Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Crop Production

Print ISSN: 2008- 739x
Online ISSN: 2008- 7403

Iranian Society of Agronomy and Plant Breeding Sciences

Effect of sowing date on the protein and saponin contents and grain yield of different quinoa genotypes in Jiroft

Mehdi Behroj[1], Farshid Ghaderi-Far[2*], Hamid Reza Sadeghipour[3], Asieh Siahmarguee[4], Mahmood Bagheri[5]

[1] PhD Student, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran, Email: mehdib1385@yahoo.com
[2] Associated Professor, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran, Email: farshidghaderifar@yahoo.com
[3] Associated Professor, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran, Email: h.r.sadeghipour@gmail.com
[4] Associated Professor, Department of Biology, Golestan University, Gorgan, Iran, Email: siahmargue@yahoo.com
[5] Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran, Email: mahmoudbagheri@ut.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2021/06/18
Revised: 2021/11/07
Accepted: 2021/12/21

Keywords:
Inflorescence length
Protein percentage
Saponin content
Seed yield

ABSTRACT

Background and objectives: Due to droughts, water crisis and increasing soil salinity in Jiroft in recent years, the cultivation of alternative crops for the cold season with low water requirements, high economic efficiency and compatible with the region and short growing period such as Chenopodium quinoa Willd seems necessary. But before introducing a new plant in an area, it is necessary to study the effect of various management factors on its quantitative and qualitative performance. Therefore, the aim of this study was to investigate the amount of protein, saponin content, yield and yield components of quinoa genotypes in autumn and winter crops.

Materials and methods: This experiment was performed as a split plot in the form of a randomized complete block design with four replications, in the research farm and laboratory of the Agricultural Research and Training Center and Natural Resources in the south of Kerman province in the two cropping years of 2018-2019. Planting date (autumn (23 Aug of 2018-2019) and winter (21 Jan of 2018-2019) was the main factor and the genotypes Titicaca, Redcarina, Gza1, Q12, Q18, Q21, Q22, Q26, Q29, Q31 were the second factors. In this experiment, traits such as stem length, the length of growth period, seed protein and saponin contents, 1000-seed weight and grain yield were determined.

Results: Combined analysis of variance of the data showed that the traits measured in this experiment (stem length, length of growth period, percentage of seed protein and saponin) were significantly affected by genotype, planting date and their interactions. Inflorescence length was only significantly affected by genotype. Stem length was very different in autumn and winter cultivation so that in autumn cultivation the highest stem length occurred in Q22 and Q12 genotypes but in winter cultivation the highest stem length was related to Q26 and Q29 genotypes. In all studied genotypes, the percentage of saponin and protein in autumn cultivation was less than winter cultivation, the range of changes in grain saponin and protein percentage was between 4.52 to 5.56 and 10.78-13.89 percent, respectively. Also, grain yield and 1000-seed weight of quinoa

were significantly affected by genotype, planting date and their interactions. The range of grain yield changes varied between 1.91 t ha^{-1} (autumn cultivation treatment and GZA1 genotype) to 3.99 t ha^{-1} (autumn cultivation treatment Q12).

Conclusion: The results of this study also showed that it is possible to cultivate this crop twice a year in Jiroft region, provided if appropriate cultivars are used. Therefore, Q12 and Q31 cultivars are recommended for autumn cultivation while Q29 and Q26 cultivars are recommended for winter cultivation.

Cite this article: Behroj, M., Ghaderi-Far, F., Sadeghipour, H.R., Siahmarguee, A., Bagheri, M. 2022. Effect of sowing date on the protein and saponin contents and grain yield of different quinoa genotypes in Jiroft. *Crop Production*, 15 (1), 121-140.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/EJCP.2022.19243.2437
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

تولید گیاهان زراعی
شاپا چاپی: ۲۰۰۸-۷۳۹x
شاپا الکترونیکی: ۲۰۰۸-۷۴۰۳

اثر تاریخ کاشت بر میزان پروتئین، محتوای ساپونین و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مختلف کینوا در شهرستان جیرفت

مهدی بهروج[۱]، فرشید قادری‌فر[۲*]، حمیدرضا صادقی‌پور[۳]، آسیه سیاهمرگویی[٤]، محمود باقری[٥]

۱.دانشجوی دکتری، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران، رایانامه: mehdib1385@yahoo.com
۲.دانشیار، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران، رایانامه:farshidghaderifar@yahoo.com
۳.دانشیار، گروه زیست شناسی، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران، رایانامه:h.r.sadeghipour@gmail.com
٤.دانشیار، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران، رایانامه:siahmargue@yahoo.com
٥.استادیار پژوهشی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران، رایانامه:mahmoudbagheri@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱٤۰۰/۰۳/۲۸
تاریخ ویرایش: ۱٤۰۰/۰۸/۱٦
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۰۹/۳۰

واژه‌های کلیدی:
درصد پروتیین
طول گل آذین
عملکرد دانه
محتوای ساپونین
پروتئین

چکیده

سابقه و هدف: با توجه به خشک‌سالی‌ها، بحران آب و افزایش شوری خاک که طی چند سال اخیر در منطقه جیرفت روی داده است، کشت محصولات جایگزین برای فصل خنک با نیاز آبی کم، صرفه اقتصادی بالا و سازگار با منطقه و دوره رشد کوتاه مانند کینوا (*henopodium quinoa* Willd) ضروری به نظر می‌رسد. اما قبل از معرفی یک گیاه جدید در یک منطقه، لازم است اثر عوامل مدیریتی مختلف بر عملکرد کمی و کیفی آن مورد بررسی قرار گیرد. از این‌رو، این مطالعه با هدف بررسی میزان پروتیین، محتوای ساپونین، عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های کینوا در کشت پاییزه و زمستانه انجام شد.

مواد و روش‌ها: این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ٤ تکرار، در مزرعه تحقیقاتی و آزمایشگاه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان در دو سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ اجرا گردید. تاریخ کاشت (پاییزه: اول شهریور ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ و زمستانه: اول بهمن ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸) به عنوان عامل اصلی و ژنوتیپ‌های Titicaca، Redcarina، Gza1، Q12، Q18، Q21، Q22، Q26، Q29 و Q31 به عنوان عامل فرعی بودند. در این آزمایش صفاتی نظیر طول ساقه، طول دوره رشد، درصد پروتیین، ساپونین دانه، وزن هزاردانه و عملکرد دانه مورد بررسی قرار گرفتند.

یافته‌ها: تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش (طول ساقه، طول دوره رشد، درصد پروتیین و ساپونین دانه) تحت تاثیر معنی‌دار ژنوتیپ، تاریخ کاشت و اثر متقابل تاریخ کاشت و ژنوتیپ قرار گرفتند. طول گل آذین تنها تحت تاثیر معنی‌دار ژنوتیپ قرار گرفت. طول ساقه در کشت پاییزه و زمستانه بسیار متفاوت بود به طوری که در کشت پاییزه بیش‌ترین طول ساقه در ژنوتیپ Q22 و Q12 مشاهده شد، اما در کشت زمستانه بیش‌ترین طول ساقه مربوط به ژنوتیپ‌های Q26 و Q29 بود. همچنین، نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و تاریخ کاشت نشان داد که در تمام ژنوتیپ‌های مورد مطالعه درصد ساپونین و پروتیین در کشت پاییزه کم‌تر از کشت زمستانه بود، دامنه تغیرات درصد ساپونین و پروتیین دانه به ترتیب بین ٤/۵۲ تا ۵/۵٦ درصد و ۱۰/۷۸ تا ۱۳/۸۹ درصد بود. همچنین، عملکرد دانه و وزن هزاردانه کینوا تحت تاثیر معنی‌دار ژنوتیپ، تاریخ کاشت و اثرات متقابل آن‌ها قرار گرفت. دامنه تغییرات عملکرد دانه بین ۱/۹۱ (تیمار کشت پاییزه و ژنوتیپ GZA1) و ۳/۹۹ تن در هکتار (تیمار کشت پاییزه Q12) مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: نتایج این تحقیق نیز نشان داد که امکان دو بار کشت این محصول در یک سال در منطقه جیرفت امکان‌پذیر است، مشروط بر اینکه از ارقام مناسب استفاده شود. بنابراین، در کشت پاییزه ژنوتیپ‌های Q12 و Q31 و در کشت زمستانه ژنوتیپ‌های Q29 و Q26 توصیه می‌شوند.

استناد: بهروج، م.، قادری‌فر، ف.، صادقی‌پور، ح.م.، سیاهمرگویی، آ.، باقری، م. (۱٤۰۱). اثر تاریخ کاشت بر میزان پروتیین، محتوای ساپونین و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مختلف کینوا در شهرستان جیرفت. *تولید گیاهان زراعی*، ۱۵ (۱)، ۱٤۰-۱۲۱.

DOI: 10.22069/EJCP.2022.19243.2437

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

امنیت غذایی به معنی دسترسی همه افراد یک جامعه، در تمام طول عمر به غذای کافی و سالم برای داشتن زندگی سالم و فعال است، تغییرات اقلیمی، خطر کاهش امنیت غذایی را جدی‌تر نموده و آن را به یکی از مهم‌ترین چالش‌های بشر در قرن بیست و یکم تبدیل کرده است (۲۱). از این‌رو، محققان بر آن شده‌اند تا با انجام تحقیقات متعدد، تبعات ناشی از پدیده تغییر اقلیم را پیش‌بینی و راهکارهای عملی را در جهت کاهش اثرات آن معرفی نمایند (۲۱، ٤٤). در این میان سلطانی و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی جامع، مهم‌ترین چالش‌های پیش‌رو را افزایش جمعیت و تامین غذای آن‌ها، تغییر اقلیم، لزوم کاهش برداشت آب برای کشاورزی و محدودیت‌ها در اراضی موجود مثل نامستعد بودن، شوری، پایین بودن ماده آلی خاک‌ها و تغییر کاربری اراضی مستعد کشاورزی به غیر کشاورزی و مهم‌ترین ظرفیت‌ها را مدیریت تقاضا از طریق تغییر رژیم غذایی و کاهش تلفات ضایعات، فشرده‌سازی اکولوژیک و تغییر الگوی کشت معرفی نمودند (٤٥).

طبق نظر محققان تغییر در الگوی کاشت و معرفی گیاهان مناسب، راهکاری موثر در جهت کاهش اثرات منفی ناشی از تغییر اقلیم است (٤۹، ۱۹). یکی از گیاهان مناسب برای دست‌یابی به این هدف، گیاه کینوا (*henopodium quinoa* Willd) است (٤۱). کینوا گیاهی یک‌ساله از تیره آمارانتاسه بوده که از دانه و برگ آن استفاده‌های فراوان می شود. دانه‌های این گیاه سرشار از اسید آمینه، اسیدهای چرب ضروری، ترکیبات آنتی اکسیدانی، مواد معدنی و ویتامین‌ها است (۳۰). کینوا گیاهی مقاوم به شرایط نامطلوب محیطی از جمله شوری و خشکی است و در خاک‌هایی با حاصلخیزی کم هم به خوبی محصول می‌دهد (۳۰، ٤۱). از این‌رو، توسعه کشت این گیاه با ارزش و متحمل در مناطقی که امکان کشت گندم، برنج یا گیاهان مهم دیگر وجود ندارد، می‌تواند جایگزینی مناسبی برای تأمین غذای مردم باشد (٤۱).

این گیاه یکی از قدیمی‌ترین محصولات زراعی در جهان بوده و بر اساس شواهد موجود بیش از ۷۰۰۰ سال قبل در منطقه آند در آمریکای جنوبی اهلی‌شده است. از آن زمان تا آغاز دهه ۱۹۸۰، کشت و کار کینوا فقط به منطقه آند محدود بود؛ اما با شناسایی و معرفی این گیاه ارزشمند، کشت آن در دنیا به سرعت گسترش یافت؛ به‌طوری که در سال ۲۰۱۵ در ۹۵ کشور جهان کشت گردید (۵). طبق آمار سازمان خواربار جهانی سطح زیر کشت این محصول در سال ۲۰۱۹ معادل ۱۸٤۵۸۵ هکتار بوده که از این مساحت، ۱٦۱٤۱۵ تن دانه کینوا برداشت شده است (۹).

مدیریت‌های زراعی (تاریخ کاشت، تراکم بوته در واحد سطح، رقم و تغذیه مناسب) در مزرعه از مهم‌ترین عوامل موفقیت و رسیدن به حداکثر عملکرد می‌باشد. در این میان انتخاب تاریخ کاشت و رقم مناسب می‌تواند تا حد بسیار زیادی باعث بهبود رشد و عملکرد گیاه زراعی شود (۳۹). هدف از انتخاب تاریخ کاشت بهینه قرار گرفتن مراحل رشد و نمو گیاه با شرایط مطلوب محیطی و عدم برخورد با شرایط نامساعد می‌باشد که این امر به‌دلیل بهبود رشد و فتوسنتز در نتیجه باعث افزایش عملکرد می‌گردد. انتخاب رقم مناسب نیز می‌تواند با هماهنگی با محیط کاشت باعث به‌دست آمدن حداکثر عملکرد در گیاهان زراعی شود (۳۱). انتخاب رقم مناسب می‌تواند از طریق کودپذیری بالا، مقاومت به بیماری‌ها و آفات و تحمل تنش‌های محیطی باعث افزایش عملکرد گیاه زراعی شود که این موارد انتخاب رقم مناسب را به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مدیریت‌ها برای داشتن زراعتی موفق بیان می‌کند (۱۰).

بررسی منابع این دوعامل بر کینوا حاوی نتایج متفاوت و ارزشمندی است. از جمله پوولنتو و همکاران (۲۰۱۰) به منظور تعیین بهترین تاریخ کاشت کینوا در شرایط آب و هوایی مدیترآنهای جنوب ایتالیا، دو رقم کینوا (KVLQ520Y و رگالونا بائر) را در شرایط دیم مورد ارزیابی قرار دادند و دریافتند که ارقام رگالونا بائر در تاریخ کاشت ٤ آوریل (۱۵ فروردین)، عملکرد بالاتری داشت (۳٤). براساس نتایج یک تحقیق در هندوستان بیش‌ترین عملکرد دانه کینوا در تاریخ کاشت ۳۰ نوامبر (۱۰ آذر) به‌دست آمد (۷). سپهوند و همکاران (۲۰۱۲) دو رقم کینوا (ساجاما و سانتاماریا) را در اردیبهشت و مرداد ماه در کرج – ایران کشت نمودند (٤۱). نتایج ایشان نشان داد که عملکرد دانه کینوا در تاریخ کاشت مرداد ماه مناسب بود. ولی در تاریخ کاشت اردیبهشت ماه، علی رغم رشد رویشی مطلوب بوته‌ها، به دلیل مواجه مرحله گلدهی با روزهای گرم، عملکردی در پی نداشت. در یک آزمایش در نوار ساحلی جنوب ایران (میناب) کینوا در تاریخ‌های اول و پانزدهم مهر، آبان و آذر و اول دی کاشته شد، نتایج نشان داد که بوته‌ها از اوایل رشد و حتی در مراحل تولید بذر به شدت مورد حمله آفات و پرندگان قرار گرفتند و حمله پرندگان به بوته‌های دو تاریخ کاشت آخر (پانزدهم آذر و اول دی) کم‌تر از سایر تاریخ‌های کاشت بود، ولی وقوع بارندگی در زمان ظهور گیاهچه باعث از بین رفتن بوته‌ها به دلیل مرگ گیاهچه‌ها شد. جوانه‌زنی و رشد رویشی گیاهچه‌ها در کشت‌های اول مهر تا پانزدهم آبان مناسب بود، ولی با سرد شدن هوا، سرعت رشد رویشی کاهش یافته و گیاهان در ارتفاع کوتاه‌تری وارد مرحله زایشی شدند (۱۲). در آزمایش دیگری اثر چهار تاریخ کاشت ۱۰ و ۲۵ مهر و ۱۰ و ۲۵ آبان بر سه رقم ساجاما، ساجاما ایرانشهر و سانتاماریا کینوا در خوزستان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تأخیر در کاشت باعث تأخیر در مراحل فنولوژیک شده و بالاترین عملکرد دانه مربوط به تاریخ کاشت ۱۰ مهر و رقم ساجاما ایرانشهر بود (٤۷).

شرایط خاص آب و هوایی، جیرفت را به عنوان یکی از شهرهای مطرح کشور در زمینه توسعه کشت و کار کینوا معرفی نموده است. بررسی اولیه نشان داده است که در این شهرستان بذرهای کینوا ٤ تا ۸ روز پس از کاشت، جوانه می‌زند و ۵۰ درصد گل دهی حدود ۳۰ روز پس از کاشت رخ می دهد؛ از این‌رو، در این منطقه شرایط برای دو بار کشت متوالی این محصول مهم در اوایل شهریورماه و اواخر دی ماه فراهم است (٤).

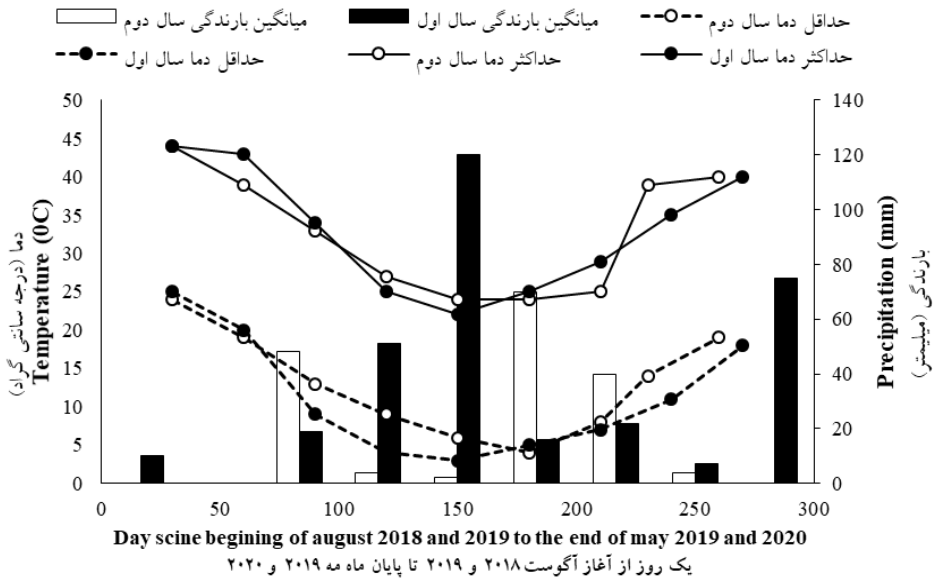
بر اساس مطالب بیان شده می‌توان گفت واکنش ژنوتیپ‌های مختلف کینوا به تاریخ کاشت در مناطق مختلف بسیار متفاوت است. اطلاع از این واکنش‌ها جهت توسعه کاشت کینوا در کشور بسیار مهم است، زیرا با استفاده از اطلاعات می‌تواند مراحل حساس رشد کینوا را با زمانی که تنش کم‌تری رخ می‌دهد، منطبق نمود و در نتیجه به عملکرد بیش‌تری دست یافت. از این‌رو، این آزمایش دوساله با هدف بررسی اثر تاریخ کاشت (اول شهریور ماه و اول بهمن ماه) بر عملکرد، محتوای ساپونین و پروتیین دانه ده ژنوتیپ کینوا در شهرستان جیرفت انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه آموزشی– تحقیقاتی و آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی جیرفت در جنوب استان کرمان با عرض جغرافیایی ´۲۸ ٤۰ و طول جغرافیایی ´۵۷ ٤٤ با ارتفاع ٦۸۵ متر از سطح آب‌های آزاد به صورت زیر انجام شد.

تغییرات دمایی (دمای حداقل و حداکثر) و بارندگی شهرستان جیرفت از شهریور ۱۳۹۸–۱۳۹۷و بهمن ماه ۱۳۹۸–۱۳۹۷ (زمان کاشت ژنوتیپ‌های

کینـوا) تـا آذر و اردیبهشـت ۱۳۹۸-۱۳۹۷ و ۱۳۹۹-۱۳۹۸ (زمان برداشت ژنوتیپ‌های کینوا)، در شـکل ۱ نشان داده شـده اسـت. بـر ایـن اسـاس در سـال اول آزمایش دمای حداقل، حداکثر و بارندگی در طی دوره مذکور به‌ترتیب در محدوده ۲۲-۳ درجه سانتی‌گـراد، ٤٤-۲۵ درجه سانتی‌گراد و ۱۲۰-۷ میلی‌متر در نوسان بود. در سال دوم آزمـایش دمـای حـداقل، حـداکثر و بارنـدگی در ایـن دوره بـه‌ترتیـب در محـدوده ٢٤-٤ درجه سانتی‌گراد، ٤٤-٢٤ درجه سـانتی‌گـراد و ۷۰-۲ میلی‌متر به ثبت رسید. بر این اساس، می‌توان گفت در سال اول و دوم آزمایش از نظر دمایی، تفاوت چندانی مشاهده نشده است. در مجموع، بارندگی در سال دوم آزمایش کم‌تر از سال اول بود؛ امّا در سال دوم در سه ماه آبان، بهمن و اسفند (دوره رشـد کینـوا) بارنـدگی بیش‌تری رخ داد (بارنـدگی در آبـان سـال اول و دوم به‌ترتیب ۱۹ و ٤٨ میلی‌متر و در بهمن ماه سال اول و دوم به‌ترتیب ١٦ و ۷۰ میلی‌متر و در اسفند مـاه سـال اول و دوم به‌ترتیب ۲۲ و ٤۰ میلی‌متر ثبـت گردیـد).



شکل ۱- تغییرات دمایی (دمای حداقل و حداکثر) و بارندگی شهرستان جیرفت از شهریور تا آذر ۱۳۹۷ و بهمن ۱۳۹۷ تا اردیبهشت ۱۳۹۸ (سال اول)، شهریور تا آذر ۱۳۹۸ و بهمن ۱۳۹۸ تا اردیبهشت ۱۳۹۹ (سال دوم)

Figure 1- Temperature changes (minimum and maximum temperature) and rainfall of Jiroft city from September to December 2018 and February 2018 to May 2019 (first year), September to December 2019 and February 2019 to May 2020 (second year).

در این آزمایش ده ژنوتیپ از کینوا شامل Titicaca، Redcarina، Gza1، Q12، Q18، Q21، Q22، Q26، Q29 و Q31 در دو تاریخ کاشت پاییزه (اول شـهریور ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸) و زمستانه (اول بهمن ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار کشت شد. برخی خصوصیات این ژنوتیپ‌ها در جدول ۱ آمده است. ژنوتیپ‌های اولیه وارد شـده بـه کشـور اغلب روزکوتاه بودند و در شرایط خاصی تولیـد بـذر داشتند که مشکلاتی را در تعیین تاریخ کشت و استفاده مناسب از فصل کشت به همراه داشت. خوشبختانه در تحقیقاتی که در ایستگاه‌های مختلف موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کشور در سطح ملـی انجـام شد، ژنوتیپ‌های بی‌تفاوت به طول روز، در دو شرایط "روزکوتاه کشت تابستانه و پاییزه" و "روزبلند کشت بهاره"، با تولید محصول و عملکرد مناسـب مشـاهده شد. فصول و تاریخ‌های کشت مختلفی برای کینوا در

کشور تعریف شده است. کشت بهاره در مناطق سرد و معتدل، کشت تابستانه در مناطق معتدل، کشت پاییزه در مناطق گرمسیر و حتی کشت زمستانه در مناطق گرمسیر و معتدل گرم برای این محصول آزمون شده است (٤).

تهیه بستر کاشت همانند سایر محصولات دانه‌ریز شامل شخم، دیسک و ماله و کودپاشی انجام شد. ابعاد هر کرت آزمایشی ۲/۸×۵ متر در نظر گرفته شد. بذرها با استفاده از نیروی انسانی با فاصله خطوط کشت ٤٠ سانتی‌متر و فواصل کشت روی ردیف ۷ سانتی‌متر کشت شد. عمق کاشت بسته به نوع خاک و با توجه به ریزی‌بذر ۲-۱ سانتی‌متر بود. تمامی مراقبت‌های زراعی و افزودن مواد غذایی دیگر مانند کود NPK بر اساس آزمون خاک (نتایج آزمون خاک در جدول ۱ نشان داده شده است) و برای تمامی تیمارها یکسان در نظر گرفته شد. کود نیتروژن به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در سه مرحله به صورت سرک در هنگام کاشت، مرحله ٦-٤ برگی و شروع گلدهی استفاده شد. آبیاری نیز به روش قطره‌ای اعمال شد.

جدول ۱- مشخصات ژنوتیپ‌های مختلف کینوا در مطالعه حاضر (٤)

Table 1- Characteristics of different quinoa genotypes in the present study (4)

شماره ژنوتیپ Number of Genotype	ژنوتیپ Genotype	تیپ رشد Growth type	وزن هزاردانه (گرم) 1000 seed weight (g)	عملکرد دانه (تن در هکتار) Seed yield ($ton.ha^{-1}$)	درصد پروتیین (درصد) Protein (%)	محتوای ساپونین (درصد) Saponin content (%)
1	تی تی کاکا Titicaca	متوسط رس mid maturing	2.15	3.14	12.14	4.69
2	ردکارینا Red carina	متوسط رس mid maturing	2.63	2.84	12.20	5.23
3	جی زا۱ Gza1	زودرس early maturing	2.80	2.15	11.99	4.95
4	کیو۱۲ Q12	دیررس late maturing	3.12	4.97	11.20	4.25
5	کیو ۱۸ Q18	دیررس late maturing	2.72	3.63	11.1	5.31
6	کیو۲۱ Q21	دیررس late maturing	2.76	3.10	11.34	5.31
7	کیو۲۲ Q22	دیررس late maturing	3.36	3.08	11.32	5.33
8	کیو۲٦ Q26	دیررس late maturing	2.69	3.74	12.33	5.74
9	کیو۲۹ Q29	دیررس late maturing	2.48	4.50	11.70	5.01
10	کیو۳۱ Q31	دیررس late maturing	2.84	4.07	11.83	5.14

جدول ۲- خصوصیات خاک محل آزمایش.

Table 2- Soil characteristics of the test site.

خصوصیات خاک Soil characteristics								
بافت Texture	شن (درصد) Sand(%)	رس (درصد) Clay(%)	سیلت (درصد) Silt (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	نیتروژن قابل جذب (درصد) Available nitrogen (%)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم) Available phosphorus ($ml.kg^{-1}$)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم) Available potassium ($ml.kg^{-1}$)
لوم شنی Sandy loam	69.2	12.3	18.5	8.1	2.1	0.04	7	210

جهت مبارزه با علف‌های هرز باریک برگ از علف‌کش‌هالوکسی فوپ آرمتیل به میزان یک لیتر در هکتار در مرحله ۲ تا ٤ برگی علف‌های هرز استفاده شد. علف‌های هرز پهن برگ نیز با وجین دستی کنترل شدند.

در این آزمایش مراحل فنولوژیک این گیاه از زمان کاشت تا برداشت کینوا با توجه به مقیاس BBCH[1] یادداشت برداری شد (٤٦). همچنین، در انتهای فصل صفات مختلف شامل اجزای عملکرد، عملکرد دانه، مقدار ساپونین و پروتیین دانه در آن‌ها اندازه‌گیری شد (٢٤).

اندازه‌گیری میزان ساپونین دانه بر اساس دستورالعمل توصیف شده توسط کوزیل (1991) انجام شد (٢٤). برای این کار ۵ گرم بذر خشک در لوله آزمایش به طول ١٦٠ میلی‌متر و قطر ١٦ میلی‌متر ریخته شد و به آن ۵ میلی‌لیتر آب اضافه شد. لوله‌ها به‌مدت ۳۰ ثانیه به شدت تکان داده شدند (٤ ضربه در ثانیه) سپس ١٠ ثانیه فرصت داده شد تا کف حاصل حل شود. پس از آن یک لرزش نهایی داده شد و ارتفاع کف از بالای آب اندازه‌گیری شد، میزان ساپونین به ازای گرم وزن تر دانه با استفاده از رابطه ١ برآورد شد (٢٤).

1. Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and C\emical Industry

رابطه ١:

Saponin (mg)/FW= (0.423)*Foam height (cm) + 0.008/Sample weight (g)

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از رویه PROC MIXED در نرم‌افزار نسخه SAS Ver. 9.0 انجام گردید. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام شد. شکل‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel ترسیم شدند.

نتایج و بحث

طول دوره رشد: اثر متقابل رقم بین تاریخ کاشت بر طول دوره رشد ژنوتیپ‌های مختلف کینوا از لحاظ آماری معنی‌دار بود (جدول ٢). همان‌گونه که در جدول ٣ ملاحظه می‌شود، در کشت پاییزه بیشترین طول دوره رشد مربوط به ژنوتیپ‌های Q26، Q22 و Q12 بود و در کشت زمستانه بیش‌ترین طول دوره رشد در ژنوتیپ‌های Q26 و Q29 مشاهده شد. در تاریخ کاشت پاییزه طول دوره رشد ژنوتیپ‌های مختلف کینوا از ٩٤/٦٨ روز در ژنوتیپ Giza1 تا ١٢٥/٢٩ روز در ژنوتیپ Q26 در نوسان بود. این دو ژنوتیپ در تاریخ کاشت زمستانه نیز کم‌ترین و بیش‌ترین طول دوره رشد (به‌ترتیب ٩٢/٦٦ تا ١٢٥/٢٩ روز) را داشتند (جدول ٣). طول دوره رشد ژنوتیپ مختلف کینوا در تاریخ کاشت زمستانه در مقایسه با

تاریخ کاشت پاییزه به مقادیر مختلف کاهش یافت. در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی کم‌ترین کاهش درصد طول دوره رشد در ژنوتیپ Giza1 (۲/۱۳- درصد) و بیش‌ترین کاهش طول دوره رشد در ژنوتیپ‌های Q22 و Q12 به‌ترتیب با ۱۷/۸۸- درصد و ۱۷/۱۳- درصد مشاهده شد. به نظر می‌رسد با کاهش طول دوره رشد ظرفیت گیاه برای فتوسنتز کاهش می‌یابد؛ از سوی دیگر طول دوره پر شدن دانه کاهش یافته و نتیجه آن نیز کاهش عملکرد ماده خشک و دانه خواهد بود. در تایید این امر بابایان و کوهی (۲۰۱۲) بیان کردند که کاهش طول دوره رشد در گیاهان زراعی باعث کاهش معنی‌دار ماده خشک گیاهان می شود (۳). رحمانی و همکاران (۲۰۱۵) نیز بیان کردند که در گیاه گندم و جو کاهش طول دوره رشد به‌طور معنی‌داری عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را کاهش داد (۳۵). کلارینگ و کرامبین (۲۰۱۳) نیز گزارش کردند محدودیت GDD بر فتوسنتز، رشد، تولید سطح برگ و زیست توده و عملکرد گیاهان زراعی تأثیر منفی می‌گذارد، که می‌تواند از دلایل کاهش تعداد دانه پر باشد (۲۲).

جدول ۲- تجزیه مرکب اثر ژنوتیپ و تاریخ کاشت بر صفات اندازه‌گیری شده گیاه کینوا.

Table 2- Combined analysis of the effect of genotype and planting date on the measured traits of quinoa

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	پروتیین Percentage of protein	عملکرد دانه Grain yield	وزن هزاردانه Weight of a thousand seeds	طول گل آذین Inflorescence length	طول ساقه Stem length	طول دوره رشد Growth period	محتوای ساپونین Saponin content
تاریخ کاشت Date of planting (D)	1	*	*	*	ns	*	*	*
ژنوتیپ Genotype (G)	9	**	**	**	*	**	**	*
ژنوتیپ * تاریخ کاشت D*G	9	**	*	**	ns	**	**	**
ضریب آکاییک Akaik coefficient		102.3	262.8	741.7	807.2	659.7	807.2	23.6

**، * و ns نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و عدم معنی‌داری می‌باشد.

**, * and ns indicate significance at the level of 1%, 5% and non-significance.

ارتفاع (طول ساقه): ارتفاع کینوا تحت تاثیر معنی‌دار اثر متقابل ژنوتیپ و تاریخ کاشت قرار گرفت ($P<0.01$). نتایج مقایسه میانگین تغییرات ارتفاع ژنوتیپ‌های مختلف کینوا در تاریخ کاشت پاییزه و زمستانه در جدول (۳) نشان داده شده است. همان‌گونه که در این جدول مشاهده می‌شود در شرایط کشت پاییزه ژنوتیپ‌های Q29، Q12 و Q22 دارای بیشترین طول ساقه بودند، اما در کشت زمستانه بیش‌ترین طول ساقه در ژنوتیپ‌های Q26، Q29، Q21 و Q31 مشاهده شد. همچنین، کم‌ترین طول ساقه در کشت پاییزه و کشت زمستانه در ژنوتیپ GZA1 به ترتیب با ۱۰۰ و ۹۶/۵ سانتی‌متر دیده شد. نکته قابل توجه در مقایسه ارتفاع ژنوتیپ‌های مختلف کینوا در دو تاریخ کاشت پاییزه و زمستانه این است که بر خلاف انتظار، ارتفاع ساقه ژنوتیپ‌های مختلف کینوا در تاریخ کاشت زمستان بیش‌تر از کشت پاییزه بود. زیرا منابع نشان می‌دهد که در تاریخ کاشت مطلوب به دلیل امکان رشد رویشی بیش‌تر، ارتفاع بوته در مقایسه با کشت‌های تاخیری افزایش قابل توجهی می‌یابد (۱۶، ۱۸، ۲۰، ۲۲، ۳۵). اما نتایج

تحقیق نینالارا و همکاران (۲۰۰٤) حاکی از آن است که اگر در طول دوره رشد کینوا، دمای شب به کم‌تر از ۲ درجه سانتی‌گراد برسد، ارتفاع و بیوماس گیاه تا مقدار ۵۰ درصد کاهش می‌یابد (۳۲). البته این واکنش در ژنوتیپ‌ها و مناطق مختلف می‌تواند متفاوت باشد. به عنوان مثال، بررسی امکان کاشت ژنوتیپ‌های مختلف کینوا در استان گلستان به صورت کشت پاییزه نشان داد که کینوا در مرحله ۸ تا ۱۲ برگی قادر است دمای ۵- درجه سانتی‌گراد را تحمل کند و حتی گیاه بعد از خسارت سرما توانایی بازیابی خود را دارد (۳۸). به نظر می‌رسد بر اساس نتایج این آزمایش در کشت پاییزه به دلیل برخورد گیاه با دماهای پایین، رشد گیاه کم‌تر از کشت زمستانه بوده که باعث شده است در کشت زمستانه میزان ارتفاع بوته بیش‌تر از کشت پاییزه شود (جدول ۳).

جدول ۳- اثر متقابل رقم و تاریخ کاشت بر صفات اندازه گیری شده کینوا.

Table 3- Interaction of cultivar and planting date on measured traits of quinoa.

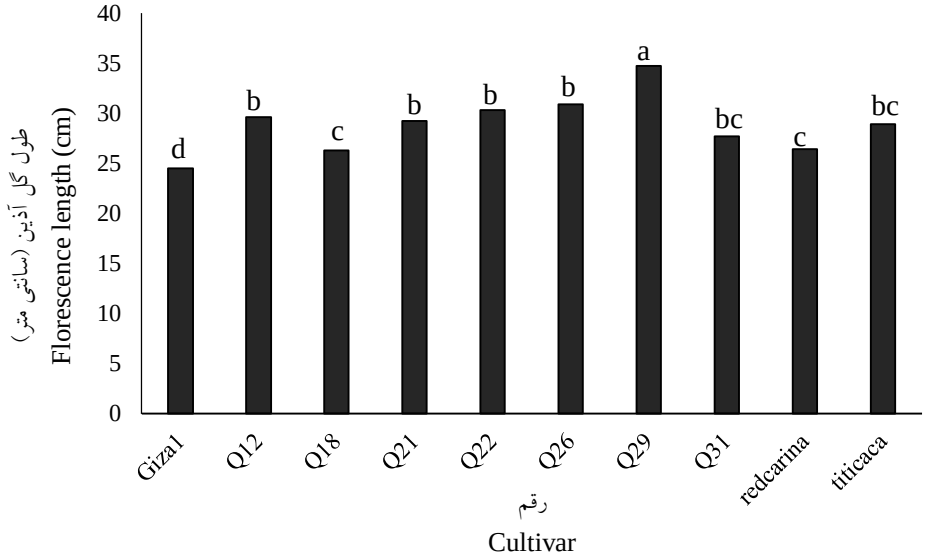
تاریخ کاشت Date of planting	ژنوتیپ Genotype	محتوای‌ساپونین (درصد) Saponin (%)	پروتیین (درصد) Protein (%)	عملکرد دانه (تن در هکتار) Grain yield (Ton ha^{-1})	وزن‌هزاردانه (گرم) 1000 seed weight (g^{-1})	طول ساقه (سانتی متر) Stem length (cm)	طول دوره رشد (روز) Growth period (day)
پاییزه (اول شهریور) Autumn (August 23)	Gza1	4.88c	11.17b	2.28e	2.34e	100.0c	94.68e
	Q12	4.52c	11.28b	4.55a	3.18b	119.8a	122.06ab
	Q18	5.19ab	10.83b	3.33d	2.40de	111.3b	118.79ab
	Q21	4.96abc	11.16b	3.29d	2.69c	113.5b	123.91ab
	Q22	5.43a	11.25b	3.43cd	3.40a	121.9a	124.61a
	Q26	5.27ab	11.6ab	3.80bc	2.67c	111.6b	125.29a
	Q29	4.71c	10.78b	3.99b	2.51cd	114.2ab	119.19ab
	Q31	4.55c	10.85b	4.02b	2.56cd	106.8bc	115.61bc
	Redcarina	4.92abc	11.57ab	3.18d	2.28e	106.9bc	104.88d
	Titicaca	4.61c	11.87a	3.20d	2.41d	110.7b	109.22c
زمستانه (اول بهمن) Winter (January 21)	Giza1	5.18bc	11.83b	1.76d	2.60ab	96.5d	92.66c
	Q12	4.88c	11.62bc	2.16cb	2.19de	122.4bc	101.15b
	Q18	5.38ab	11.28c	2.16bc	2.24de	122.0bc	100.54b
	Q21	5.02bc	11.93b	2.32ab	2.45bc	123.1bc	104.48b
	Q22	5.80a	12.1b	2.33ab	2.72a	120.8c	102.32b
	Q26	5.56ab	13.72a	2.37ab	2.35cd	131.8ab	116.65a
	Q29	5.46ab	13.89a	2.45a	2.61ab	137.4a	113.32a
	Q31	5.39ab	11.88b	2.25ab	2.20de	124.2bc	103.15b
	Redcarina	5.26ab	11.83b	1.99bc	2.09e	111.1dc	101.21b
	Titicaca	4.94c	12.02b	2.06bc	2.43c	111.8dc	99.95bc

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

Different letters in each column indicate a significant difference at the 5% probability level.

طول گل آذین: طول گل آذین تنها تحت تاثیر رقم قرار گرفت و تاریخ کاشت و اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم اثر معنی‌داری بر طول گل آذین ارقام مختلف کینوا نداشتند (شکل ۲). طول گل آذین ژنوتیپ‌های مختلف کینوا بین ۲۵ تا ۳۰ سانتی‌متر در نوسان بود. همان‌گونه که در جدول ٤ ملاحظه می‌شود

ژنوتیپ‌های Q29، Q22 و Q26 به‌ترتیب با تولید گل آذین‌هایی به طول ۳۴/۷، ۳۰/۳ و ۳۰/۹ سانتی‌متر در رتبه‌های اول تا سوم قرار گرفتند. کم‌ترین طول گل آذین نیز در ژنوتیپ GZA1 (۲۴/۵ سانتی‌متر) مشاهده شد. محققان بیان کرده‌اند تغییرات در گل آذین (اندازه و طول) به رقم و شرایط محیطی بستگی دارد، به طوری که در رقم‌های مختلف می‌تواند تغییرات زیادی داشته باشد، به‌طوری‌که یکی از صفات مهم در انتخاب برای گیاهانی می‌باشد که عملکرد آن‌ها به گل آذین مربوط می‌باشد مثل سورگوم، گندم و جو (۳۷)، از طرف دیگر گل آذین می‌تواند تحت تاثیر شرایط محیطی قرار بگیرد، به نظر محققان تنش‌های محیطی در ابتدای فصل و زمان تشکیل گل آذین در گیاهانی مثل سورگوم می‌تواند طول گل آذین (سنبله) را تغییر دهد (۳۷). در آزمایش حاضر نیز طول گل آذین تنها تحت تاثیر رقم قرار گرفت و تاریخ کاشت اثر معنی‌داری روی آن نداشت. قنبر و همکاران (۲۰۱۱) در گیاه کرچک بیان کردند در ژنوتیپ‌های مختلف طول گل آذین به طور معنی‌داری متفاوت می‌باشد (۱۱)، همچنین، در گیاه لوبیا نیز گزارش شده است در ژنوتیپ‌های مختلف طول گل آذین به طور معنی‌داری متفاوت می‌باشد (۱۰)، نتایج تجزیه واریانس مرکب برای سال‌ها و مکان‌ها نشان داد که ژنوتیپ‌های کینوا از نظر اکثر صفات داری تفاوت‌های معنی‌داری بودند اما برهم‌کنش ژنوتیپ در مکان در سال بر صفت طول گل آذین معنی‌دار نبود (٤). نتایج این آزمایش با نتایج تحقیقات عباسی و همکاران (۲۰۱۸) مطابقت داشت (۱).



شکل ۱- اثر رقم بر طول گل آذین کینوا. حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

Figure 2- Effect of cultivar on quinoa inflorescence length. Dissimilar letters in each column indicate significant differences in the level of 5 percent

وزن هزاردانه: وزن هزاردانه کینوا تحت تاثیر معنی‌دار (در سطح یک درصد) رقم و تاریخ کاشت قرار گرفت (جدول ۲). همان‌گونه که در جدول (۳) مشاهده می‌شود، وزن هزاردانه کینوا در کشت پاییزه بین ۲/۲۸ تا ۳/٤۰ گرم و در کشت زمستانه بین ۲/۰۹ تا ۲/۷۲ گرم متغییر بود. در شرایط کشت پاییزه بیش‌ترین وزن هزاردانه در ژنوتیپ‌های Q22 و Q12 به‌ترتیب با ۳/٤۰ و ۳/۱۸ گرم مشاهده شد؛ اما در کشت زمستانه بیش‌ترین وزن هزاردانه در ژنوتیپ‌های Q22، Q29 به ترتیب با ۲/۷۲ و ۲/٦۱ گرم مشاهده شد (جدول ۳)، همان‌گونه که مشاهده می‌شود وزن هزاردانه کینوا در شرایط کشت پاییزه بیش‌تر از کشت زمستانه بود و در

هر دو شرایط کشت پاییزه و زمستانه ژنوتیپ Q22 بیش‌ترین وزن هزاردانه را به خود اختصاص داد. وزن هزاردانه از آن جهت مهم می‌باشد که رابطه مستقیم با عملکرد دانه دارد (۳۹). همچنین، می‌توان بیان کرد در صورت مطلوب بودن شرایط برای رشد گیاه طول دوره پر شدن دانه در گیاه نیز افزایش پیدا کند که این امر باعث افزایش وزن دانه و در نهایت افزایش عملکرد دانه خواهد شد (۲). در تایید این امر زینلی و همکاران (۲۰۱۳) با مقایسه اثر تاریخ کاشت‌های مختلف بر میانگین وزن صددانه باقلا دریافتند که وزن صدانه باقلا در تاریخ کاشت ٢٤ آبان ماه به طور معنی‌داری بیش از تاریخ کاشت ۷ دی ماه بود (۵۱).

عملکرد دانه: رقم و تاریخ کاشت اثر معنی‌داری بر صفت عملکرد دانه کینوا داشت ($P<0.05$). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم تاریخ کاشت نشان داد که در تمام ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، عملکرد دانه در کشت پاییزه بیش‌تر از کشت زمستانه بود. عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف کینوا در کشت پاییزه از ۲/۲۸ تن در هکتار در ژنوتیپ GZA1 تا ٤/٥٥ تن در هکتار در ژنوتیپ Q12 در نوسان بود. بعد از ژنوتیپ Q12، ژنوتیپ‌های Q31 و Q29 با عملکردهایی معادل ٤/٠٢ و ۳/۹۹ تن در هکتار در رتبه‌های دوم و سوم قرار داشتند.

در کشت پاییزه بیش‌ترین عملکرد دانه در ژنوتیپ Q12 به میزان ٤/٥٥ تن در هکتار مشاهده شد. در تاریخ کاشت زمستانه بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های Q29 و GZA1 به‌ترتیب با ٢/٥٦ و ١/٧٦ تن در هکتار دیده شد. همان‌گونه که ذکر شد در تاریخ کاشت زمستانه عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف کینوا به میزان قابل توجهی کاهش یافت. بیش‌ترین و کم‌ترین درصد کاهش عملکرد در کشت زمستانه در مقایسه با کشت پاییزه به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های Q12 و GZA1 به‌ترتیب با ۵۲/۵۲ و ۲۲/۸۰ درصد مشاهده شد. همان‌طور که از نتایج پیداست ژنوتیپ Q12 در کشت پاییزه از بالاترین عملکرد برخوردا بود؛ اما کشت زمستانه این گیاه قابل توصیه نمی‌باشد (جدول ۲).

به‌طور کلی، تاریخ کاشت مناسب، از عوامل موثر در رشد و عملکرد گیاهان زراعی است؛ زیرا شرایط محیطی که مراحل مختلف فنولوژیکی گیاه با آن مواجه خواهد شد را تعیین خواهد کرد. نتایج آزمایش حاضر نیز نتایج سایر محققین را تایید کرد. طاووسی و سپهوند (٢٠١٤) بیان داشتند که تاریخ کاشت، تأثیر معنی‌داری بر تعداد سنبله و تعداد دانه در سنبله در کینوا دارد؛ آن‌ها همچنین گزارش کردند که وزن هزاردانه کینوا، به طور معنی‌داری با تأخیر در کاشت از اوائل پاییز تا اواخر پاییز، کاهش یافت؛ با به تأخیر انداختن تاریخ کاشت، کاهش میزان ماده خشک در تاریخ‌های دیرهنگام و در مواجه با تنش گرمایی آخر فصل رخ خواهد داد و تأخیر در کاشت، از طریق کاهش طول دوره‌های رشد و نمو در اثر دماهای بالا، باعث کاهش تولید ماده خشک می‌شود (٤٧). حسن‌زاده و همکاران (٢٠١٤) در آزمایشی در جنوب ایران و شهرستان میناب بیان کردند در تاریخ کاشت‌های دیرهنگام (آذر و دی ماه) به دلیل وقوع بارندگی در مرحله گیاهچه‌ای بوته‌های کینوا از بین رفتند و این امر باعث کاهش شدید عملکرد دانه به دلیل کاهش تراکم بوته در واحد سطح شد (۱۲). در گیاهان زراعی پاییزه دیگر نیز تاریخ کشت و رقم اثر بسیاری بر گیاه دارند، در گیاه کینوا دمای بالا بنیه گرده و تعداد گل‌ها را کاهش می‌دهد، از این‌رو، تاخیر در کاشت به دلیل احتمال برخورد گلدهی با دمای بالا نیز باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود (۲۹). هیریچ و همکاران (٢٠١٤) بیان کردند که بیش‌تر ژنوتیپ‌های کینوا در دمای بالای ۳۵ درجه سانتی‌گراد بذر تولید نمی‌کنند (۱۳). همچنین، بر اساس این نتایج این

آزمایش می‌توان بیان کرد که برای کاشت زمستانه کینوا ژنوتیپ‌هایی که زودرس‌تر هستند می‌توانند انتخاب بهتری باشند، زیرا در کشت زمستانه با کاهش طول دوره رشد ژنوتیپ‌های دیررس بسیار آسیب دیده و عملکرد دانه آن‌ها کاهش پیدا می‌کند (جدول ۲).

پروتیین دانه: بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر تاریخ کاشت، رقم و اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر درصد پروتیین دانه کینوا از لحاظ آماری معنی‌دار بود (جدول ۱). مقدار پروتیین دانه در کشت پاییزه بین ۱۰/۷۸ تا ۱۱/۸۷ درصد متغییر بود؛ اما در کشت زمستانه درصد پروتیین دانه بین ۱۱/۲۸تا ۱۳/۸۹ متغییر بود (جدول ۳). در کشت پاییزه بیش‌ترین درصد پروتیین دانه در ژنوتیپ Titicaca و کم‌ترین آن در ژنوتیپ Q29 به‌دست آمد. در کشت زمستانه نیز بیش‌ترین و کم‌ترین درصد پروتیین دانه به ترتیب در ژنوتیپ‌های Q29 و Q18 مشاهده شد. بر این اساس می‌توان بیان کرد تاریخ کاشت می‌تواند درصد پروتیین دانه را تغییر دهد، زیرا ژنوتیپ Q29 که در کشت زمستانه بیش‌ترین درصد پروتیین را بین ژنوتیپ‌های داشت، در کشت پاییزه دارای کم‌ترین درصد پروتئین بود (جدول ۳). به‌طور کلی، نتایج ما نشان داد که در تمام ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در کشت زمستانه درصد پروتیین بیش‌تر از کشت پاییزه بود. تاریخ کاشت زمستانه نسبت به تاریخ کاشت پائیزه، دارای درصد پروتئین بالاتری می‌باشد. بیش‌تر بودن درصد پروتئین دانه در تاریخ کاشت زمستانه، نسبت به تاریخ کاشت پاییزه را می‌توان مرتبط با کاهش طول دورهٔ رشد و نمو در تاریخ کاشت زمستانه دانست که موجب کاهش نسبت کربوهیدرات‌ها به پروتیین و در نتیجه افزایش درصد پروتیین دانه شده است (۱۶). در واقع باید بیان کرد با تاخیر در کاشت و کاهش دوره پر شدن دانه به دلیل اینکه پروتیین اول جز ذخیره شونده در دانه است؛ درصد پروتیین دانه با کاهش در طول دوره پرشدن افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر، با افزایش طول دوره پرشدن دانه میزان کربوهیدرات ذخیره شده در دانه افزایش یافته و درصد پروتیین دانه کاهش می‌یابد. این نتیجه با نتایج تحقیق شیران و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت داشت (۴۲). نام‌بردگان اظهار داشتند که کاهش طول دوره رشد باعث افزایش درصد پروتیین دانه گلرنگ می‌شود. سعیدی و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیقی روی اثر تاریخ کاشت بر درصد پروتئین دانه کینوا بیان کردند که تاخیر در کاشت باعث افزایش درصد پروتیین دانه و کاهش عملکرد دانه می‌شود (۳۶). محققان دیگر نیز افزایش پروتیین دانه در شرایط سخت محیطی را گزارش کردند (۶، ۵۰).

ساپونین دانه: محتوای ساپونین دانه نیز تحت تاثیر معنی‌دار تاریخ کاشت و رقم و همچنین، اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم قرار گرفت (جدول ۲). همان‌گونه که در جدول (۳) مشاهده می‌شود محتوای ساپونین دانه در کشت زمستانه بیش‌تر از کشت پاییزه بود. در کشت پاییزه دامنه تغییرات ساپونین دانه از ۴/۵۲ تا ۵/۴۳ درصد و در کشت زمستانه از ۴/۸۸ تا ۵/۸ درصد در نوسان بود. در کشت پاییزه بیش‌ترین درصد ساپونین در ژنوتیپ‌های Q22 و Q26 به ترتیب با ۵/۴۳ و ۵/۲۷ درصد دیده شد. کم‌ترین میزان ساپونین نیز در ژنوتیپ‌های Q12 و Q31 و Titicaca به‌ترتیب با ۴/۵۲، ۴/۵۵ و ۴/۶۱ درصد مشاهده شد. در کشت زمستانه نیز دو ژنوتیپ Q22 و Q26 به ترتیب با ۵/۸۰ و ۵/۵۶ درصد، بیش‌ترین درصد ساپونین را به خود اختصاص دادند. کم‌ترین مقدار ساپونین نیز مربوط به ژنوتیپ‌های Q12 (۴/۸۸ درصد) و Titicaca (۴/۹۴ درصد) بود. اهمیت ساپونین به این دلیل است که آن‌ها فعالیت ضدمیکروبی مؤثری دارند و اغلب در مقادیر زیاد در گیاهان سالم یافت می‌شوند، این

مولکول‌ها به عنوان حفاظت کننده‌های گیاهی ضدمیکروبی شناخته شده‌اند (۲۶). ساپونین به دلیل این که یک متابولیت ثانویه می‌باشد در شرایط سخت محیطی بیش‌تر تولید شده و با تغییر در تاریخ کاشت و سخت‌تر شدن شرایط محیطی میزان تولید ساپونین نیز افزایش پیدا می‌کند. مکاریان و آزاده (۲۰۱۹) نیز در گیاه کینوا این امر را تایید کردند (۲۶). در مجموع میزان ساپونین در کشت پاییزه این ژنوتیپ‌ها به طور محسوسی کم‌تر از متوسط کشت زمستانه است که احتمالا به دلیل برخورد مرحله پرشدن دانه به تنش گرمایی در کشت زمستانه می‌باشد. در مجموع هر نوع تنش زیستی و غیرزیستی میزان تولید گلیکوآلکالوئیدها را در گیاهان افزایش می‌دهد (٤). شیرین‌نژاد و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیق به بررسی اثر تاریخ کاشت بر صفات مورفولوژیک و بیوشیمیایی گیاه کینوا پرداختند و بیان کردند تاریخ کاشت اثر معنی‌داری بر مقدار ساپونین دارد.

جدول ٤- همبستگی عملکرد دانه ارقام مختلف کینوا با صفات طول ساقه، طول گل آذین، طول دوره رشد، وزن هزاردانه، درصد پروتیین و محتوای ساپونین.

Table 4- Correlation of grain yield of different quinoa cultivars with stem length, inflorescence length, growth period length, 1000-seed weight, protein percentage and saponin content.

	عملکرد دانه Grain yield	طول ساقه Stem length	طول گل آذین Inflorescence length	طول دوره رشد Growth period length	وزن هزاردانه 1000-seed weight	درصد پروتیین Protein percentage	محتوای ساپونین Saponin content
عملکرد دانه Grain yield	1						
طول ساقه Stem length	0.085 ns	1					
طول گل آذین Inflorescence length	0.42**	0.14 ns	1				
طول دوره رشد Growth period length	0.78**	0.29 ns	0.22 ns	1			
وزن ۱۰۰۰ دانه 1000-seed weight	0.53**	0.11 ns	0.092 ns	0.59**	1		
درصد پروتیین Protein percentage	-0.42**	0.58**	0.084 ns	-0.11 ns	-0.12 ns	1	
محتوای ساپونین Saponin content	-0.49**	0.44**	-0.23 ns	-0.09 ns	-0.002 ns	0.45**	1

** و ns نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۱ درصد و عدم معنی داری می‌باشد.

** and ns indicate significance at the level of 1%and non-significance

بر اساس نتایج جدول ۲ بین عملکرد دانه کینوا و طول فصل رشد کینوا همبستگی مثبتی وجود داشت (r=0.78**). طول دوره رشد با افزایش در میزان زمان فتوسنتز و تولید ماده خشک در گیاه باعث افزایش در عملکرد دانه گیاهان می‌شود. به عبارت دیگر، با افزایش در طول دوره رشد تعداد روزهای که گیاه می‌تواند فتوسنتز در حد مطلوب داشته باشد، افزایش پیدا می کند و این امر باعث افزایش در تولید ماده خشک و در نهایت افزایش عملکرد دانه شود (٤٢). بسیاری از محققان دیگر نیز در گیاهان زراعی دیگر

هم‌چون ذرت، گندم و جو نیز این امر را تایید کرده‌اند (۳، ۳۵).

طول گل آذین نیز با عملکرد دانه کینوا همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (r=0.42**؛ جدول ٤). طول گل آذین در گیاه کینوا نشان‌دهنده تعداد دانه در هر بوته می‌باشد و با افزایش در طول گل آذین تعداد دانه در بوته افزایش پیدا می‌کند. از آنجایی که تعداد دانه در بوته یکی از مهم‌ترین اجزای عملکرد کینوا می‌باشد با افزایش طول گل اذین عملکرد دانه گل آذین نیز به طور معنی‌داری افزایش پیدا می‌کند (۱۸).

وزن هزاردانه نیز همانند طول دوره رشد و طول گل آذین با عملکرد کینوا همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (r=0.53**؛ جدول ٤). نتایج آزمایش آدولف و همکارن (۲۰۱۲) نیز نشان داد که بین وزن هزاردانه و عملکرد دانه در گیاه کینوا همبستگی مثبتی وجود دارد (۲). جاکبوسون و همکاران (۲۰۰۹) نیز نتایج آزمایش حاضر را تایید کردند (۱۷).

با افزایش محتوای ساپونین و پروتیین دانه، عملکرد دانه کینوا به شکل منفی و معنی داری کاهش یافت (جدول ٤). بیلالیس و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیق روی گیاه کینوا بیان کردند مقدار ساپونین دانه با عملکرد دانه کینوا رابطه منفی دارد (۸). هیروس و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند در گیاه کینوا با افزایش میزان عملکرد دانه درصد پروتیین دانه کاهش می‌یابد (١٤).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به خشکسالی‌ها، بحران آب و افزایش شوری خاک که طی چند سال اخیر در منطقه جیرفت روی داده است، معرفی گیاهانی مانند کینوا که علاوه بر حفظ تنوع محصولات، دوره رشد کوتاه و نیاز آبی کمی دارند، الزامی است. تاریخ کاشت یکی از مهم‌ترین عواملی است که می‌تواند عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف کینوا را تحت تاثیر خود قرار دهد. نتایج این تحقیق نیز نشان داد که امکان دو بار کشت این محصول در یک سال در منطقه جیرفت امکان‌پذیر است مشروط بر اینکه از ارقام مناسب استفاده شود. بنابراین، در کشت پاییزه ارقام Q12 و Q31 و در کشت زمستانه ارقام Q29 و Q26 توصیه می‌شوند.

منابع

1. Abasi, S., Cordnaeich, A. and Bagheri, M. 2018. Evaluation of genetic diversity of new chenopodium quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) cultivars based on agromorphological traits. 15th National Iranian Congress Science Congress, 2-5 Sep. 2019. Karaj, Iran. (In Persian)
2. Adolf, V.I., Shabala, S., Andersen, M.N., Razzaghi, F. and Jacobsen, S.E. 2012. Varietal differences of quinoa's tolerance to saline conditions. Plant Soil. 357: 1-2. 117-129.
3. Babaian, A. and Mountain. M. 2012. Evaluation of agricultural climate change indices under climate change scenarios in selected stations of Khorasan Razavi. Water and Soil. 26: 953-967. (In Persian)
4. Bagheri, M. 2019. Evaluation of quantitative and qualitative characteristics in new genotypes of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Final Research Project Report, Agricultural Research and Information Center, Registration No. 55778. (In Persian)
5. Bazile, D. and Baudron, F. 2015. The dynamics of the global expansion of quinoa growing in view of its high biodiversity. In State of the Art Report on Quinoa Around the World in 2013. P:42-55.
6. Bazvand, F., Pezeshkpour, P. and Mirzaie, A. 2015. Chickpea (*Cicer arietinume* L.) yield and yield components as affected by sowing date and genotype under rainfed conditions.

Bull. Env. Pharmacol. Life Sci. 4: 11. 59-65.
7. Bhargava, A., Shukla, S. and Ohri, D. 2006. *Chonopodium quinoa*- An Indian perspective. Ind. Crops Prod. 23: 73-87.
8. Bilalis, D., Kakabouki, I., Karkanis, A., Travlos, I., Triantafyllidis, V. and Dimitra, H.E.L.A. 2012. Seed and saponin production of organic quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) for different tillage and fertilization. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 40: 1. 42.
9. FAO. 2019. Faostat. Available at: http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E
10. Franc, M.G.C., Thi, A.T.P., Pimentel, C., Rossiello, R.O.P., Fodil, Y.Z. and Laffray, D. 2006. Differences in growth and water relations among *Phaseolus volgaris* cultivars in response to induced drought strerss. J. Environ. Exp. Bot. 43: 227- 237.
11. Ghanbar, L., Afshari, H. and Mohammadi, M. 2011. Study of regression relationships between the effect of irrigation cycle on yield and yield components of castor plant (*Ricinus communis*). J. New Agric. Find. 5: 1. 88-77. (In Persian)
12. Hasanzadeh, H., Shakerdargah, G.H. and Darjani, F. 2014. Determine the best planting date of quinoa in the coastal strip south of Iran. 1st Symposium in New Topics in Horticultural Sciences. 19-20 Nov. Jahrom.
13. Hirich, A., Choukr-Allah, R. and Jacobsen, S.E. 2014. Quinoa in morocco– effect of sowing dates on development and yield. J. Agro. Crop Sci. 200: 371-377.
14. Hirose, Y., Fujita, T. and Ishii, T. 2010. Antioxidative properties and flavonoid composition of *Chenopodium quinoa* seeds cultivated in Japan. Food Chem. 119: 4. 1300-1306.
15. Hodges, T. 1991. Predicting crop phenology. CRC Press Inc Boca Raton, Florida, 233 p.
16. Imam, Y. and Niknejad, M. 2004. An introduction to physiology of agronomic plants yield. Shiraz University Pub. Second. Ed. 571 p. (In Persian)
17. Jacobsen, S.-E., Liu, F. and Jensen, C.R. 2009. Does root-sourced ABA play a role for regulation of stomata under drought in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). J. Hortic. Sci. 122: 281-287.
18. Jamali, S. and Sharifan, H. 2018. Investigation of the effect of different salinity levels on yield and yield components of quinoa (Titicaca cultivar). J. Soil Water Conserv. 25: 2. 251-266. (In Persian).
19. Keshavarz, M. 2019. Addressing barriers of rural development under drought. J. Rural Plan.7: 2. 97-118.
20. Kianbakht, M., Zeinali, A., Siahmarguee, A., Sheikh, F. and Pouri, Q. 2015. The effect of planting date on yield and yield components of seeds and green pods of three cultivars in Gorgan climatic conditions. J. Crop Prod. 8: 1. 99-119. (In Persian)
21. Kiani Ghalehsard, S., Shahraki, J., Akbari, A. and Sardar Shahraki, A. 2019. Investigating the effects of climate change on food security of Iran. J. Nat. Environ. Hazards. 8: 22. 19-40.
22. Klaring, H.P. and A. Krumbein. 2013. The effect of constraining the intensity of solar radiation on the photosynthesis, growth, yield and product quality of tomato. J. Agron Crop Sci. 199: 5. 351-359.
23. Kobraei, S., Shams, K. and Pakzi, A. 2010. Effect of cultivar and planting date on grain yield and quantitative traits in chickpea. J. Plant Breed. 6: 2. 53-64. (In Persian)
24. Koziol, M.J. 1991. Chemical composition and nutritional value of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). J. Food Compos. Anal. 5: 35-68.
25. Leport, L., Turner, N.C., Dauies, S.L. and Siddique, K.H.M. 2005. Variation in pod production and abortion among chickpea cultivars under terminal drought. Crop Sci. 24: 236-246.
26. Makarian, K. and Azadeh, L. 2019. Quinoa agriculture: planting, holding, harvesting. 5th International Conference on Agricultural Engineering and Environment with Sustainable Development Approach, Shiraz. 12 p. (In Persian)

27. Mohamed Al-Doori, S.A. 2012. Influence of Sowing Dates on growth, yield and quality of some flax genotypes (*Linum usitatissimum* L.). College Basic Edu. Res. J. 12: 1. 733-746.
28. Moosavi, S.G. 2014. Fennel morphological traits and yield as affected by sowing date and plant density. J. Adv. Stud. Agric. Biol. Environ. Sci. 1: 1. 45-49.
29. Morrison, M.J. and Stewart, D.W. 2002. Heat stress during flowering in summer Brassica. Crop Sci. 42: 797-803.
30. Mostafaei, M., Jami Al-Ahmadi, M., Salehi, M. and Shahidi, A. 2017. A Review of Crop Properties and Nutritional Value of Quinoa (*Chenepodium quinoa* Willd). The First National Conference on New Opportunities for Production and Employment in the Agricultural Sector in the East (in order to achieve the goals of resistance economy). 12 p. (In Persian)
31. Naderi, A. 2008. Effect of different levels of sulfur and potassium on canola growth and yield. 10th Iranian Congress of Agricultural Sciences and Plant Breeding. Karaj: Seed and Plant Breeding Institute. 11 p. (In Persian)
32. Nina Laura, J., Del Castillo, C. and Winkel, T. 2014. Comportamiento de quinuas tradicional y mejorada frente al estrés térmico. Paper presented at the CD-Rom: XI Congreso Internacional de Cultivos Andinos, Cochabamba, Bolivia. Fundación PROINPA. CD-Rom: file no. P6.
33. Oelke, E.A., Puntnam, D.H., Teynor, T.M. and Oplinger, E.S. 1992. Alternative field crops manual, quinoa university of Wisconsin Extension, Cooperative Extension. Http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/quinoa.html.
34. Pulvento, C., Riccardi, M., Lavini, A., Dandria, R., Iafelice, G. and Marconi, E. 2010. Field trail evaluation of two *Chenopodium quinoa* genotypes grown under rain-fed conditions in a typical Mediterranean environment in south Italy. J. Agric. Crop Sci. 196: 6. 407-411.
35. Rahmani, M., Jami Al-Ahmadi, M., Shahidi, A. and., Hadizadeh Azhandi, M. 2015. The effect of climate change on the length of growth stages and water requirement of wheat and barley Case study: Birjand plain). J. Agric. Ecol. 4: 7. 443-460.
36. Saeedi, S., Siadat, A., Mashti, A., Moradi Talawat, M. and Sepahvand, N. 2019. The effect of planting date and nitrogen levels on some physiological traits of quinoa. 6th National Conference on Plant Physiology of Iran, Yazd. 8 p. (In Persian)
37. Safari, M., Aghaalikhani, M. and Modres, M. 2010. Effect of planting date on phenology and morphological traits of three cultivars of *Sorghum bicolor* L. Iran. J. Crop Sci. 12: 4. 452-466. (In Persian)
38. Salehi, M. and Pourdad, S.S. 2019. Preliminary evaluation of seed yield and some agronomic traits of quinoa genotypes under rainfed condition. AREEO. Final Report. In press. (In Persian)
39. Seifti, E., Ramezanpour, S., Sultanlu, H., Salehi, M. and Sepahvand, N. 2015. Investigation of some morphophenological traits related to yield and precocity in modified *Chenopodium quinoa* cultivars. J. Crop Prod. 8: 2. 153-169. (In Persian)
40. Sekhar, D., Pradepp Kumar, P.B. and Rao, T. 2015. Performance of chickpea varieties under different dates of sowing in high altitude zone of Andhra Pradesh, India. Int. J. Cur. Microbiol. Appl. Sci. 4: 8. 329-332.
41. Sepahvand, N. and Sarhangi, M. 2012. Quinoa (mother seed) A new plant with high genetic diversity of nutritious products in Iran. Special issue of the 12th Iranian Genetic Congress, 5 p. (In Persian)
42. Shiran, N., Soleymani, A. and Shams, M. 2013. Effect of sowing date and different planting management, on seed yield and yield components of safflower in Isfahan region. Int. J. Aeronaut. Space Sci. 5: 9. 911- 913.
43. Shirinnejad, R., Torabi G. and Mahmoudi, F. 2019. Study of compatibility of quinoa cultivars in different planting dates and their effects

on morphological, physiological and biochemical indices, 2nd International Conference and 6th National Conference on Organic and Conventional Agriculture. 11 p. (In Persian)

44. Soltani, A. 2020. Analysis of the country's food security until 2050. Research plan report. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 211 p. (In Persian)
45. Soltani, A., Alimagham, S.M., Torabi, B., Zeinali, E., Zand, E., Vadez, v., Van Loon, M.P. and van Ittersum, M.K. 2020. Future food self-sufficiency in Iran: A model-based analysis. Glob. Food Secur. 24. 100351.
46. Sosa-Zuniga, V., Brito, V., Fuentes, F. and Steinfort, U. 2017. Phenological growth stages of quinoa (*Chenopodium quinoa*) based on the BBCH scale. Ann. Appl. Biol. 171: 3. 117-124.
47. Tavousi, M. and Sepahvand, N. 2014. The effect of planting date on yield and phonological and morphological characteristics of different genotypes of new quinoa in Khuzestan, First International Congress and 13th Iranian Genetics Congress, Tehran, 6 p. (In Persian)
48. Teal, R.K., Tubana, B., Girma, K., Freeeman, K.W., Arnall, D.B., Walsl, O. and Run, W.R. 2006. In- season prediction of corn grain yield potential using normalized difference vegetation index. Agron. J. 98: 1488- 1494.
49. Tesfaye, S., Birhane, E. and Leijnse, T. 2018. Climatic controls of Eco hydrological responses in the highlands of northern Ethiopia. Sci. Total Environ. 609: 77-914.
50. Vaqar, M.S., Noor Mohammadi, Q., Shams, K., Pakzi, A. and Kobrai, S. 2009. Yield and yield components of three chickpea cultivars (*Cicer arientinum* L.) at different planting dates in Kermanshah. J. Plant Breed. 5: 1. 1-18. (In Persian)
51. Zeinali, A., Soltani, A., Khadem Pir, M., Turani, M. and Sheikh, F. 2013. Study of reaction of grain yield components and green pods of two bean cultivars in the distance between rows in timely and late sowing. J. Agric. 4: 210-195. (In Persian)