and London.

Boulch. G. Ch. Elmerich. A. Djemel. and B. Lange. 2021. Evaluation of soybean (Glycine max L.) adaptation to northern European regions under different agro-climatic scenarios. Plants. 3: 1-13 .

El-Zohiri. S.S.M. and A.A Farag. 2014. Relation planting date, cultivars and growing degree-days on growth, yield and quality of garlic. Middle East J. Agric. Res. 3: 1169-1183.

Ezeaku. I.E. B.N. Mbah. and K.P. Baiyeri. 2015. Planting date and cultivar effects on growth and yield performance of cowpea (Vigna unguiculata (L.) Walp). Afr. J. Plant. Sci 9: 439-448.

Gordon, R. and Bootsma, A. 1993. Analyses of growing degree -days for agriculture in Atlantic Canada. Clim. Res. 3 :.169 -176.

Kaya. M.D. G. Okcu. M. Atak. Y. Cıkılı. and O. Kolsarıcı. 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (Helianthus annuus L.). Eur. J. Agron. 24: 291-295.

Khanalizadegan, A.R. Madandoust, M. Mohajeri, F. and Bagheri, M. 2020. Effects of planting date on yield characterististics of Quinoa (Chenopodium quinoa Wild.). eIJPPR. 10 (5): 290-298 .

Meleha, A. A.F.A. Hassan. M. El-Bialy. and M. El-Mansoury. 2020. Effect of planting dates and planting methods on water pelations of wheat. Int. J. Agron. 2020: 1-11.

Lopez-Bellido. F. J. R. J. Lopez-Bellido. S. Kasem Khalil. and L. Lopez-Bellido. 2008. Effect of planting date on winter kabuli chickpea growth and yield under rainfed Mediterranean conditions. J. Argon. 4: 954- 964.

Rafaele Alves Barros. J. M. Julio Machado Guimarães. W. Lima Simões. N. Franklin de Melo. and F. Angelott. 2021. Water restriction in different phenological stages and increased temperature affected cowpea production. Cienc. Agrotecnologia. 45: 1-12.

Richards. M.L. A. Preston. T. Napier. L. M. Jenkins. and L. Maphosa. 2020. Sowing date affects the timing and duration of key chickpea (Cicer arietinum L.) growth phases. Plants. 9: 1-17.

Roth. G.W. and J.O. Yocum. 1997. Use of hybrid groing degree day ratings for corn in the north eastern USA. J Produc Agrica. 10: 283-288 .

Schultze-kraft, R.I. M. Rao. R.J. Peters. Ch. Clements. M. Bai. and G. Liu. 2018. Tropical forage legumes for environmental benefits: an overview. Trop. grassel. 6: 1-14.

Sharma. A. R. S. Deepe. M. Sankar. B. Pryor. E. Stewart. A. Johanson. and A. Ananadhi. 2021. Use of growing degree indicator for developing adaptive responses: a case atudy of cotton in Florida. Ecol. J. Indic. 124: 1-11.

Shunmugam. A.S.K. U. Y. Kannan. K.A. Jiang. S. Daba. and L.Y. Gorim. 2018. Physiology based approaches for breeding of next-generation food legumes. Plants. 7, 72-80.

Zabel, F. Putzenlechner. B. and W. Mauser. 2014. Global agricultural land resources – A high resolution suitability evaluation and its perspectives until 2100 under climate change conditions. PLoS ONE. 9: 1-9.

Altering the cropping patterns and its effect on the phenology and yield of the three tropical legumes in the south of Kerman

M. Hatami[۱], H. Heidari Sharifabad[۲], H. Madani[۳], E. Tohidinezhad[۴], Gh. Afsharmanesh[۵]

Received: 2022-11-10 Accepted: 2022-3-22

Abstract

The purpose of this research was to investigate the effects of changing the cultivation pattern from spring to winter on the phenological stages and the performance of three types of tropical legumes (local beans, cowpeas and mung beans). This study was performed as a factorial in a complete randomised block design with 3 replications for two years (2018-2019) in the farms of Agricultural Research Center in Jiroft, Kerman, Iran Experimental treatments included three planting dates of 30th Jan, 9th Feb and 19th Feb and three tropical legumes. The results indicated that legumes requirement about 1200 degree-days of temperature growth during their developmental stages, considering the base temperature of 15˚C. The highest degree-days of growth from planting to germination, planting to greening and from one to five leaves stage in all three cultivation dates belonged to mung bean. Then, Jiraft local beans and cowpeas were ranked next. Moreover, the results showed that the cumulative temperature index gradually decreased during the stages of flowering initiation, full flowering, pod initiation and grain filling in Mung beans and two types of beans. On the other hand, in the late-early cultivation model, the cumulative temperature from planting to flowering to maturity and the growth degree day index were not obtained due to the effect of low temperature. Mung bean seed yield stability on all three planting days averaged 0.7 t.ha-1, demonstrating the ability of this crop to adapt to temperature compared to other legumes. The seed yield in local beans of Jiroft and cowpeas was the highest content averaged 2.3 and 4.6 t/ h in last cultivation on 19th Feb. Cultivation of legumes in early winter is therefore recommended as it has the opportunity to provide a cumulative temperature and growing day index for southern Kerman. It can reduce the negative effects on plant growth and development caused by intense heat and evaporation. High transpiration should be superior to spring patterns and conventional cultivation in the area.

Keywords: cultivation date, Jiroft local bean, cowpea, green mung bean, climate change.

۱ Ph.D. Student of Agronomy, Department of Agronomy, Jiroft Branch, Islamic Azad University, Jiroft, Iran
۲ Professor, Science and Reaserch Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
۳ Associate Professor, Crop Physiology, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran
۴ Associate Professor, Crop Ecology, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran
۵ Associate Professor, Ecophysiology, Agriculture and Natural Resources Research Center, Kerman, Iran