نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۰ شماره ۴ / سال ۱۳۹۹ صفحات ۱۴۲-۱۲۷

اثر کاشت خارج از فصل (تابستانه) بر عملکرد ومراحل فنولوژیک باقلا (*Vicia faba* L.) با استفاده از شاخص‌های نوری و حرارتی

رمضان سرپرست [۱*]، عباس علیپور نخی [۲]

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۱/۱٤ تاریخ پذیرش: ۹۹/٦/۱٦
۱-استادیار بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران
۲-استادیار بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران
* . مسئول مکاتبه: Email: ram_sarparast@yahoo.com

چکیده

اهداف: این تحقیق با هدف کمّی‌سازی تأثیر عوامل مدیریتی مانند انتخاب تاریخ کشت تابستانه بر واحدهای تجمعی حرارتی، فنولوژی و عملکرد باقلا براساس تعداد روز و درجه روز- رشد تجمعی و معرفی مناسب‌ترین ژنوتیپ‌های سازگار با شرایط آب و هوایی مدیترانه‌ای مناطق حاشیه دریای خزر به‌اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی تأثیر تاریخ کاشت خارج از فصل (تابستانه) بر تجمع واحدهای حرارتی، فنولوژی و عملکرد باقلا رقم لوزودی اوتونو (Luzde otono)، مطالعه‌ای دو ساله (۱۳۹۵-۱۳۹٤) در ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی قراخیل انجام شد. آزمایش مشتمل بر چهار تاریخ کشت تابستانه (اول مرداد، پانزدهم مرداد، اول شهریور و پانزدهم شهریور) در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار به‌اجرا درآمد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد، باقلا رقم لوزودی اوتونو در تاریخ کاشت دوم یعنی ۱۵ مرداد با ۹۱۰۰ کیلوگرم دارای بیشترین عملکرد نیام سبز بوده که نسبت به آخرین تاریخ کاشت (۱۵ شهریور) ۱۲٤ درصد افزایش عملکرد داشته است. واحد هلیوترمال در سال ۱۳۹٤ (از ۰/۸۰۰ تا ۱/۳۲۰) نسبت به سال ۱۳۹۵ (از ۰/۵۷٦ تا ۰/۹۸۳) بیشتر بود. در تاریخ کشت ۱۵ مرداد میزان کارآیی مصرف هلیوترمال (۱/۳۲۰) نسبت به تاریخ کشت اول مرداد (۱/۰۲۰) افزایش یافت که دلیل این موضوع افزایش میانگین درجه حرارت هوا و تعداد ساعات آفتابی بود. همچنین از بین شاخص‌های مورد بررسی، کارآیی مصرف حرارت (HUE) و کارآیی مصرف ساعات آفتابی (RUE) نیاز حرارتی باقلا رقم لوزودی اوتونو را در مراحل متفاوت نموی به‌خوبی برآورد کرده و به‌دلیل دارا بودن روند ثابت و منطقی برتری نسبی بر سایر شاخص‌ها مانند درجه روز رشد (GDD) و شاخص فتوترمال (PTI) دارند.

نتیجه‌گیری: براساس یافته‌های این پژوهش، جهت جلوگیری از همزمانی دوره گلدهی و پر شدن دانه با تنش گرمایی، از کشت تابستانه باقلا رقم لوزودی اوتونو در ماه‌های خرداد و تیر اجتناب و توصیه می‌گردد که جهت حصول بالاترین عملکرد نیام سبز، کشت در اواخر مرداد انجام گیرد.

واژه‌های کلیدی: تابستانه، تاریخ کاشت، درجه روز رشد، نیام سبز، واحد هلیوترمال

Effect of Off-Season (Summer) Planting Date on Phenology and Yield of Faba Bean (*Vicia faba* L.) Using Thermal and Radiation Indices

Ramazaqn Sarparast [1*], Abbas Alipour Nakhi [2]

Received: February 3, 2020 Accepted: September 6, 2020
1-Assist. Prof., Seed and Plant Improvement Research Dept., Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran.
2-Assist. Prof., Economic, Social and Extension Research Dept. Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran.
*Corresponding Author Email: Email: ram_sarparast@yahoo.com

Abstract

Background and Objectives: The aim of this study was to quantify the effect of managerial factors such as summer planting date on Heat Summation Unit (HSU), phenology and faba bean yield based on number of days and Aggregation Growth Degree Day (AGDD) and to introduce the most suitable genotypes adapted to Mediterranean climatic conditions in the Caspian sea was conducted.

Materials & Methods: In order to investigate effect off-season planting date (Summer) on phenology and yield of faba bean *var*. Luzde otono using accumulation of thermal units conducted at the Gharakhil Agricultural Research Station in 2014 and 2015. Treatment included four summer sowing dates (July 23, August 7, August 23, September 7) by experiment based on randomized complete block design with three replications.

Results: The results showed that cultivar Luzde otono in the second planting date (August 7) with 9100 kg which has increased by 124% compared to the last planting date (September 7) had the highest yield (green pod). The unit of heliothermal was more in 2015 (from 0.800 to 1.320) compared to 2016 (from 0.576 to 0.983). On August 7, the efficiency of heliothermal consumption (1.320) increased compared to the first date of August 1 (1.200), which was due to the increase in average air temperature and the number of hours of sunshine. Also, among the studied indicators, the efficiency of heat consumption (HUE) and the efficiency of consumption of sunny hours (RUE) as well as estimated thermal requirement of faba bean Luzde otono cultivar in different cultivation dates and at different stages of development and in this direction, due to having a constant and logical trend, they have a relative superiority over other indicators such as GDD and PTI.

Conclusion: According to the findings of this study, in order to prevent the coincidence of flowering period and seed filling with heat stress, The summer cultivation of faba bean Luzde otono cultivar has been avoided in June and July and recommended in order to obtain the highest yield (green pod) that cultivation be done in late August.

Keyword: Green Pod, Growth Degree Day, Helio Thermal Unit, Planting date, Summer

مقدمه

باقلا (*Vicia faba* L.) به‌عنوان یک گیاه استراتژیک با تثبیت نیتروژن اتمسفر و افزایش حاصلخیزی خاک، نقش تعیین‌کننده‌ای در بهبود شرایط زیستی، میکروکلیمایی و پایداری اکوسیستم زراعی دارد (هاگاردنیلسون و همکاران ۲۰۰٦). باقلا با سطح زیر کشت ۲/٥٦ میلیون هکتار و تولید جهانی ٤/٥٦ میلیون تن یکی از بقولات دانه‌ای مهم دنیا به‌شمار می‌رود (فواد و همکاران ۲۰۱۳). سطح زیر کشت باقلا در ایران حدود ۳۰۰۰۰ هکتار می‌باشد و استان مازندران با داشتن ۳۵ درصد سطح زیرکشت یکی از بزرگترین تولید کننده‌های باقلا در کشور محسوب می‌شود (بی‌نام ۲۰۱۵). باقلا گیاه مناسبی در تناوب با غلات است زیرا موجب شکستن چرخه بسیاری از بیماری‌های متداول غلات می‌شود و جمعیت نماتدها را کاهش می‌دهد (پورسل و همکاران ۲۰۰۲). کشت گیاه باقلا در تناوب با برنج (*Oryza Sativa* L.) در اراضی شالیزاری سبب افزایش بهره‌وری زمین و ایجاد شرایط پایدار برای تولید برنج می‌گردد و نیتروژن تثبیت شده به‌وسیله بقولات به‌صورت آلی در بقایای ریشه باقی می‌ماند و به‌تدریج از طریق فرآیند معدنی شدن در اختیار گیاه بعدی (غلات) قرار گرفته و از این طریق می‌تواند تا ۵۰ درصد از نیاز برنج به نیتروژن را برطرف کند (هایات و همکاران ۲۰۰۸). احمد و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کرده‌اند عملکرد برنج در صورت کاشت آن در یک تناوب بقولات – برنج به میزان ٦۰۰ تا ۱۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشتر از عملکرد برنج در یک تناوب برنج – برنج بود. در نیوزیلند برداشت محصول باقلا در پاییز یا اوایل زمستان یک فرصت مضاعف را برای تولید باقلا تابستانه (در غیر از فصل رایج) ایجاد کرده و باعث می‌شود که محصول بیشتری از باقلای سبز روانه بازار گردد (مارتینی و همکاران ۲۰۱۲).

تاریخ کاشت بیشتر در گیاهانی که به عنوان کشت دوم در منطقه مورد توجه قرار می‌گیرند اهمیت دارد چرا که تاخیر در کشت این گونه محصولات می‌تواند تاثیر قابل توجهی در کاهش عملکرد آنها داشته باشد. بویژه در مناطقی که دارای محدودیت‌های محیطی همچون سرمای زودرس یا دیرهنگام و گرمای شدید اواسط تابستان می‌باشند (هریس و همکاران ۲۰۰۱). کشت دوم یا دوگانه گیاهان زراعی نه‌تنها باعث افزایش تولید در واحد سطح می‌گردد بلکه استفاده بهینه از سایر منابع تولید را سبب می‌شود (هگنس تالر و همکاران ۲۰۰۹). در منطقه مازندران (دارای آب و هوای معتدل و مدیترانه‌ای) و تعدادی دیگر از مناطق اقلیمی مشابه، گیاهان زراعی نظیر گندم (*Triticum aestivum* L.)، جو (*Hordeum vulgare* L.) و کلزا (*Brassica napus* L.) به صورت پائیزه کشت می‌شوند و زمان برداشت اوایل تابستان می‌باشد. از زمان برداشت این گیاهان تا زمان کشت پائیزه، زمین به صورت آیش و بدون استفاده باقی می‌ماند که در این فاصله زمانی ٤-۳ ماهه می‌توان مبادرت به تولید محصولاتی نظیر لگوم (باقلا) نمود که قابلیت کشت دوم بعد از برداشت سایر گیاهان را دارد (سرپرست ۲۰۱۵). ایگلی و همکارانش (۲۰۰۰) نشان دادند که با کاشت نامناسب تعداد گره بارور و تعداد نیام در بوته کاهش می‌یابد که نتیجهٔ آن کاهش عملکرد دانه و نیام‌سبز باقلا است و تاریخ کاشت‌های نامناسب علاوه بر تحریک گل‌دهی زودهنگام و محدودیت نمو شاخه‌های فرعی، به دلیل کاهش دورهٔ رشد رویشی، باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود. مک‌دونالد و همکاران (۱۹۹٤) نشان دادند که در تاریخ‌های متفاوت کاشت باقلا، کمترین زمان کاشت از سبز تا گلدهی ٤۳ روز و طولانی‌ترین زمان سبز شدن تا گلدهی برای گیاه باقلا ۷۳ روز بوده است و درتاریخ‌های کاشت دیرهنگام (مرداد – شهریور) علیرغم قرار گرفتن گیاه باقلا در درجه حرارت بالا، واکنش اندکی به بهاره-

سازی نشان داد، همچنین به ازاء هر روز تاخیر در کاشت باقلا ٥٦ کیلوگرم در هکتار از عملکرد کاسته خواهد شد. در تحقیقی، رقم لوزودی اوتونو[1] در کاشت پاییزه توانست به ترتیب با ۸۱/۷، ۱۱۸/۷ و ۱۵۹/۱روز، کمترین روز از کاشت تا گلدهی، نیام‌دهی و رسیدگی را به‌دست آورده و زودرس‌ترین رقم محسوب گردد (سرپرست ۲۰۱۵).

فنولوژی مطالعه پویای نمو است که تا حدود زیادی تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد و از نظر کمی قابل اندازه گیری است. بسته به خصوصیات ژنتیکی گیاه، مراحل نمو را می‌توان صرفاً به عنوان تابعی از دما و فتوپریود در نظر گرفت (کالیسکان و همکاران ۲۰۰۸). پارتاساراتی و همکاران (۲۰۱۳) دو شاخص واحدهای حرارتی محصول[2] و درجه روزهای رسیدگی را به‌عنوان شاخص‌های مناسبی برای به‌کارگیری در مدل‌سازی گیاهی گزارش کردند. نیلسون و همکاران (۲۰۰۲) و گیلمور و راجرز (۱۹۹۳) گزارش کردند استفاده از واحدهای حرارتی برای تخمین رسیدگی گیاه بهتر و دقیق‌تر از تعداد روز تا رسیدگی می‌باشد. آیکن (۲۰۰۵) نیز اظهار نمود که برای مقایسه مراحل مختلف نمو محصولات مختلف در مکان‌های متفاوت (به‌دلیل اختلاف در شرایط محیطی) استفاده از واحد تعداد روز از دقت کافی برخوردار نیست، در حالیکه استفاده از واحد گرمایی نسبت به تعداد روز، برای تعیین زمان و دوام مراحل نمو در مکان‌ها و سال‌های مختلف از دقت بالاتری برخوردار است، زیرا شرایط از سالی به سال دیگر و از محلی به محل دیگر تغییر می‌کند و بر این اساس، هر گیاه زمانی به مرحله معینی از نمو می‌رسد که مقدار مشخصی حرارت از محیط گرفته باشد که به صورت واحد گرمایی[3] یا درجه روز- رشد[4] بیان می‌شود که این مسأله صرفاً تابع ژنوتیپ است. کارایی تبدیل گرما و نور به ماده خشک به فاکتورهای ژنتیکی، تاریخ کاشت و نوع محصول بستگی دارد (رائو و همکاران ۲۰۰۳). بنابراین دانستن شاخص‌های حرارتی مانند واحد تجمعی حرارتی[5] که در بیشتر منابع از آن به‌عنوان درجه روزهای رسیدگی یاد می‌شود و همچنین سایر مشتقات ریاضی آن مانند واحد هلیوترمال[6]، شاخص فتوترمال[7]، واحدهای حرارتی محصول[8]، کارایی مصرف حرارت[9] و اختلاف نسبی دما[10] می‌تواند اصول پایه‌ای را برای تعیین مراحل فنولوژی و تاریخ کشت مناسب فراهم آورد (اسرینیواس ۲۰۱۰). الیس و همکاران (۱۹۹۰) اعلام کردند که فتوپریود بحرانی لازم برای اینکه گل‌دهی ارقام مختلف باقلا را به تاخیر اندازد بیشتر از ۱۸ ساعت روشنایی روزانه می‌باشد. به‌علاوه مشخص شد فتوپریود بحرانی، طولانی‌ترین فتوپریودی است که حداکثر تاخیر در گل‌دهی را ایجاد کند و این برای ژنوتیپ‌های مختلف باقلا یکسان نمی‌باشد و به جز ارقام باقلایی که زود گل می‌دهند در سایرارقام باقلا، گل‌آغازی با درجه حرارت بالا و طول روز بلند تحریک می‌شود. اشتوتزل (۱۹۹۵) گزارش کرد که دامنه طول روز لازم برای گل‌دهی ارقام بهاره و پاییزه باقلا تا ٢٤ ساعت نیز می‌رسد. وورال و همکاران (۲۰۰۰) اظهار داشتند، محدود شدن طول روز، طی نمو باقلا، منجر به کاهش عملکرد بیولوژیکی باقلا می شود.

این تحقیق با هدف کمّی‌سازی تأثیر عوامل مدیریتی مانند انتخاب تاریخ کشت تابستانه بر واحدهای تجمعی حرارتی، فنولوژی و عملکرد باقلا براساس تعداد روز و درجه روز- رشد تجمعی و معرفی مناسب‌ترین ژنوتیپ‌های سازگار با شرایط آب و هوایی

[1]- Luzde otono
[2] - Heat Unit System
[3] - Heat Unit
[4] - Growing Degree Days (GDD)
[5]- Heat Summation Unit (HSU)
[6] - Helio-Thermal Unit (HTU)
[7] - Pheno-Thermal Index (PTI)
[8] - Crop Heat Unit (CHU)
[9] -Heat Use Efficiency (HUE)
[10] - Relative Temperature Disparity (RTD)

مدیترانه‌ای مناطق حاشیه دریای خزر به‌اجرا درآمد. در واقع واحد حرارتی گیاه، یک سیستم راهنمایی در جهت کمک کردن به کشاورزان منطقه برای انتخاب مناسب‌ترین تاریخ کاشت تابستانه باقلا به - منظور دستیابی به میزان رشد رویشی لازم و اجتناب از همزمانی گلدهی با گرمای شدید تابستانه و دستیابی به حداکثر عملکرد باقلای نیام‌سبز جهت تازه‌خوری بشمار می‌آید.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر تاریخ کاشت خارج از فصل (تابستانه) بر تجمع واحدهای حرارتی، فنولوژی و عملکرد ارقام باقلا (لوزودی اوتونو، هیستال و برکت) در چهار تاریخ کاشت (اول مرداد، ۱۵ مرداد، اول شهریور و ۱۵ شهریور) آزمایش دو ساله (۱۳۹۵-۱۳۹٤) به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی قراخیل قائم‌شهر با عرض جغرافیایی ۳٦ درجه و ۲۷ دقیقه شمالی و طول ۵۲ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی ، با ارتفاع ۱٤ متر از سطح دریا و میزان بارش سالانه حدود۷۵۰ میلی‌متر اجرا گردید. لازم به‌ذکر بجز باقلا رقم زودرس لوزودی اوتونو هیچیک از ارقام دیگر (برکت و هیستال) به‌عنوان کشت دوم (تابستانه) وارد فاز زایشی و تولید غلاف سبز نگردیدند، و بنابراین کلیه داده‌های صفات سایر ارقام در تجزیه واریانس وارد نشدند. و در نهایت طرح با در نظر داشتن اثر متقابل تاریخ‌های کاشت تابستانه بر روی رقم لوزودی اوتونو (Luzde otono)، به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. هر کرت آزمایشی در شش خط به طول چهار متر و فاصله بین تکرارها دو متر و بین کرت‌ها در هر تکرار نیز یک خط (نکاشت) جهت کم کردن اثر حاشیه و انجام عملیات داشت و یادداشت‌برداری منظور گردید. فاصله بین ردیف‌ها ٦۰ سانتی‌متر و بین بوته‌ها روی ردیف برای همه تیمارها یکسان و برابر با ۱۵ سانتی‌متر بود. زمین محل آزمایش در سال قبل آیش بود. آماده‌سازی خاک برای کشت توسط گاوآهن برگرداندار، دیسک و ماله انجام شد. قبل از اجرای آزمایش از عمق صفر تا۳۰ سانتیمتری خاک نمونه‌برداری انجام و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین شد، که بر اساس نتایج حاصله بافت خاک سیلتی کلی لوم بود (جدول ۱). میزان کود توصیه شده در زمان کاشت، ۲۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به عنوان استارتر و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل بود. بذور قبل از کاشت با سم کربوکسی تیرام به میزان دو در هزار، ضدعفونی شده و در ردیف‌های ایجاد شده در عمق ۵ سانتیمتری کشت شدند. آمار هواشناسی از داده‌های ایستگاه هواشناسی واقع در فاصله ۲۰۰ متری محل انجام آزمایش (هواشناسی ایستگاه قراخیل) دریافت گردید. رقم برکت رقم بومی مناطق شمال ایران و ارقام لوزودی اوتونو و هیستال که بذر آنها از شرکت بازرگان کالا با منشاء اسپانیا تهیه گردیدند. به‌منظور بررسی عملکرد و اجزای عملکرد در پایان فصل رشد (نیام‌دهی) تعداد ۱۰ بوته انتخاب و صفات مربوط به عملکرد و اجزای آن اندازه‌گیری شد. عملیات برداشت به‌منظور محاسبه عملکرد دانه و نیام سبز پس از حذف حاشیه‌ها از سطحی معادل ٤ مترمربع انجام شد.

شاخص‌های زراعی اقلیمی با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شدند:

$$GDD = \Sigma n\ [(Tmax + Tmin)/_2\ ] - T_b \quad \text{(رابطه ۱)}$$

GDD درجه روز رشد، n تعداد روزهای رشد، Tmax و Tmin به ترتیب حداکثر و حداقل دمای روزانه و T_b دمای پایه (۵ درجه سانتی‌گراد).

$$HTU = GDD \times Duration\ of\ sun\ shine\ hours \quad \text{(رابطه ۲)}$$

HTU واحد هلیو ترمال برحسب ساعات آفتابی در درجه روز رشد، GDD درجه روز رشد و Duration of sun shine hours، دوره ساعات آفتابی

$$HTUE = Yield / HTU \quad \text{(رابطه ۳)}$$

HTUE کارایی مصرف هلیوترمال بر حسب کیلوگرم در هکتار در ساعت در درجه روز رشد، Yield عملکرد بر حسب کیلوگرم در هکتار و GDD درجه روز رشد

$$HUE = Yield / GDD \quad \text{(رابطه ٤)}$$

HUE کارایی مصرف حرارت بر حسب کیلوگرم در هکتار دردرجه روز رشد، Yield عملکرد بر حسب کیلوگرم در هکتار و GDD درجه روز رشد

$$PTI = GDD / Growth\ days \quad \text{(رابطه ٥)}$$

PTI شاخص فتوترمال بر حسب درجه روز رشد در روز، Growth days تعداد روز در هر مرحله رشد و GDD درجه روز رشد (گریجش و همکاران ۲۰۱۱، سینگ ۲۰۱٤ و ورتینگتون و هاتچین سون ۲۰۰۵).

تجزیه واریانس مرکب صفات آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام و تیمارهای مناسب از طریق آزمون مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن انجام گرفت.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی وشیمیایی خاک مورد مطالعه

سال زراعی	بافت	سیلت (%)	رس (%)	شن (%)	ماده آلی (%)	پتاسیم ($mg.kg^{-1}$)	فسفر ($mg.kg^{-1}$)	هدایت الکتریکی $ECe(dS.m^{-1})$	اسیدیته pH
۱۳۹٤	سیلتی کلی لوم	٥۲	۳٥	۱۲	۲/۲	۱٤۰	۳٤	۰/۷٥	۷/۸
۱۳۹٥	سیلتی کلی لوم	٥٥	۳٥	۱۰	۲/۸	۱٦۰	٤۰	۰/۸۱	۷/۹۸

نتایج و بحث

اثرتاریخ کاشت تابستانه باقلا رقم لوزودی اوتونو بر شاخص‌های حرارتی در مراحل مختلف فنولوژیکی

مرحله کاشت تا سبز شدن

تاریخ کاشت از طریق انطباق مراحل رشد بر شرایط مطلوب یا نامطلوب محیطی به‌خصوص درجه حرارت و فتوپریود، تاثیر بسیار زیادی بر رشد و نمو وعملکرد باقلا دارد. ارزیابی درجه روز رشد تجمعی مشخص کرد، درجه روز رشد دریافت شده باقلا رقم لوزودی اوتونو در مرحله کاشت تا سبز شدن در سال ۱۳۹٤ (از ۲۰٤ تا ۲۱٦ درجه روز رشد) نسبت به سال ۱۳۹٥ (از ۲۲٥ تا ۲٦۸ درجه روز رشد) کمتر بود. بیشترین درجه روز رشد دریافت شده در سال ۱۳۹٤ در تاریخ کاشت اول مرداد با ۲۱٦ و در سال ۱۳۹٥ در تاریخ کاشت ۱٥ مرداد با ۲٦۸ و کمترین درجه روز رشد در ۱٥ شهریور با ۲۲٥ درجه روز رشد اتفاق افتاد (جدول ۲). میلر و همکاران (۲۰۰۰) طی یک مطالعه سه ساله (۹۸-۹٥) گزارش کردند درجه روز رشد مورد نیاز در مرحله کاشت تا سبز شدن باقلا، ۱۹۸ تا ۲۳۰ درجه روز رشد و در مورد گیاه نخود ۱۷۹ تا ۲٤۳ درجه روز رشد در کاشت پاییزه می‌باشد. خوشحال و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند، درجه روز موثر و فعال برای سبز کردن

کلزا به‌ترتیب ۱۵۱/٤ و ۲۱٦/٤ و میانگین درجه روز رشد تجمعی برای سبز کردن آفتابگردان ۱۰۸ درجه روز رشد می‌باشد. یساری و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند، به‌طور کلی میانگین نیاز حرارتی لازم از کاشت تا ۹۰ درصد سبز شدن گیاه گلرنگ معادل ۱۰٤ درجه روز رشد بود که تقریباً تا ۱۰روز پس از کاشت حاصل شد.

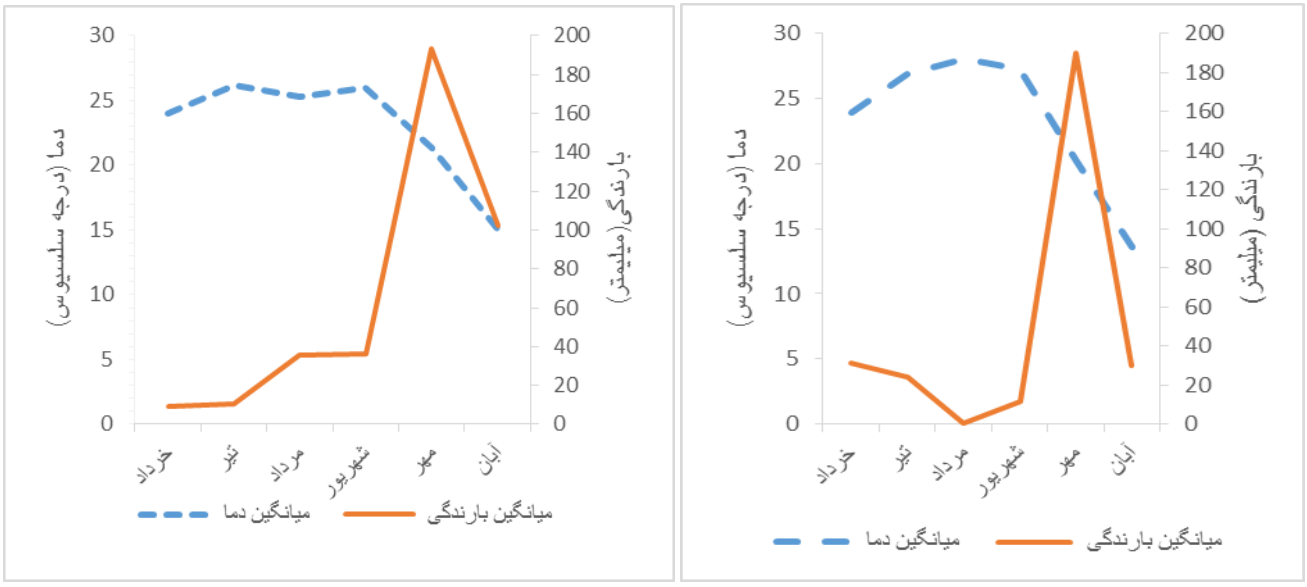
مرحلـه کاشت تا گلدهی بوته

متوسط تعداد روز از کاشت تا مراحل گلدهی برای باقلا رقم لوزودی اوتونو در تاریخ‌های مختلف کشت تابستانه در سال ۱۳۹٤، ٤۲ تا ٤۹ روز و در سال ۱۳۹۵، ٤۱ تا ۵۱ روز بود. در سال ۱۳۹۵ میانگین درجه روز رشد تجمعی (۸٦۲ تا ۱۱٤۲) و تجمع ساعات نور خورشید (٤۲۳۸ تا ۹٦۵۷) بود که نسبت به سال ۱۳۹٤ میانگین درجه روز رشد تجمعی و تجمع ساعات نور خورشید بیشتری داشت (جدول ۲). بالاترین میانگین درجه روز رشد تجمعی در مرحله گلدهی برای باقلا رقم لوزودی اوتونو در سال ۱۳۹٤ در تاریخ کاشت اول شهریور با ۹۸۷ و کمترین درجه روز رشد تجمعی در تاریخ کاشت اول شهریور ۸۵٤ بود. درحالی که در سال ۱۳۹۵ تاریخ کاشت ۱۵ مرداد با ٤۸ روز تا گلدهی بیشترین درجه روز رشد تجمعی (۱۱٤۲) را بدست آورد و بالاترین تجمع ساعات نور خورشید (۹٦۵۷) در تاریخ کاشت اول مرداد بوقوع پیوست (جدول ۲). در ارزیابی پارامترهای هواشناسی در دوره رشد و نمو گیاه، تعداد ساعات آفتابی و میانگین درجه حرارت هوا درمرداد سال ۱۳۹۵ دارای بالاترین مقدار نسبت به بقیه ماه‌ها بود. میانگین درجه حرارت هوا در ماه مرداد ۲۸/۱ درجه سانتی‌گراد (شکل ۱) و میانگین تعداد ساعات آفتابی ۲۹۸/۵ بود (شکل ۲). گلدهی حساس‌ترین مرحله رشد و نمو باقلا نسبت به تنش حرارتی بوده به طوری که احتمالاً با کاهش فتوسنتز و تولید مواد فتوسنتزی باعث کاهش انتقال مواد به دانه و در نهایت کاهش عملکرد شده و افزایش سقط گل‌ها و دانه‌های تازه تشکیل شده در نیام نیز عاملی برای کاهش عملکرد می‌باشد. در این تحقیق مصادف شدن گلدهی با گرمای ۳۳/۵ درجه سانتی‌گراد در اواسط تابستان می‌تواند موید این نکته باشد (شکل ۱). اوپلینگر (۲۰۰۰) اظهار نمود، که گرمای زیاد سبب ایجاد اختلالات رشد جنین، ریزش گل‌ها و کاهش تعداد بذر در نیام در گیاه باقلای شود و رشد و نمو و تشکیل میوه در گیاه منوط به دمای کم ورطوبت بالای محیط است. بنابر این تاریخ کاشت گیاه باقلا باید طوری در منطقه تعیین شود که گرمای هوا به خصوص در دوره گلدهی به گیاه آسیب نرساند. که این نتایج با یافته‌های واعظی‌راد و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد.

مرحلـه کاشت تا نیام‌دهی بوته

تعداد ساعات آفتابی مؤثر در فتوسنتر و دمای روزانه تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر کاشت تا نیام‌دهی بوته این دوره دارند. مدت زمان این مرحله معمولاً بین ٦۰ تا ۷۳ روز است (جدول ۳). در پژوهش حاضر (کاشت تابستانه) در مرحله کاشت تا نیام‌دهی باقلا رقم لوزودی اوتونو، میانگین درجه حرارت هوا و تعداد ساعات آفتابی در سال ۱۳۹۵نسبت به سال ۱۳۹٤ بیشتر بود (جدول ۲). بیشترین میانگین نیاز حرارتی تجمعی لازم و تعداد ساعات آفتابی مرحله کاشت تا نیام‌دهی (به‌ترتیب ۱۵۳٤ و ۱۲۲۹۷) در تاریخ کاشت اول مرداد ۱۳۹۵ تقریباً ٦۵ روز پس از کاشت حاصل شد (جدول ۲). از طرفی پایین بودن تعداد ساعات آفتابی و میانگین درجه حرارت در سال ۱۳۹٤، سبب طولانی شدن مدت زمان مرحله نیام‌دهی (اول و پانزدهم شهریور) و کند شدن رشد و نمو باقلا در رقم لوزودی اتونو گردید (جدول ۲). شاخص ایده‌آل برای پیش‌بینی نیاز حرارتی گیاهان شاخصی است که تعداد واحدهای حرارتی یک ژنوتیپ مشخص برای رسیدن به‌مرحله مشخصی از رشد (رسیدگی فیزیولوژیکی) را به‌طور ثابت برآورد کند. با توجه به شکل (۱ و ۲) در آخرین تاریخ کاشت تابستانه (پانزدهم شهریور) به‌دلیل کم

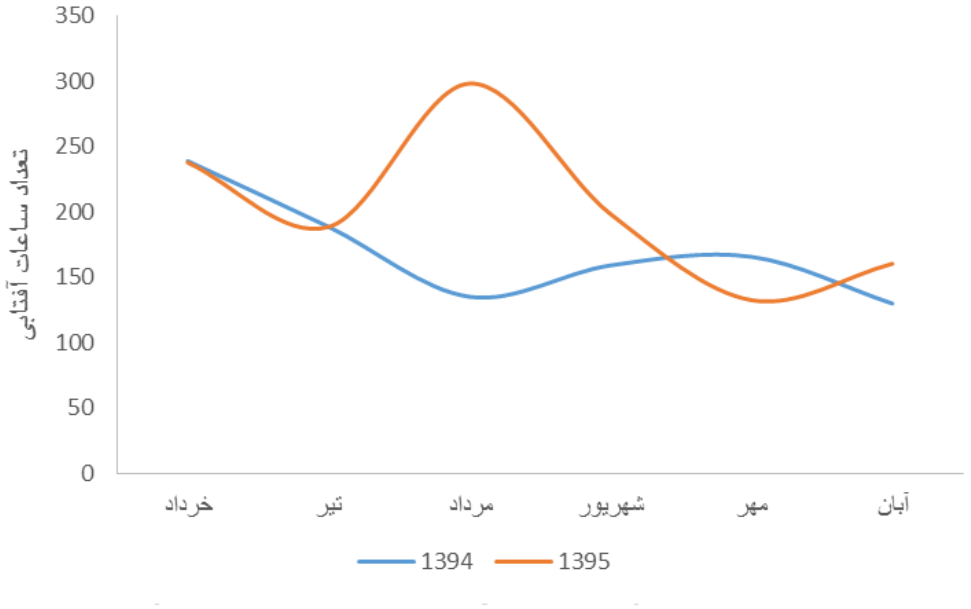
شدن تعداد ساعات آفتابی و مواجه شدن رشد و نمو گیاه با فصل خنک و افت محسوس دما (۵/۵ درجه سانتی‌گراد در سال ۱۳۹٤ و ٦/۹ درجه سانتی‌گراد در سال ۱۳۹۵) عملا" باعث گردید عمل گلدهی و زایشی کند و عملکرد کاهش یابد (جدول ٤). نیلسن و همکاران (۲۰۰۲) اظهار داشتند کـه درجه روز رشد تجمعی در اکثر موارد واحدهای حرارتی مورد نیـاز بـرای پرشـدن دانـه را بیش از حد برآورد می‌کند. در این تحقیق درجه روز رشد تجمعی شاخص مطمئنـی بـرای محاسبه نیاز حرارتی در مرحله رشد رویشی برای باقلا رقم لوزودی اوتونو در تاریخ‌های مختلف کشت تابستانه به‌شمار می‌آید.



شکل۱- نمودار تغییرات دما و بارندگی در دو سال زراعی ۱۳۹۴(چپ) و ۱۳۹۵ (راست)

جدول ۲- تقویم روزانه، درجه روز رشد تجمعی (AGDD) و ساعات آفتابی در طی مراحل فنولوژی مختلف باقلا رقم لوزو دی اوتونو در شرایط کاشت تابستانه

	کاشت تا سبز شدن			کاشت تا گلدهی			کاشت تا نیام دهی		
	تعداد روز	درجه روز رشد تجمعی	تجمع ساعات نور خورشید	تعداد روز	درجه روز رشد تجمعی	تجمع ساعات نور خورشید	تعداد روز	درجه روز رشد تجمعی	تجمع ساعات نور خورشید
۱۳۹٤									
اول مرداد	۱۱	۲۱٦	۳۵۲	٤۲	۹۱٤	٤۷۷۵	٦٤	۱۳۸۷	٦٦۹۰
۱۵ مرداد	۱۰	۲۰۵	۱۳۳۸	٤۵	۹۷۵	۵۵۳۵	٦۰	۱۲٦۱	۷۲۳٤
اول شهریور	۹	۲۰٤	۱۳۷۵	٤۷	۹۸۷	۵۱٤٤	٦۱	۱۲۹۹	۷۲۰۷
۱۵ شهریور	۱۳	۲۱۰	۵۵۸	٤۹	۸۵٤	٤٤۳۳	۷۱	۹٦٦	۵۱۰۳
۱۳۹۵									
اول مرداد	۹	۲۵٤	۲۱۷۰	٤۱	۹۹٤	۹٦۵۷	٦۵	۱۵۳٤	۱۲۲۹۷
۱۵ مرداد	۸	۲٦۸	۲۷۹۱	٤۸	۱۱٤۲	۹۱۳۳	٦۳	۱۳۸۰	۱۰۲۳٤
اول شهریور	۱۰	۲٤۷	۲٤۲۱	٤۸	۱۰۲۰	۵۹۵۷	۷۳	۱۳٤۷	۷۸۲۷
۱۵ شهریور	۹	۲۵٤	۲۱۷۰	۵۱	۸٦۲	٤۲۳۸	۷۱	۹۹۹	٤۹٤۸



شکل۲- نمودار تغییرات تعداد ساعات آفتابی در دو سال زراعی ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵

کارآیی مصرف هلیوترمال (HTUE) باقلا رقم لوزودی اوتونو در تاریخ‌های مختلف کشت تابستانه

یکی از شاخص‌های حرارتی مهم دیگر که برای مطالعه فنولوژی گیاهان استفاده می‌شود، کارآیی مصرف هلیوترمال (HTUE) است. با توجه به اینکه این شاخص حاصل ضرب درجه روز رشد و تعداد ساعات آفتابی است، مشابه با درجه روز رشد، واحد هلیوترمال در سال ۱۳۹٤ (از ۰/۸۰۰ تا ۱/۳۲۰) نسبت به سال ۱۳۹۵ (از ۰/۵۷٦ تا ۰/۹۸۳) بیشتر بود. در تاریخ کشت ۱۵ مرداد میزان کارآیی مصرف هلیوترمال (۱/۳۲۰) نسبت به تاریخ کشت اول مرداد (۱/۰۲۰) افزایش داشت که دلیل این موضوع بیشتر بودن میانگین درجه حرارت هوا و تعداد ساعات آفتابی بود (جدول ۳). درحالیکه کارآیی مصرف هلیوترمال در تاریخ‌های کشت ۳۰ مرداد و ۱۵ شهریور روند کاهشی داشت. آمگاین (۲۰۱۱) نیز روند تصادفی کارآیی مصرف هلیوترمال را در مراحل فنولوژیک ذرت در نپال گزارش کرد.

کارایی مصرف حرارت (HUE) باقلا رقم لوزودی اوتونو در تاریخ‌های مختلف کشت تابستانه

کارایی مصرف حرارت (HUE) برای تمامی مراحل فنولوژیک در تاریخ کشت ۱۵ مرداد در سال های ۱۳۹٤ و ۱۳۹۵ نسبت به تاریخ کشت‌های دیگر بیشتر بود. مقدار شاخص کارایی مصرف حرارت برای دوره کشت تا رسیدگی فیزیولوژیک در تاریخ کشت ۱۵ مرداد درسال‌های ۱۳۹٤ و ۱۳۹۵ به‌ترتیب (۷/۵۷۳ و٦/۹۱٦) بود (جدول ۳). به‌طور کلی در تمامی مراحل فنولوژیک، کارایی مصرف حرارت در تاریخ کشت‌های دیرتر کاهش داشت و از نظر بررسی روند منطقی تغییرات شاخص‌ها دارای روندی ثابت و قابل پیش‌بینی بوده و می‌توان از این شاخص برای تعیین تاریخ بهینه کشت استفاده کرد. آمگاین (۲۰۱۱) و سینگ و همکاران (۲۰۱٤) نیز رابطه‌ای بین تاریخ کشت‌های دیرتر از معمول، و کاهش در کارایی مصرف حرارت و کاهش عملکرد دست یافتند، به‌طوریکه در تاریخ کشت‌های دیرتر با کاهش در کارایی مصرف حرارت میزان عملکرد نیز کاهش یافت.

شاخص فتوترمال (PTI) باقلا رقم لوزودی اوتونو در تاریخ‌های مختلف کشت تابستانه

تغییرات شاخص فتوترمال (PTI) در جدول ۳ آورده شده است. در سال ۱۳۹٤ با پیشرفت مراحل نموی گیاه، به‌مقدار شاخص فتوترمال افزوده شد ولی در تاریخ کاشت ۱۵ شهریور با افت محسوس دما در فصل پاییز شاخص فتوترمال کم شد به‌گونه‌ای که در تاریخ کشت اول شهریور در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک از ۲۲/٦۷ به کمتر از ۱٦/۱۵ در تاریخ کاشت ۱۵ شهریور رسید (جدول ۳). ولی در تاریخ کشت پانزدهم مرداد سال ۱۳۹۵ به‌دلیل بیشتر بودن میانگین درجه حرارت هوا و بالاتر بودن کارایی مصرف ساعات آفتابی (۲۱/۸۵)، تغییرات شاخص فتوترمال به عدد ۳۳/۵۰ رسید (جدول ۳). رام و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند، ارقام ذرت (*Zea mays* L.) با طول دوره رشد طولانی میزان شاخص فتوترمال بیشتری در مقایسه با ارقام زودرس‌تر دارند.

جدول ۳- کارایی مصرف حرارت، کارآیی مصرف هلیوترمال، کارآیی مصرف، کارایی مصرف ساعات آفتابی و عملکرد نیام سبز در طی مراحل فنولوژی مختلف باقلا رقم لوزو دی اوتونو در شرایط کاشت تابستانه

تاریخ کاشت	کارایی مصرف حرارت(HUE)	کارآیی مصرف هلیوترمال(HTUE)	کارآیی مصرف (PTI)	کارایی مصرف ساعات آفتابی (RUE)	عملکرد نیام سبز ($kg.ha^{-1}$)
سال ۱۳۹٤					
اول مرداد	٤/۹۲۱	۱/۰۲۰	۱۹/٦٤	۲۲/۵۹	٦۸۲٦
۱۵ مرداد	۷/۵۷۳	۱/۳۲۰	۲۰/۵۰	۲۸/٦۰	۸۷٤۹
۱ شهریور	٤/٤۳۸	۰/۸۰۰	۲۲/٦۷	۱٤/۹۲	۵۷٦۵
۱۵ شهریور	٤/۳۹۰	۰/۸۳۱	۱٦/۱۵	۱٤/۱٦	٤۲٤۱
سال ۱۳۹۵					
اول مرداد	٤/٦۱۵	۰/۵۷٦	۲۸/۲۲	۱۱/۵۳	۷۰۸۰
۱۵ مرداد	٦/۹۱٦	۰/۹۳۳	۳۳/۵۰	۲۱/۸۵	۹٤۵۱
۱ شهریور	۵/۰٤۹	۰/۸٦۹	۲٤/۷۰	۱٦/۷۹	٦۸۰۱
۱۵ شهریور	٤/۸٦۹	۰/۹۸۳	۲۰/٤۵	۱٦/۷۳	٤۸٦٤

پارامترهای عملکرد و اجزای عملکرد

نتایج تجزیه واریانس مرکب، تأثیر تاریخ کشت، سال و اثر متقابل سال× تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد باقلا رقم لوزودی اوتونو در جدول ٤ آورده شده است. اثر سال در صفات طول نیام و عملکرد نیام سبز در سطح احتمال پنج درصد و اثر تیمار آزمایشی، تاریخ کاشت بر روی تعداد دانه در نیام، تعداد نیام در بوته، طول نیام، وزن صددانه، و عملکرد نیام سبز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید و اثر متقابل سال× تاریخ کاشت در تمام صفات غیر معنی‌دار بود (جدول ٤). لازم به‌ذکر است که بجز باقلا رقم زودرس لوزودی اوتونو هیچیک از ارقام دیگر (برکت و هیستال) به عنوان کشت دوم (تابستانه) پتانسیل تولید محصول (نیام سبز) را دارا نبوده و لذا در تجزیه واریانس آزمایشات لحاظ نگردیدند .

جدول ۴- جدول تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد باقلا رقم لوزو دی اوتونو در تاریخ‌های مختلف کاشت تابستانه

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد دانه در نیام	تعداد نیام در بوته	طول نیام	وزن صددانه	ارتفاع	عملکرد نیام سبز
سال	۱	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۴۱ ns`	۵/۱۳۳*	۰/۰۴۱ns	۱۳/۶۰ ns	۱۳۶۵۶۵۱/۱ *
تکرار(سال)	٤	۰/۰۱۱ns	۰/۱۲۸*	۰/۳٤۷ ns	۳/٦٦ns	۲٦/ ٦۳ns	٤٤۲۵۰۷/۹ ns
تاریخ کاشت	۳	۵/۹۰ **	۵/۰۳٦**	٤۰/٤۹۲**	۲۰۷/۹۳**	۲/٤۵ ns	۲۵۷٦۷۹۰۰/۱ **
سال× تاریخ کاشت	۳	۰/۷۲ ns	۰/۱۵۸ns	۱/۸۳۸ns	۲/۹۳ ns	۱۹/۸۱ ns	۳۰۷۹۰۲/۱ ns
خطا	۱۲	۰/۱۰٦	۰/۰۳۸	۱/۱۲۸	۱٤/۰۵	٤۲/۹	۲۹۰۷۹۷/۰۷
ضریب تغییرات (٪)		۱۹/۲۳	۲/۷۹	۷/۵۱	۲/۷۱	۸/۱۲	۷/۸۹

ns، * و ** به ترتیب بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد.

ارتفاع بوته

نتایج میانگین‌ها نشان داد، بیشترین ارتفاع بوته در تاریخ کاشت ۱۵ مرداد با ۸۱/۱۸ سانتی‌متر و بعد از آن کاشت اول مرداد با ۸۰/۸۰ سانتی‌متر بیشترین ارتفاع را به‌دست آوردند. کمترین ارتفاع بوته در تاریخ کاشت ۱۵ شهریور (۸۰/۳۹ سانتی‌متر) بدست آمد (جدول ۵). در کاشت‌های خیلی دیر به دلیل تاثیر طول روز و کاهش درجه حرارت هوا و تعداد ساعات آفتابی، کاهش ارتفاع گیاه قابل پیش‌بینی است. دوبرمن و همکارانش (۲۰۰۳) بیان داشتند که با تاخیر در کاشت باقلا تابستانه (بعد از برداشت برنج) به علت برخورد با درجه حرارت‌های بسیار پایین و طول روزهای کوتاه سرعت رشد گیاه و ارتفاع بوته کمتر می‌شود. دگوی و همکاران (۲۰۱۰) نیز نشان دادند که کاهش ارتفاع گیاه در اثر تأخیر در کاشت، احتمالاً ناشی از تغییرات دما و طول روز در طی نمو رویشی و زایشی گیاهان است.

تعداد دانه در نیام

تعداد دانه در نیام بیشتر تابع عوامل ژنتیکی بوده و کمتر تحت تأثیر عوامل زراعی و محیطی از جمله تاریخ کاشت قرار می گیرد و تغییر در تعداد دانه هر بوته تا حدود زیادی وابسته به تعداد نیام‌های آن بوته خواهد بود (ساکسینا ۱۹۸٤). در مقایسات میانگین تعداد دانه در نیام باقلا رقم لوزودی اوتونو تاریخ کاشت اول مرداد با تعداد ۵/٦ نیام در بوته بالاترین رتبه را به‌دست آورد که نسبت به آخرین تاریخ کاشت (۱۵ شهریور) افزایش ۷۵ درصدی داشت (جدول ۵). صادقی‌پور و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند، تعداد دانه در نیام به موقعیت مکانی نیام در گیاه و طول دوره طویل شدن نیام‌ها بستگی دارد و با افزایش طول این دوره، تعداد دانه در نیام افزایش می‌یابد. به همین دلیل نیام‌هایی که زودتر در گیاه تشکیل شده‌اند، حاوی تعداد دانه بیشتری نسبت به نیام‌هایی هستند که دیرتر تشکیل می‌شوند. هر چند که خانجانی و همکاران (۲۰۱۰) بر ژنتیکی بودن صفت تعداد دانه در نیام تأکید دارند و معتقدند که اجزای عملکرد کمتر تحت تأثیر محیط اطراف قرار می‌گیرد. تراکم دانه در نیام از صفات تعداد دانه در نیام و طول نیام منتج می‌شود، به‌طوری‌که به ازای هر واحد طول نیام، تعداد دانه در نیام محاسبه می‌گردد.

تعداد نیام در بوته

در بین اجزای عملکرد دانه، تعداد نیام در بوته یکی از مهمترین و در عین حال متغیرترین جزء عملکرد دانه است. زیادتر بودن تعداد نیام در تاریخ کاشت‌های زودتر را می‌توان ناشی از طولانی‌تر بودن دوره رشد رویشی و تولید شاخه‌های فرعی در بوته دانست. دگوی و همکاران (۲۰۱۰) نتیجه گرفتند که تاریخ کاشت می‌تواند تعداد نیام در بوته را تحت تأثیر قرار دهد. مقایسه میانگین تاریخ کاشت های مختلف نشان داد که تاریخ کاشت اول و پانزدهم شهریور اختلاف کمی با هم داشتند و باقلا رقم لوزودی اوتونو در تاریخ کاشت ۱۵

مرداد با ۸/٦٥ بالاترین و کاشت ۱۵ شهریور با ٦/۲۵ کمترین تعداد نیام در بوته را به دست آوردند (جدول ۵). از آنجایی که تعداد نیام در بوته به تعداد کل گره در بوته و نیز ارتفاع بوته وابسته است، پس تأخیر در کاشت سبب کاهش طول دوره رشد، کاهش تعداد شاخه‌های فرعی، کاهش ارتفاع و به دنبال آن کاهش تعداد نیام در بوته می‌شود (صالحی و همکاران ۲۰۰۸).

طول نیام

در مقایسات میانگین طول نیام، رقم لوزودی اوتونو در تاریخ کاشت اول مرداد با ۱۸/٦ سانتی‌متر بیشترین طول نیام را به‌دست آورد که نسبت به آخرین تاریخ کاشت یعنی ۱۵ شهریور (با ۱۲/۲۵ سانتی‌متر) ٦٦ درصد افزایش داشته است (جدول ۵). کاهش طول نیام با تأخیر در کاشت، می‌تواند به دلیل برخورد مراحل حساس رشدی گیاه مانند نیام‌دهی و رسیدگی با دمای پایین و شرایط نامساعد رشدی در تاریخ‌های کشت دیرهنگام باشد (شکل ۱). ناروئیراد و همکاران (۲۰۰۹) اظهار داشتند که صفت تعداد دانه در نیام و طول نیام را به عنوان عوامل کمکی در انتخاب ژنوتیپ‌ها در نظر می‌گیرند و بیان داشتند که توده‌های انتخابی، دارای تعداد دانه بیشتر در نیام، از اندازه طول نیام بیشتری برخوردار بوده و ارقام مختلف از نظر ژنتیکی پتانسیل‌های متفاوتی برای تولید دانه‌های درشت یا ریز دارند.

وزن صددانه

وزن صددانه از با ثبات‌ترین صفات گیاه باقلا محسوب می‌شود و گاهی ممکن است دانه‌هایی که در گره‌های انتهایی گیاه یا انتهای نیام تشکیل می‌شوند وزن کمتری داشته باشند، اما وزن صددانه از ثبات قابل توجهی برخوردار است. به‌طور عمده وزن صددانه متأثر از اندازه مخزن و قدرت مخزن می‌باشد اما ژنوتیپ و شرایط آب و هوایی طی دوره رشد و نمو گیاه نیز بر آن مؤثرند (خادم‌حمزه و همکاران ۲۰۰۵). در مقایسات میانگین مرکب وزن صددانه، رقم لوزودی اوتونو در تاریخ کاشت ۱۵ مرداد با ۱٤۲ گرم بیشترین و در ۱۵ شهریور با ۱۳۳ گرم کمترین رتبه را به دست آورد (جدول ۵). در تاریخ کاشت ۱۵ مرداد بوته‌ها بیشترین استفاده را از منابع موجود نموده و بنابر این، دانه‌های درشت‌تری نیز تولید کرده‌اند. فرجی (۲۰۰٦) اظهار می‌دارد که سرعت رشد دانه و پر شدن نیام را می‌توان به دریافت تابش خورشیدی در طی دوره رشد دانه نسبت داد و نتیجه گرفت که اندازه نهایی دانه با تعداد دانه در بوته و تنش آبی و گرمایی در طی پر شدن دانه رابطه منفی دارد. بنابراین در شرایط نامساعد محیطی پتانسیل تولید دانه در نیام به ظهور نخواهد رسید.

عملکرد نیام سبز

نتایج مقایسه مرکب دو ساله (۹۵-۹٤) نشان داد که عملکرد نیام سبز باقلا در تاریخ‌های کشت تابستانه تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت و اثر سال بر روی عملکرد نیام سبز در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار گردید (جدول ٤). نتایج این آزمایش نشان داد، تنها ژنوتیپ لوزودی اوتونو در کشت تابستانه موفق به حصول عملکرد گردیده و هیچیک از ارقام دیگر (برکت و هیستال) توانایی عبور از مرحله رویشی به وارد فاز زایشی را نداشته و نتوانستند عملکرد و تولید نیام سبز داشته باشند. عملکرد بیولوژیکی گیاه تابعی از میزان تشعشع جذب شده در طول دوره رشد بوده و از طرفی میزان تشعشع جذب شده به وسیله گیاه بستگی کامل به شاخص سطح برگ و رشد تاج پوشش گیاه دارد (لباسچی ۱۹۹۱). اوکپارا و همکاران (۱۹۹۹) بیان نمودند که عملکرد دانه در باقلا تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار دارد و کاشت به موقع سبب می‌شود که زمان گلدهی با دمای مناسب برخورد کرده و در نتیجه نیام و دانه‌ی بیشتری تشکیل شود.

مقایسه میانگین‌های مرکب دو ساله تاریخ های کاشت تابستانه باقلا رقم لوزودی اوتونو نشان داد، در تاریخ کاشت تابستانه (اول و پانزدهم مرداد) به‌واسطه

درجه روز رشد تجمعی (جدول ۲) و تجمع ساعات نور خورشید بالاتر (شکل ۲) نسبت به تاریخ کاشت سوم و چهارم (اول و پانزدهم شهریور) گیاه توانست میزان ماده خشک کل بیشتری بدست آورد (جدول ۵). در میانگین عملکرد نیام سبز باقلا رقم لوزودی اوتونو در تاریخ کاشت دوم یعنی ۱۵ مرداد با ۹۱۰۰ کیلوگرم دارای بیشترین عملکرد بوده که نسبت به آخرین تاریخ کاشت (۱۵ شهریور) ۱۲٤ درصد افزایش عملکرد داشته است. عملکرد نیام سبز بیشتر در تاریخ‌های کشت زودتر ناشی از امکان رشد بهتر گیاه، استفاده بهینه از منابع موجود و مواجه نشدن دوره گلدهی و گرده افشانی با شرایط نامساعد محیطی می‌باشد (جدول ۱). تاریخ‌های کاشت سوم و چهارم از عملکرد کمتری برخوردار بوده است (به ترتیب با ٦۲۰۰ و ٤۰٦۲ کیلوگرم در هکتار) که احتمالا" به دلیل برخورد انتهای دوره رویشی با افت محسوس درجه حرارت در اوایل فصل پاییز می‌باشد. (جدول ۵). دلیل افزایش عملکرد در تاریخ کاشت زود هنگام می‌تواند به دلیل اسقرار بهتر گیاهچه، طولانی بودن دوره رشد رویشی، بسته شدن به موقع کنوپی و استفاده بهینه از عوامل محیطی و عدم رویارویی با تنشهای آخر فصل رشد باشد (کیان بخت و همکاران ۲۰۱٤).

جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد باقلا رقم لوزودی اوتونو در تاریخ های مختلف کاشت تابستانه

کاشت باقلارقم لوزودی اوتونو	ارتفاع بوته (cm)	تعداد دانه در نیام	تعداد نیام در بوته	طول نیام (cm)	وزن صددانه (g)	عملکرد نیام سبز ($Kg.ha^{-1}$)
اول مرداد	۸۰/۸۰ a	٥/٦٥ a	۷/۲۳ b	۱۸/٦۹ a	۱۳٦ b	٦۸۳۹ b
۱۵ مرداد	۸۱/۱۸ a	٤/٥۳ b	۸/٦٥ a	۱۳/٥۰ b	۱٤۲ a	۹۱۰۰ a
اول شهریور	۸۰/٤۳ a	۳/۷۰ c	٦/۹٦ c	۱۲/۸٦ b	۱۳٥ b	٦۲۰۰ b
۱۵ شهریور	۸۰/۳۹ a	۳/۲۳ c	٦/۲٥ d	۱۲/۲٥ b	۱۳۳ b	٤۰٦۲ c

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد آزمون دانکن می‌باشند.

نتیجه گیری کلی

رشد و نمو گیاهان متاثر از عوامل ژنتیکی و محیطی بوده و حداکثر عملکرد، تنها زمانی حاصل می‌شود که ترکیب مناسبی از عوامل محیطی برای گیاه فراهم شود. گزارش‌های مختلفی برای متوسط تعداد روز و میانگین درجه روز - رشد تجمعی در مراحل مختلف نمو، بسته به نوع گیاه، ژنوتیپ، تاریخ کاشت و غیره، وجود دارد. نتایج این پژوهش مشخص کرد که در کشت تابستانه به دلیل بالاتر بودن درجه روز رشد تجمعی و تجمع ساعات نور خورشید در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۹٤ در مراحل نموی(از کاشت تا سبز شدن، گلدهی و نیام‌دهی)، عملکرد، کارایی مصرف حرارت و کارایی مصرف واحد هلیوترمال بالاتری بدست آید. همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان داد که باقلا رقم لوزودی اوتونو در تاریخ‌های کشت پانزدهم مرداد در دو سال آزمایش (۱۳۹۵-۱۳۹٤) بالاترین عملکرد نیام‌سبز (به‌ترتیب ۸۷٤۹ و ۹٤٥۱ کیلوگرم در هکتار) را به‌دست آورد. کمترین عملکرد نیام‌سبز در تاریخ کشت پانزدهم شهریور (٤۲٤۱ و٤۸٦٤ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد. همچنین شاخص‌های HUE، HTUE و RUE نیاز حرارتی باقلا رقم لوزودی اوتونو را در تاریخ‌های کشت مختلف و در مراحل متفاوت نموی به خوبی برآورد کرده و در این مسیربه دلیلدارا بودن روند ثابت و منطقی برتری نسبی بر سایر شاخص‌ها مانند GDD و PTI دارند.

منابع مورد استفاده

Ahmad T, Hafeez FY, Mahmood T and Malik KA. 2008. Residual effect of nitrogen fixed by mungbean (*Vigna radiata* L.) and blackgram (*Vigna mungo* L.) on subsequent rice (*Oryza sativa* L.) and wheat (*Triticum astivum* L.) crops. Australian Journal Experimental Agricultural, 41: 245–248.

Aiken RM. 2005. Applying thermal time scale to sunflower (*Helianthus annuus* L.) development. Agronomy Journal, 97: 746-754.

Amgain LP. 2011. Accumulated heat unit and phenology of diverse maize (*Zea mays* L.) varieties as affected by planting dates under Rampur condition, Nepal. Agronomy Journal of Nepal, 2: 111-120.

Anonymous. 2015. Products crop and garden. Office Statistics and Information Technology. Ministry of Jahad Agriculture. No 1. Pp. 251. (In Persian).

Caliskan S, Arslan ME and Arioglu H. 2008. Effects of sowing date and growth duration on growth and yield ground nut (*Arachis hypogaea* L.) in a Mediterranean-type environment in Turkey. Field Crops Research, 105: 131-140.

Degwy IS, Glelah AA, El-Galaly A and Marwa K. 2010. Performance of some faba bean (*Vicia faba* L.) cultivars as influenced by sowing date and broomrape control. Journal of Agricultural Research, 36: 292-313.

Dobermann A, Arkerbauere T, Drijber R and Lindquist J. 2003. Understanding corn Yield potential in different environ mends. Annual Report to the Fluid Fertilizer Fondating on grant "Yield Potential and optimal soil product in irrigated corn systems of the north centre USA". Pp.1-18

Egli DB and Bruening WP. 2000. Potential of early maturing soybean (*Glycine max* L.) cultivars in late plantings. Agronomy Journal, 92: 532–537.

Ellis RH, Summerfeld RJ and Roberts EH. 1990. Flowering in Faba Bean (*Vicia faba* L.): Genotypic Differences in Photoperiod Sensitivity, Similarities in Temperature Sensitivity, and Implications for Screening Germplasm, Annals Botanical, 65: 129-138.

Faraji A. 2006. Effect of planting date and yield and seed yield components of four canola (*Brassica campestris* L.) genotypes in Gonbad. Journal Seed and Plant Production, 7(3): 189-201. (In Persian).

Fouad M, Mohammed N, Aladdin H, Ahmed A, Xuxiao Z, Shiying B and Tao Y. 2013. Faba Bean (*Vicia faba* L.). In: Singh, M, Upadhyaya HD, Bisht IS. (Eds.), Genetic and Genomic Resources of Grain Legume Improvement. Elsevier, Inc., London, Pp. 113-136.

Gilmore EJ and Regres JS. 1993. Heat unit as method of measuring maturity in corn (*Zea mays* L.). Agronomy Journal, 50: 611-615.

Grijesh GK, Kumara Swamy AS, Sridhara S, Dinish Kumar M, Vageesh TS and Nataraju SP. 2011. Heat use efficiency and helio thermal units of maize (*Zea mays* L.) genotypes as influenced by date of sowing under Southern transitional zone of Karanatak state. International Journal of Science and Nature, 2(3): 529-533.

Harris D, Pathan AK, Gothkar P, Joshi A, Chivasa W and Nyamudeze P. 2001. On-farm seed priming: using participatory methods to revive and refine a key technology. Agricultural Systems, 69:151-164.

Hauggaard-Nielsen H, Andersen MK, Jqrnsgaard B and Jensen ES. 2006. Density and relative frequency effects on competitive interactions and resource use in pea (*Pisum sativum* L.) –barley (*Hordeum vulgare* L.) intercrops. Field Crops Research, 95: 256–267.

Hayat R, Ali S, Siddique MT and Chatha TH. 2008. Biological nitrogen fixation of summer legumes and their residual effects on subsequent rainfed wheat (*Triticum aestivum* L.) yield. Pakistan Journal Botanical, 40(2): 711–722.

Heggenstaller AH, Anex RP, Liebman M, Sundberg DN and Gibson LR. 2009. Productivity and nutrient dynamics in bioenergy double-cropping systems. Agronomy Journal, 100: 1740-1748.

Khadem Hamza H, Karimi RM, Rezai A and Ahmadi M. 2005. Effect of plant density and sowing date on agronomic traits, yield and yield components of soybean (*Glycine max* L.). Iranian Journal of Agricultural Sciences, 35(3): 357-367. (In Persian).

Khanjani M, Mahmoodi S and Hmial-Ahmadi M. 2010. The effect of density and relative timing of Datura (*Datura stramonium* L.) weed emergence. Journal of Crop Physiology. Islamic Azad University of Ahvaz, 7: 13-27. (In Persian).

Khoshhal J and Baratiyan A. 2010. Estimation of thermal requirements of phenological phases of autumn rapeseed (*Brassica campestris* L.) cultivars (Okapi SLM046) in cold climatic conditions of Iran, case study Shahrekord. Natural Geography Research, 70: 35-44. (In Persian).

Kianbakht M, Zinali A, Siahmargui A, Sheikh F and Pouri M. 2014. Determination of the best planting date for three bean (*Phasaeolus vulgaris* L.). cultivars in Gorgan. First International Congress of Seeds and 13th Congress of Agronomy and Plant Breeding, Karaj, Iran. Pp. 54-64. (In Persian)

Lebaschy MH. 1991. Role of radiation and leaf area in dry matter production of plants. Journal of Research and Construction, 13: 26-33. (In Persian).

Martini MY, McKenzie BA, Moot DJ and Hill GD. 2012. Dry matter accumulation of faba bean (*Vicia faba* L.) sown at different sowing date in Canterbury. Agronomy New Zealand, 42: 43-51.

McDonald G.K, Adisarwanto T and Knight R. 1994. Effect of time of sowing on flowering in faba bean (*Vicia faba* L.). Australian Journal of Experimental Agriculture, 34(3): 395–400.

Miller HE, Rigelhof F, Marquart L, Prakash A and Kanter M. 2000. Whole-grain products and antioxidants. Cereal Foods World, 45: 59–63.

Naruirad MR, Agaie MJ, Fanaei HR and Mohammad Qasemi M. 2009. Genetic variation of some morphological and phenological traits of lentil masses in hot and dry regions. Research and Construction in Agriculture and Horticulture, 87: 173-186. (In Persian).

Nielsen RL, Thomison PR, Brown GA, Halter A L, Wells J and Wuethrich KL. 2002. Delayed planting effects on flowering and grain maturation of dentcorn. Agronomy Journal, 94: 549-558.

Okpara DA. 1999. Response of african yambean to sowing date and plant density. Journal of Sustainable Agriculture and Environment, 1(2): 191-197.

Oplinger ES, Putnam D H, Doll JD and Combs SM. 2000. Faba bean, Alternative field crops manual, http://W.W.W.hort.Purdue.edu /newcrop/afcm/fababean.html.

Parthasarathi T, Velu Gand Jeyakumar P. 2013. Impact of crop heat units on growth and developmental physiology of future crop production: A review. Research and Reviews: Journal of Crop Science and Biotechnology, 2: 2319–3395.

Purcell LC, Rosalind AB, Reaper DJ and Vories Ed. 2002. Radiation use efficiency and biomass production in soybean (*Glycine max* L.) at different plant population densities. Journal of Crop Science. 42: 172-177.

Ram H, Singh G, Mavi G and Sohu B. 2012. Accumulated heat unit requirement and yield of irrigated wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties under different crop growing environment in central Punjab. Journal of Agrometeorology, 14: 147-153.

Rao VUM, Singh D and Singh R. 2003. Heat use efficiency of winter crop in Haryana. Journal of AgroMeteorology, 1(2): 143-148.

SadeghiPour A, Ghafari Khaliq H and Monem R. 2005. Effect of plant density on yield and yield components of limited and unlimited growth cultivars in red beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Agricultural Sciences, 11(1):149-156. (In Persian).

Salehi M, Akbari R and Khorshidi benam MB. 2008. Investigation of yield response and seed yield components of red Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars, Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 43(1): 105-115. (In Persian).

Sarparast R and Norozi S. 2015. Histal,with high yield and suitable planting Cultivar In temperate zones and Mediterranean northern of Iran. The first International Conference on "Healthy Agriculture, Nutrition and Community (ICANC 2015). Tehran, Iran. Pp**.** 215-225. (In Persian).

Saxena NP. 1984. Physiology of Tropical Field Crop. Chickpea. Pp. 419 – 452. In: P. R. Goldsworthy and N. M. Fisher (eds). John Wiley and Sons, New York.

Singh MP, Lallu KR and Sign NB. 2014. Thermal requirement of Indian mustard (*Brassica juncea* L.) at different phonological stages under late sown condition. Indian Journal of Plant Physiology, 19(3): 238-243.

Sreenivas G, Devender Reddy M and Raji Reddy D. 2010. Agro-meteorological indices in relation to phenology of aerobic rice (*Oryza Sativa* L.). Journal of Agrometeorology, 12(2): 241-244

Stutzel H. 1995. A simple model for simulation of growth and development in faba beans (*Vicia faba* L.): I. Model description. European Journal Agronomy, 4:175–185.

Vaezirad S, Shekari F, Shirani Rad AH and Zangani A. 2008. Effect of water deficit stress at different growth stages on yield and yield components of red bean (*Phaseolus vulgaris* L.). cultivars. Modern Agricultural Knowledge, 4(10): 86-94. (In Persian).

Vural h, esiyok D and Duman I. 2000. Kultur Sebzeleri. PhD. Thesis Ege Universitesi Ziraat Fakultesi Yayini, Izmir, Turkey (Tr).

Worthington CM, Hutchinson and CM. 2005. Accumulated growing degree days as a model to determine key developmental stages and evaluate yield and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.) in Northeast Florida. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 118: 98-101.

Yasari T, Shahsavari MR, Barzegar AB and Omidi AH. 2005. Study of developmental stages and their relationship with seed yield of advanced sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotype. Research and Construction in Agriculture and Horticulture, 68: 75-83. (In Persian).