

Effect of different sowing dates on yield and some physiological traits of three chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.)

Hediyeh Irvani Panah¹, Bahareh Parsa Motlagh^{*2}, Amanollah Soleimani² and Maryam Mazaheri Tirani³

1,2. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Iran.

3. Department of Biology, Faculty of Science, University of Jiroft, Iran.

(Received: March 25, 2021 - Accepted: July 13, 2021)

ABSTRACT

To investigate the effect of planting date on yield and some physiological traits of three cultivars of chickpeas, a field experiment split plot experiment arranged in randomized complete block design with three replications was conducted at the experiment station of University of Jiroft in 2018-2019 growing season. Sowing date at five levels (October 13th and 27th, November 12th and 27th and December 10th) were the main plots and Adel, Azad, and Arman chickpeas cultivars were sub plots. The results showed that planting date had significant effects on plant height, main branches, sub branches, pods per plant and grains per pod numbers, 100 grains weight, grain (and biomass yields (kg ha⁻¹), *a*, *b* and total chlorophylls, carotenoids, leaf phenol and total protein and anthocyanin. Interaction effect of planting date × cultivar was significant in the studied traits except number of grains per pod. Means comparisons showed that the Arman cultivar had the highest grain and biological yields (1019 and 2833 kg.ha⁻¹, respectively), at the first planting date (13 October) and Adel cultivar had the lowest grain and biomass yields (413 and 1260 kg. ha⁻¹, respectively), at the last cultivation (12 December). According to the results, it seems the best date for planting chickpeas in the study area is October 13 and the most suitable cultivar is Arman.

Keywords: Anthocyanins, biological yield, grain yield, leaf phenol, planting date.

اثر تاریخ‌های مختلف کاشت بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک سه رقم نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.)

هدیه ایروانی پناه^۱، بهاره پارسا مطلق^{*۲}، امان‌الله سلیمانی^۲ و مریم مظاهری تیرانی^۳
۱-۲- دانشجوی و استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت،
۳- استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه جیرفت
(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۵ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۴/۲۲)

چکیده

به منظور بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک سه رقم نخود، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در مزرعه پژوهشی دانشگاه جیرفت، در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ اجرا شد. در این آزمایش، تاریخ کاشت‌های ۲۱ مهر، شش و ۲۱ آبان و شش و ۲۱ آذر به عنوان فاکتور اصلی و رقم‌های نخود عادل، آزاد و آرمان به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که تاریخ کاشت، تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه اصلی، شاخه فرعی، غلاف در بوته و دانه در غلاف، وزن صد دانه، عملکرد دانه و زیست‌توده (کیلوگرم در هکتار)، کلروفیل *a* و *b* و کل، کاروتنوئیدها، پروتئین کل و فنل برگ و آنتوسیانین داشت. ارقام نیز از لحاظ تمامی صفات مورد مطالعه به جز کلروفیل کل و پروتئین کل برگ با یکدیگر تفاوت آماری معنی‌داری داشتند. اثر متقابل تاریخ کاشت در رقم در صفات مورد بررسی به جز صفت تعداد دانه در غلاف معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه و زیست‌توده در تاریخ کاشت ۲۱ مهر و در رقم آرمان با میانگین‌های به ترتیب ۱۰۱۹ و ۲۸۳۳ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد و این صفات به تاریخ کاشت ۲۱ آذر و رقم عادل با میانگین‌های به ترتیب ۴۱۳ و ۱۲۶۰ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت. بر اساس نتایج این مطالعه، جهت دستیابی به حداکثر عملکرد دانه نخود می‌توان از تاریخ کاشت ۲۱ مهرماه و رقم آرمان در منطقه جیرفت استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، زمان کاشت، عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده، فنل برگ.

مقدمه

در افزایش عملکرد گیاهان زراعی بر عهده دارد. با توجه به این‌که ایران یکی از خواستگاه‌های اولیه نخود است، رقم‌های موجود در ایران دارای تنوع بسیار بالایی است و با توجه به اهمیت تنوع ژنتیکی به‌عنوان یک اصل مهم به‌نژادی، بررسی تنوع ژنتیکی این گیاه از اهمیت زیادی برخوردار است. عملکرد و فرآیندهای تشکیل آن، به ژنتیک، محیط، عوامل زراعی و تداخل بین آن‌ها بستگی دارد (Sidlauskas & Bernotas, 2003). در بررسی عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم نخود زراعی در واکنش به کشت انتظاری و بهاره در همدان گزارش شد که کشت انتظاری نخود، منجر به بهبود ویژگی‌های رشدی، عملکرد و اجزای آن شده است، به‌نحوی که افزایش طول دوره رشد و همچنین عدم برخورد مراحل حساس گلدھی و نیام‌دهی این گیاه با تنش خشکی و گرمایی انتهای فصل، منجر به افزایش اجزای عملکرد و عملکرد بیولوژیک و دانه می‌شود (Seyedi *et al.*, 2018). پژوهشگران در تحقیقی، تأثیر سه تاریخ کاشت اواخر آذر، اواسط دی و اواخر فروردین را روی پنج رقم نخود در خرم‌آباد بررسی کردند و دریافتند که با تأخیر در کاشت، از مقدار کلروفیل برگ‌ها به‌دلیل مواجهه با تنش خشکی، کاسته شد (Pezeshkpoor *et al.*, 2005)؛ بنابراین مقدار کلروفیل برگ‌ها صفتی است که علاوه بر ژنوتیپ، تحت تأثیر عوامل زراعی همچون تاریخ کاشت نیز قرار می‌گیرد (Sadeghi poor & Aghei, 2011). در مطالعه‌ای دیگر، محققان بیان کردند که کاشت نخود به‌صورت پاییزه بر کشت بهاره آن برتری دارد و هر چه تعداد دفعات آبیاری بیشتری صورت گیرد، عملکرد دانه نخود نسبت به شرایط دیم (بدون آبیاری) افزایش می‌یابد (Gholami Zali *et al.*, 2015). نتایج بررسی واکنش ارقام نخود دیم به زمان کاشت در شرایط کرمانشاه نشان داد که صفات مورد بررسی، تحت تأثیر معنی‌دار تاریخ کاشت و رقم قرار گرفتند، به‌طوری که در تاریخ کاشت اول (۲۰ آبان)، بیشترین وزن صد دانه در رقم آرمان و در تاریخ کاشت دوم و سوم (یک و ۱۰ آذر) در رقم آزاد به‌دست آمد.

حبوبات از منابع مهم پروتئین گیاهی است که در اکثر غذاهای مردم به‌خصوص اقشار کم‌درآمد مورد استفاده قرار گرفته است و به‌دلیل برخورداری از پروتئین بالای دانه، از ارزش غذایی قابل‌توجهی برخوردارند. کشت این گیاهان به‌دلیل همزیستی ریشه با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن هوا، نقش مهمی در افزایش حاصلخیزی خاک دارد و به همین علت در تناوب با سایر گیاهان زراعی کشت می‌شوند (Namvar *et al.*, 2011; Majnoon Hoseini, 2015). نخود با نام علمی *Cicer arietinum* L. یکی از محصولات زراعی خانواده حبوبات، با ویژگی‌های ارزشمند تغذیه‌ای شناخته شده است و منبع مهمی برای تغذیه انسان، خوراک دام و علوفه می‌باشد (Fang *et al.*, 2010). نخود زراعی در بیش از ۶۰ کشور و در کلیه مناطق جهان به جز نواحی قطبی کشت می‌شود (Mirzaei, 2017). در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸، سطح زیر کشت این محصول در کشور، ۵۷۹ هزار هکتار و میزان تولید سالانه آن حدود ۲۸۵ هزار تن بوده است (Ahmadi, 2018). ایران از لحاظ میزان تولید نخود پس از هندوستان، استرالیا، میانمار، اتیوپی، ترکیه و پاکستان، رتبه هفتم را در جهان دارا است (Anonymous, 2017). یکی از عوامل مهم مدیریتی مؤثر بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود، تاریخ کاشت است. تاریخ‌های مختلف کاشت، سبب برخورد مراحل رویشی و زایشی گیاه با نور خورشید، درجه حرارت‌ها و طول روزهای متفاوت می‌شود. این موضوع در نخود که معمولاً در شرایط خشک و یا با تکیه بر رطوبت ذخیره شده در خاک کشت می‌شود و با درجه حرارت‌های بالا در انتهای فصل رشد مواجه می‌شود، حائز اهمیت است (Faraji, 2003). نخود گیاهی روز بلند است و اثر متقابل درجه حرارت و طول روز، تاریخ گل‌دهی آن را تحت کنترل دارد؛ بنابراین باید با توجه اطلاعات هواشناسی هر منطقه، تاریخ کاشت را طوری تنظیم نمود که بیشترین عملکرد را به‌دست آورد (Daba *et al.*, 2016). علاوه بر تاریخ کاشت، رقم نقش مهمی را

قرار گرفتن گیاهان خانواده حبوبات در تناوب با سایر گیاهان از طریق تثبیت ازت اتمسفری در خاک، جلوگیری از بیماری‌ها، آفات و علف‌های هرز دارای اهمیت می‌باشند. عواملی مانند رقم و زمان کشت گیاه، تابعی از شرایط آب و هوایی منطقه است. این تحقیق در راستای انتخاب تاریخ کاشت و رقم مطلوب نخود زراعی در شرایط آب و هوایی شهر جیرفت مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه جیرفت، با طول جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۸ دقیقه عرض شمالی، ۴۷ درجه و ۵۷ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۶۲۵/۶ متر از سطح دریا اجرا شد. اطلاعات مربوط به میزان بارندگی و درجه حرارت محل اجرای آزمایش و نتایج آزمون خاک، به ترتیب در جدول ۱ و ۲ آمده است.

همچنین در تاریخ کشت اول و دوم، رقم هاشم و در تاریخ کشت سوم، رقم آزاد دارای بالاترین میزان زیست‌توده و عملکرد دانه بودند (Farnia & Morady, 2015). در تحقیقی که طی دو سال زراعی بر روی نخود در بنگلادش صورت گرفت، گزارش شد که با تأخیر در کاشت، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه و عملکرد دانه کاهش یافت و بیشترین تعداد غلاف بوته، وزن صد دانه و عملکرد دانه، در تاریخ کاشت دوم (۲۱ آبان) حاصل به دست آمد (Ahmed *et al.*, 2011). نتایج بررسی عملکرد ارقام زودرس و دیر رس عدس در تاریخ‌های کاشت پاییزه و بهاره در شمال غربی ایران نشان داد که کشت انتظاری عدس (۱۵ آذر) نسبت به سایر تاریخ‌های کاشت، منجر به برتری عملکرد شد. دلیل این برتری، عدم مواجهه با تنش سرما و تنش خشکی انتهای فصل رشد، شرایط بهینه رشد، استفاده بهتر از بارندگی و رطوبت ذخیره شده در خاک بیان شد (Amiri & Deihimfard, 2018). با توجه به ضرورت به‌کارگیری اصول کشاورزی پایدار،

جدول ۱- میانگین دما، رطوبت و بارندگی ماهیانه منطقه در طول فصل رشد

Table 1. Temperature, humidity and monthly rainfall average of the region during the growing season

Month	Average rainfall (mm)	Humidity (%)	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)
September 23 th - October 22 th	0	35.6	18.7	35.9
October 23 th - November 21 th	0.1	47.7	13.5	29.2
November 22 th - December 21 th	0.2	51.3	7.8	24.9
December 22 th - January 20 th	0.1	55.6	6.7	22.4
January 21 th - February 19 th	2.4	59	7	20.9
February 19 th - March 20 th	1.7	58.8	9.1	22.9
March 21 th - April 20 th	1.7	59	15.3	28.5
April 21 th - May 21 th	0.2	39.9	18.2	36.3

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 2. Physiochemical properties of experimental site soil

Absorbable potassium (ppm)	Absorbable phosphorus (ppm)	Total nitrogen (%)	Organic carbon (%)	pH	EC (ds/m)	soil pattern
133.3	5.6	0.008	0.11	8.1	0.559	Loam-silt

برای آبیاری از سیستم آبیاری قطره‌ای استفاده شد. آزمایش به صورت اسپلیت پلات و در قالب طرح بلوک-های کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد. تاریخ کاشت در پنج زمان مختلف ۲۱ مهر، شش و ۲۱ آبان و شش و ۲۱ آذر در کرت‌های اصلی و سه رقم نخود

زمین محل اجرای آزمایش، سال قبل آیش بود. عملیات آماده‌سازی زمین در مهر سال ۱۳۹۷ انجام گرفت و در تاریخ‌های کاشت مورد نظر، بذر نخود به صورت دستی و در چهار ردیف دو متری با فاصله ۴۰ سانتی‌متر و فاصله بوته سه سانتی‌متر کشت شد و

سطح احتمال پنج درصد انجام شد و شکل‌ها توسط نرم افزار اکسل رسم شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود (جدول ۳). بر اساس مقایسه میانگین، بیشترین ارتفاع بوته در تاریخ کاشت ۲۱ مهر و در رقم آرمان با میانگین ۱۱۰ سانتی‌متر مشاهده شد و کمترین آن در تاریخ کاشت ۲۱ آذر به‌دست آمد که با تاریخ کاشت شش آذر تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۱a-). گزارش‌های متعددی در مورد تاثیرپذیری تاریخ‌های مختلف کشت بر ارقام نخود در مناطق مختلف وجود دارد. بر اساس نتایج Singh *et al.* (2019)، گیاهان نخود کشت شده در منطقه پنجاب در هندوستان در تاریخ ۲۵ اکتبر (سوم آبان)، دارای بوته‌های بلندتری نسبت به تاریخ‌های کشت ۱۰ اکتبر (هجدهم مهر) و ۱۰ نوامبر (نوزدهم آبان) بودند. همچنین Farnia & Moradi (2015) در بررسی واکنش ارقام نخود به زمان کاشت در شرایط کرمانشاه گزارش کردند که در تاریخ کاشت اول (۲۰ آبان) و سوم (۱۰ آذر)، بیشترین ارتفاع بوته به رقم آزاد و در تاریخ کاشت دوم (۱ آذر)، به رقم آرمان تعلق داشت. نتایج بررسی ارقام نخود در همدان نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته در تاریخ کاشت ۲۰ دی (تاریخ کاشت اول) مشاهده شد که در مقایسه با تاریخ کاشت ۲۰ فروردین (تاریخ کاشت آخر)، ارتفاع بوته نخود را حدود ۴۶ درصد کاهش داد. در بین ارقام مورد بررسی نخود نیز رقم هاشم دارای بیشترین ارتفاع بود (Seyedi *et al.*, 2018). در تحقیقی گزارش شد که ارتفاع گیاه نخود در تاریخ کاشت‌های پاییزه (شش و ۲۴ مهر و ۱۱ آبان) نسبت به تاریخ کاشت‌های بهاره (۱۶ اسفند)، تقریباً دو برابر افزایش نشان داد (Nezami, & Bagheri, 2005). تاریخ کاشت از طریق تغییر در شرایط محیطی از جمله دما، طول روز و رطوبت قابل دسترس در خاک در طول فصل رشد، بر میزان رشد و ارتفاع بوته تأثیر می‌گذارد (Alessi *et al.*, 1981). از طرفی کشت زودهنگام، باعث استقرار مناسب گیاه می‌شود و نهایتاً افزایش

عادل، آزاد و آرمان نیز در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. ارقام مورد استفاده در این مطالعه زود رس، متحمل به تنش خشکی، پابند و قابل برداشت مکانیزه، مقاوم به برق‌زدگی و فوزاریوم و عملکرد بالا بودند. اقلیم مناسب ارقام آرمان و آزاد، مناطق معتدل و نیمه‌گرمسیری و رقم عادل، مناطق سرد و نیمه‌گرمسیری است و تاریخ کاشت آن‌ها پاییزه است (Omidi, 2017).

بر اساس نتایج تجزیه خاک، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر از منبع فسفات آمونیوم و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم از منبع سولفات دوپتاس، قبل از کشت مصرف شد. ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن خالص (۳۰۰ کیلوگرم کود اوره) به‌صورت سرک در سه مرحله (یک سوم هنگام کاشت، یک سوم هنگام خروج از مرحله روزت و شروع ساقه‌دهی و یک سوم قبل از شروع گلدهی) استفاده شد. با توجه به تاریخ‌های مختلف کشت و تنوع ارقام نخود، برداشت گیاهان زراعی از اوایل اردیبهشت تا اواسط خردادماه انجام شد. به‌منظور اندازه‌گیری اجزای عملکرد، ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب شدند و اجزای عملکرد دانه از قبیل تعداد غلاف در بوته و دانه در غلاف و وزن صد دانه اندازه‌گیری شدند. با توجه به تاریخ‌های مختلف کشت و تنوع ارقام نخود، برداشت گیاهان از اوایل اردیبهشت تا نیمه اول خرداد صورت پذیرفت. جهت ارزیابی عملکرد دانه و زیست‌توده، گیاهان پس از مرحله رسیدگی فیزیولوژیک (وقتی غلاف‌های نخود به‌رنگ قهوه‌ای روشن مایل به زرد و یا به‌رنگ کرم تغییر یابد، آماده برداشت می‌باشد)، از سطح یک مترمربع با حذف اثر حاشیه‌ای برداشت شدند و اندازه‌گیری‌ها انجام شد. برای تعیین مقدار کلروفیل a و b و کل و کاروتنوئیدهای برگ، از روش Lichtenthaler (1987) توسط حلال استون ۸۰ درصد استفاده شد. غلظت پروتئین به‌روش Bradford (1976) تعیین شد. اندازه‌گیری مقدار ترکیبات فنلی و آنتوسیانین به‌ترتیب با استفاده از روش‌های Soland & Laima (1999) و Wagner (1972) استفاده شد. تجزیه آماری داده‌ها با نرم افزار SAS 9.4 و مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در

رطوبت مورد نیاز (از طریق آبیاری)، منجر به جوانه‌زنی سریع‌تر بذرها و طولانی شدن مراحل رشد گیاهچه‌ای می‌شود. با طولانی‌تر شدن مرحله رشد رویشی و افزایش فراورده‌های فتوسنتزی در گیاه، ارتفاع بوته نخود افزایش یافت.

طول بوته گیاهان را در پی دارد (Hashemabadi & Sdaqthur, 2005). عدم بارش باران و وجود دمای بالا (۱۹-۳۶ درجه سانتی‌گراد) در اوایل پاییز در منطقه مورد مطالعه، مانع جوانه‌زنی بذر گیاهان می‌شود؛ بنابراین کشت گیاه نخود در اوایل پاییز و تامین

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد مطالعه ارقام مختلف نخود، تحت تأثیر تاریخ‌های کاشت

Table 3. Variance analysis (mean square) of studied traits of different chickpea cultivars under the influence of sowing date

Mean Squares (MS)									
Sources of variance	df	Plant height	Number of main branches	Number of lateral branches	Number of grains per pod	Number of pods per plant	100 grains weight	Grain yield	Biological yield
Replication	2	84.74 ^{ns}	1.16 ^{ns}	1.08 ^{ns}	27.04 ^{ns}	89.7 ^{ns}	1.37 ^{ns}	2209.24 ^{ns}	95749.64 ^{ns}
Planting date	4	1427.57 ^{**}	17.25 ^{**}	31.59 ^{**}	3250.8 ^{**}	2366.1 ^{**}	77.01 ^{**}	635354 ^{**}	3923574.38 ^{**}
Error a	8	111.63	0.28	2.02	34.03	54.66	5.86	9922.16	57879.2
Cultivar	2	1792.63 ^{**}	15.49 ^{**}	53.05 ^{**}	1591.8 ^{**}	3561.8 ^{**}	165.27 ^{**}	801703.6 ^{**}	12239651.3 ^{**}
Planting date × cultivar	8	174.62 [*]	1.91 [*]	4.47 ^{**}	103.8 [*]	170.62 ^{**}	18.28 ^{**}	77441.96 ^{**}	893670.75 ^{**}
Error b	20	64.1	0.77	0.77	54.52	52.55	5.82	20428.93	132083.4
Coefficient of Variation (%)	-	12.8	14	5.5	13.7	16.8	9.1	15.7	14.1

ادامه جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد مطالعه ارقام مختلف نخود تحت تأثیر تاریخ‌های کاشت

Continuation of Table 3. Variance analysis (mean squares) of studied traits of different chickpea cultivars under the influence of sowing date

Mean Squares (MS)									
Sources of variance	df	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Chlorophyll ratio a / b	Total chlorophyll	Carotenoids	Leaf total protein	Phenol leaves	Anthocyanins
Replication	2	0.385 ^{ns}	0.52 ^{ns}	0.052 ^{ns}	1.733 ^{ns}	0.89 ^{ns}	0.107 ^{ns}	0.108 ^{ns}	4.68 ^{ns}
Planting date	4	40.02 ^{**}	21.87 ^{**}	0.27	118.18 ^{**}	47.4 ^{**}	2.974 ^{**}	1.798 ^{**}	14131.4 ^{**}
Error a	8	1.147	1.207	0.092	4.06	2.41	0.056	0.112	27.67
Cultivar	2	6.697 ^{**}	8.46 ^{**}	1.968 ^{**}	6.51 ^{ns}	19.81 ^{**}	0.466 ^{ns}	0.776 ^{**}	185465.84 ^{**}
Planting date × cultivar	8	12.092 ^{**}	10.46 ^{**}	0.34 ^{**}	37.89 ^{**}	22.74 ^{**}	2.112 ^{**}	1.724 ^{**}	432.1 ^{**}
Error b	20	1.113	0.781	0.073	2.46	1.57	0.268	0.096	26.1
Coefficient of Variation (%)	-	17.8	18.7	20.76	14.8	16.3	13.7	18.7	13.7

***، ** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و غیر معنی‌دار.

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

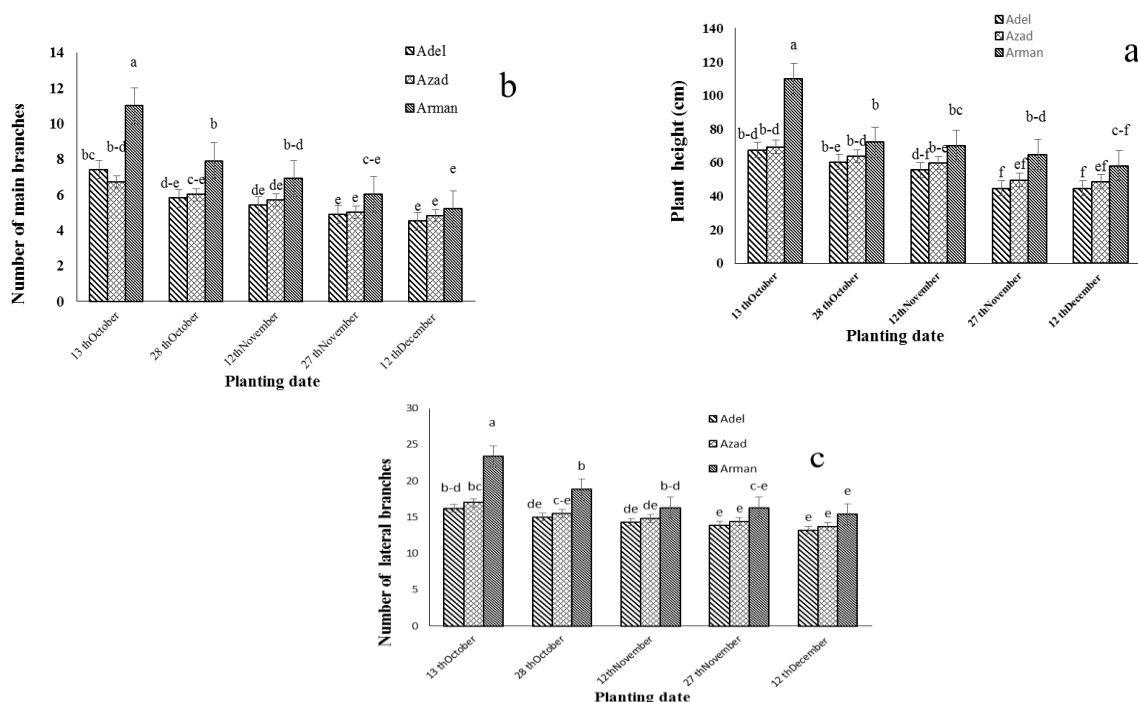
۱c). محققان در ارزیابی ویژگی‌های رشدی، عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم نخود زراعی در کشت انتظاری و بهاره در منطقه همدان بیان کردند که بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته نخود، در تیمار تاریخ کشت اول (۲۰ دی) و کمترین آن با حدود ۴۷ درصد کاهش، در تیمار کشت بهاره (۲۰ فروردین) مشاهده شد (Seyedi *et al.*, 2018). همچنین تعداد شاخه گیاهان نخود کشت شده در تاریخ ۲۵ اکتبر (سوم آبان) منطقه پنجاب نسبت به تاریخ‌های کشت ۱۰ اکتبر (هجدهم مهر) و ۱۰ نوامبر (نوزدهم آبان)

تعداد شاخه اصلی و فرعی

اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر تعداد شاخه اصلی و شاخه فرعی معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در تاریخ کاشت ۲۱ مهر، بیشترین تعداد شاخه اصلی مربوط به رقم آرمان با میانگین ۱۱ شاخه در بوته بود (شکل ۱b). همچنین تاریخ کاشت ۲۱ مهر و رقم آرمان با میانگین ۲۳/۴ شاخه فرعی در بوته، دارای بیشترین و تاریخ کاشت ۲۱ آذر و رقم عادل با میانگین ۱۳/۲ شاخه فرعی در بوته، دارای کمترین تعداد شاخه فرعی بودند (شکل

شده است که اقلیم مناسب رقم آرمان و آزاد، مناطق معتدل و نیمه‌گرمسیری و رقم عادل، مناطق سرد و نیمه‌گرمسیری است (Shobiri, 2014; Omidi, 2017). در نتیجه رقم عادل از یک سو به دمای پایین‌تری برای کشت بهینه نیاز دارد و از سوی دیگر، مدت زمان مناسب برای رشد رویشی مطلوب، دارای اهمیت است. رقم عادل، کمترین رشد رویشی (ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های فرعی) را داشت که منجر به کاهش رشد زایشی گیاه (تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه) شد. با توجه به اقلیم جیرفت (متوسط دمایی بالا) (جدول ۱) و حساسیت رقم عادل به دما، این رقم مناسب کشت در این منطقه نبود و رشد این رقم نسبت به رقم‌های آرمان و آزاد، کمتر بود.

افزایش نشان داده است (Singh *et al.*, 2019). در پژوهشی با ارزیابی اثر ارقام و تاریخ کاشت بر مقدار جذب عناصر غذایی و عملکرد نخود در هند مشخص شد که تاخیر در کشت نخود، باعث کاهش جذب عناصر غذایی نظیر فسفر و پتاسیم و نیتروژن، کاهش تولید ماده خشک و عملکرد گیاه نخود شده است (Neenu *et al.*, 2017). در تحقیق حاضر، بین تعداد شاخه اصلی و فرعی و ارتفاع گیاه، همبستگی بالایی (حدود $R^2=0.8$) وجود داشت (جدول ۴)؛ بنابراین تغییر رطوبت خاک و درجه حرارت بالا و همچنین طول دوره رشد، احتمالاً بر مقدار جذب عناصر توسط گیاه اثر گذاشته است و منجر به کاهش ارتفاع و در نهایت کم شدن تعداد شاخه‌های اصلی و فرعی در در کشت‌های دیرهنگام گیاهان نخود شده است. گزارش



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر ارتفاع بوته (a)، تعداد شاخه اصلی (b)، تعداد شاخه فرعی (c) در نخود.

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Figure 1. Mean comparison of the interaction effects of planting date and cultivar on plant height (a), number of main branches (b) and number of sun-branches (c). Means with the same letters are not significantly different at 5% level, based on Duncan test.

۶۶/۵) در تاریخ کشت اول (۲۱ مهر) بود و نسبت به تاریخ کشت آخر (۲۱ آذر)، ۶۱/۹ درصد افزایش داشت. بهترین ترکیب تیماری از لحاظ تعداد

تعداد غلاف در بوته

اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین تعداد غلاف در بوته

دارد. گزارش شده است که تعداد دانه در غلاف در نخودهای کشت شده در تاریخ سه آبان، افزایش معنی‌داری نسبت به تاریخ‌های کشت ۱۸ مهر و ۱۹ آبان نشان داده است (Singh *et al.*, 2019)؛ در حالی که محققان در پژوهشی دیگر بیان کردند که روش‌های مختلف کشت و تغییر در شرایط آب و هوایی، اختلاف کمی در تعداد دانه ایجاد می‌نماید و تعداد دانه در غلاف حبوبات را باثبات‌ترین صفت اجزای عملکرد گزارش کردند (Khoocheki & Banayan Aval, 2004). ارزیابی واکنش سه رقم نخود به تاریخ‌های مختلف کشت تحت شرایط دیم در منطقه همدان نشان داد که بهترین ترکیب تیماری از لحاظ تعداد دانه در بوته، به رقم هاشم در تاریخ کاشت اول تعلق داشت (Hamzei & Seyedi, 2012). همچنین نتایج ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در گیاه نخود نشان داد که بین صفات تعداد دانه در غلاف با تعداد غلاف در بوته با تعداد شاخه‌های جانبی و اصلی همبستگی (حدود $R^2=0.9$) وجود دارد (جدول ۴)؛ بنابراین رشد رویشی مناسب در پاییز (در تاریخ کشت اول) که ناشی از شرایط دمایی، رطوبت و بارندگی است، منجر به افزایش تحمل گیاه به زمستان‌گذرانی شده است و در نهایت، افزایش گلدهی (تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف) در اوایل بهار را در پی داشته است. تاخیر در تاریخ کشت به دلیل کاهش رطوبت نسبی و دمای مناسب در فصل رویشی، دوره گلدهی را شدیداً تحت تاثیر قرار خواهد داد.

وزن صد دانه

اثر تاریخ کاشت و رقم بر وزن صد دانه معنی‌دار بود (جدول ۳).

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم نشان داد که بیشترین وزن صد دانه در تاریخ کاشت ۲۱ مهر و رقم آرمان با میانگین ۳۹/۲ گرم و کمترین آن از تاریخ کاشت ۲۱ آذر و رقم عادل با میانگین ۲۱/۵ گرم به‌دست آمد شد (شکل ۲b).

غلاف در بوته، به رقم آرمان و تاریخ کاشت ۲۱ مهر با میانگین ۹۸/۴ غلاف در بوته و کمترین آن با میانگین ۱۵/۷ غلاف در بوته، به رقم عادل و تاریخ کاشت آخر (۲۱ آذر) تعلق داشت؛ در تمامی تاریخ‌های کاشت، رقم آرمان بیشترین تعداد غلاف در بوته را داشت و تعداد غلاف در بوته در تاریخ کاشت پنجم (۲۱ آذر) نسبت به تاریخ کاشت اول (۲۱ مهر)، ۶۴/۲ درصد کاهش داشت (شکل ۲a). نتایج بررسی تاریخ کاشت و ارقام نخود در منطقه سراوان بیانگر آن است که بیشترین تعداد غلاف در بوته در تاریخ کاشت اول و ژنوتیپ MCC361 مشاهده شد که ۳/۳۸ برابر نسبت به ژنوتیپ MCC770 در تاریخ کاشت سوم بیشتر بود (Zafarani *et al.*, 2014).

نتایج تحقیقی در بنگلادش نشان داد که بیشترین تعداد غلاف بوته در ۲۰ نوامبر (۲۹ آبان-تاریخ کاشت دوم) به‌دست آمد که به‌طور قابل‌توجهی بیشتر از سایر تاریخ‌های کاشت بود (Ahmed *et al.*, 2011). افزایش تعداد غلاف در بوته در تاریخ کاشت‌های زود هنگام را می‌توان ناشی از طولانی بودن دوره رشد رویشی و تولید شاخه‌های فرعی در بوته دانست. از طرف دیگر نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین تعداد غلاف در بوته و شاخه فرعی و اصلی در تاریخ کاشت ۲۱ مهر و رقم آرمان تولید شد (شکل‌های ۱b، ۱c و ۲a). با توجه به این که نخود، گیاهی با رشد نامحدود است و غلاف‌ها بر روی شاخه اصلی و فرعی ظاهر می‌شوند، بنابراین بالا بودن تعداد شاخه فرعی و اصلی می‌تواند دلیل افزایش غلاف ایجاد شده باشد. نتایج حاصل از ضرایب همبستگی تعداد غلاف در بوته و تعداد شاخه اصلی و فرعی (حدود $R^2=0.9$)، بیانگر این مطلب است (جدول ۴).

تعداد دانه در غلاف

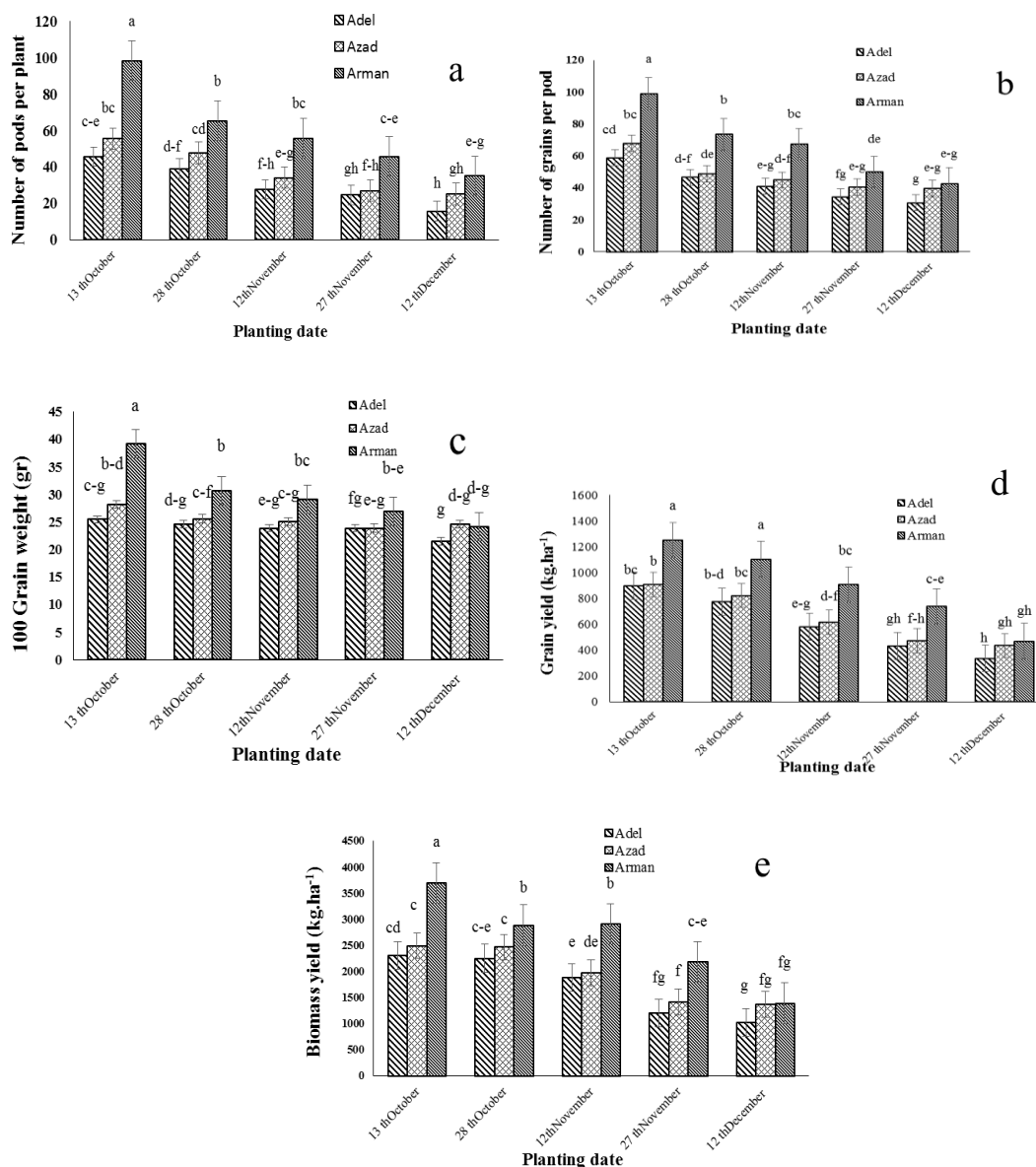
اثر تاریخ کاشت و رقم بر تعداد دانه در غلاف معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین و کمترین تعداد دانه در غلاف، به ترتیب به تاریخ کاشت ۲۱ مهر و ۲۱ آذر تعلق داشت که با تاریخ کاشت سوم تفاوت معنی‌داری نداشت. در مورد اثر تاریخ کشت بر تعداد دانه، گزارشات متفاوتی وجود

جدول ۴- ضرایب همبستگی برخی صفات مورد مطالعه ارقام مختلف نخود، تحت تأثیر تاریخ‌های کاشت
Table 4. Correlation coefficients of studied traits of different chickpea cultivars under the effect of sowing date

	Height	lateral branches	main branches	Number of pods	100 grains weight	Number of grains	Grain yield	Biological yield	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Total chlorophyll	Anthocyanins	Phenol leaves	Leaf total protein
Height	1													
Llateral branches Main branches	0.86**	1												
branches	0.79**	0.87**	1											
Number of pods	0.85**	0.88**	0.88**	1										
100 grains weight	0.79**	0.82**	0.85**	0.88**	1									
Number of grains	0.84**	0.87**	0.89**	0.89**	0.85**	1								
Grain yield	0.84**	0.87**	0.84**	0.89**	0.82**	0.88**	1							
Biological yield	0.81**	0.81**	0.79**	0.86**	0.77**	0.88**	0.92**	1						
Chlorophyll a	0.24 ^{ns}	0.31*	0.21 ^{ns}	0.31*	0.16 ^{ns}	0.303*	0.33*	0.44**	1					
Chlorophyll b	0.34*	0.38**	0.39**	0.52**	0.36*	0.5**	0.48**	0.61**	0.7**	1				
Total chlorophyll	0.31*	0.37*	0.31*	0.44**	0.27 ^{ns}	0.42**	0.43**	0.7**	0.93**	0.9**	1			
Anthocyanins	0.33*	0.43**	0.33*	0.35*	0.23 ^{ns}	0.34*	0.4**	0.38**	0.51**	0.35*	0.47**	1		
Phenol leaves	-0.75**	-0.66**	-0.72**	-0.73**	-0.71**	-0.71**	-0.72**	-0.71**	-0.17**	-0.42**	-0.31*	-0.26 ^{ns}	1	
Leaf total protein	-0.18 ^{ns}	-0.15 ^{ns}	-0.25 ^{ns}	-0.16 ^{ns}	-0.23 ^{ns}	-0.26 ^{ns}	-0.15 ^{ns}	-0.02 ^{ns}	0.04 ^{ns}	-0.09 ^{ns}	-0.01 ^{ns}	0.11 ^{ns}	0.29*	1

**, * و ^{ns}: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و غیر معنی‌دار.

** , * and ^{ns}: significant at 1% and 5% of probability levels and non-significant, respectively.



شکل ۲- اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر تعداد غلاف در بوته (a)، تعداد دانه در غلاف (b)، وزن صد دانه (c)، عملکرد دانه (d) و عملکرد زیست توده (e) نمود. میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Figure 2. Mean comparison of the interaction effects of planting date × cultivar on number of pods per plant (a), number of grains per pod (b), 100-grain weight (c), grain yield (d), and biomass yield (e). Similar letters indicate no significant difference at 5% of probability level, based on Duncan test .

تاریخ کاشت ۳۰ دسامبر (تاریخ کاشت ششم) تعلق داشت (Ahmed *et al.*, 2011). در این پژوهش، بین وزن صد دانه با تعداد شاخه اصلی و فرعی و ارتفاع گیاه، همبستگی بالایی (حدود $R^2=0.8$) و با کلروفیل کل، همبستگی کمی (حدود $R^2=0.4$) وجود داشت (جدول ۴). به نظر می‌رسد که بهبود رشد گیاه در تاریخ کشت اول، ناشی از شرایط دمایی و رطوبتی

در بررسی که طی دو سال زراعی بر روی نخود در بنگلادش صورت گرفت گزارش شد که با تأخیر در کاشت، وزن صد دانه کاهش یافت، به طوری که بالاترین وزن صد دانه به طور مشترک در تاریخ‌های کاشت ۲۰ نوامبر (تاریخ کاشت دوم)، ۱۰ نوامبر (تاریخ کاشت اول)، ۳۰ نوامبر (تاریخ کاشت سوم) و ۱۰ دسامبر (تاریخ کاشت چهارم) مشاهده شد و کمترین آن به

کاشت آخر (۲۰ فروردین) و رقم آزاد تعلق گرفت (Seyedi et al., 2018). Ahmed et al. (2011) در بررسی دو ساله بر روی نخود در بنگلادش گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه (۱۸۴۸ و ۱۸۷۳ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت دوم (۲۰ نوامبر) به‌دست آمد؛ در حالی که کمترین آن (۱۰۷۷ و ۱۱۵۴ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت سوم (۳۰ دسامبر) تولید شد. محققان در مطالعه اثر تاریخ‌های مختلف کاشت بر عملکرد دانه نخود سفید گزارش کردند که در تاریخ کاشت اول (۲۷ آذر) و دوم (۱۴ دی)، عملکرد دانه نخود نسبت به تاریخ کاشت سوم (۲۶ فروردین) بیشتری شد (Pezeshkpoor et al., 2005). همچنین نتایج ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در گیاه نخود نشان داد که بین صفت عملکرد دانه با تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته با تعداد شاخه‌های جانبی و اصلی همبستگی حدود $R^2=0.8-$ و 0.9 و با کلروفیل کل $R^2=0.4$ وجود داشت (جدول ۴). تاخیر در کشت نخود در هند، باعث کاهش جذب فسفر و پتاسیم، تثبیت نیتروژن و جذب آن، تولید ماده خشک و عملکرد گیاه نخود شد (Neenu et al., 2017). زمان مناسب کاشت و سرمازدگی در تاریخ کاشت پاییزه، اهمیت زیادی دارد و گیاه باید قبل از فرا رسیدن فصل سرما، رشد مطلوب و ذخیره غذایی کافی داشته باشد تا بتواند تنش سرما را تحمل نماید. با تاخیر در تاریخ کشت، زمان گرده افشانی تسریع شده است و سرعت نمو افزایش و طول دوره گلدهی کاهش یافته است؛ بنابراین زمان مورد نیاز برای مراحل رشد گیاهچه‌ای، رشد سریع، گلدهی، غلاف دهی و دانه بستن کوتاهتر شد و این امر کاهش عملکرد دانه را به دنبال داشت؛ در ضمن دمای بالا همراه با کاهش رطوبت هوا، سبب پژمردگی غنچه‌های گل‌ها و کاهش عملکرد می‌شود.

عملکرد زیست‌توده

اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر عملکرد زیست‌توده معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین و کمترین مقدار عملکرد زیست‌توده، به ترتیب در تاریخ کاشت اول در رقم آرمان و تاریخ کاشت آخر در رقم عادل به‌دست

بهتر (عدم برخورد با تنش‌های گرما و خشکی انتهای فصل) بود که با تولید گیاهان با سیستم ریشه‌های مستحکم، افزایش متابولیسم و ذخیره مناسب متابولیت‌ها در این دوره، منجر به رشد و بقای بهتر گیاه شد و افزایش کیفیت و کمیت دانه را به همراه داشت. انتخاب نوع رقم نیز می‌تواند تأثیر زیادی بر روی عملکرد نخود داشته باشد (Khan & Khan, 2015). با تاخیر در تاریخ کشت، جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و رشد سریع از مراحل فنولوژی گیاه (رشد رویشی) شدت تحت تأثیر قرار گرفت و به تبع آن مراحل گلدهی، غلاف دهی و دانه بستن از رشد زایشی را تحت تأثیر قرار داد، به طوری که کوتاه شدن طول دوره رشد رویشی، با کاهش فراورده‌های فتوسنتزی در گیاه همراه بود و مواد فتوسنتزی کمتری به اندام‌های زایشی اختصاص یافت؛ بنابراین وزن صد دانه کاهش یافت. از این رو طولانی شدن طول دوره رشد رویشی در اوایل مهر و استفاده بهینه از نور، رطوبت و جذب بیشتر عناصر معدنی، به گیاه فرصت بیشتری برای ذخیره مواد غذایی می‌دهد و بر مراحل غلاف دهی و پر شدن دانه اثر می‌گذارد.

عملکرد دانه

اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). تاریخ کاشت اول و آخر، به ترتیب دارای بیشترین (۱۲۸۶ کیلوگرم) و کمترین (۶۰۲ کیلوگرم) عملکرد دانه بودند. رقم آرمان در تمامی تاریخ‌های کاشت، بیشترین عملکرد دانه را داشت. عملکرد دانه در تاریخ کاشت پنجم (۲۱ آذر) نسبت به تاریخ کاشت اول (۲۱ مهر)، $72/8\%$ درصد کاهش نشان داد (شکل ۲c). Beleggia et al. (2021) در پژوهشی، با تاخیر در زمان کاشت گیاهان، کاهش قابل توجهی در عملکرد دانه در سه گونه از غلات مشاهده کردند و بیان نمودند که این کاهش، به ارقام گیاهی وابسته است، به طوری که در جو (۵۰/۴ درصد)، کمتر از گندم (به ترتیب ۷۰/۳ درصد) بود. محققان در بررسی تاریخ کاشت نخود در منطقه همدان گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه نخود در تاریخ کاشت اول (۲۰ دی) و رقم هاشم به‌دست آمد و کمترین آن به تاریخ

گیاه نخود در پنج تاریخ کشت بیان شد که رقم آرمان نسبت به رقم آزاد و تاریخ ۱۶ فروردین نسبت به ۲۰ مهر، ۱۰ و ۳۰ آبان و ۲۵ اسفند دارای مقایر بالاتری کلروفیل a داشت، در حالی که بیشترین کلروفیل b در رقم آرمان و تاریخ کشت ۲۰ مهر ثبت شد (Sadeghi *et al.*, 2011). نتایج بررسی کلروفیل کل در تاریخ کاشت‌های مختلف نشان داد که تاریخ کاشت ۲۱ مهر و رقم آزاد با میانگین ۱۸/۵ میلی‌گرم در گرم وزن تر، دارای بیشترین میزان کلروفیل بود که با رقم عادل در همین تاریخ کاشت (۱۶/۹ میلی‌گرم در گرم وزن تر) اختلاف آماری معنی‌داری نداشت. تمامی ارقام مورد مطالعه در تاریخ کاشت ۲۱ آذر و رقم عادل در تاریخ کاشت ۲۱ آبان و شش آذر و رقم آزاد در تاریخ کاشت شش آذر، دارای کمترین میزان کلروفیل کل بودند (شکل ۳c). در بررسی اثر تاریخ کشت بر عملکرد و محتوای کلروفیل سه ژنوتیپ گندم، محققان به این نتیجه رسیدند که مقدار کاهش کلروفیل در سه ژنوتیپ، متاثر از تاریخ کشت بود و این تغییرات در محتوای کلروفیل، به ژنوتیپ گیاه نیز وابسته است (Ghazvineh *et al.*, 2020). در تحقیقی که به منظور بررسی تأثیر سه تاریخ کاشت اواخر آذر، اواسط دی و اواخر فروردین روی پنج رقم نخود انجام شد، محققان دریافتند با تأخیر در کاشت، از میزان کلروفیل برگ‌ها به دلیل مواجه با تنش‌های اکسیداتیو آخر فصل کاسته شد (Pezeshkpoor *et al.*, 2005). در نهایت، کاهش کلروفیل منجر به کم شدن رشد گیاهان می‌شود (Ghazvineh *et al.*, 2020). نتایج ضریب همبستگی نشان داد که بین کلروفیل کل با عملکرد زیست توده همبستگی مثبت ($R^2=0.7$) وجود داشت (جدول ۴). بر اساس مقایسه میانگین انجام شده، بیشترین میزان نسبت کلروفیل a/b در تاریخ کاشت ۲۱ آبان و در رقم آزاد با میانگین ۲/۲۲ درصد مشاهده شد (شکل ۳d). در مطالعه‌ای که بر روی ژنوتیپ‌های مختلف گیاه ذرت انجام شد مشخص شد که کلروفیل b، حساسیت بیشتری نسبت به کلروفیل a به تنش‌های محیطی و تغییر در تاریخ کشت داشته است (Benjamin *et al.*, 2006). بنابراین کاهش بیشتر کلروفیل b در تاریخ

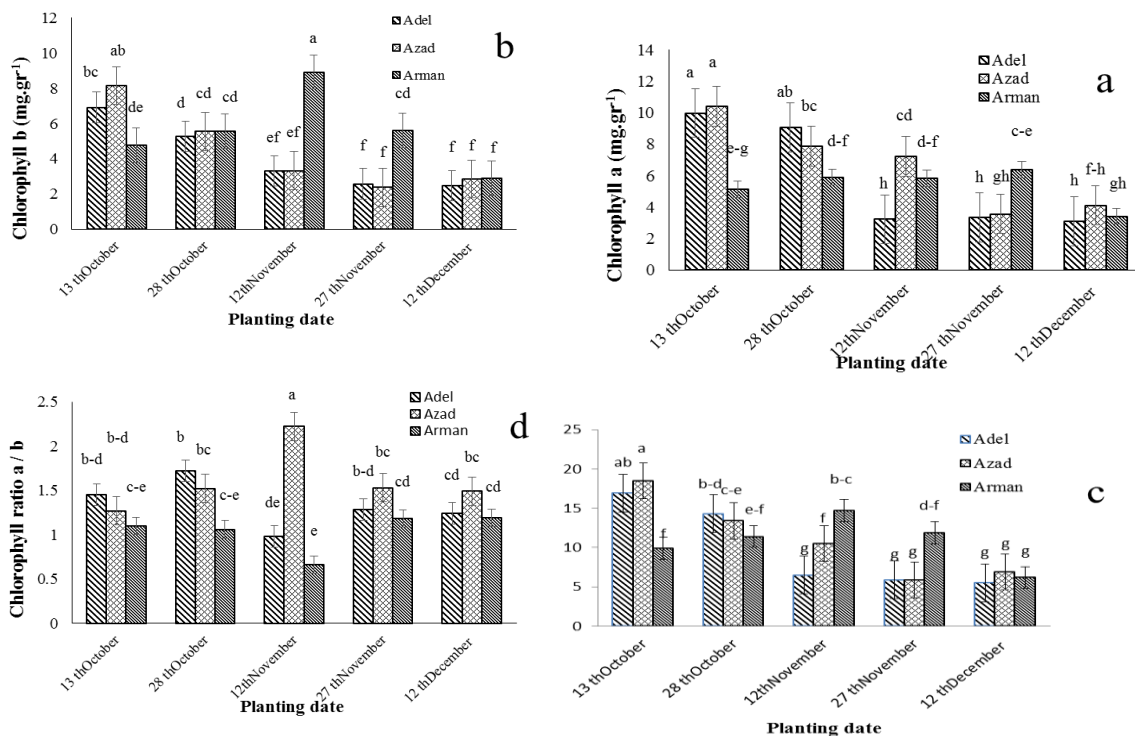
آمد. در تمامی تاریخ‌های کاشت، رقم آرمان بیشترین عملکرد زیست‌توده و رقم عادل کمترین آن را داشتند. عملکرد زیست‌توده رقم آرمان در تاریخ‌های کاشت دوم، سوم، چهارم و پنجم نسبت به تاریخ کاشت اول، به ترتیب ۲۸/۸، ۳۶/۱، ۵۱/۸ و ۵۴/۴ درصد کاهش نشان داد (شکل ۲e). به نظر می‌رسد که درجه حرارت بالا در مراحل پایانی رشد نخود همراه با کوتاه‌تر شدن طول دوره رشد (رشد سریع) در تاریخ کاشت آذر، شرایط بحرانی را برای گیاه نخود به وجود می‌آورد. علاوه بر آن، افزایش طول دوره رشد نخود و استقرار خوب بوته‌ها در تاریخ کاشت مهر، عامل تکمیل سریع‌تر پوشش گیاهی و تولید زیست توده بالاتر بوده است. رقم آرمان دارای بیشترین عملکرد زیست‌توده بود. به نظر می‌رسد که دلیل آن، ویژگی‌های مورفولوژیکی این رقم نظیر ارتفاع بلندتر و تعداد شاخه اصلی و شاخه فرعی بیشتر نسبت به سایر ارقام باشد که در مجموع باعث افزایش تولید زیست توده بالاتر در این رقم شده است. نتایج حاصل از بررسی *et al.* Seyedi (2018) نشان داد که کمترین عملکرد زیست‌توده با ۶۰ درصد کاهش، در رقم آزاد و تاریخ کاشت ۲۰ فروردین (تاریخ کاشت آخر) به دست آمد.

رنگدانه‌های فتوسنتزی

اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر مقدار کلروفیل a, b کل و نسبت کلروفیل a/b معنی‌دار بود ($p \leq 0.01$) (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل a در تاریخ کاشت ۲۱ مهر و به‌طور مشترک در ارقام عادل و آزاد با میانگین به ترتیب ۹/۹۹ و ۱۰/۴۱ میلی‌گرم در گرم وزن تر مشاهده شد که با رقم عادل در تاریخ کاشت شش آبان با میانگین ۹/۰۷ میلی‌گرم در گرم وزن تر، تفاوت آماری معنی‌داری نداشت (شکل ۳a). همچنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل b در رقم آرمان و تاریخ کاشت ۲۱ آبان با میانگین ۸/۹۳ میلی‌گرم در گرم وزن تر تولید شد که با میزان کلروفیل b در تاریخ کاشت ۲۱ مهر و رقم آزاد (۸/۱۵ میلی‌گرم در گرم وزن تر) اختلاف آماری معنی‌داری نداشت (شکل ۳b). در پژوهشی با بررسی پنج ژنوتیپ

کلروفیل *a* (رنگدانه اصلی فتوسنتزی)، بیانگر مناسب بودن این رقم بود.

کشت پنجم، ناشی از تخریب غشاء کلروپلاست و کلروفیل بود. در رقم آرمان، با افزایش مقدار کلروفیل *b* (یک رنگدانه کمکی) و افزایش نسبت آن به

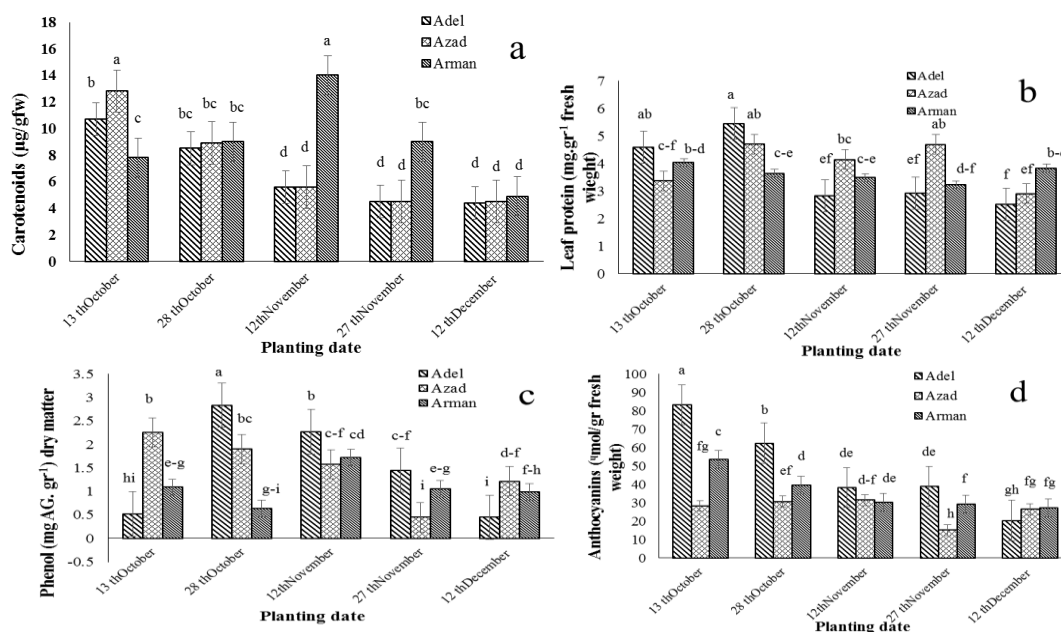


شکل ۳- اثر متقابل تاریخ کاشت در رقم بر کلروفیل *a* (a)، کلروفیل *b* (b)، کلروفیل کل (c) و نسبت کلروفیل *a/b* (d). میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند
Figure 3. Mean comparison of the interaction effects of planting date × cultivar on chlorophyll *a* (a), chlorophyll *b* (b), total chlorophyll (c) and chlorophyll ratio *a/b* (d). Similar letters indicate no significant difference at 5% of probability level, based on Duncan test.

تاخیر در زمان کاشت در جو، گندم معمولی و گندم دوروم، به ترتیب ۱۲/۲٪، ۱۵/۷٪ و ۲۷/۸٪ افزایش یافت (Beleggia *et al.*, 2021). تجمع کاروتنوئیدها در رقم آرمان و احتمالاً سایر اجزای سیستم آنتی‌اکسیدان، منجر به حذف رادیکال‌های آزاد اکسیژن شده است و در نهایت با حفظ گیاه از آسیب اکسیداتیو ناشی از تنش‌های محیطی، میزان عملکرد این رقم را بهبود بخشیده است، درحالی‌که رقم آزاد با افزایش مقدار کاروتنوئیدها تا حدودی شدت تنش را کاهش داده است.

کاروتنوئیدها

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بهترین ترکیب تیماری از لحاظ کاروتنوئیدها مربوط به رقم آزاد در تاریخ‌های کاشت ۲۱ مهر و ۲۱ آبان با میانگین به ترتیب ۱۲/۸ و ۱۴ میکروگرم بر گرم وزن تر بود (شکل ۴a). کاروتنوئیدها (شامل کاروتن‌ها و گزانتوفیل‌ها) با حذف رادیکال‌های اکسیژن تولید شده، از گیاهان در مقابل تنش‌های محیطی (آخر فصل) حفاظت می‌کنند (Parsa Motlagh *et al.*, 2018). گزارش شده است که مقدار کاروتنوئیدها با



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت در رقم بر کاروتنوئیدها (a)، پروتئین کل برگ (b)، فنل برگ (c) و آنتوسیانین برگ (d). میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند

Figure 4. Mean comparison of the interaction effects of planting date x cultivar on carotenoids (a), leaf total protein (b), leaf phenol (c) and leaf anthocyanin (d). Similar letters indicate no significant difference at 5% of probability level, based on Duncan test.

فتوسنتز و در نهایت متابولیت گیاه نظیر پروتئین کل برگ می‌شود. با توجه به کاهش جذب تشعشع فعال فتوسنتزی در رقم آزاد نسبت به آرمان، احتمالاً باعث کاهش فتوسنتز در گیاهان و کاهش پروتئین کل در برگ در رقم آزاد نسبت به آرمان شده است. بنابراین کاهش پروتئین کل برگ و عملکرد گیاه نخود در تاریخ کشت ۲۱ آذر ماه را می‌توان به کاهش فتوسنتز نسبت داد. افزایش در تاریخ‌های کاشت اول و دوم، نشانگر شرایط بهتر نسبت به سایر تاریخ‌های کشت برای گیاه نخود بود، درحالی‌که افزایش مقدار پروتئین کل در رقم عادل و تاریخ کشت شش آبان، ناشی از تفاوت‌هایی در ژنتیک آن‌ها در مقابله با تغییرات محیطی بود.

ترکیبات فنلی و آنتوسیانین برگ

اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر مقدار فنل و آنتوسیانین برگ معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت در رقم بیانگر آن است که در تاریخ کاشت شش آذر، بیشترین میزان فنل برگ به رقم عادل با میانگین ۲/۸۴ میلی‌گرم بر

پروتئین کل برگ

اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر پروتئین کل برگ نیز معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تاریخ‌های کاشت اول (۲۱ مهر) و دوم (شش آبان) با میانگین‌های به‌ترتیب چهار و ۴/۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر، دارای بیشترین میزان پروتئین کل برگ بودند (جدول ۴). بیشترین میزان پروتئین کل برگ مربوط به رقم عادل و تاریخ کاشت شش آبان (۵/۴۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و کمترین آن متعلق به تاریخ کاشت ۲۱ آذر و رقم عادل (۲/۵۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود (شکل ۴b). Aghei & Sadeghi poor (2011) گزارش کردند که میزان تشعشع جذب شده در زمان گلدهی بین ژنوتیپ‌های گیاه نخود در تاریخ‌های کشت مختلف متفاوت بوده است، به‌طوری‌که رقم آرمان نسبت به رقم آزاد و تاریخ ۳۰ آبان نسبت به ۲۰ مهر، ۱۰ آبان، ۳۰ آبان (پاییزه)، ۲۵ اسفند و ۱۶ فروردین (بهاره)، میزان بیشتری تشعشع در زمان گلدهی جذب کرده‌اند. در نتیجه تأخیر در کاشت، سبب کاهش جذب تشعشع فعال فتوسنتزی،

تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، مقدار کلروفیل کل و آنتوسیانین‌ها نسبت به شاهد شد و بین این صفات همبستگی وجود داشت. با تاخیر در تاریخ کشت، جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و رشد سریع تحت تأثیر قرار گرفت و سبب کاهش مرحله رشد رویشی گیاه شد. با کوتاه شدن طول رشد رویشی، کاهش فراورده‌های فتوسنتزی در گیاه همراه بود و مواد فتوسنتزی کمتری به اندام‌های زایشی انتقال یافت؛ بنابراین عملکرد گیاه را کاهش داد، درحالی‌که وجود دمای مناسب در ابتدای پاییز (تاریخ کشت اول) و وجود رطوبت نسبی مناسب (۳۶-۵۵ درصد) در جیرفت، سبب جوانه‌زنی سریعتر بذرها شد و این امر موجب طولانی‌تر شدن مرحله رشد رویشی گیاه نخود شد. بنابراین کشت نخود در مهرماه، منجر به بهبود ویژگی‌های رشدی، اجزای عملکرد و عملکرد این گیاه می‌شود، به‌نحوی‌که افزایش طول دوره رشد و همچنین عدم برخورد مراحل حساس گلدهی و غلاف‌دهی به گرمای انتهای فصل، منجر به افزایش اجزای عملکرد و عملکرد زیست‌توده و دانه می‌شود. بر اساس نتایج این مطالعه، جهت دستیابی به حداکثر عملکرد دانه نخود می‌توان از تاریخ کاشت ۲۱ مهر و رقم آرمان در منطقه جیرفت استفاده نمود.

گرم وزن تر و کمترین آن به تاریخ کاشت ۲۱ آذر و رقم عادل تعلق داشت (شکل ۴c). همچنین مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت در رقم نشان داد که رقم عادل در تاریخ کاشت ۲۱ مهر (۸۳/۲۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر)، دارای بیشترین و رقم عادل در تاریخ کاشت ۲۱ آذر (۲۰/۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر)، دارای کمترین میزان آنتوسیانین در گیاه نخود بودند (شکل ۴d). ترکیبات فنلی و آنتوسیانین‌ها با حذف رادیکال‌های آزاد، موجب حفاظت گیاه در برابر تنش‌های ناشی از تاخیر در تاریخ کشت می‌شوند (Parsa Motlagh *et al.*, 2018; Beleggia *et al.*, 2021). تحقیقات نشان داده‌اند که تاخیر در تاریخ کشت، مقدار ترکیبات فنلی و آنتوسیانین‌ها را در جو، گندم و گندم دوروم افزایش می‌دهد (Beleggia *et al.*, 2021). وجود این مواد در برگ، مانع کاهش رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاهان شده است؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که افزایش مقدار ترکیبات فنلی و آنتوسیانین‌های موجود در برگ، به‌عنوان گیرنده رادیکال‌های آزاد عمل می‌کنند و گیاهان را در برابر تنش‌های اکسیداتیو محافظت می‌کنند.

نتیجه‌گیری کلی

تأخیر در تاریخ کشت موجب کاهش معنی‌دار ارتفاع گیاه، تعداد شاخه اصلی و فرعی، تعداد غلاف در بوته،

REFERENCES

- Ahmadi, K., Gholizadeh, H. Ebadzadeh, H. Hoseinpour, R. Hatami, F. Mohiti, Z. Fazli, B. & Rafiei M. (2018). Agricultural year book (2018-2019), Vol. 1. Ministry of Jihad-e-Agriculture, <http://www.maj.ir/portal/File/ShowFile.aspx?ID=6f66d3e3-0884-4823-b12d-6319a2edad84>. (In Persian)
- Ahmed, F., Islam, M. N. Jahan, M. A. Rahman, M. T. & Ali. M. Z. (2011). Phenology, growth and yield of chickpea as influenced weather variables under different sowing dates. *Journal of Experimental Biosciences*, 2(2), 83-88.
- Alessi, J., Power, J. F. & Zimmerman. D. C. (1981). Effects of seeding date and population on water-use efficiency and safflower yield. *Agronomy Journal*, 73(5), 783-787.
- Amiri, S. R. & Deihimfard. R. (2018). Can the dormant seeding of rain-fed lentil improve productivity and water use efficiency in arid and semi-arid conditions? *Field Crops Research*, 227, 67-78.
- Anonymous. 2014. FAOSTAT, FAO statistical yearbook. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, Italy. Retrieved from <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>.
- Beleggia, R., Ficco, D., Nigro, F. M., Giovanniello, V., Colecchia, S. A., Pecorella, I. & De Vita, P. (2021). Effect of sowing date on bioactive compounds and grain morphology of three pigmented cereal species. *Agronomy*, 11(3), 591.
- Benjamin, J. G. & D. C. Nielsen. (2006). Water deficit effects on root distribution of soybean, field pea and chickpea. *Field Crops Research* 97, 248-253.
- Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72, 248-254.

9. Daba, K., Warkentin, T. D. Bueckert, R. Todd, C. D. & Taran, B. (2016). Determination of photoperiod-sensitive phase in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Frontiers in Plant Science*, 7, 22-30.
10. Fang, X., Turner, N. C. Yan, G. Li, F. & Siddique. K. H. M. (2010). Flower numbers, pod production, pollen viability and pistil function are reduced and flower and pod abortion increased in Chickpea under terminal drought. *Journal of Experimental Botany*. 61, 335-345.
11. Farnia, A. & Morady, S. (2015). Study of the rainfed chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars response to planting dates in Kermanshah conditions. *Journal of Applied Research of Plant Ecophysiology*, 2(1), 47-64.
12. Ghazvineh, S., Valadabadi, A. Abdolahi, A., Seyfzadeh, S. & Zakerin, H. (2020). Response of durum wheat genotypes to different planting dates and plant densities under dryland conditions. *Journal of Crop Ecophysiology*, 14 (3), 401-422.
13. Gholami Zali, A., Ehsanzadeh, P. & Razmjo, J. (2015). Effects of irrigation regimes on seed yield and yield components of chickpea cultivars at two autumn and spring planting seasons in Lorestan province. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 46(1), 123-135.
14. Hamzei, J. & Seyedi, M. (2012). Response of three chickpea cultivars to different sowing dates under rainfed conditions in Hamedan region. *Agricultural Science and Sustainable Production*, 83-94.
15. Hashemabadi, D. & Sedaghtur, S. H. (2005). Investigate the effect of planting date and plant density on yield of winter bean Mazdarany. *Journal of Agricultural Sciences (University Azad Islamic)*. XII. (1),
16. Khan, R., & I. A. Khan. (2015). Varietal response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) towards the allelopathy of different weeds. *Sains Malaysiana*, 44, 25-30.
17. Khoocheki, A. & Banayan Aval, M. (2004). *Cultivation of Cereals*. Mashhad University Jahad Publications. 236 p. (In Persian)
18. Lichtenthaler, H. K. (1987). Chlorophyll fluorescence signatures of leaves during the autumnal chlorophyll breakdown. *Journal of Plant Physiology*, 131 (1-2), 101-110.
19. Majnoon Hoseini, N. (2015). *Agriculture and production of legumes (legumes in Iran)*. Jahad Publications. 284 p. (In Persian).
20. Mirzaei A, Naseri R. Torab Miri S .M., Soleymani Fard A. & Fathi A. (2017). Reaspose of yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars to the application of plant growth promoting rhizoh bacteria and nitrogen chemical fertilizer under rainfed conditions. *Journal of Crop Ecophysiology*, 11(4), 775-790.
21. Namvar, A. Sharifi, R. S., Sedighi, M., Asghari Zakaria, R., Khandan, T. & Eskandarpour, B. (2011). Study on the effects of organic and inorganic nitrogen fertilizer on yield, yield components, and nodulation state of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 42, 1097-1109.
22. Neenu, S., Ramesh, K., Ramana, S. & Somasundaram, J. (2017). Effect of cultivars and sowing dates on nutrient uptake and yield of chickpea under aberrant climatic conditions in black soils of central India. *Advances in Research*, pp.1-11.
23. Nezami, A & Bagheri, A. (2005). Responsiveness of cold tolerant chickpea characteristics in fall and spring planting: I- phenology and morphology. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 3 (1), 143-155.
24. Omid, A. (2017). *Crop cultivars (past and future)*. Agricultural Research, Education and Extension Organization. (In Persian)
25. Parsa Motlagh, B., Rezvani Moghaddam, P. & Azami Sardooei, Z. (2018). Responses of Calyx Phytochemical Characteristic, Yield and Yield Components of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) to Different Sowing Dates and Densities. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 5(2), 241-251.
26. Pezeshkpoor, P. Ahmadi, A. & Daneshvar, M. (2005). The effect of planting date on seed yield and yield components, leaf chlorophyll index and light penetration in the canopy floor of chickpea plant. *Cereals National Conference. Research Institute of Plant Sciences*, Ferdowsi University of Mashhad. 210 p.
27. Sadeghi poor, A. & Aghei, P. (2011). The effect of different planting dates on chlorophyll content, amount of absorbed radiation and leaf area index of chickpea cultivars. *Crop Production Research*, 3(1), 25-38.
28. Seyedi, M., Azadbakht, A. & Fesahat, A. (2018). Evaluation of growing properties, yield and component yield of three chickpea cultivar in waitng and spring sowing. *Journal of Agronomy and Plant Breeding*, 1(14), 73-86.

29. Shobiri, S. S. (2014). *Technical recommendations for planting, maintaining and harvesting dryland chickpea and introducing new cultivars*. Coordination Management of Agricultural Extension. (In Persian)
30. Sidlauskas, G. & Bernotas, S. (2003). Some factors affecting seed yield of spring oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Agronomy Research*, 1(2), 229–243.
31. Singh, A., Dhillon, B. S. & Sidhu, A. S. (2019). Productivity of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) under Different Sowing Date and Seed Rate in South West Punjab. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(05), 1419-1425.
32. Soland, S. & Laima, S. (1999). Phenolics and cold tolerance of *Brassica napus*. *Plant Agriculture*, 1, 1-5.
33. Wagner, G. J. (1979). Content and vacuole/extravacuole distribution of neutral sugars, free amino acids, and anthocyanin in protoplasts. *Plant Physiology*, 64 (1), 88-93.
34. Zafaranih, M., Nezami, A., Ziaee, S. M. & Jabbari, M. (2014). Possibility of chickpea autumn planting in Saravan condition. *Iranian Journal of Puleses Research*, 1(1), 23-32.
35. Zyaie, S. M. Nezami, A., Valizadeh, J. & Jafari. M. (2012). Evaluation of possible autumn planting of lentil in Saravan condition. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 104, 55-62.