Journal of Agroecology
Homepage: http://agry.um.ac.ir

Research Article
Vol. 17, No. 2, 2025, p. 181-200

Effect of Planting Date and Plant Density on Growth Characteristics and Yield Components of Guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) in Birjand Region

Abbas Nakhaei[1] and Reza Baradaran[2*]

1 and 2- M.Sc. Student and Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Birjand Branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran, respectively.
(*- Corresponding author's Email: baradaran@iaubir.ac.ir)

Received: 21-07-2022
Revised: 20-10-2022
Accepted: 06-11-2022
Available Online: 27-07-2025

How to cite this article:
Nakhaei, A., & Baradaran, R. (2025). Effect of planting date and plant density on growth characteristics and yield components of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) in Birjand region. *Journal of Agroecology*, *17*(2), 181-200. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/agry.2022.77801.1120

Introduction

The growing global population, coupled with the scarcity and limitations of food resources, has prompted researchers and agricultural professionals to seek more effective solutions for feeding millions of people, particularly in developing countries. Guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) is an annual legume known for its tolerance to salinity and drought, making it a promising alternative crop for low-water plains. Determining the appropriate planting date and optimal plant density are crucial factors that contribute to the efficient use of environmental resources and achieving high yields.

Materials and Methods

This experiment was performed in the form of split plots based on a randomized complete block design with three replications in 1398 in Mohammadieh Agricultural Research Station, Birjand. Experimental factors include planting date in four levels (May 10, June 10, June 25 and July 10) as main plots and plant density in three levels (distances of 10, 20 and 30 cm between plants in a row) as plots Guar cultivar was a Pakistani mass that was prepared from Pakan Bazar Isfahan Company. For planting, the land was plotted after preparation so that each plot consists of 4 ridges 60 cm wide and 3 m long, and on each row of two rows was planted manually at a depth of five centimeters, and irrigation was carried out immediately. After reaching the final height of Guar plant and physiological maturity before final harvest, taking into account the marginal effect of five plants from each plot, they were randomly selected and the characteristics of plant height, number of sub-branches per plant, pod length, number of pods per plant, number pods per plant, 1000-seed weight, initial plant weight, plant weight without pods and pod weight were measured. The number of pods per square meter, plant yield, and biological yield were calculated after removing the marginal effects based on plants harvested from one square meter in the middle of each plot. Data were analyzed using SAS software (V9.1) and comparisons of means were performed by Duncan method at 5% level and graphs were drawn with Excel.

Results and Discussion

One of the most important fields of research on legumes is the study of different environmental conditions

©2023 The author(s). This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0), which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source.

https://doi.org/10.22067/agry.2022.77801.1120

affecting their quantitative (biological) yield and economic performance. Therefore, studying and obtaining the best growing environment conditions that can lead to crop production with the highest economic yield is one of the most important goals in research related to the cultivation of legumes. The results of the present study showed that seed yield and its components were affected by planting date and with delay in planting, the amount of studied traits was significantly reduced, so that this decrease was more in the planting date of 10 July because the planting date late exposure of guava plants to adverse conditions such as lower temperature, more humidity and less day length at the end of the growing season and causes a decrease in grain yield. Also, in this experiment, planting density levels on the studied traits were significant, and according to the results of the experiment, it can be stated that with increasing plant density, the distribution of sources such as light, nutrients, and moisture between plants was more favorable. It led to an increase in grain yield and biological yield per unit area, so that the highest grain yield and biological yield were obtained at the highest density (10 cm distance between plants per row). Therefore, planting at higher plant densities will probably be economically justified.

Conclusions

Based on this research, it can be concluded that planting guar in early June with a spacing of 10 cm between plants yields the highest productivity and optimal crop components.

Keywords: Legumes, Biological yield, Grain yield, Planting time, Plant spacing

نشریه بوم شناسی کشاورزی
Homepage: http://agry.um.ac.ir

مقاله پژوهشی

جلد ۱۷، شماره ۲، تابستان ۱٤۰٤، ص ۲۰۰-۱۸۱

اثر تاریخ کشت و تراکم بوته بر ویژگی‌های رشدی و اجزای عملکرد گوار(*Cyamopsis tetragonoloba* L.) در منطقه بیرجند

عباس نخعی[۱] و رضا برادران*[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۱۵

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر گیاه گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۸ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی محمدیه بیرجند انجام شد. عوامل آزمایش شامل تاریخ کاشت در چهار سطح (۱۰ اردیبهشت، ۱۰ خرداد، ۲۵ خرداد و ۱۰ تیر) به‌عنوان کرت‌های اصلی و تراکم در سه سطح (تعداد ۱۱، ۱۷ و ۳۳ بوته در مترمربع) به عنوان کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند. اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بوته بر روی صفت تعداد غلاف در بوته در سطح یک درصد معنی‌دار و بر روی سایر صفات اثرات معنی‌داری نداشتند. بیشترین تعداد غلاف در بوته از تاریخ کاشت ۱۰ خرداد و تراکم ۱۱ بوته در مترمربع با افزایش ۲۴۹/۶ درصدی نسبت به کمترین تعداد غلاف در بوته از تاریخ کاشت ۱۰ اردیبهشت ماه در تراکم مشابه حاصل گردید. اثرات اصلی تاریخ کاشت و تراکم بوته بر روی کلیه صفات به‌ترتیب به‌جز تعداد شاخه فرعی در بوته و طول غلاف و نیز تعداد دانه در غلاف معنی‌دار بود. بیشترین میزان صفات رشدی و عملکردی از تراکم ۳۳ بوته در مترمربع و از تاریخ کاشت ۱۰ خرداد ماه به‌دست آمد. به‌طوری‌که عملکرد دانه در تاریخ کاشت ۱۰ خرداد ماه از افزایش ۷۹/۳ درصدی نسبت به تاریخ کاشت ۱۰ تیر ماه برخوردار بود و این کاهش عملکرد می‌تواند به‌دلیل برخورد گیاه با دمای نامناسب آخر فصل باشد. با توجه به نتایج آزمایش، می‌توان بیان کرد که افزایش تراکم گیاهی منجر به افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در واحد سطح گردید، بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که بر اساس شرایط و نتایج این آزمایش، اگر گوار در اوایل خرداد ماه و با تراکم ۳۴ بوته در مترمربع کشت گردد، افزایش عملکرد و اجزای آن دور از انتظار نخواهد بود.

واژه‌های کلیدی: بقولات، زمان کاشت، عملکرد دانه، فواصل بوته

مقدمه

سیر صعودی افزایش جمعیت در جهان از یک سو و کمبود و محدودیت منابع غذایی از سوی دیگر، محققین و دست‌اندرکاران بخش کشاورزی جهان را بر آن داشته تا به فکر دستیابی به راه‌حل‌های مناسب‌تر و مؤثرتر برای تأمین غذای میلیون‌ها انسان به‌ویژه در کشورهای جهان سوم باشند (Dan & Wong, 2016). گوار با نام علمی *Cyamopsis tetragonoloba* L.، گیاهی یک ساله از خانواده بقولات است که با توجه به متحمل بودن به شرایط شوری و خشکی می‌توان از این گیاه به‌عنوان یک محصول جایگزین با پتانسیل بالقوه در دشت‌های کم‌آب استفاده کرد (Chiofalo et al., 2018). تأثیر عوامل محیطی بر مراحل فنولوژیکی گیاه باعث می‌شود که تاریخ کاشت از منطقه‌ای به منطقه دیگر و حتی در یک منطقه بین ژنوتیپ‌

۱ و ۲- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی، بیرجند، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: r.baradaran@yahoo.com)
https://doi.org/10.22067/agry.2022.77801.1120

های یک گیاه متفاوت باشد و هدف از تعیین تاریخ کاشت، یافتن زمان کاشت مطلوب یک گیاه است، به‌طوری‌که مجموعه عوامل محیطی در آن زمان برای سبز شدن، استقرار و بقای گیاهچه و ادامه رشد و نمو گیاه مناسب باشد و گیاه با شرایط نامساعد محیطی مواجه نشود (Khajepoor, 2009).

آزمایشی به‌منظور تعیین بهترین تاریخ کاشت در هندوستان با آب و هوای مرطوب گرمسیری، بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد دانه در ارقام مختلف گوار مربوط به تاریخ کاشت هفته دوم و سوم تیر ماه بود (Lakshmi Kalyani, 2012). در تحقیقی دیگر، اثر تاریخ‌های مختلف کاشت بر گیاه گوار در شرایط آب و هوایی ایلام گزارش شد که عملکرد دانه گوار در تاریخ کاشت ۸ مرداد ماه بیشتر از تاریخ کاشت ۲۴ تیر ماه بود (Meftahizade et al., 2017). گزارش شده که مدیریت تاریخ کاشت برای انطباق حداکثر شاخص سطح برگ با حداکثر تابش در طول فصل رشد اهمیت زیادی در افزایش عملکرد گیاهان زراعی دارد (Scott & Jaggard, 2006).

تراکم گیاهی از جمله عواملی است که بر خصوصیات مورفولوژیک گیاه اثر دارد (Nandini et al., 2017). همچنین تعیین تراکم بوته نیز اهمیت فراوانی در عملکرد گیاه گوار دارد، زیرا تراکم بوته بر تعداد شاخه‌های جانبی و در نتیجه، بر تعداد غلاف در بوته تأثیر دارد. در تحقیقی نشان داده شد که رقابت درون گونه‌ای در تراکم‌های بالا و عدم استفاده مناسب از عوامل محیطی مانند نور، فضا، آب و خاک توسط گیاه در تراکم‌های پایین، در نهایت، منجر به کاهش عملکرد می‌شود (Lone et al., 2009). نتایج یک تحقیق نشان داد که کاشت گوار در تراکم‌های بالا باعث رشد بیشتر زیست‌توده شده و ممکن است نتایج مطلوب‌تری به دنبال داشته باشد (Akhtar et al., 2012). افزایش تراکم کاشت ناشی از کاهش فواصل بین و روی ردیف، شاخص سطح برگ کافی برای دریافت نور در طی مرحله پر شدن دانه در گیاه گوار را فراهم کرده و در نتیجه، کارآیی مصرف انرژی خورشیدی افزایش می‌یابد و این امر منجر به افزایش عملکرد دانه در واحد سطح می‌گردد. بنابراین، افزایش تعداد بوته در واحد سطح از طریق افزایش تعداد غلاف در مترمربع می‌تواند کاهش تعداد غلاف در بوته را جبران نماید و در نهایت، منجر به افزایش عملکرد کل در هکتار گردد (Deka et al., 2015).

به نقل از مقاله مهدی‌پور افرا و همکاران (Mehdipour Afra et al., 2019)، در صورت تبیین مناسبت‌های اکولوژیک و سودمندی-های متعدد گیاه گوار برای نظام‌های کشاورزی و همچنین، مصارف عمده صنعتی و دارویی فرآورده‌های حاصل از دانه آن همراه با امکان استفاده از شاخصاره گیاه به‌عنوان علوفه و کودسبز (Eldirany et al., 2015) برای متخصصین زراعت، رویکرد بخش تحقیقات پایه برای کشت و بهره‌برداری از این گیاه در بوم‌نظام‌های زراعی کشور افزون خواهد شد. در چند سال اخیر، تقاضای جهانی برای توسعه کشت گوار به‌طور قابل توجهی زیاد شده و قیمت آن نیز افزایش پیدا کرده است(Ashraf & Foolad, 2005). همچنین با توجه به اهمیت گوار به‌عنوان محصول خوراکی، صنعتی، علوفه‌ای و دارویی و با توجه به اینکه تاکنون در ایران و به‌خصوص در خراسان جنوبی، تحقیقات و کشت گسترده این محصول صورت نگرفته است، لذا انجام تحقیقاتی در خصوص واکنش رشد این گیاه در منطقه به فاکتورهای مدیریت به خصوص تاریخ و تراکم کاشت گیاه ضروری به‌نظر می‌رسد. به همین دلیل، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر گیاه گوار به‌عنوان یک گیاه بقولاتی جایگزین برای شرایط آب و هوایی خراسان جنوبی و سایر مناطق با اقلیم مشابه، برای دستیابی به بالاترین عملکرد و کیفیت دانه انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

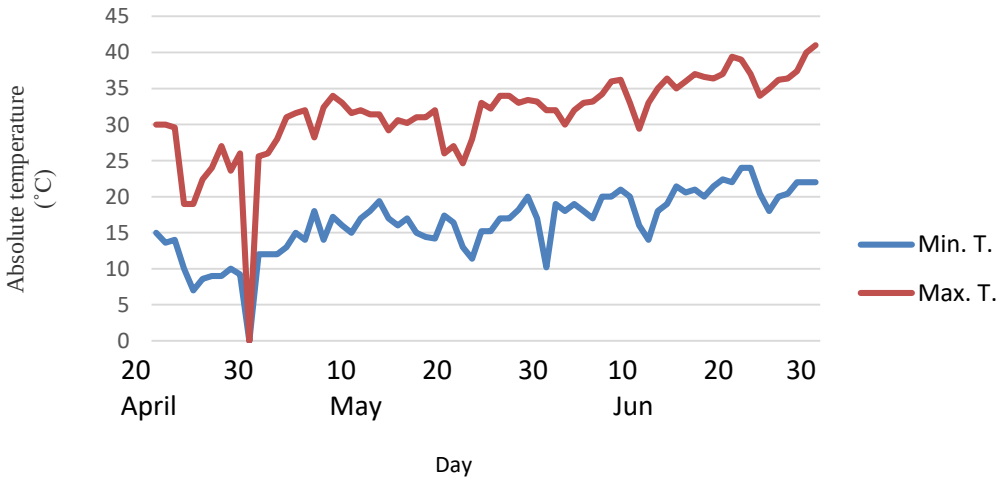
آزمایش در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی محمدیه به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۸ انجام شد. ایستگاه تحقیقات کشاورزی محمدیه در ۲۰ کیلومتری غرب بیرجند با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۳ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۳ درجه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۴۸۰ متر با متوسط بارندگی بلندمدت ۱۷۰ میلی‌متر و حداکثر دمای ۴۲/۶ درجه سانتی‌گراد و حداقل ۱۶/۴- درجه سانتی‌گراد واقع شده است (Weatherbase, 2023). تاریخ کاشت در چهار سطح شامل کاشت در تاریخ‌های ۱۰ اردیبهشت، ۱۰ خرداد، ۲۵ خرداد و ۱۰ تیر به‌عنوان کرت‌های اصلی و تراکم بوته در سه سطح شامل ۱۱، ۱۷ و ۳۳ بوته در مترمربع (به‌ترتیب شامل فواصل ۳۰، ۲۰ و ۱۰ سانتی‌متر بین بوته‌های روی ردیف و ۳۰ سانتی‌متر فاصله بین ردیف‌ها) به‌عنوان کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند. رقم مورد بررسی گیاه گوار توده پاکستانی بود که از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردید. بر اساس نتایج آزمون بذر، نمونه بذری دارای قوه نامیه

۱۰۰ درصدی داشت. به‌منظور ضدعفونی سطحی بذور از محلول هیپوکلریت سدیم یک درصد به‌مدت دو دقیقه استفاده شد و سپس با آب مقطر شستشو داده شدند. قبل از تهیه بستر کاشت، نمونه‌برداری از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک محل آزمایش برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی انجام گردید (جدول ۱). آمار میانگین حداقل و حداکثر دمای روزانه سال ۱۳۹۸ از ایستگاه هواشناسی محمدشهر دریافت گردید (شکل ۱).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری

Table 1- Physical and chemical properties of farm soil at a depth of 0-30 cm

عمق (cm)	رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	شن Sand (%)	بافت Texture	چگالی ظاهری Apparent density	فسفر P ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم K ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن N (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	ماده آلی OC (%)	ظرفیت زراعی FC (%)	درصد اشباع SP (%)
0-30	12	38	50	Loam	1.2	12	250	0.03	8.16	5.2	0.29	17	32



شکل ۱- میانگین حداقل و حداکثر دمای روزانه سال ۱۳۹۸ ایستگاه هواشناسی محمدشهر

Fig. 1- Average minimum and maximum daily temperature of Mohammad Shahr weather station in 2018

برای کاشت، زمین مورد نظر بعد از آماده‌سازی، کرت‌بندی شد به‌طوری‌که هر کرت شامل چهار پشته به‌عرض ۶۰ سانتی‌متر (عرض کرت ۲/۴ متر) و طول سه متر بود که روی هر پشته دو ردیف کشت گردید. فاصله بین هر تکرار سه متر در نظر گرفته شد. کاشت بذرها به‌صورت دستی در عمق پنج سانتی‌متری انجام شد. کاشت در تاریخ‌های مورد نظر انجام گرفت و ابتدا میزان بذر مورد نیاز جهت دستیابی به تراکم‌های مطلوب با توجه به وزن هزار دانه، درصد خلوص و درصد جوانه‌زنی برای هر خط کاشت محاسبه شد. برای کاشت در کنار هر پشته شیارهایی ایجاد گردید و سپس، بذور به‌صورت پر بر روی ردیف‌ها کاشت گردید. تراکم‌های مختلف بعد از جوانه‌زنی و استقرار بوته‌ها با عمل تنک کردن اعمال گردید. خطوط کاشت با مقدار یکسانی خاک پوشانده شد تا عمق کاشت مناسب ایجاد شود. بعد از اتمام این عملیات، بلافاصله آبیاری انجام گرفت و به‌عنوان تاریخ کاشت ثبت گردید. مراقبت‌های زراعی شامل استفاده از کودهای شیمیایی پرمصرف از جمله نیتروژن و فسفر بر اساس نیاز گیاه و آزمایش خاک صورت گرفت. همچنین، محلول‌پاشی عناصر میکرو یک بار و در طی دوره رشد و نمو گیاه انجام گرفت. وجین علف‌های هرز مزرعه که شامل اویارسلام (*Cyperus rotundus* L.)، پیچک صحرایی (*Convolvulus arvensis* L.)، خرفه (*Portulaca oleracea* L.)، چچم (*Lolium persicum* L.) و خارشتر (*Alhagi*

(*maurorum* L.) بود، به‌صورت دستی و در طی دوره رویشی انجام گرفت. آفت و بیماری در طول دوره رویشی مشاهده نگردید، بنابراین هیچگونه مبارزه شیمیایی صورت نگرفت.پس از رسیدگی فیزیولوژیک شامل زردی، خشک شدن برگ‌ها و قهوه‌ای شدن غلاف‌ها برداشت از دو ردیف میانی هر کرت با حذف اثر حاشیه‌ای در سطح یک مترمربع انجام شد. اندام رویشی بلافاصله پس از برداشت در مجاورت هوای آزاد به‌طور طبیعی خشک گردیدند و پس از اینکه گیاهان توسط آون الکتریکی خشک شدند، وزن خشک آن‌ها نیز اندازه‌گیری شد. پس از رسیدن گیاه گوار به ارتفاع نهایی و رسیدگی فیزیولوژیک قبل از برداشت نهایی و با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای، پنج بوته از هر کرت به طور تصادفی انتخاب و صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، طول غلاف، تعداد غلاف در بوته، تعداد غلاف در بوته، وزن هزار دانه، وزن اولیه بوته، وزن بوته بدون غلاف و وزن غلاف اندازه‌گیری شد و میانگین آن‌ها به‌عنوان اندازه صفات در هر کرت محاسبه گردید. صفات تعداد غلاف در مترمربع، عملکرد بوته و عملکرد بیولوژیک پس از حذف اثرات حاشیه‌ای بر اساس بوته‌های برداشت شده از یک مترمربع وسط هر کرت اندازه‌گیری شد. شاخص برداشت براساس عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک محاسبه شده در هر کرت به‌دست آمد. تجزیه داده‌ها با نرم‌افزار SAS (V9.1) و مقایسات میانگین‌ها با روش دانکن در سطح پنج درصد و رسم نمودارها با Excel انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج آنالیز داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی تاریخ کاشت و تراکم بوته بر صفت ارتفاع بوته به‌ترتیب در سطح احتمال یک درصد ($p \leq 0.01$) و پنج درصد ($p \leq 0.05$) معنی‌دار گردید. امّا اثر متقابل تاریخ کاشت در تراکم بوته بر میزان این صفت معنی‌دار نگردید (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی تاریخ کاشت نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار بین تاریخ‌های کاشت مختلف بود، به‌طوری‌که بیشترین ارتفاع بوته از تاریخ کاشت ۲۵ خرداد ماه به‌دست آمد که با تاریخ کاشت ۱۰ خرداد اختلاف آماری معنی‌داری دارا نبود و همچنین، کمترین ارتفاع بوته متعلق به تاریخ کاشت ۱۰ تیر ماه بود که با تاریخ کاشت ۱۰ اردیبهشت اختلاف آماری معنی‌داری نداشت (شکل ۲). نتایج مقایسه میانگین نیز نشان داد که هر چند بیشترین و کمترین ارتفاع بوته از تراکم‌های ۱۰ سانتی‌متر و ۳۰ سانتی‌متر فاصله بین ردیف به‌دست آمد، امّا به‌لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین تراکم‌های کاشت مورد مطالعه وجود نداشت (شکل ۳). در بررسی اثر تاریخ کاشت بر روی ارتفاع بوته، شاید علت کاهش ارتفاع بوته در تاریخ کاشت ۱۰ اردیبهشت را با توجه به آمار هواشناسی بتوان شوک دمایی ایجاد شده در اردیبهشت ماه بیان کرد که از طریق ایجاد وقفه در رشد رویشی منجر به کاهش رشد ساقه و در نهایت، کاهش ارتفاع بوته شده است (شکل ۱). در ارزیابی اثر تاریخ کاشت (۱۰ و ۲۴ تیر، ۱۰ و ۲۴ مرداد) و فواصل کاشت (۳۰ در ۴۵ سانتی‌متر، ۳۰ در۶۰ سانتی‌متر و ۴۵ در ۴۵ سانتی‌متر) بر رشد و عملکرد گوار گزارش دادند که در تاریخ کاشت‌های زودهنگام به‌علت رشد رویشی مناسب، ارتفاع بوته‌ها بیشتر بود و با تأخیر در کاشت به‌دلیل اینکه بوته‌ها دارای دوره رویشی کوتاه‌تری هستند، از میزان ارتفاع آن‌ها به‌طور معنی‌داری کاسته شد (Deka et al., 2015). گزارش کردند که بیشترین ارتفاع بوته گوار در تاریخ کاشت ۵ خرداد و تراکم ۴۰ بوته در مترمربع و کمترین ارتفاع بوته در تاریخ کاشت ۲ تیر و تراکم ۶۰ بوته در مترمربع (۲۵/۲۶ درصد کاهش) به‌دست آمد (Heydarzadeh et al., 2020). در این مطالعه، مشخص شد که گیاهان کاشته شده در ۱۰خرداد و ۲۵ خرداد، نسبت به سایر تاریخ‌های کاشت، دارای ارتفاع بالاتری هستند. به نظر می‌رسد، گیاه در این تاریخ کاشت، به‌دلیل شرایط آب و هوایی مطلوب، فرصت کافی برای رشد داشته و افزایش طول ساقه و در نهایت، افزایش ارتفاع گیاه را به دنبال خواهد داشت (شکل ۱ و ۲).

محققین بیان نمودند که با افزایش تراکم گیاهی، ارتفاع گیاه افزایش یافت. این افزایش ارتفاع احتمالاً به‌دلیل بروز رقابت بیشتر بین بوته‌ها در تراکم بوته بالاتر به‌واسطه اعمال فاصله بوته نزدیک‌تر (۱۰ سانتی‌متر) نسبت به فاصله‌های ردیف ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر برای دریافت انرژی خورشیدی می‌باشد، که بدینوسیله گیاه با افزایش فاصله بین میانگره‌ها، سعی در دریافت بیشتر نور خورشید نموده است (Sharifi et al., 2016). نتایج بررسی سه تراکم کاشت (۱۵، ۲۲ و ۳۳ بوته در مترمربع) گوار نشان داد که تراکم ۳۳ بوته در مترمربع باعث افزایش ارتفاع بوته در مقایسه با سایر تراکم‌ها گردید (Nandini et al., 2017). همچنین، با افزایش تراکم در واحد سطح، به‌دلیل سایه‌اندازی گیاه طول میانگره‌های ساقه زیاد شده و در نتیجه، ارتفاع گیاه افزایش می‌یابد. در ارتباط با این موضوع، بیان شده است که افزایش ارتفاع گیاه در تراکم‌های بالا را می‌توان ناشی از کاهش نفوذ نور در سایه‌انداز، کاهش فتواکسیداسیون اکسین و رقابت شدید

گیاهان برای دریافت نور بیشتر دانست (Al-Ramamneh, 2009).

تعداد شاخه فرعی در بوته

نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که در بین اثرات و تیمارهای مورد مطالعه، تنها اثر تراکم بوته در سطح احتمال یک درصد بر میزان این صفت معنی‌دار گردید (جدول ۲). در بین تیمارهای تاریخ کاشت، بیشترین تعداد شاخه در بوته مربوط به تاریخ کاشت ۱۰ خرداد و کمترین مربوط به تاریخ کاشت ۱۰ تیر ماه بود، ولیکن تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها وجود نداشت. تاریخ کاشت زودهنگام (۱۰ اردیبهشت) تعداد شاخه فرعی کمتری نسبت به تاریخ کاشت ۱۰ خرداد از خود نشان داد، ولی این احتلاف معنی‌دار نبود.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی گوار تحت تاریخ‌های کاشت و تراکم بوته مختلف

Table 2- Results of analysis of variance of studied guar traits under different planting dates and plant densities

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f	ارتفاع بوته Plant height	تعداد غلاف در بوته Number of pod.plant^{-1}	تعداد شاخه فرعی در بوته Number of sub-branches per plant	طول غلاف Pod length	تعداد دانه در غلاف Number of seed.pod^{-1}	وزن هزار دانه 1000-seed weight	وزن اولیه بوته Plant initial weight
تکرار Replication	2	83.84*	204.34*	0.54 ^{ns}	0.12 ^{ns}	0.25 ^{ns}	3.01 ^{ns}	1048375
تاریخ کاشت Sowing date (S)	3	134.35**	551.78**	0.88 ^{ns}	0.70 ^{ns}	2.43 **	65.21 *	2458559 **
خطای a Error a	6	13.32	27.17	0.67	0.26	0.20	9.46	329016
تراکم Density (D)	2	50.90*	597.52**	4.80 **	2.62 *	2.53 ^{ns}	77.10 **	3740241 **
D × S	6	6.74^{ns}	174.84*	0.30 ^{ns}	0.20 ^{ns}	0.34 ^{ns}	8.35 ^{ns}	257007 ^{ns}
خطای b Error b	16	10.85	63.64	0.43	0.66	1.20	6.72	302072
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		8.93	30.08	20.68	14.74	16.68	6.46	32.27

*، **وns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد و غیر معنی دار.

ns ,* and **: are non-significant, significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

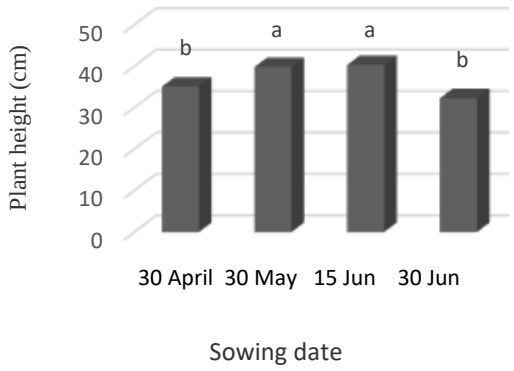
جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی گوار تحت تاریخ‌های کاشت و تراکم بوته مختلف

Table 3- Results of analysis of variance of studied guar traits under different planting dates and plant densities

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f	زیست‌توده Biologica yield	عملکرد دانه Seed yield	شاخص برداشت Harvest index	وزن بوته بدون غلاف Plant weight without pods	وزن غلاف Pods weight
تکرار Replication	2	57418.17 ^{ns}	0.1430 **	0.0769 **	10465.71 ^{ns}	0.0875*
تاریخ کاشت Sowing date (S)	3	204042.34 **	0.1331**	0.0629 *	104464.31 **	0.2233 *
خطای a Error a	6	16728.03	0.0053	0.0039	5572.39	0.0209
تراکم Density (D)	2	572853.87 **	0.4179**	0.0347^{ns}	321088.14 **	0.2326 **
D × S	6	36201.25 ^{ns}	0.0569^{ns}	0.0434^{ns}	21345.23 ^{ns}	0.0423^{ns}
خطای b Error b	16	9026913	0.0456	0.0323	12574.65	0.0243
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		25.16	10.77	14.99	27.82	6.64

*، **وns : به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد و غیرمعنی‌دار.

ns ,* and **: are non-significant, significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

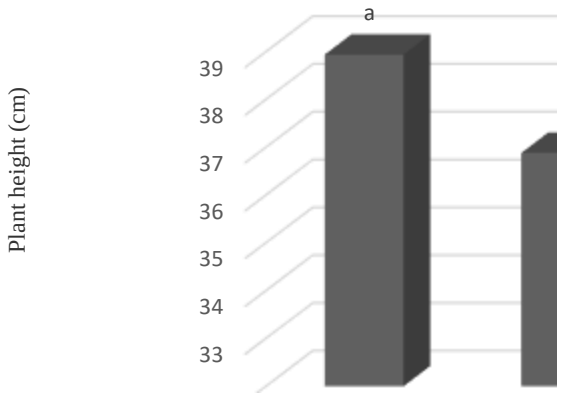


شکل ۲- اثر تاریخ کاشت بر روی ارتفاع گیاه گوار

Fig. 2- Effect of sowing date on Guar plant height

حروف غیر مشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

Dissimilar letters indicate a significant difference at the 5% probability level



شکل ۳- اثر تراکم بوته بر ارتفاع گیاه گوار

Fig. 3- Effect of plant density on Guar plant height

حروف غیر مشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

Dissimilar letters indicate a significant difference at the 5% probability level

شاید بتوان علت آن را به تنش دمایی اتفاق افتاده در اردیبهشت ماه نسبت داد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته از فاصله بین بوته ۳۰ سانتی‌متر به‌دست آمد و همچنین، از نظر آماری بین دو تراکم با فواصل ۲۰ و ۱۰ سانتی‌متر اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۴). با کاهش تراکم بوته (افزایش فاصله بین بوته)، به‌دلیل افزایش دسترسی به نور خورشید و کاهش رقابت بین بوته‌ها جهت دستیابی به منابع غذایی، امکان رشد بیشتری برای هر بوته فراهم گردید و در نتیجه، تعداد شاخه فرعی افزایش یافت. نتایج یک پژوهش روی سه سطح تراکم (۶۵، ۸۰ و ۹۵ بوته در مترمربع) کلزا (*Brasica napus* L.) نشان داد که با افزایش تراکم، تعداد شاخه فرعی کاهش یافت، به‌طوری‌که بیشترین و کمترین تعداد شاخه فرعی به‌ترتیب در تراکم‌های ۶۵ و ۹۵ بوته در مترمربع به‌دست آمد (Shojaee Ghadicollaei et al., 2011).

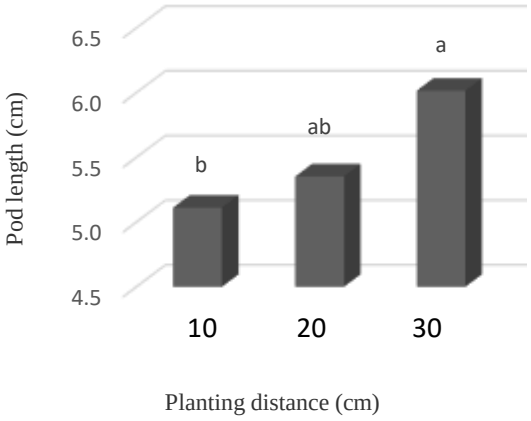
طول غلاف

در بین تیمارهای مورد بررسی، فقط اثر تراکم بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین طول غلاف از فاصله بین بوته ۳۰ سانتی‌متر به‌دست آمد که با فاصله بین بوته ۲۰ سانتی‌متر روی ردیف اختلاف آماری معنی‌داری دارا نبود (شکل۵). نتایج نشان داد که با کاهش تراکم بوته (افزایش فاصله بین بوته‌ها روی ردیف) از ۳۳ به ۱۱ بوته در مترمربع، طول غلاف به اندازه ۱۷/۶۱ درصد افزایش پیدا کرد. دلیل این امر می‌تواند رقابت گیاهان برای منابع طبیعی رشد نظیر نور خورشید، آب و مواد غذایی باشد.

همچنین، در آزمایش بررسی سه تراکم کاشت (۱۵، ۷/۵ و ۵/۵ بوته در مترمربع) در گوار نشان داد که تراکم ۷/۵ بوته در مترمربع به‌طور قابل توجهی باعث افزایش طول غلاف در بوته گردید (Siddaraju et al., 2010).

تعداد غلاف در بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی تاریخ کاشت و تراکم بوته در سطح احتمال یک درصد ($p \leq 0.01$) و اثر متقابل تاریخ کاشت در تراکم بوته در سطح احتمال پنج درصد ($p \leq 0.05$) بر صفت تعداد غلاف در بوته معنی‌دار گردید (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت در تراکم بوته نشان داد که بین تاریخ‌های کاشت و تراکم‌های بوته مورد بررسی اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد، به‌گونه‌ای که بیشترین تعداد غلاف در بوته از تاریخ کاشت ۱۰ خرداد و در فاصله بین بوته ۳۰ سانتی‌متر و کمترین تعداد از تاریخ کاشت ۱۰ اردیبهشت و در فاصله بین بوته ۳۰ سانتی‌متر به‌دست آمد (شکل ۶).

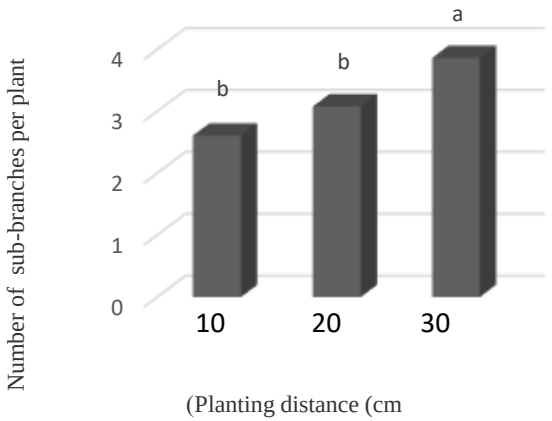


شکل ٥- اثر تراکم بوته بر طول غلاف گوار

Fig. 5- Effect of plant density on Guar pod length

حروف غیر مشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

Dissimilar letters indicate a significant difference at the 5% probability level



شکل ٤- اثر تراکم بوته بر تعداد شاخه فرعی در بوته گوار

Fig. 4- Effect of plant density on Guar number of Sub- branches.plant^{-1}

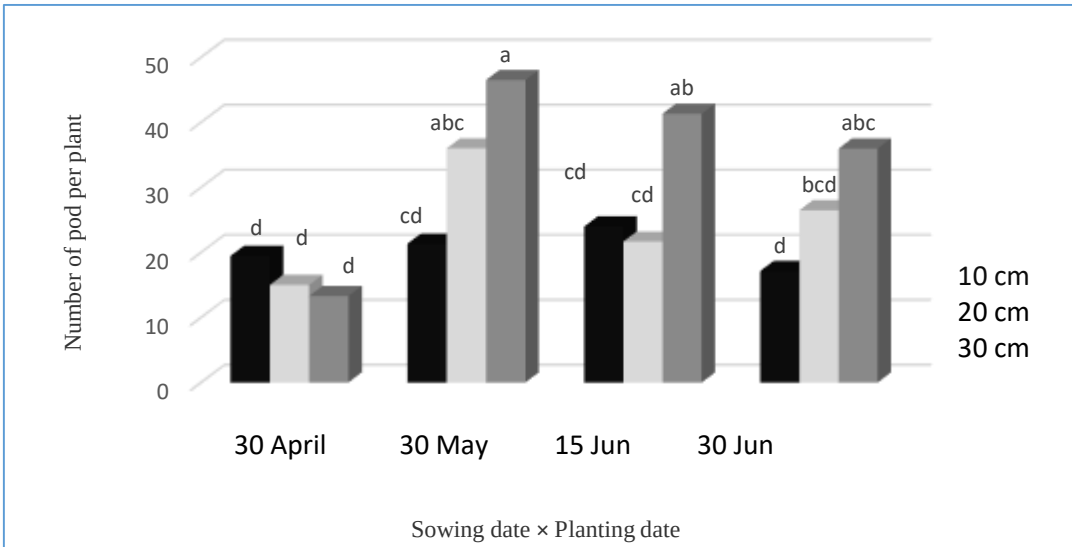
حروف غیر مشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

Dissimilar letters indicate a significant difference at the 5% probability level

در تاریخ کاشت زودهنگام، با توجه به مساعد بودن شرایط در دوره رشد زایشی (روزهای بلندتر، گرم و رطوبت کم) می‌توان احتمال داد که فتوسنتز بوته‌های گوار در حداکثر مقدار خود بوده و باعث تولید گل‌ها و غلاف‌های بیشتری شده باشد، امّا در تاریخ کاشت‌های دیرتر، مرحله زایشی گیاه به‌مرور با شرایط نامساعد محیطی (روزهای کوتاه و هوای خنک) مصادف شده و احتمالاً فتوسنتز بوته‌ها کمتر از تاریخ کاشت زودهنگام خواهد بود. تاریخ کاشت ۱۰ اردیبهشت به‌عنوان تاریخ کاشت زودهنگام می‌بایست بیشترین تعداد غلاف در بوته را شامل می‌شد، ولی به‌علت تغییرات ناگهانی دما و به طبع آن کاهش دوره رویشی و زایشی، کاهش چشمگیر تعداد گل و تعداد غلاف را در پی داشت. کاهش تعداد غلاف در بوته با تأخیر در کاشت نخود (*Cicer arietinum* L.) گزارش شده است و بیان کردند که عامل اصلی افزایش تعداد غلاف در بوته در تاریخ‌های کاشت زودهنگام می‌تواند ناشی از طولانی‌تر شدن دوره رشد رویشی و زایشی و تولید اندام‌های زایشی بیشتر در آن‌ها باشد. همچنین، کاشت زودهنگام با توسعه زودتر و بیشتر سطح برگ موجب جذب بیشتر نور، افزایش فتوسنتز و در نتیجه، فراهم آوردن مواد فتوسنتزی بیشتر جهت تکامل غلاف‌ها می‌گردد (Kebraie et al., 2010). در تاریخ کاشت زودهنگام، با توجه به مساعد بودن شرایط در دوره رشد زایشی (روزهای بلندتر، گرم و رطوبت کم)، می‌توان احتمال داد که فتوسنتز بوته‌های گوار در حداکثر مقدار خود بوده و باعث تولید گل‌ها و غلاف‌های بیشتری شده باشد، امّا در تاریخ کاشت‌های دیرتر مرحله زایشی گیاه به‌مرور با شرایط نامساعد محیطی (روزهای کوتاه و هوای خنک) مصادف شده و احتمالاً فتوسنتز بوته‌ها کمتر از تاریخ کاشت زودهنگام خواهد بود. همچنین، اظهار داشتند که کشت زودهنگام در بقولات پاییزه مانند نخود و باقلا(*Vicia faba* L.) ، به‌علت فرار از خشکی آخر فصل و شرایط مساعد رطوبتی در ابتدای فصل می‌باشد که می‌تواند منجر به افزایش تعداد غلاف‌ها و تعداد دانه در بوته گردد. همچنین، در شرایط محدودیت زمان تولید، مواد فتوسنتزی کاهش یافته و در نتیجه، ریزش غلاف‌ها افزایش می‌یابد که سبب کاهش تعداد غلاف در کشت‌های تأخیری می‌گردد (Masoudi Kia & Azizi, 2008).

نتایج آزمایش نشان داد که با کاهش تراکم بوته (افزایش فاصله بین بوته)، تعداد غلاف در بوته برای تمامی تاریخ‌های کشت به‌جز تاریخ کشت ۱۰ اردیبهشت افزایش یافته است. در تاریخ کشت ۱۰ اردیبهشت، تفاوتی معنی‌داری از لحاظ تعداد غلاف در بوته ما بین سطوح تراکم دیده نشد. شاید بتوان محدویت دسترسی به منابع غذایی در اثر تنش دمایی را علت اصلی این عامل دانست. همچنین، با تأخیر در کاشت به‌علت کاهش طول دوره رشد، تعداد غلاف در بوته کاهش می‌یابد که دلیل این امر را می‌توان مواجه شدن مراحل رشد گیاه با حرارت و خشکی آخر فصل بیان کرد و در این شرایط، پوشش سبز و دوام سطح برگ کاهش یافته و در نتیجه، ساخت مواد فتوسنتزی

کاهش پیدا کرده و با کم شدن مواد فتوسنتزی، رقابت درون بوته‌ای افزایش یافته و نه تنها تعداد گل کمتری در هر بوته تشکیل می‌شود، بلکه ریزش گل نیز زیاد شده و در نهایت، تعداد غلاف در هر بوته کاهش می‌یابد.



30

Fig. 6- Interaction of sowing date and plant density on Guar number of pod.plant^{-1}

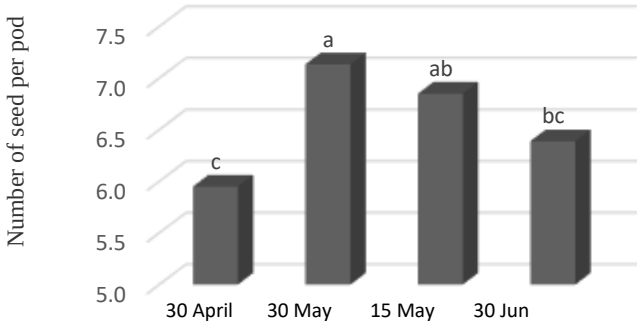
حروف غیر مشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

Dissimilar letters indicate a significant difference at the 5% probability level

همچنین، علت بیشتر بودن تعداد غلاف‌های گوار در تاریخ کاشت‌های مناسب را شرایط آب و هوایی مطلوب در طول دوره رشد می‌توان بیان کرد (شکل ۶). در همین رابطه، ریفاعی (Rifaee et al., 2004) در باقلا و شرر (Sharar et al., 2001) در نخود زراعی گزارش کردند که با افزایش تراکم گیاهی تعداد غلاف در بوته کاهش پیدا کرد. همچنین، گزارش کردند که در سه تاریخ کاشت مورد مطالعه، با افزایش تراکم گیاهی، تعداد غلاف در بوته‌های لوبیا قرمز کاهش یافت(Masoudi Kia & Azizi, 2008). نتایج یک تحقیق نشان داد که زیاد بودن تراکم کاشت، موجب کاهش فضای کافی برای رشد و توسعه اندام‌ها و نیز کاهش جذب نور توسط هر بوته و افزایش رقابت بوته‌ها شده و در نتیجه، گیاهان غلاف کمتری تولید می‌کنند. در تراکم‌های پایین بوته به‌دلیل در حداقل بودن میزان رقابت درون گونه‌ای امکان رشد بیشتر ساقه‌های فرعی و به طبع آن غلاف در هر بوته فراهم شده و در نتیجه، بر تعداد غلاف در هر بوته افزوده می‌گردد (Nakhzari Moghadam, 2013). همچنین، در تراکم‌های کمتر محدودیت چندانی برای گیاه وجود نداشته و گیاه نور، آب و عناصر غذایی کافی را جذب نموده و در نتیجه، گل‌دهی بیشتر در هر بوته صورت می‌گیرد و تعداد غلاف افزایش می‌یابد (Nandini et al., 2017). محققین بیان نمودند که افزایش تراکم بوته از ۱۳۰ به ۴۰۰ هزار بوته در هکتار باعث کاهش تعداد غلاف در مترمربع شد. واضح است که افزایش تراکم بوته باعث کاهش تعداد غلاف تک بوته‌ها می‌شود، ولی افزایش تراکم بوته می‌تواند کاهش تعداد غلاف تک بوته را جبران کند، امّا این در صورتی است که افزیش تراکم بوته بیش از حد مطلوب گیاه نباشد (Mehdipour Afra et al., 2019).

تعداد دانه در غلاف

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده معنی‌دار بودن اثر تاریخ کاشت در سطح احتمال یک درصد بر تعداد دانه در غلاف بود. امّا اثر تراکم بوته (فواصل بوته روی ردیف) و اثر متقابل تاریخ کاشت در تراکم بوته بر میزان این صفت معنی‌دار نگردید (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بین تاریخ‌های کاشت مختلف تفاوت آماری معنی‌داری وجود دارد و بیشترین تعداد دانه در غلاف از تاریخ کاشت ۱۰ خرداد به‌دست آمد که با تاریخ کاشت ۲۵ خرداد اختلاف آماری معنی‌داری دارا نبود وکمترین تعداد دانه در غلاف از تاریخ کاشت ۱۰ اردیبهشت به‌دست آمد (شکل ۷).



شکل ۷- اثر تاریخ کاشت بر تعداد دانه در غلاف گوار

Fig. 7- Effect of sowing date on Guar number of seed.pod^{-1}

حروف غیر مشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

Dissimilar letters indicate a significant difference at the 5% probability level

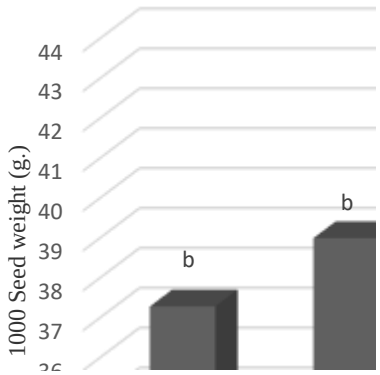
با توجه به اینکه تراکم بوته تأثیر معنی‌داری بر صفت تعداد دانه در غلاف نداشته است، به نظر می‌رسد که افزایش تعداد دانه در غلاف محدود بوده و بیشتر بستگی به طول غلاف دارد که این صفت تحت تأثیر ساختار ژنتیکی است. صفت تعداد دانه در غلاف با تأخیر در کاشت به‌جز تاریخ کشت ۱۰ اردیبهشت، از روند کاهشی برخوردار بوده که تا اندازه‌ای وابستگی به صفت طول غلاف را نشان می‌دهد. محققین کاهش تعداد دانه در غلاف را ناشی از تأخیر در کاشت و در نتیجه، رشد ضعیف، دوره کوتاه‌تر پر شدن دانه و رسیدگی، تعداد کم غلاف در بوته گزارش نمودند (Sahile et al., 2008).

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته به‌ترتیب در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد بر صفت وزن هزار دانه معنی‌دار گردید، امّا اثر متقابل تاریخ کاشت در تراکم بوته بر میزان این صفت معنی‌دار نگردید (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تاریخ‌های مختلف بود، به‌گونه‌ای که بیشترین (۴۳/۶۱ گرم) وزن هزار دانه از تاریخ کاشت ۱۰ تیر ماه به‌دست آمد که از نظر آماری با تاریخ کاشت ۲۵ خرداد (۴۰/۴۶ گرم) اختلاف آماری معنی‌داری دارا نبود (شکل ۸). همچنین، کمترین (۳۷/۲۷ گرم) میزان وزن هزار دانه متعلق به تاریخ کاشت ۱۰ اردیبهشت ماه بود که با تاریخ کاشت ۱۰ خرداد ماه (۳۸/۹۸ گرم) اختلاف آماری معنی‌داری نداشت (شکل ۸). نتایج مقایسه میانگین اثر تراکم بوته نیز نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار بین تراکم‌های مختلف بود، به‌گونه‌ای که بیشترین (۴۲/۶۵ گرم) و کمترین (۳۷/۵۸ گرم) مقدار وزن هزار دانه به‌ترتیب از فواصل بین بوته‌ای ۱۰ و ۳۰ سانتی‌متر روی ردیف به‌دست آمد (شکل ۹).

وزن هزار دانه به‌عنوان یکی از اجزای مهم عملکرد در گیاه گوار نشان‌دهنده رابطه بین منبع و مخزن حاصل از پدیده فتوسنتز در طول زمان پر شدن غلاف‌ها است. اگرچه شرایط آب و هوایی طی دوره رشد و نمو گیاه بر وزن هزار دانه مؤثر است، امّا به‌طور عمده متأثر از میزان مواد فتوسنتزی، تعداد دانه در غلاف و ظرفیت هر بذر است. از این رو، شاید بتوان یکی از دلایل افزایش وزن هزار دانه در تاریخ‌های کشت ۲۵ خرداد و ۱۰ تیر ماه را کاهش تعداد دانه در غلاف ذکر کرد هر چند این اختلاف معنی‌دار نبود. مطالعات محققین درباره تأثیر تاریخ کاشت بر ارقام مختلف گوار نشان داد که کاشت ارقام گوار در ماه آگوست (مرداد ماه) به‌ترتیب باعث کاهش معنی‌دار (۳۸، ۳۸/۶، ۳۹/۵ و ۳۲/۶ درصد) وزن هزار دانه در مقایسه با کاشت آن در ماه فوریه (بهمن ماه) شد (Meftahizade et al., 2019). گزارش شده است با تأخیر در کاشت نخود و مصادف شدن مرحله پر شدن دانه با تنش خشکی و دماهای بالاتر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد در انتهای فصل رشد، تولید زیست‌توده به‌ترتیب ۶۶ و ۸۹ درصد نسبت به تاریخ‌های کاشت زودتر کاهش یافت، که این کاهش عملکرد عمدتاً به‌دلیل کاهش

تعداد غلاف در بوته (۶۰ درصد) و کاهش وزن صد دانه (۳۲ درصد) بود (Mousavi & Pezeshkpur, 2006). همچنین، نتایج نشان داد که با افزایش فواصل بین بوته‌ها روی ردیف (کاهش تراکم بوته) میزان وزن هزار دانه کاهش پیدا کرد. در آزمایش بررسی اثر سه تراکم کاشت (۱۵، ۲۲ و ۳۳ بوته در مترمربع) بر گیاه گوار گزارش شده است که تراکم ۳۳ بوته در مترمربع (تراکم بیشتر) باعث افزایش وزن هزار دانه در مقایسه با سایر تراکم‌ها گردید (Nandini et al., 2017).

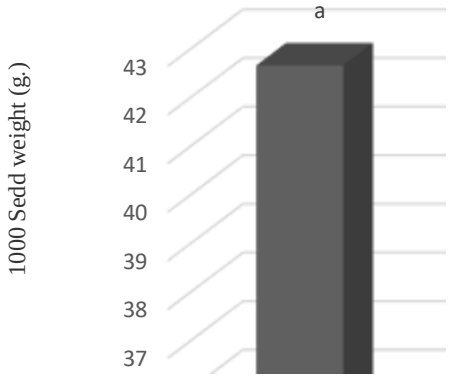


شکل ۸- اثر تاریخ کاشت بر وزن هزار دانه گوار

Fig. 8- Effect of sowing date on Guar 1000-seed weight

حروف غیر مشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

Dissimilar letters indicate a significant difference at the 5% probability level



شکل ۹- اثر تراکم بوته بر وزن هزار دانه گوار

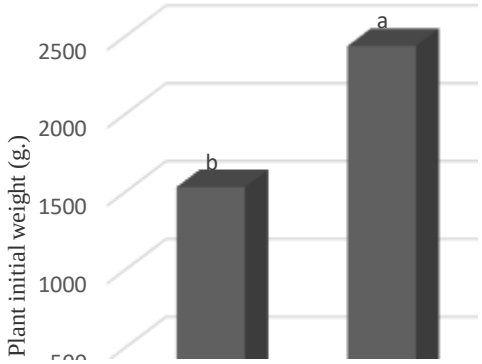
Fig. 9- Effect of plant density on Guar 1000-seed weight

حروف غیر مشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

Dissimilar letters indicate a significant difference at the 5% probability level

وزن اولیه بوته

وزن اولیه بوته تحت تأثیر اثرات معنی‌دار تاریخ کاشت و تراکم بوته در سطح احتمال یک درصد ($p\leq0.01$) قرار گرفت، امّا اثر متقابل تاریخ کاشت در تراکم بوته بر میزان این صفت معنی‌دار نگردید (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تاریخ‌های کاشت مختلف بود، به‌طوری‌که بیشترین وزن اولیه بوته (۲۴۳۷/۱) از تاریخ کاشت ۱۰ خرداد ماه به‌دست آمد که با سایر تاریخ‌کاشت‌های مورد مطالعه اختلاف آماری معنی‌داری دارا بود و کمترین (۱۲۰۶/۲) وزن اولیه بوته متعلق به تاریخ کاشت ۱۰ تیر ماه بود (شکل ۱۰). همچنین، نتایج مقایسه میانگین اثر تراکم بوته نیز نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار بین تراکم‌های مختلف مورد بررسی بود و بیشترین (۲۳۰۳/۵ گرم) و کمترین (۱۱۹۹/۵ گرم) وزن اولیه بوته به‌ترتیب از فواصل بین بوته‌ای ۱۰ و ۳۰ سانتی‌متر به‌دست آمد (شکل ۱۱). نتایج آزمایش نشان داد که بیشترین وزن اولیه بوته از تاریخ کاشت ۱۰ خرداد ماه به‌دست آمد. به‌طور کلی، انطباق دوره زمانی برخورداری گیاه زراعی از شرایط رشدی مساعد از نظر رطوبت و دما تضمین‌کننده دست‌یابی به سطوح بالای تولید است. در کشت خرداد ماه علاوه‌بر برتری به‌لحاظ حداکثر تولید و زودتر رسیدن آن در مقایسه با کشت زودهنگام اردیبهشت ماه و کاشت‌های تاخیری آخر خرداد و تیر ماه، نرخ رشد تولید اولیه بیشتر است. همچنین، بیشترین وزن اولیه بوته از تراکم بوته بیشتر (فاصله بین بوته‌ها روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر) به‌دست آمد، چرا که در این شرایط تعداد بوته‌ها بیشتر و به‌دلیل سایه‌اندازی، رشد رویشی بیشتر شده که منجر به افزایش وزن اولیه بوته نسبت به تراکم‌های کمتر گردید. در ارتباط با افزایش وزن اولیه بوته (عملکرد ماده خشک) در خصوص تراکم بالا، مقدار ماده خشک هر بوته نیز کاهش پیدا کرد، از آنجایی که تعداد شاخه فرعی در هر بوته در تراکم‌های بالا (۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر فاصله بین بوته روی ردیف) کمتر بود؛ انتظار می‌رفت که با افزایش تراکم بوته به‌سبب ایجاد رقابت گیاهی، وزن اولیه کاهش پیدا کند اما در تراکم‌های بالاتر به‌دلیل تعداد بوته بیشتر در واحد سطح مقدار ماده خشک کل افزایش پیدا کرده که منجر به افزایش وزن اولیه (عملکرد اولیه ماده خشک) شده است. هم‌راستا با این نتایج، محققین اظهار داشتند که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، عملکرد بیولوژیکی تک بوته کاهش یافت، ولی عملکرد بیولوژیکی در هکتار نیز افزایش پیدا کرد (Lio et al., 2004).

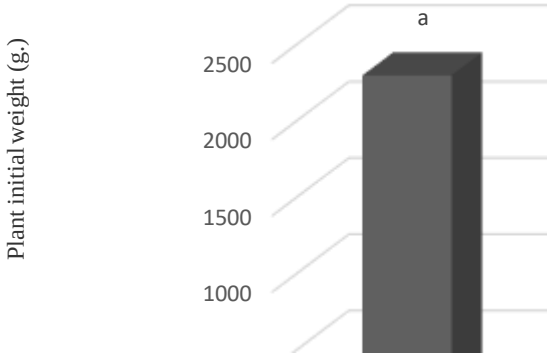


شکل ۱۰-اثرتاریخ کاشت بر وزن اولیه بوته‌گوار

Fig. 10- Effect of sowing date on Guar plant initial weight

حروف غیر مشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

Dissimilar letters indicate a significant difference at the 5% probability level



شکل ۱۱- اثر تراکم بوته بر وزن اولیه بوته گوار

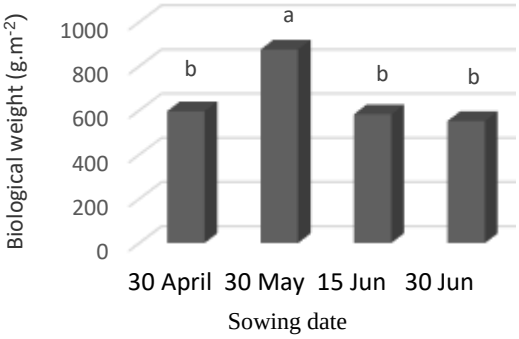
Fig. 11- Effect of plant density on Guar plant initial weight

حروف غیر مشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

Dissimilar letters indicate a significant difference at the 5% probability level

زیست‌توده

نتایج حاصل از آنالیز واریانس داده‌های مورد مطالعه نشان داد که در بین اثرات مورد مطالعه، اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته در سطح احتمال یک درصد بر میزان صفت زیست‌توده معنی‌دار گردید، درحالی‌که اثر متقابل تاریخ کاشت در تراکم بوته بر میزان این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار بین تاریخ‌های کاشت مورد بررسی بود، به‌طوری‌که بیشترین میزان زیست‌توده (۸۷۶/۱۴ گرم در متر مربع) از تاریخ کاشت ۱۰ خرداد ماه به‌دست آمد (شکل ۱۲). هر چند که کمترین مقدار زیست‌توده از تاریخ کاشت ۱۰ تیر ماه به‌دست آمد، امّا نتایج نشان داد که بین تاریخ‌های کاشت ۱۰ اردیبهشت، ۲۵ خرداد و ۱۰ تیر ماه اختلاف آماری معنی‌داری وجود ندارد (شکل ۱۲). همچنین بین تراکم‌های مورد بررسی، بیشترین (۸۹۹/۶۱ گرم در متر مربع) و کمترین (۴۸۶/۲۶ گرم در متر مربع) مقدار زیست‌توده به‌ترتیب از فواصل بین بوته‌ای ۱۰ و ۳۰ سانتی‌متر به‌دست آمد که در مورد کمترین مقدار زیست‌توده اختلاف آماری معنی‌داری بین ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر فواصل بوته روی ردیف مشاهده نگردید (شکل ۱۳).

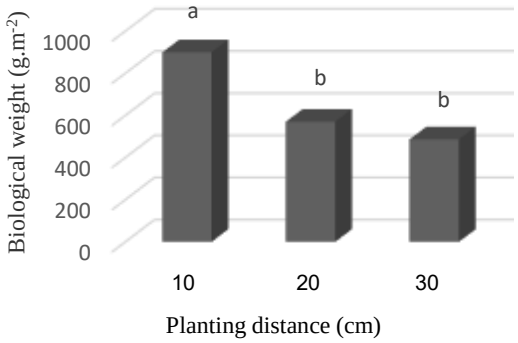


شکل ۱۲- اثر تاریخ کاشت بر زیست‌توده گوار

Fig. 12- Effect of sowing date on Guar biological yield

حروف غیر مشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

Dissimilar letters indicate a significant difference at the 5% probability level



شکل ۱۳- اثر تراکم بوته بر زیست‌توده گوار

Fig. 13- Effect of plant density on Guar biological yield

حروف غیر مشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

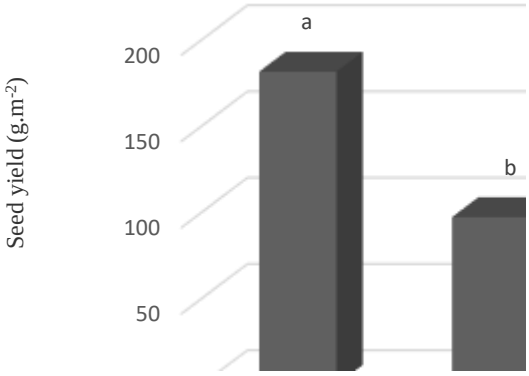
Dissimilar letters indicate a significant difference at the 5% probability level

عملکرد دانه

میزان این صفت تحت تأثیر اثرات معنی‌دار تاریخ کاشت و تراکم بوته در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت. امّا اثر متقابل تاریخ کاشت در تراکم بوته بر میزان این صفت معنی‌دار نگردید (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد دانه (۱۴۷/۷۹ گرم در مترمربع) از تاریخ کاشت ۱۰ خرداد ماه به‌دست آمد که با تاریخ کاشت‌های ۲۵ خرداد (۱۲۲/۲) و ۱۰ تیر ماه (۱۱۹/۴۲) اختلاف آماری معنی‌داری دارا نبود (شکل ۱۴). همچنین، نتایج مقایسه میانگین اثر تراکم بوته بر روی عملکرد دانه نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار بین تراکم بالا (فاصله ۱۰ سانتی‌متر روی ردیف) با سطوح تراکم کمتر(۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر فاصله روی ردیف) بود، به‌طوری‌که بیشترین (۱۸۱/۶۲) و کمترین (۷۴/۹۷) مقدار عملکرد دانه به‌ترتیب از فواصل بین بوته‌ای ۱۰ و ۳۰ سانتی‌متر به‌دست آمد (شکل ۱۵). هر چند به‌لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین تاریخ‌های کاشت ۱۰ خرداد، ۲۵ خرداد و ۱۰ تیر وجود نداشت، امّا تاریخ کاشت ۱۰خرداد ماه، بیشترین میزان عملکرد دانه را دارا بود. با توجه به اینکه تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و طول دوره رشد گیاه تأثیر می‌گذارد و طول دوره گل‌دهی و پر شدن دانه ارتباط مثبتی با عملکرد دانه دارند، لذا به نظر می‌رسد که با کاهش فاصله سبز شدن گیاهچه تا گل‌دهی و گل‌دهی تا رسیدگی فیزیولوژیک، گیاه قبل از رسیدن به شاخص سطح برگ مناسب وارد مرحله زایشی شده و در نتیجه، کاهش دریافت انرژی تابشی توسط برگ‌ها باعث کاهش عملکرد در تاریخ کاشت‌های دیرهنگام می‌شود (Khademhamzeh et al., 2004). میانگین دمای هوای مطلوب، روزهای طولانی و رطوبت هوای مناسب باعث تحریک فتوسنتز و در نتیجه، افزایش زیست‌توده و عملکرد دانه گوار در تاریخ کاشت‌های اردیبهشت تا تیر ماه می‌شود (Sudhir et al., 2015). محققین طی یک آزمایش در مکزیک نشان دادند که کشت گوار در اواسط ماه ژوئن (خرداد) بیشترین عملکرد دانه را در مقایسه با کشت در اوایل و اواخر جولای (تیر تا مرداد) داشت (Singla et al., 2016). همچنین، طی یک آزمایش در ایتالیا نشان داده شد که کشت گوار در تاریخ کاشت‌های زودتر باعث افزایش عملکرد دانه شد (Gresta et al., 2013). در تحقیقی در شهر پاربهانی واقع در غرب هند، کاشت گوار در بیست و هشتم ماه می (معادل ۷ خرداد ماه) بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد (Jagtap et al., 2011). در گزارش دیگری، اثر زمان‌های کاشت ۷ می و ۲۶ ژوئن ۲۰۰۳ و ۱۸ می و ۳۰ ژوئن ۲۰۰۴ (معادل ۱۷ اردیبهشت و پنجم تیر ماه در سال ۱۳۸۲ و ۲۸ اردیبهشت و نهم تیر ماه در سال ۱۳۸۳) بر عملکرد دانه و صمغ گالاکتومانان چهار رقم گوار که در ایتالیا مورد ارزیابی قرار گرفت، نتایج نشان داد که عملکرد دانه گوار در کاشت زودهنگام (۲/۳ تن در هکتار) به‌مراتب بیشتر از عملکرد در کاشت تاخیری (۰/۵ تن در هکتار) بود (Gresta et al., 2013). نتایج یک آزمایش در شهر تیروپاتی هندوستان (دارای آب و هوای مرطوب گرمسیری با زمستان‌های معتدل) نشان داد که در زمان‌های مختلف کاشت (هفته اول، دوم، سوم و چهارم جولای، هفته اول، دوم، سوم و چهارم آگوست) (معادل هفته دوم، سوم و چهارم تیر ماه و هفته اول، دوم، سوم و چهارم مرداد ماه و هفته یکم شهریور ماه) بیشترین عملکرد دانه در ارقام مختلف گوار در کشت‌های هفته اول و دوم جولای (معادل هفته دوم و سوم تیرماه) به‌دست آمد (Lakshmi Kalyani et al., 2012).

گزارش‌های سینگ (Singh, 2014) درباره تأثیر تاریخ کاشت بر چهار ژنوتیپ گوار حاکی از آن بود که در کشت‌های تأخیری، بعد از اواسط ماه ژوئن (معادل ۲۵ خرداد) عملکرد دانه کاهش یافت و بیان کردند که با تأخیر در کاشت طول فصل رشد نیز کاهش یافته و در نتیجه، ماده خشک تجمعی در طول فصل کمتر شده و عملکرد دانه کمتری به‌دست می‌آید. در این آزمایش، بیشترین عملکرد دانه از فاصله بین بوته‌ای ۱۰ سانتی‌متر (تراکم بالا) به‌دست آمد. هم راستا با این نتایج، (Gresta et al., 2013) گزارش کردند که هر چند با افزایش تراکم بوته عملکرد تک بوته تا حدودی کاهش می‌یابد، امّا عملکرد کلی از طریق افزایش تعداد بوته در واحد سطح جبران شده و می‌توان در تراکم‌های بالاتر عملکرد دانه بیشتری را به‌دست آورد، امّا اگر تراکم بوته بیشتر از حد مطلوب شود، به‌دلیل افزایش رقابت بین گونه‌ای، عملکرد دانه کاهش می‌یابد. نتایج تحقیقات نشان داد که با افزایش تراکم بوته باقلا از ۸ به ۱۶ بوته در مترمربع، عملکرد دانه ۶۳ درصد افزایش یافت (Sharifi et al., 2016). محققان گزارش کردند که بین عملکرد دانه نخود و تراکم بوته رابطه مثبت و معنی‌داری وجود داشته و دلیل بیشتر بودن عملکرد دانه در تراکم‌های بالاتر را تعداد بیشتر بوته در واحد سطح اعلام کردند (Regan et al., 2003). گزارش گردید، در مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه تحت تأثیر تراکم

بوته با افزایش تراکم بوته از هشت بوته در مترمربع به ۱۶ بوته در مترمربع بر میزان عملکرد دانه افزوده شد و بالاترین عملکرد دانه در تراکم ۱۶ بوته در مترمربع به‌دست آمد (Sharifi et al., 2016). در تحقیقی دیگر نیز با اعمال سه تراکم ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ بوته در مترمربع نشان داده شد که تغییرات تراکم کاشت دارای اثرات معنی‌داری بر عملکرد دانه بود و افزایش عملکرد دانه در واکنش به افزایش تراکم بوته احتمالاً به‌دلیل استقرار بهتر بوته‌ها و افزایش تعداد بوته در واحد سطح می‌باشد که منجر به تولید غلاف بیشتر در واحد سطح می‌شود و سبب می‌گردد که امکان استفاده بهتر از منابع فراهم گردد (Turk & Tawaha, 2002).

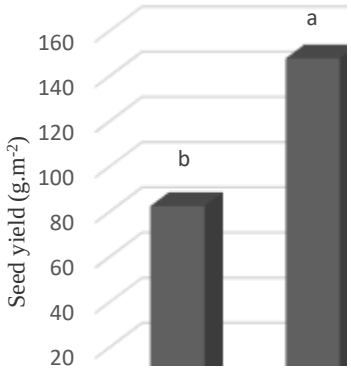


شکل ۱۵- اثر تراکم بوته بر عملکرد دانه گوار

Fig. 15- Effect of plant density on Guar plant yield

حروف غیر مشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

Dissimilar letters indicate a significant difference at the 5% probability level



شکل ۱۴- اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه گوار

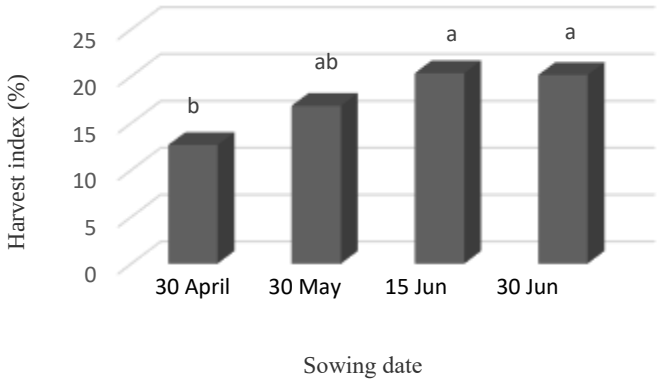
Fig. 14- Effect of sowing date on Guar plant yield

حروف غیر مشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

Dissimilar letters indicate a significant difference at the 5% probability level

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها بیانگر اثر معنی‌دار تاریخ کاشت در سطح احتمال پنج درصد بر میزان صفت شاخص برداشت بود و اثر تراکم بوته و اثر متقابل تاریخ کاشت در تراکم بوته بر میزان این صفت معنی‌دار نگردید (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین تاریخ کاشت نشان داد که در بین تاریخ کاشت‌های مورد بررسی، تاریخ کاشت ۲۵ خرداد ماه بیشترین (۲۰/۳۲) میزان شاخص برداشت را دارا بود که با تاریخ کاشت‌های ۱۰ خرداد (۱۶/۸۴) و ۱۰ تیر ماه (۲۰/۱۳) اختلاف آماری معنی‌داری نداشت و همچنین، کمترین میزان شاخص برداشت (۱۲/۶۷) از تاریخ کاشت ۱۰ اردیبهشت ماه به‌دست آمد (شکل ۱۶).



شکل ۱۶- اثر تاریخ کاشت بر شاخص برداشت گوار

Fig. 16- Effect of sowing date on Guar harvest index

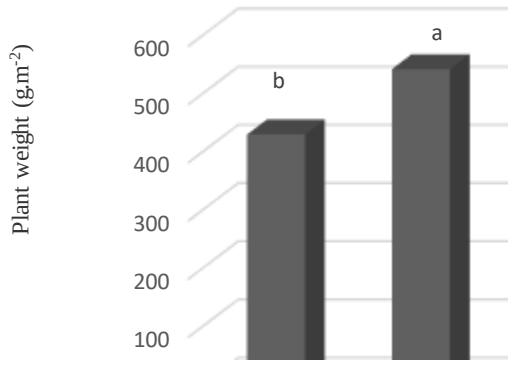
حروف غیر مشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

Dissimilar letters indicate a significant difference at the 5% probability level

بیشترین میزان شاخص برداشت در تاریخ کاشت ۲۵ خرداد به‌دست آمد که هم‌راستا با نتایج (Mehdipour Afra et al., 2019) بود. همان‌طور که در نتایج عملکرد دانه مشهود می‌باشد، بیشترین عملکرد دانه نیز در تاریخ کاشت‌های ۲۵ و ۱۰ خرداد ماه می‌باشد و بنابراین، دور از انتظار نیست که شاخص برداشت نیز در تاریخ کاشت‌های مذکور بالاترین میزان را داشته باشد. همچنین بیان نمودند که در هر دو اکوتیپ گوار، بیشترین شاخص برداشت در تاریخ کاشت اول خرداد مشاهده شد و تاریخ کاشت ۱۵ تیر کمترین مقدار شاخص برداشت را داشت. با تأخیر در کاشت، شاخص برداشت نیز کاهش داشت. کاهش در شاخص برداشت می‌تواند به‌دلیل کوتاه شدن فصل رشد و تأثیر آن بر مرحله زایشی گیاه باشد. همچنین، در این آزمایش هر چند که میزان شاخص برداشت در تاریخ کاشت تیر ماه نیز بالا و قابل رقابت با تاریخ کاشت خرداد ماه بود، امّا نتایج بیانگر روند کاهش می‌باشد، چرا که با تأخیر در کاشت، به‌دلیل کوتاه شدن فصل رشد و تأثیر آن بر مرحله زایشی گیاه، میزان عملکرد دانه و شاخص برداشت دستخوش تغییراتی می‌گردد (Mehdipour Afra et al., 2019). در همین راستا، دکا و همکاران (Deka et al., 2015) گزارش کردند که با تأخیر در کاشت گوار، فصل رشد گیاه به‌خصوص مرحله زایشی کاهش یافته و در نهایت، باعث کاهش تعداد گل و غلاف در بوته شده و به تبعیت از آن عملکرد دانه و شاخص برداشت نیز کاهش می‌یابد.

وزن بوته بدون غلاف

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار تاریخ کاشت و تراکم بوته در سطح احتمال یک درصد بر میزان صفت وزن بوته بدون احتساب غلاف بود. امّا اثر متقابل تاریخ کاشت در تراکم بوته بر میزان این صفت معنی‌دار نگردید (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار بین تاریخ کاشت‌های مورد بررسی می‌باشد، به‌طوری‌که بیشترین (۵۴۰/۵۷) و کمترین (۲۹۰/۲۶) میزان این صفت به‌ترتیب از تاریخ‌های کاشت ۱۰ خرداد و ۱۰ تیر ماه به‌دست آمد (شکل ۱۷). همچنین، در بین تراکم‌های مورد بررسی بیشترین و کمترین میزان به‌ترتیب از فواصل بین بوته‌ای ۱۰ و ۳۰ سانتی‌متر به‌دست آمد، هر چند که بین فواصل ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نگردید (شکل ۱۸).

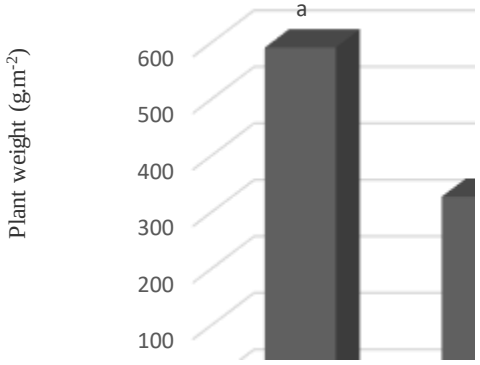


شکل ۱۷- اثر تاریخ کاشت بر وزن بوته بدون غلاف گوار

Fig. 17- Effect of sowing date on Guar plant weight without pods

حروف غیر مشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

Dissimilar letters indicate a significant difference at the 5% probability level



شکل ۱۸- اثر تراکم بوته بر وزن بوته بدون غلاف گوار

Fig. 18- Effect of plant density on Guar plant weight without pods

حروف غیر مشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

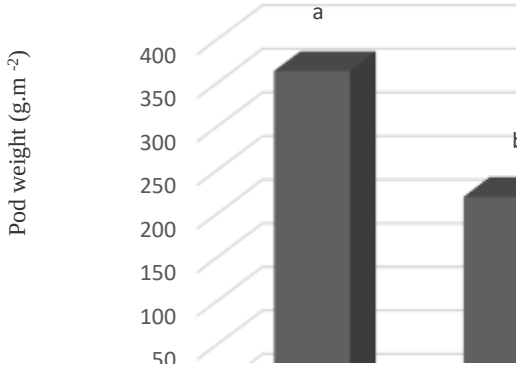
Dissimilar letters indicate a significant difference at the 5% probability level

بیشترین میزان وزن بوته از تاریخ کاشت ۱۰ خرداد ماه به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سایر تاریخ‌های کاشت مورد بررسی دارا بود. به‌طور کلی می‌توان بیان کرد، از آنجایی که در این تاریخ کاشت شرایط محیطی و آب و هوایی برای گیاه ایده‌آل بوده، لذا گیاه رشد و نمو بهینه‌ای را دارا بوده و منجر به افزایش عملکرد ماده خشک اندام‌های هوایی (بدون غلاف) شده است. هم‌راستا با نتایج مذکور گزارش کردند که بیشترین میزان عملکرد ماده خشک در تاریخ کاشت ۲۲ اردیبهشت به‌دست آمد و با تأخیر در کاشت، وزن خشک بوته در کلیه

تراکم‌ها کاهش یافت که دلیل آن را کاهش طول فصل رشد دانستند (Nandini et al., 2017). همچنین دکا و همکاران (Deka et al., 2015) بیان کردند که با تأخیر در کاشت به‌دلیل عدم فراهمی شرایط بهینه رشد، گیاه با رکود مواجه شده و همچنین، تعداد انشعابات فرعی در گیاه نیز کاهش پیدا می‌کند که همه این عوامل در نهایت، منجر به کاهش عملکرد بیولوژیکی می‌گردد. همچنین کبرایی و همکاران (Kebraie et al., 2010) گزارش کردند که در تاریخ کاشت‌های به موقع باقلا و نخود به‌علت فرار از خشکی آخر فصل و شرایط مساعد رطوبتی در ابتدای فصل منجر به توسعه زودتر و بیشتر برگ، جذب نور بیشتر شده و منجر به افزایش فتوسنتز می‌گردد که در نهایت، گیاه عملکرد بیولوژیکی بیشتری خواهد داشت. همچنین، در بین تراکم‌های مورد بررسی بیشترین وزن بوته از فاصله بین بوته ۱۰ سانتی‌متر (تراکم بالا) به‌دست آمد که با نتایج زیست‌توده و عملکرد دانه مطابق داشت. در تراکم‌های بالا هر چند که تعداد انشعابات گیاه تا حدودی کاهش می‌یابد، امّا تعداد بوته بیشتر جبران این کاهش را می‌کند و لذا، عملکرد بیولوژیک در نهایت، افزایش می‌یابد. همچنین رحمان (Rahman, 1992) اظهار داشت که میزان زیست‌توده کل به‌طور مستقیم با مقدار تابش جذب شده به‌وسیله برگ‌های گیاه در مدت زمان کاشت تا برداشت ارتباط دارد و تغییر در تراکم، ظرفیت تولید ماده خشک را تغییر می‌دهد. همچنین کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 1995) بیان کردند که در تراکم‌های کمتر با وجود فضای کافی به‌منظور توسعه گیاهی و همچنین افزایش سطح تغذیه‌ای هر یک از بوته‌ها، افزایش عملکرد بیولوژیکی در تک بوته امکان پذیر می‌گردد، امّا با افزایش تراکم و با توجه به افزایش تعداد بوته در واحد سطح مقدار عملکرد بیولوژیکی افزایش می‌یابد. همچنین مجنون حسینی (Majnoun Hosseini, 2008) اظهار داشت که در اکثر محصولات زراعی تحت شرایط مساعد، تولید ماده خشک با افزایش تراکم بوته تا رسیدن به سطح ثابتی، که بالاتر از آن رقابت بین بوته‌ای مانع هر نوع افزایش در تولید می‌شود، افزایش می‌یابد.

وزن غلاف

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تاریخ کاشت در سطح احتمال پنج درصد و اثر تراکم گیاهی در سطح احتمال یک درصد بر میزان این صفت معنی‌دار گردید. امّا اثر متقابل تاریخ کاشت در تراکم بر میزان این صفت معنی‌دار نگردید (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین وزن غلاف (۳۳۵/۳۲ گرم) از تاریخ کاشت ۱۰ خرداد به‌دست آمد که با تاریخ کاشت‌های ۲۵ خرداد و ۱۰ تیر ماه اختلاف آماری معنی‌دارای دارا نبود و همچنین کمترین وزن غلاف (۱۶۳/۱۲ گرم) متعلق به تاریخ کاشت ۱۰ اردیبهشت بود (شکل ۱۹). نتایج مقایسه میانگین نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار بین تراکم‌های مورد بررسی بود، به‌طوری که بیشترین وزن غلاف از بالاترین تراکم (فاصله بین بوته‌ای ۱۰ سانتی‌متر) به‌دست آمد و کمترین مقدار نیز به‌لحاظ عددی متعلق به کمترین تراکم (فاصله بین بوته‌ای ۳۰ سانتی‌متر) بود که با تراکم متوسط (فاصله بین بوته‌ای ۲۰ سانتی‌متر) اختلاف آماری معنی‌داری دارا نبود (شکل ۲۰).

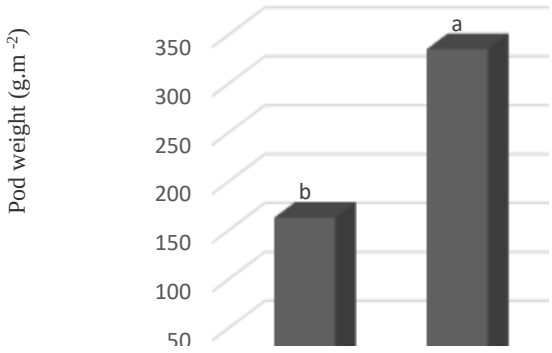


شکل ۱۹- اثرتاریخ کاشت بر وزن غلاف گوار

Fig. 19- Effect of sowing date on Guar pod weight

حروف غیر مشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

Dissimilar letters indicate a significant difference at the 5% probability level



شکل ۲۰- اثر تراکم بوته بر وزن غلاف گوار

Fig. 20- Effect of plant density on Guar pod weight

حروف غیر مشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

Dissimilar letters indicate a significant difference at the 5% probability level

همان‌طور که در نتایج موجود در شکل ۱۳ مشهود می‌باشد، بیشترین عملکرد دانه در تاریخ کاشت ۱۰ خرداد به‌دست آمد. همچنین، نتایج این آزمایش نشان داد که بیشترین تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، وزن اولیه، زیست‌توده ، عملکرد دانه، وزن بوته بدون احتساب غلاف و همچنین بیشترین وزن غلاف از تاریخ کاشت ۱۰ خرداد به‌دست آمد. از آنجایی که در تاریخ ۱۰ خرداد شرایط آب و هوایی برای گیاه ایده‌آل می‌باشد لذا میزان رشد، فتوسنتز و به تبع آن انتقال مواد غذایی به اندام‌های زایشی از جمله غلاف‌ها افزایش پیدا می‌کند، لذا وزن غلاف در این شرایط بیشتر از شرایط کاشت زودهنگام یا کاشت تأخیری خواهد بود. محققین گزارش کردند که عامل اصلی افزایش تعداد غلاف در بوته در تاریخ کاشت مناسب، شرایط آب و هوایی مطلوب در طول دوره رشد گیاه، طولانی‌تر شدن دوره رشد رویشی و زایشی و تولید اندام‌های زایشی بیشتر در آن‌ها می باشد (Nandini et al., 2017). گزارش شده است که در گیاه لوبیا غلاف حاوی دانه‌ها می‌باشد و هر چه سرعت رشد دانه و پر شدن دانه بیشتر باشد، غلاف وزن بیشتری را دارا می‌باشد و در تاریخ کاشت‌های مناسب، گیاه به‌سبب دریافت تابش خورشیدی در طی دوره رشد تعداد دانه بیشتر و با وزن بیشتری را خواهد داشت و نتیجه گرفت، تعداد و وزن دانه بیشتر منجر به غلاف سنگین‌تر می‌شود (Farajie, 2006). همچنین گزارش شده است که در تاریخ کاشت‌های دیر هنگام به‌دلیل فراهم نشدن شرایط مناسب و به‌دلیل برخورد مراحل زایشی گیاه با دماهای بالا و نامطلوب بسیاری از غلاف‌ها و دانه‌ها ریزش پیدا کرده و همچنین، به‌دلیل عدم فتوسنتز و انتقال مواد غذایی کافی به دانه‌ها تعداد زیادی از دانه‌ها پوک می‌گردند که در نهایت، منجر به وزن کمتر غلاف و در نهایت، عملکرد کمتر دانه می‌گردد (Mehdipour Afra et al., 2019). همچنین گزارش کردند که تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و طول دوره رشد گیاه تأثیر می‌گذارد و طول دوره گل‌دهی و پر شدن دانه ارتباط مثبتی با عملکرد دانه دارد، لذا به نظر می‌رسد که با کاهش فاصله سبز شدن گیاهچه تا گل‌دهی و گل‌دهی تا رسیدگی فیزیولوژیک، گیاه قبل از رسیدن به شاخص سطح برگ مناسب وارد مرحله زایشی شده و به‌دلیل کاهش دریافت انرژی تابشی توسط برگ‌ها، عملکرد در تاریخ کاشت‌های دیرهنگام، کاهش می‌یابد (Khademhamzeh et al., 2004). همچنین نتایج نشان داد که در تراکم بالا (فاصله بین بوته ۱۰ سانتی‌متر) وزن غلاف بیشتر از تراکم متوسط (۲۰ سانتی‌متر فاصله بین بوته) و تراکم پایین (۳۰ سانتی‌متر فاصله بین بوته) بود.

نتیجه‌گیری

یکی از مهم‌ترین زمینه‌های تحقیقی در مورد گیاهان خانواده بقولات، بررسی شرایط مختلف محیطی تأثیرگذار بر میزان عملکرد کمّی (بیولوژیک) و عملکرد اقتصادی آن‌هاست. بنابراین، بررسی و به‌دست آوردن بهترین شرایط محیط کشت که بتواند منجر به تولید گیاهی با بیشترین عملکرد اقتصادی گردد، از مهم‌ترین اهداف در تحقیقات مربوط به کشت گیاهان خانواده بقولات می‌باشد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که عملکرد دانه و اجزای آن تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفتند و با تأخیر در کاشت از میزان صفات مورد بررسی به‌طور معنی‌داری کاسته شد، به‌طوری‌که این کاهش در تاریخ کاشت ۱۰ تیر ماه بیشتر بود، چرا که تاریخ کاشت‌های دیرهنگام باعث مواجه شدن بوته‌های گوار با شرایط نامطلوب از جمله دمای کمتر، رطوبت بیشتر و طول روز کمتر در انتهای فصل رشد شده و باعث افت عملکرد دانه می‌گردد. همچنین، در این آزمایش سطوح تراکم کاشت بر صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود و با توجه به نتایج آزمایش می‌توان بیان کرد که با افزایش تراکم گیاهی توزیع منابع نظیر نور، مواد غذایی و رطوبت بین بوته‌ها به‌شکل مطلوب‌تری صورت گرفته که این واکنش منجر به افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در واحد سطح گردید، به‌طوری‌که بیشترین میزان عملکرد دانه و بیولوژیک در بالاترین تراکم (۱۰ سانتی‌متر فاصله بین بوته روی ردیف) مورد بررسی به‌دست آمد. از این رو، احتمالاً کاشت در تراکم‌های بالاتر بوته از توجیه اقتصادی برخوردار خواهد بود. بنابراین، می‌توان چنین نتیجه گرفت که بر اساس شرایط و نتایج این آزمایش، اگر گوار در اوایل خرداد ماه و با فاصله بین بوته‌ای ۱۰ سانتی‌متر کشت گردد، بیشترین عملکرد و اجزای آن حاصل خواهد شد.

References

1. Akhtar, L.H., Bukhari, S., Salah-ud-Din, S., & Minhas, R. (2012). Response of new guar strains to various row

spacings. *Pakistan Journal Agriculture Science*, *49*(4), 469-471.
2. Al-Ramamneh, E. (2009). Plant growth strategies of *Thymus vulgaris* L. in response to population density. *Industrial Crops and Products*, *30*(3), 389-394. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2009.07.008
3. Ashraf, M., & Foolad, R.M. (2005). Pre-sowing seed treatment-a shotgun approach to improve germination, plant growth and crop yield under saline and non-saline conditions. *Advances in Agronomy*, *88*, 223-271. https://doi.org/10.1016/s0065-2113(05)88006-x
4. Chiofalo, B., Lo Presti, V., D'Agata, A., Raso, R., Ceravolo, G., & Gresta, F. (2018). Qualitative profile of degummed guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) seeds grown in a Mediterranean area for use as animal feed. *Journal Animal Physiology*. *Animal Nutrition*, *102*, 260–267. https://doi.org/10.111/jpn.12687
5. Dan, X., & Wong, J.H. (2016). A hemagglutinin isolated from Northeast China black beans induced mitochondrial dysfunction and apoptosis in colorectal cancer cell. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) Molecular Cell Research*, *1863*(9), 2201-2211. https://doi.org/10.1016/j.bbamcr.2016.05.019
6. Deka, K.K., Das Milu, R., Bora, P., & Mazumder, N. (2015). Effect of sowing dates and spacing on growth and cluster bean (*Cyamopsis tetragonoloba*) in subtropical climate of Assam. *Indian Journal Agriculture Research*, *49*(3), 250-254. https://doi.org/10.5958/0976-058x.2015.00039.6
7. Eldirany, A.A., Mohamed-Nour, A.A., Khadir, K.E., Gadeen, K.A., & Ibrahim, M.A. (2015). Physicochemical and functional properties of four new genotypes of guar gum (*Cyamopsis tetregonoloba* L.). *American Journal of Food Science and Health*, *1*(2), 43-50.
8. Farajie, A. (2006). The effect of planting date on yield and grain yield and oil components of four rapeseed genotypes in the Gombad. *Iranian Journal of Crop Sciences*, *7*(3), 189-201. (In Persian with English abstract)
9. Gresta, F., Sortino, O., Santonoceto, C., Issi, L., Santonoceto, C., & Santonoceto, Y.M. (2013). Effects of sowing times on seed yield, protein and galactomannans content of four varieties of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) in a Mediterranean environment. *Industrial Crops and Products*,*41*, 46–52.
10. Heydarzadeh, M., Ehteshami, S.M.R., & Rabiee, M. (2020). Effect of planting date and plant density on qualitative characteristics, yield and yield components of guar in Guilan province. *Plant Process and Function*, *39*(9), 197-214. (In Persian with English abstract)
11. Jagtap, D.N., Waghule, L.D., & Bhale, V.M. (2011). Effect of sowing time, row spacing and seed rate on production potential of cluster bean. *Advnace Research Journal of Crop Improvement*, *2*(1), 27-30.
12. Kebraie, S., Shams, K., & Pazoki, A.R. (2010). Effect of cultivar and planting date on grain yield and quantitative traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Agriculture and Plant Breeding*, *2*(6), 53-64. (In Persian with English abstract)
13. Khademhamzeh, H.R., Karimie, M., & Rezaie, A. (2004). Effect of plant density and planting date on agronomic characteristics, yield and yield components in soybean. *Iranian Journal of Agricultural Science*, *35*(2). (In Persian with English abstract)
14. Khajepoor, M.R. (2009). *Principles and Bases of Agriculture* (Third edition). Publication by University Jahad of Isfahan, Iran. p. 654.
15. Koocheki, A., Rashed Mohassel, M.H., Nassiri, M., & Sadr Abadi, R. (1995). (Translators) *Physiological Basis of Crop Growth and Development*. Imam Reza University Publication, Mashhad-Iran. p. 404. (In Persian)
16. Lakshmi Kalyani, D. (2012). Performance of cluster bean genotypes under varied time of sowing. *Agricultural Research*. *Legume Research*, *35*(2), 154-158.
17. Lio, W., Tollenaar, M., Stewart, G., & Deen, W. (2004). Response of corn grain yield to spatial and temporal variability in emergence. *Crop science*, *44*(3), 847-854. https://doi.org/10.2135/cropsci2004.8470
18. Lone, B.A., Hasan, B., Singh, A., Haq, S.A., & Sofi, N.R. (2009). Effects of seed rate, row spacing and fertility levels on yield attributes and yield of soybean under temperate conditions. ARPN. *Journal of Agricultural and Biological Science*, *4*(2), 19-25.
19. Majnoun Hosseini, N. (2008). Grain legume production (in Iran), (4thEd.). Jehad Daneshgahi Publisher, Tehran, Iran. pp. 294.
20. Masoudikia, M., & Azizi, K. (2008). The effect of cultivation date and plant density on yield, yield components and protein content of red bean cultivars. *Daneshvar Journal of Crop Sciences*, *1*(2), 1-14. (In Persian)
21. Meftahizade, H., Ghorbanpourb, M., & Asarehc, M.H. (2019). Changes in phenological attributes; yield and phytochemical compositions of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) landaraces under various irrigation regimes

and planting dates. *Science Horticulture, 256*, 108577. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108577
22. Meftahizade, H., Hamidoghli, Y., Assareh, M.H., & Jaanmard Dakheli, M. (2017). Effect of sowing date and irrigation regimes on yield components, protein and galactomannan content of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) in Iran climate. *Australian Journal Crop Science*, *11*(11), 1481-1487.
23. Mehdipour Afra, M., Agha Alikhani, M., Soofizadeh, S., & Mokhtasi Bidgoli, A. (2019). Effect of sowing time and plant density on growth and seed yield of two guar ecotypes (C*yamopsis tetragonoloba* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences, 21*(2), 109-126. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.29252/abj.21.2.109
24. Mousavi, K., & Pezeshkpur, P. (2006). Evaluation of kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars response to sowing date. *Journal of Iranian Field Crop Research, 4*, 141-154. (In Persian with English abstract)
25. Nakhzari Moghadam, A. (2013). Effect of pruning and plant density on yield and its components in Barakat beans (*Vicia faba* L.) cultivar in Gonbad Kavous region. *Iranian Journal of Crop Science*, *44*(4), 710-720. (In Persian with English abstract)
26. Nandini, K.M., Sridhara, S., Patil, S., & Kumar, K. (2017). Effect of planting density and different genotypes on growth, yield and quality of guar. *International Journal of Pure and Applied Bioscience, 5*(1), 320-328. https://doi.org/10.18782/2320-7051.2499
27. Rahman, M.M. (1992). Growth analysis of chickpea genotypes in relation to grain filling period and yield potential in Bangladesh. *Bangladesh Journal of Botany*, *21*(2), 225-231.
28. Regan, K.L., Siddique, K.H., & Martin, L.D. (2003). Response of Kabuli chickpea to sowing rate in Mediterranean type environments of southwestern Australian. *Journal of Experimental Agriculture*, *43*, 87-97. https://doi.org/10.1071/ea01200
29. Rifaee, M., Turk., M.A., & Tawaha, A.R. (2004). Effect of seed size and plant population density on yield and yield components of local faba bean (*Vicia faba* L.). *Int. Journal of Agriculture and Biology*, *6*(2), 294-299. https://doi.org/10.7176/jnsr/9-5-07
30. Sahile, S., Ahmed, S., Fininsa, C., Abang, M.M., & Sakhuja, P.K. (2008). Survey of chocolate spot (*Botrytis fabae*) disease of faba bean (*Vicia faba* L.) and assessment of factors influencing disease epidemics in northern Ethiopia. *Crop Protection, 27*, 1457-1463. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2008.07.011
31. Scott, R.K., & Jaggard, K.W. (2006). Impact of weather, agronomy and breeding on yields of sugar beet grown in UKsince 1970. *Agriculture Science, 134*, 341-352. https://doi.org/10.1017/s0021859699007832
32. Sharar, M.S., Ayub, M., Ather Nadeem, M., & Noori, S.A. (2001). Effect of different row spacing and seeding densities on the growth and yield of gram (*Cicer arieunum* L.). *Pakistan Journal of Agriculture Science*, *38*, 51-53.
33. Sharifi, P., Niknami, F., & Sadeghi, S.M. (2016). Effect of plant density and planting date on yield and yield components of faba bean. *Journal of Agronmy and Plant Breeding, 12*(1), 83-95. (In Persian with English abstract)
34. Shojaee Ghadicollaei, M., Daneshian, J., Mobaser, H.R., & Nasiri, M. (2011). Affects different levels of nitrogen and plant density in canola (*Brassica napus* L.) yield in paddy field. *Iranian Journal of Field Crop Science*, *6*(4), 37-47. (In Persian with English abstract)
35. Siddaraju, R., Narayanaswamy, S., & Prasad, S.R. (2010). Studies on growth, seed yield and yield attributes as influenced by varieties and row spacings in clusterbean (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) Mysore. *Journal of Agricultural Sciences, 44*, 16-21.
36. Singh, S. (2014). An Analysis of Guar Crop in India. Gain Report Number: IN4035.
37. Singla, S., Grover, K., Angadi, S.V., Begna, S., Schutte, B., & Leeuwen, S.V. (2016). Growth and yield of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) genotypes under different planting dates in the semi-arid southern high plains. *American Journal Plant Science,7*, 1246-1258. http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2016.78120
38. Sudhir, S., Grover, K., Angadi, S., Schutte, B., Vanleeuwen, D., & Auld, D. (2015). Growth and seed yield performance of promising guar genotypes under different planting dates in desert southwest. *27thAnnual Meeting Association for the Advancement of Industrial Crops*. October 18-22, Overton Hotel and Conference Center, Lubbock, Texas, USA.s
39. Turk, M.A., & Tawaha, A.R.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. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, *6*(3), 171–178. https://doi.org/10.4141/cjps86-005
40. Weatherbase: Historical Weather for Birjand, Iran. https://www.weatherbase.com/weather/weather-summary.php3?s=90804&cityname=Birjand%2C+Khorasan-e+Jonubi%2C+Iran&units=.