



## Thermal and Optical Response of Faba Bean (*Vicia faba* L.) to Summer Planting Date in Mazandaran Region

Ramazan Sarparast<sup>1\*</sup>

Received: 24-10-2021  
Revised: 07-01-2022  
Accepted: 12-02-2022  
Available Online: 12-02-2022

### How to cite this article:

Sarparast, R. (2023). Thermal and optical response of faba bean (*Vicia faba* L.) to summer planting date in Mazandaran region. *Journal of Agroecology*, 15(3), 565-583.  
DOI: [10.22067/agry.2022.73157.1072](https://doi.org/10.22067/agry.2022.73157.1072)

### Introduction

Secondary or double cropping increases production per unit area and optimizes use of other production resources. Faba bean responds to and changes its environment by altering on-site soil fertility, microclimate, and wild flora and fauna co-habitats. Besides its worldwide use for food and feed, extensive knowledge exists about its ability to symbiotically fix and add nitrogen to the soil, making additional soil nitrogen available and enhancing and sustaining soil productivity. The optimum planting date optimizes the use of climatic factors such as temperature, humidity, and day length, as well as matching flowering time with appropriate temperature. Planting date should be set so that overheating does not harm the plant, especially during the flowering period. A change in planting date may also overshadow the plant's yield by affecting the adaptation of plant growth to environmental conditions and vegetative and reproductive growth (Oplinger *et al.*, 2000). Therefore, knowing the thermal indicators such as the heat accumulation unit, which in most sources is referred to as the degree of maturity days. All its other mathematical derivations are the same as the hlio-thermal unit (HTU), growing degree days (GDD), pheno-thermal index (PTI), crop heat unit (CHU), heat use efficiency (HUE), relative temperature disparity (RTD), It can provide basic principles for determining the phenological stages and the optimum planting date (Sreenivas *et al.*, 2010).

### Materials and Methods

In order to investigate the effect of off-season sowing date (summer) on the accumulation of thermal units, yield and yield components in faba bean *var.* Luzde otono, an experiment was carried out as a split plot based on randomized complete blocks design with three replications during 2017-2018 for two years at Agricultural Research Station Gharakhil (gaem shahr). Experimental treatments were sowing dates in four levels of June 10, 30, July 20, and August 10, main plot, and row spacing in three levels of 45, 60, and 75 cm as subplots. During vegetative and reproductive phases, weeds were controlled, and data were recorded on days to flowering, days to maturity, plant height, harvest index, number of pods per plant, number of seeds per pod, 100-seed weight, and Green pod yield. Also, in maturity, marginal, yield, and yield components were calculated after removing the effect. Data were

1- Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Research Deptment, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran.

(\*- Corresponding author's Email: [r.sarparast@areeo.ac.ir](mailto:r.sarparast@areeo.ac.ir))

analyzed using the SAS. Ver. 9.1 and figures were drawn by EXCEL and means compared by using DMRT at the 5% probability level.

## Results and Discussion

The analysis of variance showed that the effect of year and planting date and their interactions on number of pods per plant, pod length, plant height, and green pod yield were significant ( $P \leq 0.01$ ). The unit of heliothermal was greater in 2018 (from 0.47 to 0.88) compared to 2017 (from 0.45 to 0.86); this was due to the increase in average air temperature and the number of sunshine hours. The highest heat use efficiency (HUE) was obtained related to the third sowing date (July 20) in 2018. Also, among the studied indicators are the heat use efficiency (HUE), the efficiency of consumption of sunny hours (RUE), and the estimated thermal requirement of faba bean *var. Luzde otono* in different sowing 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

The results of mean comparisons showed that the highest green pods yield Gained *var. Luzde otono* in the third sowing date (July 20) with 10422 ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) and row spacing 60 cm with 10723 ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Based on the results of this research, To escape from heat and thermal stress during the reproductive stage of Faba bean in mid-summer and podding did not coincide with a drop in temperature at the beginning of autumn to achieve the highest yield Faba bean *var. Luzde otono* should be planted in August.

**Keywords:** Green pod, Heat use efficiency, Luzde otono, Second cropping, *var.*

## مقاله پژوهشی

جلد ۱۵، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۲، ص ۵۸۳-۵۶۵

# پاسخ حرارتی و نوری باقلا (*Vicia faba L.*)، به تاریخ کاشت تابستانه در منطقه مازندران

رمضان سرپرست<sup>۱\*</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۰۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱۰/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۲۳

## چکیده

کشت دوم یا دوگانه گیاهان زراعی نه تنها باعث افزایش تولید در واحد سطح می‌گردد، بلکه استفاده بهینه از سایر منابع تولید را سبب می‌شود. به منظور بررسی تأثیر تاریخ کاشت خارج از فصل (تابستانه) بر تجمع واحدهای حرارتی، فنولوژی و عملکرد باقلا (*Vicia faba L.*) رقم لوزودی اوتونو، آزمایشی به صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار طی دو سال زراعی (۱۳۹۷-۱۳۹۶) در ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی قراخیل (فانمشهر) انجام شد. در این آزمایش، چهار تاریخ کشت تابستانه (۲۰ خرداد، ۱۰ تیر، اول مرداد و ۲۰ مرداد) به‌عنوان کرت اصلی و سه فاصله ردیف‌های کشت ۴۵، ۶۰ و ۷۵ سانتی‌متر به‌عنوان کرت فرعی منظور شدند. نتایج نشان داد که واحد هلیوترمال در سال ۱۳۹۶ (از ۰/۴۷ تا ۰/۸۸) نسبت به سال ۱۳۹۷ (از ۰/۴۵ تا ۰/۸۶) بیشتر بود که دلیل این موضوع افزایش میانگین درجه حرارت هوا و تعداد ساعات آفتابی بود. بالاترین کارایی مصرف حرارت مربوط به تاریخ کاشت سوم (اول مرداد) در سال ۱۳۹۶ به‌دست آمد. همچنین از بین شاخص‌های مورد بررسی، کارایی مصرف حرارت (HUE) و کارایی مصرف تشعشع (RUE) نیاز حرارتی باقلا رقم لوزودی اوتونو را در تاریخ‌های کاشت مختلف و در مراحل متفاوت نمودی به‌خوبی برآورد کرده و در این مسیر به‌دلیل دارا بودن روند ثابت و منطقی برتری نسبی بر سایر شاخص‌ها مانند درجه روز رشد (GDD) و شاخص فتوترمال (PTI) دارند. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین عملکرد غلاف‌سبز باقلا در تیمار فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر با ۱۰۷۲۳ کیلوگرم در هکتار و همچنین در تاریخ کشت سوم (اول مرداد) با ۱۰۴۲۲ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد.

## واژه‌های کلیدی: غلاف سبز، کارایی مصرف حرارت، کشت دوم

## مقدمه

استفاده می‌شود (Khalil et al., 2010). استان مازندران با سطح کشت بیش از ۴۸۰۰ هکتار از مناطق اصلی کشت و تولید باقلا به‌شمار می‌رود (Sarparast et al., 2016). استفاده از قابلیت تثبیت زیستی نیتروژن به‌وسیله گیاهان خانواده بقولات در تناوب با برنج (*Oryza sativa L.*) نیز می‌تواند راهکار مناسبی در کاهش مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنه و در نتیجه، کاهش آلودگی محیط زیست و آب‌های زیرزمینی باشد (Shah et al., 2003). همچنین، آیساک و همکاران (Isaac et al., 2008) نشان دادند، افزودن بقایای گیاهی غنی از نیتروژن (مانند بقولات) باعث افزایش ذخایر نیتروژن آلی خاک و افزایش سرعت معدنی‌شدن نیتروژن شده و نیاز گیاه به کودهای شیمیایی حاوی نیتروژن را تا حدودی برطرف می‌سازد. احمد و همکاران (Ahmad et al., 2008) گزارش نمودند،

باقلا (*Vicia faba L.*) به‌عنوان گیاهی با قابلیت تثبیت نیتروژن اتمسفر و افزایش حاصلخیزی خاک، نقش تعیین‌کننده‌ای در بهبود شرایط زیستی، میکروکلیمایی و پایداری اکوسیستم زراعی دارد (Kopke & Nemecek, 2010). در ایران، باقلا با دو هدف، تولید غلاف‌سبز و دانه خشک کشت می‌گردد، ضمن این که پس از برداشت غلاف‌سبز، از شاخ و برگ آن نیز به‌عنوان کود سبز یا علوفه

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.

\*- نویسنده مسئول: (Email: r.sarparast@areeo.ac.ir)

گیاهان پیش از وارد شدن به مرحله مشخصی از مراحل فنولوژیک خود لازم است که مقدار دمای معینی را دریافت کنند و از این مقدار دمای تجمعی به‌منظور پیش‌بینی فنولوژی و همچنین ویژگی‌های عملکردی گیاهان در قالب مدل‌سازی استفاده می‌شود (Jones et al., 2003). درجه حرارت تقریباً در تمام فرآیندهای بیولوژیکی گیاهان زراعی نقش کلیدی دارد و یکی از مهم‌ترین وقایع محیطی می‌باشد که رشد، فنولوژی، نمو و عملکرد محصولات را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Ahmad et al., 2008). در تمامی این مراحل، گیاه برای اینکه بتواند دوره حیاتی مرحله خود را به‌پایان برساند، نیازمند کسب مقدار معینی گرما از محیط است که به‌صورت واحد گرمایی<sup>۱</sup> یا درجه روز-رشد<sup>۲</sup> بیان می‌شود و این مسأله صرفاً تابع ژنوتیپ است (Peter, 2000). استفاده از واحد حرارتی براساس این ایده استوار است که گیاهان برای رشد و نمو و بلوغ و برآورد عملکرد به‌درجه حرارت معینی نیازمندند. ارتباط مراحل فنولوژیک یک گیاه با تجمع حرارت و عدم ارتباط آن با زمان، اولین بار توسط دیمور در سال ۱۷۳۵ بیان شد (Brown & Bootsma, 1993). تأثیر اقلیم بر نمو گیاه، از طریق تسریع یا کند نمودن مراحل نمو اعمال می‌گردد و کارایی تبدیل گرما و نور به ماده خشک به فاکتورهای ژنتیکی، تاریخ کاشت و نوع محصول بستگی دارد (Rao et al., 2003). بنابراین، دانستن شاخص‌های حرارتی مانند واحد تجمعی حرارتی<sup>۳</sup> و همچنین سایر مشتقات آن مانند واحد هلیوترمال<sup>۴</sup>، شاخص فتوترمال<sup>۵</sup>، واحد حرارتی محصول<sup>۶</sup>، کارایی مصرف حرارت<sup>۷</sup> و اختلاف نسبی دما<sup>۸</sup> می‌تواند اصول پایه‌ای را برای تعیین مراحل فنولوژی و تاریخ کاشت مناسب فراهم آورد (Sreenivas et al., 2010). فتوپریود در کنار دما عامل اصلی محیطی برای تعیین فنولوژی، سازگاری و تولید در گیاهان حساس به فتوپریود می‌باشد. بنابراین، فتوپریود و دما می‌توانند در تنظیم نمو گیاه نقش داشته باشند (Oliver & Annandale, 1998). به‌همین جهت استفاده از واحد حرارتی در بیان زمان وقوع مراحل رشد بر واحد زمانی (تعداد روز) که در مکان‌های مختلف و به‌دلیل اختلاف در شرایط محیطی از دقت کافی برخوردار نیست، برتری دارند (Karimi & Siddique, 1991). اوبرین و

عملکرد برنج در صورت کاشت آن در یک تناوب بقولات - برنج به‌میزان ۶۰۰ تا ۱۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشتر از عملکرد برنج در یک تناوب برنج- برنج بود. البته افزایش عملکرد غلات در صورت کاشت پس از گیاهان خانواده بقولات، به‌گونه بقولات، گونه محصول اصلی و مکان انجام آزمایش بستگی دارد (Luce et al., 2015).

از آنجا که گیاهان در شرایط آب و هوایی متفاوت، مراحل رشدی خود را با سرعت‌های متفاوتی طی می‌کنند، کشت در تاریخ‌های مختلف موجب می‌شود که گیاه مراحل رشد و نمو خود را در شرایط آب و هوایی متفاوت بگذراند که باعث بروز تغییرات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی در گیاه و بروز تغییرات در عملکرد کمی و کیفی آن‌ها خواهد شد (Seghatoleslami & Ahmadi Bonakdar, 2010). تاریخ کاشت مناسب موجب بهره‌گیری بهینه از عوامل اقلیمی نظیر تشعشع، درجه حرارت، رطوبت، طول روز و همچنین تطابق زمان گل‌دهی با درجه حرارت مناسب شده و باید طوری تنظیم گردد که گرمای بیش از حد هوا به‌خصوص در دوره گل‌دهی به گیاه آسیب نرساند. همچنین تغییر در تاریخ کاشت با تأثیر بر انطباق مراحل رشد گیاه با شرایط محیطی، رشد رویشی و زایشی عملکرد گیاه را تحت‌الشعاع قرار دهد (Oplinger et al., 2000). بنابراین، می‌توان گفت، تاریخ کاشت یکی از مهم‌ترین عوامل جهت حصول حداکثر عملکرد است. تغییر در تاریخ کاشت می‌تواند جایگزینی مناسب برای رشد و توسعه گیاه برای اجتناب از خشکی و درجه حرارت بالا در دوره بحرانی رشد باشد (Khajepour, 1993). آیساک و همکاران (Isaac et al., 2008) اظهار نمودند، تاریخ کاشت مناسب سبب بهینه شدن طول دوره رشد و گسترش اندام‌های رویشی شده و پتانسیل انتقال مواد فتوسنتزی به قسمت‌های ذخیره‌ای از جمله دانه را افزایش می‌دهد. در نیوزلند کشت باقلای رقم لوزو اوتونو به‌صورت تابستانه، در حدود ۱۱ هزار هکتار از زمین‌های زراعی فرصت مضاعفی را برای تولید باقلا سبز و تازه (غلاف‌سبز) در غیر از فصل رایج، ایجاد کرد (Kharrt & Ouchari, 2010). کیان‌بخت و همکاران (Kianbakht et al., 2014) در بررسی عملکرد سه رقم باقلا برکت، هیستال و لوزدی اوتونو در چهار تاریخ کشت (۲۰ شهریور، ۲۷ مهر، ۲۰ آبان، ۲۷ آذر، ۲۱ دی) در منطقه گرگان، گزارش کردند، بیشترین عملکرد بیولوژیک (غلاف‌سبز) مربوط به رقم لوزودی اوتونو به‌مقدار ۳۳۳۰۰ کیلوگرم در هکتار در تاریخ کاشت ۲۰ شهریور بوده است. سرپرست و همکاران (Sarparast et al., 2016) نشان دادند، که رقم لوزودی اوتونو در کاشت پاییزه توانست به‌ترتیب با ۸۱/۷، ۱۱۸/۷ و ۱۵۹/۱ روز، کمترین روز از کاشت تا گل‌دهی، غلاف‌دهی و رسیدگی را به‌دست آورده و زودرس‌ترین ژنوتیپ محسوب گردد.

1 Heat unit

2- Growing Degree Days (GDD)

3- Heat Summation Unit (HSU)

4- Helio-Thermal Unit (HTU)

5- Photo-Thermal Index (PTI)

6- Crop Heat Unit (CHU)

7- Heat Use Efficiency (HUE)

8- Relative Temperature Disparity (RTD)

بر اساس نتایج حاصله بافت خاک، لومی رسی شنی بود و توصیه کودی براساس نتایج آزمون خاک (جدول ۱) صورت گرفت. کاشت در تاریخ‌های یاد شده با دست انجام شد. بذور قبل از کاشت با سم کربوکسی تیرام به‌میزان دو در هزار، ضدعفونی شده و در ردیف‌های ایجاد شده در عمق پنج سانتی‌متری روی پشته به‌فواصل ۱۵ سانتی‌متر، در تراکم‌های ۸۸۸۰۰، ۱۱۱۱۱۰ و ۱۴۸۲۱۱ بوته کشت شدند. عملیات داشت شامل آبیاری، تنک و وجین دستی علف‌های هرز در تمامی تیمارهای آزمایشی به‌صورت مطلوب و یکسان انجام شد. در مرحله گیاهچه‌ای از قارچ‌کش ویتاواکس (دو در هزار) به‌منظور مقابله با بوته‌میری و برای مبارزه با آفات برگ‌خوار در مرحله گل‌دهی نیز از حشره‌کش دیزازینون (دو لیتر در هزار لیتر آب) استفاده شد. برای تعیین عملکرد، برداشت محصول از چهار خط میانی کاشت با حذف ۲۵ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای هر کرت و همچنین جهت بررسی اجزای عملکرد در پایان فصل رشد (غلاف‌دهی)، تعداد ۱۰ بوته به‌طور تصادفی از هر کرت انتخاب و صفات مربوط به عملکرد محاسبه گردید.

شاخص‌های زراعی اقلیمی با استفاده از معادلات زیر محاسبه

شدند:

$$\text{GDD} = \sum n [(T_{\max} + T_{\min})/2] - T_b \quad (۱) \text{ معادله}$$

که در آن، GDD: درجه روز رشد، n: تعداد روزهای رشد،  $T_{\max}$  و  $T_{\min}$ : به‌ترتیب حداکثر و حداقل دمای روزانه و  $T_b$ : دمای پایه (پنج درجه سانتی‌گراد) می‌باشند.

$$\text{HTU} = \text{GDD} \times \text{DSH}^1 \quad (۲) \text{ معادله}$$

که در آن، HTU: واحد هلیو ترمال برحسب ساعات آفتابی در درجه روز رشد، GDD: درجه روز رشد و DSH: دوره ساعات آفتابی می‌باشند.

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

که در آن، HTUE: کارایی مصرف هلیوترمال بر حسب کیلوگرم در هکتار، Yield: عملکرد بر حسب کیلوگرم در هکتار و HTU: واحد هلیو ترمال می‌باشند.

$$\text{HUE} = \text{Yield} / \text{GDD} \quad (۴) \text{ معادله}$$

که در آن، HUE: کارایی مصرف حرارت بر حسب کیلوگرم در هکتار در درجه روز رشد، Yield: عملکرد بر حسب کیلوگرم در هکتار و GDD: درجه روز رشد می‌باشند.

$$\text{PTI} = \text{GDD} / \text{GD} \quad (۵) \text{ معادله}$$

که در آن، PTI: شاخص فتوترمال برحسب درجه روز رشد در روز، GD: تعداد روز در هر مرحله رشد و GDD: درجه روز رشد

همکاران (O'Brien et al., 1998) نیز گزارش کردند که همه مراحل نمو گیاه را می‌توان براساس درجه روز رشد، دقیق‌تر از تقویم زمانی پیش‌بینی کرد.

این تحقیق با هدف کمی‌سازی تأثیر عوامل مدیریتی مانند انتخاب تاریخ کاشت تابستانه بر واحدهای تجمعی حرارتی، فنولوژی و عملکرد باقلا سبز بر اساس تعداد روز و درجه روز- رشد تجمعی و معرفی رقم سازگار با شرایط آب و هوایی 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 رقم لوزودی اوتونو به‌منظور دستیابی به‌میزان رشد رویشی لازم و اجتناب از همزمانی گل‌دهی با گرمای شدید تابستانه و همچنین عدم برخورد مراحل حساس رشدی مانند غلاف‌دهی و رسیدگی با افت درجه حرارت در ابتدای فصل پاییز جهت دستیابی به حداکثر عملکرد غلاف‌سبز جهت تازه‌خوری در فصل پاییز به‌شمار می‌آید.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌صورت دو ساله در تابستان سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی قراخیل قائم‌شهر با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۷ دقیقه شمالی و طول ۵۲ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۴ متر از سطح دریا، اجرا گردید. آب و هوای آن معتدل و مرطوب و میزان بارش سالانه حدود ۷۵۰ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۶/۵ درجه سانتی‌گراد و متوسط رطوبت نسبی ۷۸ درصد می‌باشد. این آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار شامل چهار تاریخ کاشت (۲۰ خرداد، ۱۰ تیر، ۳۰ تیر، ۲۰ مرداد) به‌عنوان فاکتور اصلی و سه فاصله ردیف کشت (۴۵، ۶۰ و ۷۵ سانتی‌متر) به‌عنوان فاکتور فرعی به‌اجرا درآمد. هر کرت آزمایشی در شش خط به‌طول چهار متر و فاصله بین تکرارها دو متر و بین کرت‌ها در هر تکرار نیز یک خط (نکاشت) جهت حذف اثر حاشیه و انجام عملیات داشت و یادداشت- برداری منظور گردید. باقلا مورد نظر رقم لوزودی اوتونو بوده که بذور آن از شرکت بازرگان کالا با منشأ اسپانیا تهیه گردید. آمار هواشناسی از داده‌های ایستگاه هواشناسی واقع در فاصله ۲۰۰ متری محل انجام آزمایش (ایستگاه هواشناسی قراخیل) دریافت گردید. زمین مورد استفاده در سال قبل از آزمایش، زیر کشت گندم (*Triticum aestivum L.*) بود. عملیات تهیه زمین شامل شخم با گاوآهن، دو دیسک عمود برهم و ماله بود. قبل از اجرای آزمایش از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری انجام که

آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS Ver 9.1 و رسم نمودارها توسط اکسل انجام و تیمارهای مناسب از طریق آزمون مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

می‌باشند (Grijesh et al., 2011; Singh et al., 2014; Worthington & Hutchinson, 2005). تحلیل آماری داده‌ها از قبیل آزمون نرمال بودن توزیع داده‌ها، تجزیه واریانس مرکب صفات

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (۳۰-۰ سانتی‌متر) محل اجرای آزمایش  
Table 1-Chemical and physical characteristics of soil (0-30 cm) in experimental field

سال زراعی	بافت Texture	نیترोजن N (%)	کربن آلی Organic C (%)	پتاسیم قابل جذب Absorbable K (mg.kg <sup>-1</sup> )	فسفر قابل جذب Absorbable P (mg.kg <sup>-1</sup> )	هدایت الکتریکی EC (dS.m <sup>-1</sup> )	اسیدیته pH
2017	لومی رسی شنی Silt-clay-loam	0.13	1.59	143	37	0.92	7.78
2018	لومی رسی شنی Silt-clay-loam	0.41	1.83	162	39	0.84	7.69

یساری و همکاران (Yasari et al., 2005) گزارش کردند، میانگین نیاز حرارتی لازم از کاشت تا ۹۰ درصد سبز شدن گیاه گلرنگ معادل ۱۰۴ درجه روز رشد بود که تقریباً تا ۱۰ روز پس از کاشت حاصل شد. به‌طور کلی، واکنش روز تا سبز شدن باقلا، در تاریخ کشت‌های مختلف، به‌سبب تعداد ساعات آفتابی و میانگین درجه حرارت هوا در ماه‌های یاد شده متفاوت بود (شکل‌های ۱ و ۳).

#### مرحله کاشت تا گل‌دهی بوته

در ارزیابی پارامترهای هواشناسی در دوره رشد و نمو گیاه، تعداد ساعات آفتابی و میانگین درجه حرارت هوا در مرداد و شهریور سال ۱۳۹۷ دارای بالاترین مقدار نسبت به بقیه ماه‌ها بودند. میانگین درجه حرارت هوا در سال ۱۳۹۷ در ماه مرداد ۲۸/۷ درجه سانتی‌گراد (شکل ۱) و میانگین تعداد ساعات آفتابی ۲۷۸/۸ بود (شکل ۳). متوسط تعداد روز از کاشت تا مراحل گل‌دهی برای باقلا در تاریخ‌های مختلف کشت تابستانه در سال ۱۳۹۶، ۴۱ تا ۵۴ روز و در سال ۱۳۹۷، ۳۸ تا ۴۹ روز بود (جدول ۲). در سال ۱۳۹۶ میانگین درجه روز رشد جمعی (۹۸۱ تا ۱۲۱۵) و تجمع ساعات آفتابی (۶۴۱۲ تا ۹۵۴۷) بود که نسبت به سال ۱۳۹۷ با میانگین درجه روز رشد جمعی (۱۰۰۰ تا ۱۲۳۸) و تجمع ساعات آفتابی (۹۱۵۷ تا ۱۰۵۳۰) مقدار کمتری بود (جدول ۲). بالاترین میانگین درجه روز رشد جمعی در مرحله گل‌دهی برای باقلا در سال ۱۳۹۶ در تاریخ کاشت سوم (اول مرداد) با ۱۲۱۵ و کمترین درجه روز رشد جمعی در تاریخ کاشت دوم (۱۰ تیر) ۹۸۱ بود. در حالی که در سال ۱۳۹۷، تاریخ کاشت ۲۰ مرداد با ۴۹ روز تا گل‌دهی بیشترین درجه روز رشد جمعی (۱۲۳۸) را به‌دست

#### نتایج و بحث

##### مرحله کاشت تا سبز شدن

یکی از اساسی‌ترین جنبه‌های مدیریت به‌زراعی در کشت باقلا، مانند هر محصول زراعی دیگر، تعیین تاریخ کاشت به‌ویژه در کشت دوم می‌باشد و از آنجایی که تاریخ کاشت در هر منطقه آب و هوایی متفاوت است، لذا در روند رشد گیاه وقوع تغییرات را به‌همراه دارد. ارزیابی درجه روز رشد جمعی مشخص کرد، درجه روز رشد دریافت شده باقلا رقم لوزودی اوتونو در مرحله کاشت تا سبز شدن در سال ۱۳۹۶ (از ۱۵۳ تا ۲۲۴ درجه روز رشد) نسبت به سال ۱۳۹۷ (از ۱۴۵ تا ۲۲۲ درجه روز رشد)، به‌علت دریافت میانگین درجه حرارت کمتر در سال ۱۳۹۶ نسبت به سال ۱۳۹۷، طول مدت کاشت تا سبز شدن بیشتری را دارا بود. بیشترین درجه روز رشد دریافت شده به‌ترتیب با ۲۲۴ و ۲۲۲ درجه روز رشد در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در تاریخ کاشت چهارم (۲۰ مرداد) اتفاق افتاد. زیرا بالاترین میانگین درجه حرارت سالانه در اواخر مرداد اتفاق افتاد (شکل ۱) و کمترین درجه روز رشد در سال ۱۳۹۶ در ۲۰ خرداد با ۱۵۳ درجه روز رشد و در سال ۱۳۹۷ در اول مرداد با ۱۴۵ درجه روز رشد بود (جدول ۲). کمترین مرحله تعداد روز از کاشت تا سبز شدن در تاریخ کاشت ۲۰ خرداد (به‌مدت هشت روز) و بیشترین تعداد روز از کاشت تا سبز شدن در ۲۰ مرداد (به‌مدت ۱۱ روز) به‌دست آمد (جدول ۲). میلر و همکاران (Miller et al., 2000) طی یک مطالعه سه‌ساله (۱۹۹۵-۱۹۹۸) 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 (Cicer arietinum L.) ۱۷۹ تا ۲۴۳ درجه روز رشد در کاشت پاییزه می‌باشد.



در تاریخ کاشت چهارم (بیستم مرداد) و کند شدن رشد و نمو باقلا گردید (جدول ۲). شاخص ایده‌آل برای پیش‌بینی نیاز حرارتی گیاهان شاخصی است که تعداد واحدهای حرارتی یک ژنوتیپ مشخص برای رسیدن به مرحله مشخصی از رشد (رسیدگی فیزیولوژیکی) را به‌طور ثابت برآورد کند. با توجه به شکل (۱ و ۳) در آخرین تاریخ کاشت تابستانه (۲۰ مرداد) به دلیل کم شدن تعداد ساعات آفتابی (شکل ۳) و مواجه شدن رشد و نمو گیاه با فصل خنک و افت محسوس دما ۶/۲ درجه سانتی‌گراد در سال ۱۳۹۶ و ۸/۱ درجه سانتی‌گراد در سال ۱۳۹۷ (شکل ۱)، عملاً باعث گردید عمل گل‌دهی و زایشی کند و عملکرد گیاه کاهش یابد (جدول ۴). نیلسن و همکاران (Nielsen et al., 2002) اظهار داشتند که درجه روز رشد تجمعی در اکثر موارد واحدهای حرارتی مورد نیاز برای پرشدن دانه را بیش از حد برآورد می‌کند. در این تحقیق، درجه روز رشد تجمعی شاخص مطمئنی برای محاسبه نیاز حرارتی در مرحله رشد رویشی برای باقلا اوتونو در تاریخ‌های مختلف کشت تابستانه به‌شمار می‌آید.

#### تغییرات کارآیی مصرف هلیوترمال (HTUE) برای باقلا 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 ۱۳۹۶ (از ۰/۴۵ تا ۰/۸۶) نسبت به سال ۱۳۹۷ (از ۰/۴۷ تا ۰/۸۸) کمتر بود.

آورد و بالاترین تجمع ساعات آفتابی (۱۰۵۳۰) در تاریخ کاشت سوم (اول مرداد) به‌وقوع پیوست (جدول ۲). گل‌دهی حساس‌ترین مرحله رشد و نمو باقلا نسبت به تنش حرارتی بوده، به‌طوری 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 غلاف نیز عاملی برای کاهش عملکرد می‌باشد. اریکسن و همکاران (Erskine et al., 1988) گزارش کردند، هر گل‌آذین خوشه در ارقام محلی و بومی باقلا بین دو تا ۱۰ جوانه گل تولید می‌کند که تنها بین پنج تا ۱۵ درصد از گل‌ها تبدیل به غلاف می‌گردند. در این تحقیق، مصادف شدن گل‌دهی با گرمای ۳۴/۵ درجه سانتی‌گراد در اواسط تابستان (مرداد) منجر به عملکرد کمتر به ترتیب (۶۸۷۰ و ۶۷۹۰ کیلوگرم در هکتار) در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ می‌تواند مؤید این نکته باشد که گرمای زیاد باعث گردید، درصد قابل توجه‌ای از گل‌ها تبدیل به غلاف نشوند (جدول ۳). اوپلینگر و همکاران (Oplinger et al., 2000) ابراز عقیده نمودند که گرمای زیاد سبب ایجاد اختلالات رشد جنین، ریزش گل‌ها و کاهش تعداد بذر در غلاف در گیاه باقلای می‌شود و رشد و نمو و تشکیل میوه در گیاه منوط به دمای کم و رطوبت بالای محیط است. بنابراین، تاریخ کاشت گیاه باقلا باید طوری در منطقه تعیین شود که گرمای هوا به‌خصوص در دوره گل‌دهی به گیاه آسیب نرساند. که این نتایج با یافته‌های وزیریراد و همکاران (Vaezirad et al., 2008) نیز مطابقت دارد.

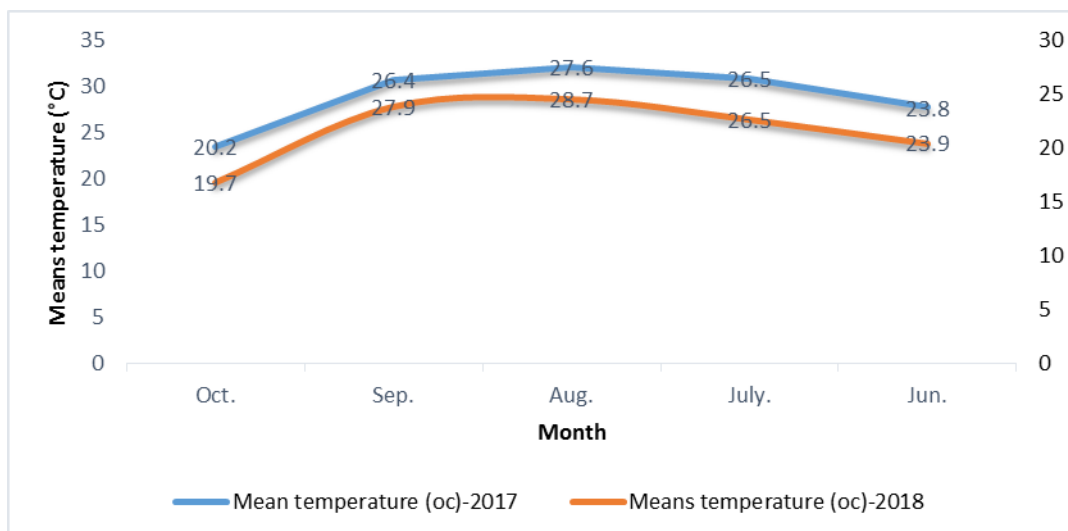
#### مرحله کاشت تا غلاف‌دهی بوته

تجمع ساعات آفتابی مؤثر در فتوسنتز و دمای روزانه تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر کاشت تا غلاف‌دهی باقلا در کشت تابستانه دارند. مدت زمان این مرحله معمولاً بین ۵۹ تا ۸۳ روز است (جدول ۲). در پژوهش حاضر (کاشت تابستانه) در مرحله کاشت تا غلاف‌دهی باقلا، میانگین درجه حرارت هوا و تعداد ساعات آفتابی در سال ۱۳۹۷ نسبت به سال ۱۳۹۶ بیشتر بود (شکل‌های ۱ و ۳). بیشترین میانگین نیاز حرارتی تجمعی لازم و تجمع ساعات آفتابی مرحله کاشت تا غلاف‌دهی (به ترتیب ۱۶۷۴ و ۱۳۹۳۲) در تاریخ کاشت سوم (اول مرداد) ۱۳۹۷ تقریباً در ۷۲ روز پس از کاشت حاصل شد (جدول ۲). از طرفی، پایین بودن تعداد ساعات آفتابی و میانگین درجه حرارت در سال ۱۳۹۶، سبب طولانی شدن مدت زمان مرحله غلاف‌دهی (۸۳ روز)

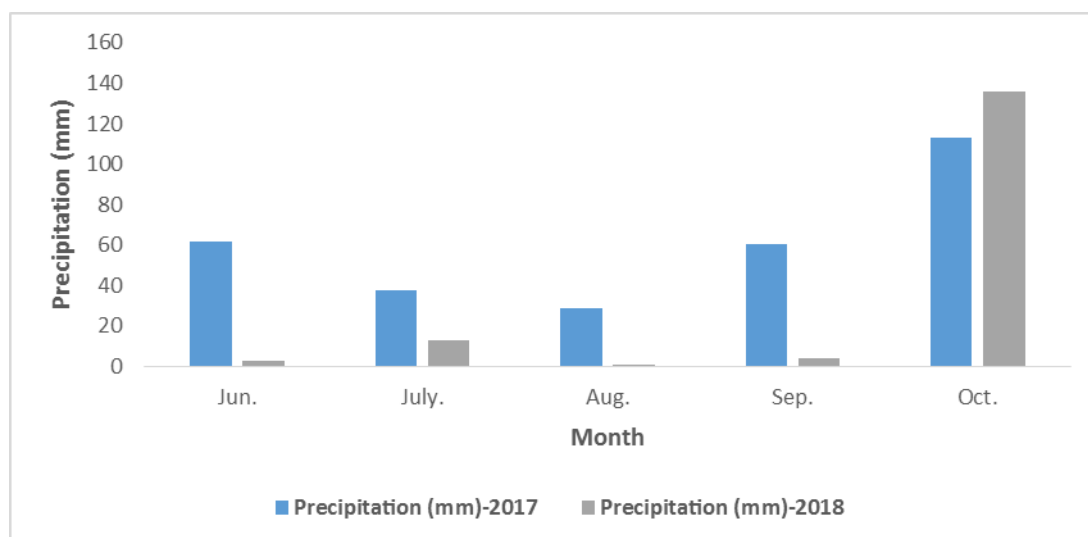
جدول ۲- تقویم روزانه، درجه روز رشد تجمعی و ساعات آفتابی طی مراحل فیلوژنی مختلف باقلا در شرایط کاشت تابستانه در سالهای ۱۳۹۷ و ۱۳۹۶  
 Table 2- Daily calendar, growth degree day of Cumulative (CGDD) and sun shine hours during stages the various phenological of *Vicia faba* L. in conditions summer planting during 2017 and 2018

تاریخ کاشت Planting date	کاشت تا سبز شدن Planting to green			کاشت تا گل دهی Planting to flowering			کاشت تا غلاف دهی Planting to podding		
	تعداد روز Number of days	درجه روز رشد تجمعی Cumulative growing degree day	ساعات آفتابی تجمعی Cumulative sunshine hours	تعداد روز Number of days	درجه روز رشد تجمعی Cumulative growing degree day	ساعات آفتابی تجمعی Cumulative sunshine hours	تعداد روز Number of days	درجه روز رشد تجمعی Cumulative growing degree day	ساعات آفتابی تجمعی Cumulative sunshine hours
<b>2017</b>									
۲۰ خرداد June 9	8	153	1113	41	986	7553	64	1446.5	10714
۱۰ تیر June 30	9	155	829	45	981	6412	59	1624.4	12064
۱ مرداد July 22	9	189	801	47	1215	9547	61	1639.8	12221
۲۰ مرداد August 10	11	224	2465	54	1181	9246	83	1474.5	11150
<b>2018</b>									
۲۰ خرداد June 9	9	170	1008	38	999.9	7478	65	1540.5	12325
۱۰ تیر June 30	8	166	1374	46	1047	9157	63	1692.5	14523
۱ مرداد July 22	10	145	1002	47	1210	10530	72	1673.3	13931
۲۰ مرداد August 10	9	222	1783	49	1238	9729	81	1508.8	11354





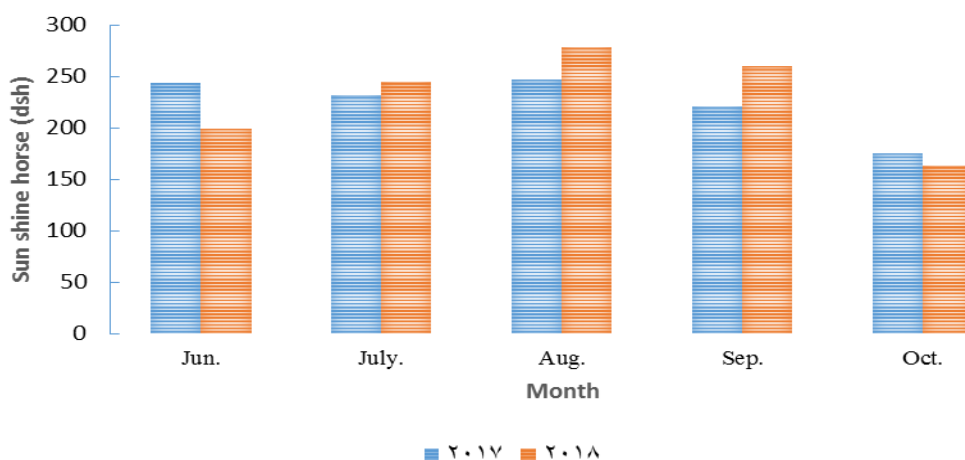
شکل ۱- میانگین درجه حرارت، طی فصل رشد باقلا تابستانه در سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۹۷  
 Fig. 1- Mean temperature, during the growth season summer *Vicia faba* L. in years 2017-2018



شکل ۲- مقدار بارندگی ماهیانه، طی فصل رشد باقلا تابستانه در سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۹۷  
 Fig. 2- The amount of monthly rainfall during the growth season summer *Vicia faba* L. in years 2017-2018

تغییرات کارایی مصرف حرارت (HUE) باقلا در تاریخ-  
 های مختلف کشت تابستانه  
 کارایی مصرف حرارت (HUE) برای تمامی مراحل  
 فنولوژیک در تاریخ‌های کشت دوم (۱۰ تیر) و سوم (اول مرداد) در  
 سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ نسبت به تاریخ کشت‌های دیگر بیشتر بود.

در تاریخ کشت سوم (اول مرداد) ۱۳۹۷، میزان کارایی  
 مصرف هلیوترمال (۰/۸۸) نسبت به تاریخ کشت ۲۰ خرداد  
 (۰/۴۷۴) افزایش داشت که دلیل این موضوع بیشتر بودن میانگین  
 درجه حرارت هوا و تعداد ساعات آفتابی در ماه یاد شده بود (جدول ۳).  
 درحالی که کارایی مصرف هلیوترمال در تاریخ‌های کشت چهارم (۲۰  
 مرداد) در دو سال آزمایش ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ روند کاهشی داشت.  
 آمگاین و همکاران (Amgain et al., 2011) نیز روند تصادفی  
 کارایی مصرف هلیوترمال را در مراحل فنولوژیک ذرت (*Zea*  
*mays* L.) در نپال گزارش کرد.



شکل ۳- تغییرات تعداد ساعات آفتابی باقلا در شرایط کاشت تابستانه در سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۶

Fig. 3- Fluctuations in the number of sunshine hours in *Vicia faba* L., in summer planting conditions during 2017 and 2018

تاریخ کشت ۱۰ تیر سال ۱۳۹۷ به دلیل بیشتر بودن میانگین درجه حرارت هوا (شکل ۱) و بالاتر بودن کارایی مصرف ساعات آفتابی (۲۷۸/۸) (شکل ۳)، تغییرات شاخص فتوترمال به عدد ۱۶/۶۰ رسید (جدول ۳). رام و همکاران (Ram et al., 2012) گزارش کردند، ارقام ذرت با طول دوره رشد طولانی میزان شاخص فتوترمال بیشتری در مقایسه با ارقام زودرس تر دارند. در این تحقیق، به علت بالاتر بودن کارایی مصرف حرارت، کارایی مصرف هلیوترمال، شاخص فتوترمال، کارایی مصرف ساعات آفتابی در سال ۱۳۹۷ نسبت به سال ۱۳۹۶ عملکرد غلاف سبز مختلف باقلا در شرایط کاشت تابستانه بیشتر بود (جدول ۴).

#### پارامترهای عملکرد و اجزای عملکرد

نتایج تجزیه واریانس مرکب، تأثیر تاریخ کاشت، فاصله ردیف کشت و اثرات متقابل آن‌ها بر عملکرد و اجزای عملکرد باقلا در کاشت تابستانه در جدول ۵ آورده شده است. نتایج حاکی از معنی‌دار شدن اثرات سال و تاریخ کاشت و اثرات متقابل آن‌ها در صفات تعداد غلاف در بوته، طول غلاف، ارتفاع بوته و عملکرد غلاف سبز در سطح احتمال یک درصد بود و اثر فاصله ردیف کشت بر روی تعداد غلاف در بوته و عملکرد غلاف سبز در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۵).

مقدار شاخص کارایی مصرف حرارت برای دوره کشت تا رسیدگی فیزیولوژیک در تاریخ کشت سوم (اول مرداد) در سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۶ به ترتیب (۶/۷۶۹ ۶/۵۸۶) بود (جدول ۳) و بیشترین عملکرد (۱۰۴۲۲ کیلوگرم در هکتار) را به دست آورد (جدول ۶). به طور 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 و همکاران (Amgain et al., 2011) و سینگ و همکاران (Singh et al., 2014) نیز رابطه‌ای بین تاریخ کشت‌های دیرتر از معمول، و کاهش در کارایی مصرف حرارت و کاهش عملکرد دست یافتند، به طوری که در تاریخ کشت‌های دیرتر با کاهش در کارایی مصرف حرارت میزان عملکرد نیز کاهش یافت.

#### تغییرات شاخص فتوترمال (PTI) باقلا در تاریخ‌های مختلف کشت تابستانه

تغییرات شاخص فتوترمال (PTI) در جدول ۳ آورده شده است. در سال ۱۳۹۶ با پیشرفت مراحل نمو گیاه، به مقدار شاخص فتوترمال افزوده شد، ولی در تاریخ کاشت ۲۰ مرداد با افت محسوس دما در فصل پاییز شاخص فتوترمال کم شد، به گونه‌ای که در تاریخ کشت سوم (اول مرداد) در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک از ۲۰/۹۴ به کمتر از ۱۷/۲۰ در تاریخ کاشت چهارم (۲۰ مرداد) رسید (جدول ۳). ولی در

جدول ۳- کارایی مصرف حرارت، کارایی مصرف هلیوترمال، شاخص فتوترمال، کارایی مصرف ساعات آفتابی و عملکرد غلاف سبز باقلا در شرایط کاشت تابستانه طی سالهای ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷

Table 3- Heat use efficiency, helio-thermal unit, photo-thermal index, sun shine hours use efficiency and green pod yield in *Vicia faba* L., in summer planting conditions during 2017 and 2018

تاریخ کاشت Planting date	کارایی مصرف حرارت Heat use efficiency	کارایی مصرف هلیوترمال Helio-thermal unit	شاخص فتوترمال Photo-thermal index	کارایی مصرف ساعات آفتابی Sunshine hours use efficiency	عملکرد غلاف سبز Green pod yield (kg.ha <sup>-1</sup> )
<b>2017</b>					
۲۰ خرداد June 9	3.311	0.45	13.91	231.6	4790
۱۰ تیر June 30	6.126	0.82	15.49	246.4	9950
۱ مرداد July 22	6.586	0.86	20.94	220.4	10800
۲۰ مرداد August 10	4.659	0.62	17.20	175.7	6870
<b>2018</b>					
۲۰ خرداد June 9	3.790	0.474	15.5	244.5	5839
۱۰ تیر June 30	5.881	0.685	16.6	278.8	9953
۱ مرداد July 22	6.769	0.883	16.2	260.4	11327
۲۰ مرداد August 10	4.500	0.598	16.1	162.9	6790

جدول ۴- مقایسه کارایی مصرف حرارت، کارایی مصرف هلیوترمال، شاخص فتوترمال، کارایی مصرف ساعات آفتابی و عملکرد غلاف سبز باقلا در شرایط کاشت تابستانه سالهای ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷

Table 4. Comparisons heat use efficiency, helio-thermal unit, photo-thermal index, sun shine hours use efficiency and green pod yield in *Vicia faba* L., in summer planting conditions during 2017 and 2018

تاریخ کاشت Planting date	کارایی مصرف حرارت Heat use efficiency	کارایی مصرف هلیوترمال Helio-thermal unit	کارایی مصرف فتوترمال Photo-thermal index	کارایی مصرف ساعات آفتابی Sunshine hours use efficiency	عملکرد غلاف سبز Green pod yield (kg.ha <sup>-1</sup> )
2017	4.3035	0.533	16.298	218.525	6884
2018	5.406	0.724	16.884	236.65	8333.1

#### ارتفاع بوته

اول (۲۰ خرداد) ۷۷/۶۳ سانتی متر به دست آمد (جدول ۴). دگویی و همکاران (Degwy et al., 2010) نیز نشان دادند که کاهش ارتفاع گیاه و کوتاه شدن فواصل میان گره‌ها به علت برخورد با درجه حرارت‌های بسیار بالا در تابستان احتمالاً ناشی از تغییرات دما و طول روز در طی نمو رویشی و زایشی گیاهان است. ارتفاع بوته در سه فاصله ۴۵، ۶۰ و ۷۵ سانتی متر به ترتیب ۷۶/۶۸، ۸۹/۰۱ و ۹۹/۰۲ سانتی متر بود. با افزایش فاصله بین ردیف‌ها، ارتفاع نهایی بوته‌ها روندی افزایشی داشت.

ارتفاع گیاه یک صفت ژنتیکی می‌باشد، اما می‌تواند تحت تأثیر مدیریت‌های خوب مزرعه‌ای و شرایط اقلیمی قرار گیرد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر تاریخ کاشت و اثرات متقابل سال و تاریخ کاشت بر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد و اثر ردیف‌های کشت روی ارتفاع بوته سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). نتایج میانگین‌ها نشان داد، بیشترین ارتفاع بوته در تاریخ کاشت سوم (اول مرداد) با ۸۹/۰۷ سانتی متر و کمترین ارتفاع در تاریخ کاشت

جدول ۵- تجزیه واریانس صفات عملکرد و اجزاء عملکرد در تیمارهای آزمایشی در گیاه باقلا در شرایط کشت تابستانه طی سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷

Table 5- Analysis of variance of yield and yield components of experimental treatment in *Vicia faba* L. var. Luzde otono in summer planting conditions during 2017 and 2018

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات Mean of squares					
		تعداد دانه در غلاف Number of grain/pod	تعداد غلاف در بوته Number of pod/plant	طول غلاف Pod length	وزن ۱۰۰ دانه 100-seed weight	ارتفاع بوته Plant height	عملکرد غلاف سبز Green pod yield
سال Year (Y)	1	2.13*	2.80**	6.12**	0.50 ns	815.41**	37768189**
سال × تکرار Y × Replication	4	0.46	1.54	0.89	43.86	11.66	705005.4
فاصله ردیف Row Spacing (RS)	2	0.03 ns	1.01 *	0.67 ns	12.05 ns	3.60 *	239614.6 *
سال × فاصله ردیف Y × RS	2	1.10 ns	0.02 ns	0.98 ns	6.16 ns	2.91 ns	162787.3 ns
خطای اصلی Error a	8	0.58	0.55	0.79	12.65	6.36	97799.9
تاریخ کاشت Planting date	3	2.29**	22.72**	69.22**	131.12**	449.08**	87991087.3**
سال × تاریخ کاشت Y × Planting date	3	0.56 ns	0.89*	0.14 ns	43.87*	50.86**	2213350.9**
فاصله ردیف × تاریخ کاشت RS × Planting date	6	4.05**	1.19**	2.93**	51.18**	15.69 ns	10269224.2**
سال × تاریخ کاشت × فاصله ردیف Y × Planting date × RS	6	1.77**	0.39 ns	1.29 ns	20.81 ns	22.07*	373514.5 ns
خطای فرعی Error b	36	0.51	0.24	0.69	15.11	10.38	285755.6
ضریب تغییرات CV (%)		13.71	7.82	10.67	12.71	13.91	17.02

\* و \*\*: به ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد؛ ns: غیرمعنی‌دار

\* and \*\*: Significant at 5 and 1% respectively; ns: no significant

#### تعداد دانه در غلاف

تعداد دانه در غلاف یکی از اجزای عملکرد در حبوبات می‌باشد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد، تاریخ کاشت تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در غلاف داشت (جدول ۵). نتایج مقایسه

میانگین تعداد دانه در غلاف در بین تیمارهای آزمایشی نشان داد، باقلا در تاریخ کاشت سوم (اول مرداد) با تعداد ۵/۵۷ دانه در غلاف بالاترین رتبه را به‌دست آورد و کمترین تعداد دانه در غلاف مربوط به تاریخ کاشت دوم (۱۰ تیر) با ۴/۸۱ بود (جدول ۶). از نقطه نظر

غلاف در بوته بیشتری بود (جدول ۶). اومای و همکاران (Omae et al., 2012) اظهار نمودند، افزایش دما در طول نمو زایشی باعث کاهش در تشکیل بذر و غلاف به دنبال افزایش ریزش جوانه گل‌ها و غلاف‌ها می‌شود. با توجه به طول دوره رویش گیاه، گرده‌افشانی و تلقیح بوته‌ها که از حساسیت بالایی نسبت به شرایط محیطی به‌ویژه دما و رطوبت فراهم برخوردار است، در تاریخ کاشت سوم (اول مرداد) که بالاترین تعداد غلاف در بوته را تولید کرده است با شرایط مساعدتری روبرو بوده است. نتایج حاصل از آزمایش هاشمی دزفولی و همکاران (Hashemi-dezfouli et al., 2001) این مطلب را تأیید می‌کند. زیادت‌ر بودن تعداد غلاف در بوته در تاریخ کاشت یاد شده را می‌توان ناشی از طولانی‌تر بودن دوره رشد رویشی و تولید شاخه‌های فرعی در بوته دانست. دگویی و همکاران (Degwy et al., 2010) نتیجه گرفتند که تاریخ کاشت می‌تواند تعداد غلاف در بوته را تحت تأثیر قرار دهد. تاریخ کاشت چهارم (۲۰ مرداد) با ۵/۳۳ تعداد غلاف در بوته را کمترین رتبه به‌دست آورد (جدول ۶). از آنجا که تعداد غلاف 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 غلاف در بوته می‌شود (Salehi et al., 2008). احمدی (Ahmadi, 2011) هم اظهار نمود از آنجا که تاریخ کشت نامناسب منجر به برخورد دوران رشد رویشی و زایشی گیاه با شرایط نامساعدی از طول روز و دما می‌گردد، تعداد غلاف در بوته کاهش می‌یابد. رضوانی‌مقدم و ثمرجان (Rezvani Moghaddam & Samarjan, 2009) علت افزایش تعداد غلاف در بوته را تولید مخازن زایشی بیشتر و ناصری و همکاران (Nasari et al., 2015) کاهش تعداد گل‌های عقیم را ذکر کردند.

### طول غلاف

طول غلاف که دانه در آن قرار می‌گیرد، نقش مهمی در عملکرد دانه دارد، به‌طوری‌که تعداد غلاف در گیاه با طول غلاف و تعداد دانه در غلاف به طول غلاف بستگی دارد (Panbekar et al., 2015). تجزیه واریانس، بیانگر آن بود که بین تیمارهای آزمایشی تاریخ کاشت و برهم‌کنش دو فاکتور تاریخ‌های کاشت × ردیف‌های کشت در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۵). در مقایسات میانگین طول غلاف، در تاریخ کاشت اول (۲۰ خرداد) با ۱۲/۸۹ سانتی‌متر کمترین طول غلاف را به‌دست آورد که نسبت به آخرین

فیزیولوژی، باید این نکته را در نظر داشت که شرایط محیطی در تاریخ کاشت سوم (اول مرداد) باعث شد که گیاهان در زمان ورود به فاز زایشی گل‌دهی تا دانه‌بندی به‌گرمای برخورد نکنند، اما در تاریخ کاشت اول و دوم با تقابل گرما با دوره زایشی باقلا مواجه بودیم که این امر باعث کاهش تعداد دانه در غلاف گردید. افزایش تعداد دانه در غلاف در تاریخ کشت مطلوب و در شرایط آبی می‌تواند ناشی از شرایط مطلوب محیطی از نظر درجه حرارت مناسب طی دوره گرده‌افشانی و لقاح باشد که موجب افزایش تعداد دانه در غلاف می‌گردد (Ahmadi, 2011). صادقی‌پور و همکاران (Sadeghipour et al., 2005) گزارش کردند، تعداد دانه در هر غلاف به موقعیت غلاف در گیاه بستگی دارد. غلاف‌های میان‌گره‌های پایین حاوی دانه بیشتری بوده و تعداد دانه در غلاف به سمت بالای گیاه کاهش می‌یابد. نتایج به‌دست آمده از این پژوهش با محققان دیگر نظیر ایلکائی و امام (Eilkaee & Emam, 2003) هم‌خوانی دارد. تعداد دانه در غلاف، تحت تأثیر فاصله ردیف‌های کشت قرار نگرفت و معنی‌دار نشد (جدول ۶). نتایج مشابهی مبنی بر عدم تأثیر یا تأثیر کم تراکم گیاهی بر تعداد دانه در غلاف توسط مهدال و همکاران (Mohdal et al., 2004) و آگونگ و مکدونالد (Agung & Mcdonald, 1998) برای گیاه باقلا گزارش شده است. ساکسینا (Saxena, 1984) نیز بیان داشت، تغییر در تعداد دانه هر بوته تا حدود زیادی وابسته به تعداد غلاف‌های آن بوته خواهد بود.

### تعداد غلاف در بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر تاریخ کشت و فاصله ردیف کشت و اثرات متقابل آن‌ها بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار بود (جدول ۵). میانگین تعداد غلاف در بوته در تیمارهای مختلف ردیف‌های کشت بین ۷/۶۱ و ۹/۸۰ متغیر بود و روند کلی تغییرات میانگین تعداد غلاف در بوته در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد که با افزایش فاصله بین ردیف‌ها بر تعداد غلاف در بوته افزوده شده است (جدول ۶). به‌طور معمول، در میان اجزای عملکرد دانه در بقولات، تعداد غلاف در بوته، بیشترین تغییرات را در واکنش به تغییرات محیطی و دستکاری‌های مدیریتی از جمله تغییر فضای هر بوته نشان می‌دهد. تاریخ کاشت سوم (اول مرداد) با ۷/۸۵ غلاف در بوته نسبت به تاریخ کاشت‌های اول (۲۰ خرداد) ۵/۶۵ غلاف در بوته و تاریخ کاشت دوم (۱۰ تیر) ۶/۴۰ غلاف در بوته دارای میانگین تعداد

تاریخ کاشت (۲۰ مرداد) با ۱۳/۳۸ سانتی‌متر، چهار درصد کاهش داشته است و بیشترین طول غلاف مربوط به تیمار تاریخ کشت سوم (اول مرداد) با میانگین ۱۷/۲۲ سانتی‌متر بود. (جدول ۶). کاهش طول غلاف با تأخیر در کاشت، می‌تواند به دلیل برخورد مراحل حساس رشدی گیاه مانند غلاف‌دهی و رسیدگی با دمای پایین و شرایط نامساعد رشدی در تاریخ‌های کشت دیر هنگام باشد (شکل ۱). نارویی-راد و همکاران (Naruirad et al., 2009) اظهار داشتند که صفت تعداد دانه در غلاف و طول غلاف را به‌عنوان عوامل کمی در انتخاب ژنوتیپ‌ها در نظر می‌گیرند و بیان داشتند که توده‌های انتخابی، دارای تعداد دانه بیشتر در غلاف، از اندازه طول غلاف بیشتری برخوردار بوده و ارقام مختلف از نظر ژنتیکی پتانسیل‌های متفاوتی برای تولید دانه-های درشت یا ریز دارند. رحمانی و همکاران (Rahmani et al., 2012) نیز گزارش کردند، طول غلاف در ارقام لوبیا با تأخیر در کاشت، به دلیل کاهش دوره رشد و نیز برخورد مراحل حساس رشدی گیاه مانند غلاف‌بندی و گل‌دهی با درجه حرارت بالا و شرایط نامساعد رشدی، کاهش یافته است.

### وزن ۱۰۰ دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که صفت وزن ۱۰۰ دانه در تیمار تاریخ‌های کاشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد و این صفت تحت تأثیر فاصله ردیف‌های کشت معنی‌دار نشد (جدول ۵). به‌طور عمده وزن ۱۰۰ دانه 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 (Khadem Hamza et al., 2005). در مقایسات میانگین مرکب، وزن ۱۰۰ دانه، در تاریخ کاشت دوم (۱۰ تیر) با ۱۴۵/۸۳ گرم بیشترین و در تاریخ کاشت اول (۲۰ خرداد) با ۱۳۶/۶۶ گرم کمترین رتبه را به‌دست آورد (جدول ۶). در تاریخ کاشت دوم (۱۰ تیر) دمای هوا برای رشد گیاه مطلوب بوده و بوته‌ها بیشترین استفاده را از منابع موجود نموده و بنابر این، دانه‌های درشت‌تری نیز تولید کرده‌اند. فرجی (Faraji, 2006) اظهار می‌دارد که سرعت رشد دانه و پر شدن غلاف 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 غلاف به‌ظهور نخواهد رسید. تورک و همکاران (Turk et al., 2002) نیز براساس نتایج سه

ساله آزمایش اثر تاریخ کاشت بر ارقام دانه‌ریز باقلا، گزارش کردند که بیشترین وزن ۱۰۰ دانه از تاریخ کاشت زودتر با میانگین ۴۰/۸ گرم به‌دست آمد و در صورت تأخیر چهار هفته‌ای، وزن ۱۰۰ دانه به ۳۴ گرم کاهش یافت. وزن ۱۰۰ دانه، آخرین جزء عملکرد است که در طی رشد شکل می‌گیرد و وزن آن به آرایش گل‌ها و موقعیت رشدی غلاف بستگی دارد (Hashemabadi & Sedaghatour, 2006).

### عملکرد غلاف سبزی

عملکرد دانه نتیجه فعالیت یک جامعه گیاهی در طول فصل رشد و نمو، استفاده از تشعشع و سایر منابع محیطی بیان شده است (Cheema et al., 2001). تاریخ کاشت، اولین نقطه محوری در تصمیمات مدیریت تولید گیاهان زراعی به‌ویژه در مناطقی که دارای محدودیت‌های محیطی همچون گرمای شدید در اواسط تابستان هستند، می‌باشند (Harris et al., 2001). نتایج تجزیه واریانس دو ساله نشان داد که عملکرد غلاف‌سبزی باقلا تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی ردیف و تاریخ کاشت تابستانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۵). اوکپارا و همکاران (Okpara et al., 1999) بیان نمودند که عملکرد در باقلا تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار دارد و کاشت به‌موقع سبب می‌شود که زمان گل‌دهی با دمای مناسب برخورد کرده و در نتیجه، غلاف و دانه بیشتری تشکیل شود. مقایسه میانگین‌های مرکب دو ساله تاریخ‌های کاشت تابستانه باقلا نشان داد، در کاشت تابستانه اول مرداد (سومین تاریخ کاشت) به‌واسطه درجه روز رشد تجمعی (جدول ۲) و تجمع ساعات آفتابی بالاتر (شکل ۳) نسبت به بقیه تاریخ‌های کاشت (۲۰ خرداد، ۱۰ تیر و ۲۰ مرداد) توانست میزان ماده خشک کل بیشتری به‌دست آورد (جدول ۶). در میانگین عملکرد غلاف‌سبزی باقلا در تاریخ کاشت سوم یعنی اول مرداد با ۱۰۴۲۲ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد بوده که نسبت به آخرین تاریخ کاشت (۲۰ مرداد) ۸۴ درصد افزایش عملکرد داشته است. عملکرد غلاف‌سبزی بیشتر در تاریخ کاشت یاد شده ناشی از امکان رشد بهتر گیاه، استفاده بهینه از عوامل محیطی و مواجه نشدن دوره گل‌دهی و گرده افشانی با شرایط نامساعد محیطی می‌باشد (جدول ۱) که این با نتایج کیان‌بخت و همکاران (Kianbakht et al., 2014) مطابقت دارد. تاریخ‌های کاشت اول و دوم از عملکرد کمتری برخوردار بوده است (به‌ترتیب با ۶۰۵۹ و ۸۳۱۱ کیلوگرم در هکتار) که

کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد را به خود اختصاص دادند (جدول ۶). دهمرده و همکاران (Dahmardeh et al., 2010) اظهار نمودند، با افزایش تراکم بوته عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک افزایش یافت. کمترین عملکرد غلاف سبز (۵۶۴۴ کیلوگرم در هکتار) مربوط به آخرین تاریخ کاشت (۲۰ مرداد) بود که به علت افت درجه حرارت در مرحله زایشی و شروع سرما در پاییز منجر به کاهش عملکرد گردید (جدول ۶).

احتمالاً به دلیل برخورد انتهای دوره زایشی با گرمای اواسط تابستان می باشد (شکل ۱ و ۳). همچنین استقرار ضعیف گیاهچه و کوتاه تر شدن طول دوران سبز شدن تا رسیدگی، نکاتی است که در آزمایشات کایزر و هانان (Kaiser & Hannan, 1985) به آن اشاره شده است و همین عامل می تواند منجر به کاهش عملکرد گیاه شوند. اثر فواصل بین ردیف های کشت بر عملکرد غلاف سبز معنی دار گردید (جدول ۵). مقایسه میانگین ها نشان داد که فاصله بین ردیف های کشت ۴۵ و ۶۰ سانتی متر با میانگین عملکرد ۷۵۳۸ و ۱۰۷۲۳

جدول ۶- مقایسه میانگین تیمارهای آزمایشی بر صفات مورد ارزیابی گیاه باقلا، در شرایط کشت تابستانه طی سالهای ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷  
Table 6- Mean comparisons of experimental treatment on evaluated traits of *Vicia faba* L. in summer planting conditions during 2017 and 2018

تیمار Treatment	تعداد دانه در غلاف Number of grains.pod <sup>-1</sup>	تعداد غلاف در بوته Number of pod.plant <sup>-1</sup>	طول غلاف Pod length (cm)	وزن ۱۰۰ دانه 100-seed weight (g)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	عملکرد غلاف سبز Green pod yield (kg.ha <sup>-1</sup> )
ردیف های کشت						
Row Spacing (cm)						
45	4.80 <sup>a*</sup>	7.61 <sup>c</sup>	14.53 <sup>a</sup>	142.33 <sup>a</sup>	76.68 <sup>c</sup>	7537.8 <sup>b</sup>
60	5.22 <sup>a</sup>	9.80 <sup>a</sup>	14.85 <sup>a</sup>	143.33 <sup>a</sup>	99.02 <sup>a</sup>	10722.9 <sup>a</sup>
75	5.07 <sup>a</sup>	8.32 <sup>b</sup>	13.60 <sup>a</sup>	138.66 <sup>a</sup>	89.01 <sup>b</sup>	8565.8 <sup>b</sup>
تاریخ های کاشت						
Planting date						
۲۰ خرداد June 9	5.48 <sup>ab</sup>	5.65 <sup>c</sup>	12.89 <sup>c</sup>	136.66 <sup>c</sup>	77.63 <sup>c</sup>	6059.8 <sup>c</sup>
۱۰ تیر June 30	4.81 <sup>c</sup>	6.40 <sup>b</sup>	15.15 <sup>b</sup>	145.83 <sup>a</sup>	79.64 <sup>c</sup>	8310.9 <sup>b</sup>
۱ مرداد July 22	5.57 <sup>a</sup>	7.85 <sup>a</sup>	17.22 <sup>a</sup>	144.94 <sup>a</sup>	89.07 <sup>a</sup>	10421.1 <sup>a</sup>
۲۰ مرداد August 10	5.08 <sup>bc</sup>	5.33 <sup>c</sup>	13.38 <sup>c</sup>	141.11 <sup>b</sup>	82.61 <sup>b</sup>	5643.6 <sup>d</sup>

\* در هر ستون، میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی داری با یکدیگر در سطح احتمالی پنج درصد ندارند.  
\* Means by the uncommon letter in each column are significantly ( $p \leq 0.05$ ) different.

## نتیجه گیری

سال ۱۳۹۶ در مراحل نمو (از کاشت تا سبز شدن، گل دهی و غلاف دهی)، عملکرد، کارایی مصرف حرارت و کارایی مصرف واحد هلیوترمال بالاتری به دست آمد. همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در دو سال آزمایش انجام شده (۱۳۹۶-۱۳۹۷) باقلا در تاریخ های کاشت سوم (اول مرداد) و فاصله ردیف های کشت ۶۰ سانتی متر به ترتیب با ۱۰۴۲۲ و ۱۰۷۲۳ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد غلاف سبز را تولید کرد. کمترین عملکرد غلاف سبز در تاریخ کاشت چهارم (۲۰ مرداد) و در فاصله ردیف کشت ۴۵ سانتی متر به ترتیب با ۵۶۴۴ و ۷۵۳۸ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. با توجه به نتایج، رقم اصلاح شده لوزو دی اوتونو علاوه بر صفات ژنتیکی

آگاهی از زمان وقوع و طول دوره مراحل نمو آن و رابطه هر یک از آن ها با عملکرد این امکان را فراهم می سازد که مراحل نمو حساس در عملکرد مورد شناسایی قرارگیرد. این امر در نهایت، سبب افزایش عملکرد محصول خواهد شد. گزارش های 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 کاشت تابستانه به دلیل بالاتر بودن درجه روز رشد تجمعی و تجمع ساعات آفتابی در سال ۱۳۹۷ نسبت به



تاریخ‌های کاشت مختلف و در مراحل متفاوت نمودی به‌خوبی برآورد کرده و در این مسیر به‌دلیل دارا بودن روند ثابت و منطقی برتری نسبی بر سایر شاخص‌ها مانند GDD و PTI داشتند.

مطلوبی که دارد، با حداکثر استفاده از شرایط محیطی و جذب تابش خورشیدی در یک بازه زمانی وسیع‌تر، مواد پرورده بیشتری ساخته و این مواد در نهایت، به دانه‌ها اختصاص یافته است. همچنین، شاخص‌های HUE، HTUE و RUE نیاز حرارتی باقلا را در

## References

- Ahmad, T., Hafeez, F.Y., Mahmood, T., & Malik, K.A. (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 aestivum* L.) crops. *Australian Journal Experimental Agricultural*, 41, 245–248. <http://dx.doi.org/10.1071/EA99175>
- Ahmadi, G. (2011). Determination of the best planting date, seed rate and row spacing of faba bean (*var.* Barekat) as second crop in Guilan. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, University of Guilan, Iran. (In Persian with English Summary)
- Agung, S., & McDonald, G.K. (1998). Effects of seed size and maturity on the growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.). *Australian Journal Agricultural Research*, 49, 79-88. <https://doi.org/10.1071/A97030>
- Amgain, L.P. (2011). Accumulated heat unit and phenology of diverse maize varieties as affected by planting dates under Rampur condition, Nepal. *Agronomy Journal of Nepal*, 2, 111-120.
- Brown, D.M., & Bootsma, A. (1993). Crop heat units for corn and other warm-season crops in Ontario. Ontario Ministry of Agriculture and Food Factsheet Agdex 111/31. ISSNNo. 0225-7882. Ontario Ministry of Agriculture and Food, Queen's Park, Toronto, ON, Canada.
- Cheema, M.A., Malik, A., Hussain, S., Shah, R., & Basra, S. (2001). Effects of time and rate of nitrogen and phosphorous application on the growth and the seed and oil yields of canola (*Brassica napus* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 186, 103-110. <http://doi.org/10.1046/j.1439-037x.2001.00463.x>
- Dahmardeh, M., Ramroodi, M., & Valizadeh, J. (2010). Effect of plant density and cultivars on growth, yield and yield components of faba bean. *African Journal of Biotechnology*, 9(50), 8643-8647. <http://doi.org/10.5897/AJB10.1355>
- Degwy, I.S., Glelah, A.A., El-Galaly, A., & Marwa, K. (2010). Performance of some faba bean cultivars as influenced by sowing date and broomrape control. *Journal of Agricultural Research*, 36, 292-313.
- Eilkaee, M.N., & Emam, Y. (2003). Effect of plant density on yield and yield components in two winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) cultivars. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 34(3), 509-515. (In Persian with English Summary)
- Erskine, W.A., Nassib, M., & Telaye, A. (1988). Breeding for morphological traits. In: R.J. Summerfield (Ed), *World Crops: Cool Season Food Legumes*, Kluwer Academic Publishers, pp. 117-127.
- Faraji, A. (2006). Effect of planting date and yield and seed yield components of four canola genotypes in Gonbad. *Journal Seed and Plant Production*, 7(3), 189-201. (In Persian with English Summary)
- Grijesh, G., Kumara, K., Swamy, A.S., Sridhara, S., Dinish Kumar, M., Vageesh, T.S., & Nataraju, S.P. (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, A.K., Gothkar, P., Joshi, A., Chivasa, W., & Nyamudeze, P. (2001). On-farm seed priming: using participatory methods to revive and refine a key technology. *Agricultural Systems*, 69, 151-164. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(01\)00023-3](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(01)00023-3)
- Hashemabadi, D., & Sedaghatour, S. (2006). Study of mutual effect of the sowing date and plant density on yield and yield component of winter faba bean. *Journal of Agricultural Sciences*, 12(1), 135-142. (In Persian with English Summary)
- Hashemi-dezfooli, S., Alami-saeed, K.h., Siadat, S.A., & Komeili, M.R. (2001). Effect of planting date on potential of yield of two sweet corn hybrids in environmental condition of Khuzestan. *Journal of Agriculture Science and Natural Resources*, 32, 681-689. (In Persian with English Summary)
- Isaac, L., Wood, C.W., & Shannon, D.A. (2008). Decomposition and nitrogen release of prunings from

- hedgerow species assessed for alley cropping in Haiti. *Agronomy Journal*, 92, 501-511. [10.2134/agronj2000.923501x](https://doi.org/10.2134/agronj2000.923501x)
17. Jones, J.W., Hoogenboom, G., Porter, C.H., Bootee, K.J., Batchelor, W.D., Hunt, L.A., Wilkens, P.W., Singh, U., Gijsman A.J., & Ritchie, J.T. (2003). The DSSAT cropping system model. *European Journal of Agronomy*, 18, 235-265.
  18. Kaiser, W.J., & Hannan, R.M. (1985). Effects of planting date and fungicide treatment on emergence and yield of kabuli and desi chickpea in eastern Washington State. *International Chickpea News Letter*, 12, 16-19.
  19. Karimi, M.M., & Siddique, K.H.M. (1991). Crop growth and relative growth rates of old and modern wheat cultivars. *Australian Journal Agricultural Research*, 42, 13-20. <https://doi.org/10.1071/AR9910013>
  20. Khajepour, M.R. (1993). Principles and basics of Agronomy. Isfahan University of Technology. Jihad-e-Daneshgahi. Press of Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran, 386 pp. (In Persian)
  21. Khadem Hamza, H., Karimi R.M., Rezai, A., & 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 with English Summary)
  22. Khalil, S.K., Wahab, A., Rehman, A., & Amin, R. (2010). Density and planting date influences on phenological development, assimilate partitioning and dry matter production of faba bean. *Pakistan Journal Botany*, 42(6), 3831-3838. [http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/42\(6\)](http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/42(6))
  23. Khanjani, M., Mahmoodi, S., & 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 with English Summary)
  24. Kharrat harrat, M., & Ouchari, H. (2011). Faba bean (*Vicia faba* L.) status and prospects in Tunisia. *Grain Legumes*, 56, 11-13.
  25. Kianbakht, M., Zinali, A., Siahmargui, A., Sheikh, F., & Pouri, M. (2014). Determination of the best planting date for three bean (*Phasaeolus vulgaris* L.) cultivars in Gorgan. First International Congress of Seeds and 13<sup>th</sup> Congress of Agronomy and Plant Breeding, Karaj, Iran, pp. 54-64. (In Persian with English Summary)
  26. Kopke, U., & Nemecek, T. (2010). Ecological services of faba bean. *Field Crops Research*, 115, 217-233. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.10.012>
  27. Luce, S.M., Grant, C.A., Zebarth, B.J., Ziadi, N., O'Donovan, J.T., Blackshaw, R.E., Harker, K.N., Johnson, E.N., Gan, Y., Lafond, G.P., May, W.E., Khakbazan, M., & Smith, E.G. (2015). Legumes can reduce economic optimum nitrogen rates and increase yields in a wheat-canola cropping sequence in western Canada. *Field Crops Research*, 179, 12-25. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.04.003>.
  28. Martini, M.Y., McKenzie, B.A., Moot, D.J., & Hill, G.D. (2012). Dry matter accumulation of faba bean sown at different sowing date in Canterbury. *Agronomy New Zealand* 42, 43-51.
  29. Miller, H.E., Rigelhof, F., Marquart, L., Prakash, A., & Kanter, M. (2000). Whole-grain products and antioxidants. *Cereal Foods World*, 45, 59-63.
  30. Mohdal, A.R., Munira, T., & Tahawa, M. (2004). Effect of seed size and plant population density on yield and yield components of local faba bean (*Vicia faba* L. Major). *Journal Agriculture Biotechnology*, 6, 294-29. <https://doi.org/10.21608/ejar.2011.177626>
  31. Naruirad, M.R., Agaie, M.J., Fanaei, H.R., & 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 with English Summary)
  32. Naseri, R., Rahimi, M.J., Siyadat, S.A., & Mirzaei, A. (2011). The effects of supplementary irrigation and different plant densities on morphological traits, yield and its components and protein content of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Sirvan region in Ilam province. *Iranian Journal of Pulses Research*, 6(1), 78-91. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22067/ijpr.v1394i1.24281>
  33. Nielsen, R.L., Thomison, P.R., Brown, G.A., Halter, A.L., Wells, J., & Wuethrich, K.L. (2002). Delayed planting effects on flowering and grain maturation of dent corn. *Agronomy Journal*, 94, 549-558. <https://doi.org/10.2134/agronj2002.5490>
  34. O'brien, P., JAllen, E.J., & Firman, D.M. (1998). A review of some studies into tuber initiation in potato (*Solanum tuberosum* L.) crops. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 130, 251-270. <https://doi.org/10.17/S0021859698005280>

35. Okpara, D.A. (1999). Response of African yambean to sowing date and plant density. *Journal of Sustainable Agriculture and Environment*, 1(2), 191-197.
36. Oliver, C.R., & Annandale, J.G. (1998). Thermal time requirements for the development of green pea (*Pisum Sativum* L.). *Field Crop Research*, 56, 301-307. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(97\)00097-X](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(97)00097-X)
37. Omae, H., Kumar, A., & Shono, M. (2012). Adaptation to high temperature and water deficit in the common bean during the reproductive period. *Journal of Botany*, 1-7. <https://doi.org/10.1155/2012/803413>
38. Oplinger, E.S., Putnam, D.H., Doll, J.D., & Combs, S.M. (2000). Faba bean, Alternative field crops manual, <http://W.W.W.hort.Purdue.edu/newcrop/afcm/fababean.html>.
39. Panbekar, N.A., Dastan, S., Yadi, R., & Shahidifar, A. (2015). Effect of nitrogen splitting and planting row space on yield and yield components in faba bean (*Vicia faba* L.) Barkat cultivar. *Journal of Crop Production Research*, 6(4), 341-355. (In Persian with English Summary)
40. Peter, G. (2000). Climate and Crops Activity, Translation, Kafi, M., Ganjali, A., Nezami, A., Shareyatmadar, F. Prees Jahad University of Mashad, Iran. pp. 311.
41. Rahmani, T., Heidari Sharif Abad, H., & Madani, H. (2012). The study of effect planting date on yield of red bean cultivars in Aligudarz region. *New Finding Agriculture*, (4), 321-335. (In Persian with English Summary)
42. Ram, H., Singh, G., Mavi, G., & 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. <https://doi.org/10.54386/jam.v14i2.1414>
43. Rao, V.U.M., Singh, D., & Singh, R. (2003). Heat use efficiency of winter crop in Haryana. *Journal of AgroMeteorology*, 1(2), 143-148. <https://doi.org/10.54386/jam.v1i2.343>
44. RezvaniMoghaddam, P., & Samarjan, R. (2009). Effect of different planting dates and different irrigation regimes on morphological characteristics and yield of chickpea varieties ILC3279 in Neyshabur weather conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 2, 315-325. (In Persian with English Summary)
45. Sadeghipour, A., Ghafari Khaliq, H., & 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 with English Summary)
46. Salehi, M., Akbari, R., & Khorshidi benam, M.B. (2008). Investigation of yield response and seed yield components of red bean cultivars. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 43(1), 105-115. (In Persian with English Summary)
47. Sarparast, R., & Norozi, S. (2016). 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 with English Summary)
48. Saxena, N.P. (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.
49. Seghatoleslami, M.J., & Ahmadi Bonakdar, K. (2010). The effect of sowing date and plant density on yield and yield components of fenugreek (*Trigonella foenumgracum* L.) *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 26(2), 265-274. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22092/ijmapr.2010.6958>
50. Shah, Z., Shah, S.H., Peoples, M.B., Schwenke, G.D., & Hrridge, D.F. (2003). Crop residue and fertilizer N effects on nitrogen fixation and yields of legume-cereal rotations and soil organic fertility. *Field Crops Research*, 83, 1-1137. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(03\)00005-4](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(03)00005-4)
51. Singh, M.P., Lallu, K.R., & Sign, N.B. (2014). Thermal requirement of Indian mustard (*Brassica juncea* L.) at different phenological stages under late sown condition. *Indian Journal of Plant Physiology*, 19(3), 238-243. <https://doi.org/10.1007/s40502-014-0072-0>
52. Sreenivas, G., Devender Reddy, M., & Raji Reddy, D. (2010). Agro-meteorological indices in relation to phenology of aerobic rice (*Oryza Sativa* L.). *Journal of Agrometeorology*, 12(2), 241-24. <https://doi.org/10.1007/s40502-014-0072-0>
53. Turk, M.A., & Tawaha, A.M. (2002). Impact of seeding rate, seeding date, rate and method of phosphorus application in faba bean (*Vicia faba* L. minor) in the absence of moisture stress. *Journal of Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 6(3), 171-178.
54. Vaezirad, S., Shekari, F., Shirani Rad, A.H., & 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 with English Summary)
55. Worthington, C.M., & Hutchinson, C.M. (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.
56. Yasari, T., Shahsavari, M.R., Barzegar, A.B., & Omidi, A.H. (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 with English Summary)