Plant Production Technology/ **Volume 23/ Issu 1/ Pages 77-90/ Spring and Summer 2023**
https://doi.org/10.22084/ppt.2023.27449.2095

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Effect of Sowing Date on Yield, Yield-Companent and Grain Protein of Different Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Genotypes in Jiroft Weather Conditions

Amiripak[1], F., Parsa Motlagh[2*], B., Soleimani[2], A. A. and Khoshkam[3], S.

1 and 2. MSc Graduated and Assistant Professor, Respectively, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Universityof Jiroft, Jiroft, Iran
3. Instructor, South of Kerman, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center.
*: Corresponding author Email: bparsam@ujiroft.ac.ir

This paper has been extracted from the first author's MSc thesis under the supervision of Bahareh Parsa Motlagh.

Received: 2023/01/31 Accepted: 2023/09/06

Abstract

Quinoa is an annual plant belonging to the Amaranthaceae family with high adaptability and acceptable yield in different environments. In order to determine the most suitable planting date and quinoa genotype, a split plot experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in the research farm of university of Jiroft in 2018-2019 season year. Sowing date in three levels August 23, September 11 and October 2 were as main plots and quinoa genotypes in ten levels Red Carina, Titicaca, Giza1, Q_{12}, Q_{18}, Q_{21}, Q_{22}, Q_{26}, Q_{29} and Q_{31} were as sub plots. The results showed the highest plant height (122.9 cm), number of panicles per plant (18), number of spikes per panicle (12.1), biomass yield (9760 kg.ha^{-1}), seed yield (4243.3 kg.ha^{-1}) and protein yield (374.3 kg.ha^{-1}) was related to Q_{12} variety on the first sowing date. However, Q_{26} and Q_{29} genotypes were not significantly different from Q12 genotype in most of the investigated traits. In general, the planting date of September 1 is the best planting date and the Q_{12}, Q_{26} and Q_{29} genotypes are recommended for Jiroft region, due to the higher yield and better growth characteristics, it can be recommended on the first of September under the same conditions as this research, although it is necessary to repeat the research for more definitive results.

Keywords: Biomass, Growth traits, Protein percentage, Seed quality

Introduction

Quinoa belongs to the Taj Khorosian family, it is an annual plant, dicotyledonous, self-growing, broad-leaved, one to two meters high, and has a deep root system (Jacobsen *et al.*, 2003). Ecologically, quinoa is a plant resistant to acidic soil conditions, drought, frost (Valencia-Camuro, 2004), hot and dry weather .Sowing date due to the change in temperature, day length, temperature, and relative humidity has a significant effect on the growth and development of the plant during the growing season and is one of the most important management factors affecting the production of crops (Khichar and Niwas, 2006). The autumn sowing date of quinoa varies from September to late November. In general, according to different climates and temperature during planting and harvesting, the date of planting can be determined for each region (Bagheri, 2017). This study was conducted with the aim of investigating the history of different cultivations in different cultivars and genotypes of quinoa in the subtropical region of Jiroft.

Material and Methods

In order to determine the most suitable planting date and quinoa genotype, a split plot experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in the research farm of university of Jiroft in 2018-2019 season year. Sowing date in three levels August 23, September 11 and October 2 were as main plots and quinoa genotypes in ten levels Red Carina, Titicaca, Giza1, Q_{12}, Q_{18}, Q_{21}, Q_{22}, Q_{26}, Q_{29} and Q_{31} were as sub plots. Quinoa seeds were cultivated manually with a distance between rows of 50 cm and a distance between plants of 5 cm (Bagheri, 2017). A drip irrigation system was used for irrigation.The origin of genotypes Q12, Q18, Q19, Q21, Q22, Q26, Q27, Q29, Q31 is Chile, Red Carina of Egypt and Titicaca of Denmark (Bazile et al., 2016). The genotypes used in this research were obtained from the Research and Education Center for Agriculture and Natural Resources in the south of Kerman province, located in Jiroft city. At the end of the growing season, yield traits and yield components were measured per unit area after removing the margin effect. Seed protein concentration was measured by modified Bradford method (Lorin and Matolis, 2005). Data were analyzed using SAS software and means were compared using the least significant difference (Dancan) at the 5% level.

Results and discussion

The results showed the highest plant height (122.9 cm), number of panicles per plant (18), number of spikes per panicle (12.1), biomass yield (9760 kg.ha^{-1}), seed yield (4243.3 kg.ha^{-1}) and protein yield (374.3 kg.ha^{-1}) was related to Q_{12} variety on the first sowing date. However, Q_{26} and Q_{29} genotypes were not significantly different from Q12 genotype in

most of the investigated traits. Delay in planting date caused a significant decrease in seed yield. Comparison of the average effect of planting date on seed yield showed that the highest seed yield was obtained from the first and second planting dates with an average of 3,397.6 and 3,163 $kg.ha^{-1}$, respectively, and the lowest was from the third planting date with an average of 2,093.3 $kg.ha^{-1}$. Parger *et al.* (2018) observed the highest seed yield among the studied quinoa genotypes in the Zeno genotype with 2430 kg. Seed yield had a positive and significant correlation with plant height, stem diameter, number of panicles per plant, number of spikelets per panicle. The results of protein yield showed that genotype Q12 had the highest protein yield with 585.9 $kg.ha^{-1}$ and Red Carina and Titicaca cultivars (224.1 and 193.6 $kg.ha^{-1}$) had the lowest protein yield. The amount of quinoa seed protein is a function of the improvement of traits such as the number of panicles per plant, the weight of 1000 seeds, the harvest index and the biomass weight, which occurs following suitable temperature conditions with different phenological stages of the plant.

Conclusion

In general, the planting date of September 1 is the best planting date and the Q_{12}, Q_{26} and Q_{29} genotypes are recommended for Jiroft region, due to the higher yield and better growth characteristics, it can be recommended on the first of September under the same conditions as this research, although it is necessary to repeat the research for more definitive results.

Citations: Amiripak, F., Parsa Motlagh, B., Soleimani, A. A. & Khoshkam, S. (2023). Effect of Sowing Date on Yield, Yield-Companent and Grain Protein of Different Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Genotypes in Jiroft Weather Conditions. *Plant Production Technology*, *23*(1), 77-90. https://doi.org/10.22084/PPT.2023.27449.2095

© 2022 The Author(s). Bu- Ali Sina University Publication. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Online ISSN: 2476-5651 **Print ISSN:** 2476-6321

فنآوری تولیدات گیاهی/ جلد بیست و سوم/ شمارهٔ اول/ صفحات ۷۷- ۹۰/ بهار و تابستان ۱۴۰۲
https://doi.org/10.22084/ppt.2023.27449.2095

اثر تاریخ کاشت بر عملکرد، اجزای عملکرد و پروتئین دانه ژنوتیپ‌های مختلف کینوا (*Chenopodium quinoa* Willd.) در شرایط آب‌وهوایی جیرفت

Effect of Sowing Date on Yield, Yield-companent and Grain Protein of Different Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Genotypes in Jiroft Weather Conditions

فرهاد امیری پاک[۱]، بهاره پارسامطلق[۲*]، امان‌الله سلیمانی[۲] و سیب‌گل خوشکام[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۱۵
(مقاله پژوهشی)

چکیده

کینوا گیاهی یک‌ساله متعلق به خانواده تاج‌خروسیان با قدرت سازگاری بالا به شرایط محیطی نامطلوب، عملکرد قابل‌قبولی در محیط‌های مختلف دارد. به‌منظور تعیین مناسب‌ترین تاریخ کاشت و ژنوتیپ کینوا، آزمایشی به‌صورت اسپلیت‌پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه‌ی پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی جیرفت، در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ اجرا گردید. سه تاریخ کاشت اول شهریور، بیستم شهریور و دهم مهرماه، به‌عنوان فاکتور اصلی، و ده ژنوتیپ مختلف کینوا شامل Red Carina، Titicaca، Giza1، Q_{12}، Q_{18}، Q_{21}، Q_{22}، Q_{26}، Q_{29} و Q_{31}، به‌عنوان عامل فرعی، لحاظ شدند. نتایج نشان داد بیش‌ترین مقدار صفات ارتفاع بوته (۱۲۲/۹ سانتی‌متر)، تعداد پانیکول در بوته (۱۸ عدد)، تعداد سنبله در پانیکول (۱۲/۱ عدد)، زیست‌توده (۹۷۶۰ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد دانه (۴۲۴۳/۳ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد پروتئین (۳۷۴/۳کیلوگرم در هکتار) مربوط به ژنوتیپ Q_{12} در تاریخ کاشت اول (۱ شهریور) بود، اگرچه ژنوتیپ‌های Q26 و Q29 برای بیش‌تر صفات موردبررسی ازجمله عملکرد دانه، با ژنوتیپ Q_{12} تفاوت معنی‌دار آماری نداشتند. به‌طورکلی به‌ترتیب کاشت سه ژنوتیپ‌های Q12، Q26 و Q29، به‌دلیل داشتن عملکرد بالاتر و ویژگی‌های رشدی مطلوب‌تر، در تاریخ کاشت اول شهریور تحت شرایط مشابه این تحقیق قابل پیشنهاد است، هرچند که برای نتایج قطعی‌تر، تکرار تحقیق لازم و ضروری می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: درصد پروتئین، زیست‌توده، صفات رشدی، کیفیت دانه

ارجاع به مقاله: بایندور نوراله بیگلو، ب.، رضا تقی‌زاده، ر. و حسن‌پناه، د. (۱۴۰۲). امیری پاک، ف.، پارسامطلق، ب.، سلیمانی، ا. و خوشکام، س. (۱۴۰۲). اثر تاریخ کاشت بر عملکرد، اجزای عملکرد و پروتئین دانه ژنوتیپ‌های مختلف کینوا (*Chenopodium quinoa* Willd.) در شرایط آب‌وهوایی جیرفت، *مجله فنآوری تولیدات گیاهی*، ۲۳(۱)، ۷۷-۹۰. https://doi.org/10.22084/ppt.2023.27449.2095

حق نشر متعلق به نویسنده (گان) است و نویسنده تحت مجوز Commons Creative License Attribution (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) به مجله اجازه می‌دهد مقاله‌ی چاپ شده را در سامانه به اشتراک بگذارد، منوط بر اینکه حقوق مؤلف اثر حفظ و به انتشار اولیه مقاله در این مجله اشاره شود.

شاپا الکترونیکی: ۲۴۷۶-۵۶۵۱ **شاپا چاپی:** ۲۴۷۶-۶۳۲۱

۱ و ۲. به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران
۳. مربی، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران
*: نویسنده مسئول Email: bparsam@ujiroft.ac.ir

مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد نویسنده اول به راهنمایی خانم بهاره پارسامطلق می‌باشد.

مقدمه

گیاه جدید کینوا از طرف سازمان خواروبار جهانی به‌عنوان یک گیاه مهم برای کمک به امنیت غذایی کاربردی برای امنیت غذایی دنیا معرفی شده است (*رزاقی*[1] و همکاران، 2012). کینوا[2] از خانواده تاج‌خروسیان[3] و زیرخانواده اسفناجیان[4] می‌باشد. گیاهی یک‌ساله، دولپه، خودگشن، برگ پهن، ارتفاع یک تا دو متر و سیستم ریشه‌ای عمیق می‌باشد (*جاکوبسن*[5] و همکاران، 2003). دانه کینوا ۱۴-۲۰ درصد پروتئین دارد و سرشار از اسیدهای آمینه ضروری مانند لایسین، متیونین و سیستئین است که در بیش‌تر غلات به میزان خیلی‌کم وجود دارد (*ماتیاسویچ*[6] و همکاران، 2006). کینوا از لحاظ اکولوژیکی گیاهی مقاوم به شرایط اسیدی خاک، خشک‌سالی، یخبندان (*والنسیا-کامورو*[7]، 2004) آب و هوای گرم و خشک (محدوده دمایی ۴- تا ۳۸ درجه سانتی‌گراد) می‌باشد، طول دوره زندگی این گیاه بسته به رقم و اقلیم بین ۱۰۰ تا ۲۴۰ روز گزارش شده است (*برجاوا* و *سیرواستاوا*[8]، 2013). تاریخ کاشت و شرایط اقلیمی مناسب یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در حصول عملکرد اقتصادی مطلوب است، مرحله سبزشدن به‌موقع بذر عامل مهمی است که بر مراحل بعدی رشد و عملکرد گیاه تأثیر زیادی دارد (*صدیقی*[9]، 2007؛ *شیران*[10]، 2013). انتخاب تاریخ کاشت مناسب یکی از مهم‌ترین روش‌های زراعت، جهت استفاده بهینه از منابع و نور خورشید، مناسب است (*کریمی و صدیق*[11]، 1999). هم‌چنین، زمان کاشت به‌دلیل تغییر در درجه حرارت، طول روز، دما، و رطوبت نسبی، تأثیر قابل‌توجهی در رشد و نمو گیاه در مدت زمان فصل رشد داشته و یکی از مهم‌ترین عامل‌های مدیریتی اثرگذار در تولید محصولات است (*خیچار* و *نیواس*[12]،2006). میزان سطح زیرکشت کینوا در دنیا حدود ۲۰۰ هزار هکتار و متوسط عملکرد در هکتار آن حدود یک تن می‌باشد میزان تولید کینوا در جهان در سال ۲۰۱۹ به حدود ۱۶۱/۴ هـزار تن رسید. پـرو، بولیـوی و اکوادور مهم‌ترین تولیدکنندگان این محصول می‌باشند در سال‌های اخیر بسیاری از کشورهای دنیا سرمایه‌گذاری‌های علمی پژوهشی گسترده‌ای برای این محصول داشته‌اند و تحقیق و توسعه کینوا در دنیا از حدود یک دهه گذشته رشد چشم‌گیری را تجربه کرده است (*واسکانسلسوس*[13] و همکاران، 2019). در سطح جهانی بالغ بر ۶۰۰۰ واریته کینوای کشت شده وجود دارد (*روجاس*[14] و همکاران، 2015). مناطق گرمسیری کشور به‌خصوص مناطق جنوبی چون خوزستان، بوشهر، ایرانشهر، جیرفت و مناطق مشابه در این گروه قرار می‌گیرند. تاریخ کشت پاییزه کینوا از شهریورماه تا اواخر آبان‌ماه متغیر است. به‌طورکلی می‌توان گفت که باتوجه به اقلیم‌های مختلف و درجه حرارت زمان کاشت و برداشت، برای هر منطقه می‌توان تاریخ یا تاریخ کشت‌هایی را تعیین نمود (باقری، ۱۳۹۷).

پژوهشگران به‌منظور بررسی تأثیر تاریخ کاشت زمستانه (۱۹ و ۲۹ فوریه و ۱۰ مارس) و تابستانه (۳۱ جولای، ۱۰ و ۲۰ آگوست) بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کینوا (ژنوتیپ Q_{29})، آزمایشی در سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در منطقه کوار واقع در شرق استان فارس انجام دادند (*خانعلی‌زادگان*[15] و همکاران، 2020). نتایج تحقیق مذکور نشان داد که تاریخ کاشت بر عملکرد دانه، وزن هزاردانه، تعداد پانیکول و عملکرد زیست‌توده اثر معنی‌داری داشت. در یک آزمایش اثر سه تاریخ کاشت (۱۵ اسفند، ۱ و ۱۵ فروردین) و سه رقم Titicaca، Q26، Q29 کینوا در گرمسار بررسی شد، نتایج نشان داد با تأخیر در تاریخ کاشت و مراحل فنولوژیک گیاهان، عملکرد کاهش یافت و بیش‌ترین عملکرد دانه به رقم Titicaca در تاریخ ۱۵ اسفند تعلق داشت (فاضلی و همکاران، ۱۴۰۰). محققان در مطالعه‌ای کشت کینوا رقم Titicaca در شرایط آب‌وهوایی استان فارس (منطقه باجگاه) گزارش کردند تاریخ کشت‌های اول مهر، نیمه‌ی مهر، اول و نیمه‌ی آبان دچار یخ‌زدگی شدند و تولید محصول دانه نداشتند. حداکثر مقدار محصول دانه، کل ماده خشک و شاخص برداشت درکشت بهاره درتاریخ کشت اول اسفند و در کشت پاییزه در تاریخ کشت اول شهریور مشاهده گردید (بهرامی و طالب نژاد، ۱۳۹۸). در پژوهش بررسی تاریخ کاشت و ژنوتیپ‌های مختلف کینوا در پنجاب پاکستان نتایج نشان داد صفاتی از قبیل سبزشدن، رشد فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی لاین‌های کینوا در تاریخ‌های مختلف کاشت تفاوت معنی‌داری وجود دارد. در بین زمان‌های مختلف، تاریخ کاشت اواسط آبان مشاهده توصیه شد (*آسیف*[16] و همکاران، 2022).

بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش برای منطقه جوپار کرمان، زراعت رقم Q12 در تاریخ کاشت ۱۷ مرداد و رقم Giza1 در تاریخ کاشت اول شهریور توصیه شد (نجفی‌نژاد و

1. Razzaghi
2. Quinoa
3. Amarantaceae
4. Chenopodiaceae
5. Jacobsen
6. Matiasevich
7. Valencia-chamorro
8. Bhargava and Sirvastava
9. Siddiqi
10. Shiran
11. Karimi and Siddique
12. Khichar and Niwas
13. Vasconcelos
14. Rojas
15. Khanalizadegan
16. Asif

همکاران، ۱۴۰۱). این مطالعه با هدف بررسی تاریخ کشت‌های مختلف در ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف کینوا در منطقه نیمه‌گرمسیر جیرفت انجام شد.

مواد و روش‌ها

با هدف مشخص نمودن مناسب‌ترین تاریخ کاشت و جهت شناسایی بهترین ژنوتیپ تحت شرایط آزمایشی این پژوهش ژنوتیپ کینوا، آزمایشی در مزرعه‌ی پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی جیرفت، در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸ اجرا گردید. مشخصات جغرافیایی محل اجرای آزمایش ۳۵ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی، ۴۷ درجه و ۵۷ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۶۲۵/۶ متر بود. اطلاعات مربوط به‌میزان بارندگی و درجه حرارت محیط در طول اجرای آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. عملیات آماده‌سازی زمین در مردادماه سال ۱۳۹۸ انجام گرفت و سپس در تاریخ‌های موردنظر بذر کینوا به‌صورت دستی در چهار ردیف دو متری با فاصله ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته پنج سانتی‌متر کشت (باقری، ۱۳۹۷) و سیستم آبیاری قطره‌ای استفاده شد. آزمایش به‌صورت اسپیلت‌پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا در آمد. سه تاریخ کاشت اول شهریور، بیستم شهریور و دهم مهرماه، به‌عنوان فاکتور اصلی، و ده ژنوتیپ مختلف کینوا شامل Red Carina، Titicaca، Giza1، Q_{12}، Q_{18}، Q_{21}، Q_{22}، Q_{26}، Q_{29} و Q_{31}، به‌عنوان عامل فرعی، لحاظ شدند. منشاء ژنوتیپ‌های Q12، Q18، Q19، Q21، Q22، Q26، Q27، Q29، Q31 شیلی، Red Carina مصر و Titicaca دانمارک می‌باشد (*بازل*[1] و همکاران، 2016). ژنوتیپ‌های مورداستفاده در این پژوهش از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان واقع در شهرستان جیرفت تهیه شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از اجرای آزمایش (عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر) در جدول ۲ ارائه شده است. نحوه آبیاری گیاهان به‌صورت سیستم قطره‌ای انجام شد و از کود شیمیایی ۲۰-۲۰-۲۰ در مرحله رشد رویشی (چهار تا هشت برگی) استفاده شد. پس از کامل شدن دوره رشد و با مشاهده اولین علائم رسیدگی (زردشدن پنجاه درصد پانیکول‌ها) عملیات برداشت از اواخر دی‌ماه آغاز شد. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک به‌منظور اندازه‌گیری صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد پانیکول در بوته و وزن هزاردانه، تعداد ۱۰ بوته در هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و توزین و شمارش شدند. جهت تعیین عملکرد دانه و زیست‌توده، بعد از تکمیل دوره رشد گیاه، از هر کرت آزمایشی بوته‌های یک مترمربع میانی هر کرت انتخاب و تمامی آن‌ها به‌صورت کف‌بُر قطع و جهت کاهش رطوبت به‌مدت یک هفته در هوای آزاد قرار گرفتند. شاخص برداشت از نسبت عملکرد دانه به عملکرد زیست‌توده حاصل شد.

سنجش غلظت پروتئین دانه به روش *برادفورد*[2] تغییریافته انجام گرفت (*لورین* و *ماتولیس*[3]، 2005). ابتدا پروتئین‌ها از دانه‌های گیاه روی یخ استخراج شدند. به این منظور مقدار ۰/۱ گرم از دانه‌های آسیاب شده وزن گردید و هر نمونه به‌صورت جداگانه با یک میلی‌لیتر بافر فسفات سدیم (۵۰ میلی‌مولار با pH=۷/۸) در هاون چینی سرد سائیده شد. محلول همگن به‌دست‌آمده به اپندروف منتقل و به‌مدت ۲۰ دقیقه در ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه و دمای چهار درجه سانتی‌گراد، با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ یخچال‌دار، سانتریفیوژ گردید. سپس ۱۰ میکرولیتر عصاره، ۲۰۰ میکرولیتر معرف بیوره و ۷۹۰ میکرولیتر بافر فسفات سدیم (۵۰ میلی‌مولار با pH=۷/۸) اضافه شد. عصاره‌های حاصل برای سنجش غلظت پروتئین استفاده شد. بلانک شامل ۲۰۰ میکرولیتر معرف بیوره و ۸۰۰ میکرولیتر بافر فسفات (۵۰ میلی‌مولار با pH=۷/۸) بود. سپس جذب نوری نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول‌موج ۵۹۵ نانومتر قرائت شد. برای آزمون نرمال بودن خطاها، یکنواختی واریانس‌ها، افزایشی بودن اثر تیمارها در بلوک‌های مختلف و عدم هم‌بستگی بین میانگین‌ها و واریانس‌ها (به‌عنوان مفروضات تجزیه واریانس)، از نرم‌افزارهای Minitab 18 و SAS 9.4 و برای تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال آماری پنج درصد از نرم‌افزار SAS 9.4 استفاده شد.

1. Bazile

2. Bradford

3. Lovrien and Matulis

جدول ۱: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1: The physical and chemical characteristic of the experimental site

رسی Clay	سیلت Silt	شنی Sand	ماده آلی Organic matter	نیتروژن کل Total N	فسفر قابل‌دسترس Available P	پتاسیم قابل‌دسترس Available K	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH
درصد Percentage					میلی‌گرم در کیلوگرم $mg\ kg^{-1}$			
16	52	32	0.2	0.009	6.6	153	0.559	7.1

جدول ۲: میانگین دما، رطوبت و بارندگی ماهیانه منطقه در طول فصل رشد

Table 2: Average monthly temperature, humidity and rainfall of the Jiroft region during the growing season

میانگین بارندگی(میلی‌متر) Rainfall average (mm)	رطوبت (درصد) Humidity(%)	حداقل دما (درجه سانتی‌گراد) Minimum temperature (°C)	حداکثر دما (درجه سانتی‌گراد) maximum temperature (°C)	
0.2	27.4	23.6	43.3	شهریور ۱۳۹۸ September
0.7	43.3	20	36.7	مهر ۱۳۹۸ October
51.1	45	12.5	28.4	آبان ۱۳۹۸ November
39.9	60.6	8	22	آذر ۱۳۹۸ December
92.4	67.4	5.3	18.8	دی ۱۳۹۸ Janury

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

اثر متقابل تاریخ کاشت و ژنوتیپ بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود ($p\leq0.05$) (جدول ۳). در تاریخ کاشت ۱ شهریور بیش‌ترین ارتفاع بوته مربوط به ارقام Q_{12} و Q_{29} (۱۲۲/۹ و ۱۲۲/۶ سانتی‌متر) بود و کم‌ترین ارتفاع بوته مربوط به ارقام Red Carina و Titicac در تاریخ کاشت ۱۰ مهر با میانگین ۵۸/۹ و ۵۶/۳ سانتی‌متر به‌دست آمد. در سایر تاریخ‌های کاشت ژنوتیپ Q_{29} دارای بیش‌ترین ارتفاع بوته بود. Red Carina و Titicac جزء ژنوتیپ‌های زودرس بودند که حدود شش روز زودتر از سایر ژنوتیپ‌ها برداشت شدند و ارتفاع کم‌تری را داشتند. آنچه مسلم است، کاشت دیرهنگام سبب کاهش ارتفاع بوته می‌شود، زیرا دوره رویش گیاه در تاریخ کاشت اول از عوامل مساعد مثل (جدول ۵) شرایط مطلوب تشعشع، دما و رطوبت برخوردار می‌باشد، باتوجه به این‌که کینوا ذاتاً یک گیاه روزکوتاه است، لذا در کشت‌های تابستانه و پاییزه زودرس‌تر شده و ارتفاع بوته کم‌تر می‌شود. ارتفاع بالای بوته اگر همراه با عملکرد دانه مناسب نباشد، صفت مطلوبی نخواهد بود با این وجود اگر هدف تولید علوفه باشد، ارتفاع بیش‌تر بوته به‌همراه شاخ و برگ فراوان قطعاً امتیاز به‌شمار می‌آید (*سارجمی*[1]، 2014). در غیر این صورت حجم و وزن بالای گل آذین و ساقه نسبتاً ضعیف کینوا، احتمال ورس را افزایش می‌دهد. در مطالعه‌ای که در ترکیه روی ژنوتیپ‌های مختلف کینوا انجام گرفت ارتفاع بوته بین ۳۵ تا ۹۳ سانتی‌متر به‌دست آمد و ژنوتیپ Q_{11} بیش‌ترین ارتفاع بوته را داشت (*نانلی*[2] و همکاران، 2017). در بررسی دوساله تأثیر تاریخ کاشت بر گیاه کینوا در استان فارس انجام گرفت، پژوهشگران بیان کردند که اثر تاریخ کاشت در سال ۲۰۱۹ بر ارتفاع بوته معنی‌دار نبود و در سال ۲۰۱۸ بیش‌ترین ارتفاع بوته مربوط به ۱۹ فوریه و ۲۰ آگوست و کم‌ترین ارتفاع در سال ۲۰۱۸ مربوط به تاریخ کاشت ۲۹ فوریه به‌دست آمد (*خانعلی زادگان* و همکاران، 2020). صفت ارتفاع بوته، دارای هم‌بستگی منفی با شاخص برداشت بود که نشان می‌دهد، با افزایش ارتفاع بوته، شاخص برداشت کاهش می‌یابد (جدول ۶). در عمل نیز با افزایش ارتفاع، حجم اندام‌های رویشی افزایش می‌یابد که باعث کاهش نسبت عملکرد اقتصادی به عملکرد زیستی یا شاخص برداشت می‌شود (فاضلی و همکاران، ۱۴۰۰).

1. Sarjamei

2. Naneli

جدول ۳: تجزیه واریانس صفات مورد بررسی کینوا

Table 3: Analysis of variance of quinoa traits

منابع تغییرات Sources of Variations	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square									
		ارتفاع بوته Plant height	قطر ساقه Stem diameter	تعداد پانیکول در بوته Number of panicle per plant	تعداد سنبله در پانیکول Number of spikes in panicle	وزن هزاردانه Weight of thousand	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد زیست‌توده Biomass yield	شاخص برداشت Harvest index	پروتئین دانه Seed protein	عملکرد پروتئین دانه Grain protein yield
تکرار Repeat	2	13.26^{ns}	7.2 **	54.97**	8.05*	0.131^{ns}	1860303.33^{ns}	8206823.3**	2769.8*	0.001**	58558.7^{ns}
تاریخ کاشت Sowing date	2	6314.7**	38.4**	8.05**	55.7**	0.546*	14502703.33**	11415240**	1490.7^{ns}	0.592**	830400.6**
تکرار × تاریخ کاشت (خطای a) Repeat × Sowing date (Error a)	4	505.2	0.35	0.04	0.04	0.06	1085016.67	285748.3	324.11	5.32	23932.9
ژنوتیپ Genotype	9	1111.1**	4.32**	49.9**	49.94**	0.249*	2751389.63**	13642317.2**	93.9**	0.049**	128502.9**
تاریخ کاشت × ژنوتیپ Sowing × Genotype	18	26.01*	0.07^{ns}	0.36*	0.36*	0.164^{ns}	72129.26*	38759.8**	62.3**	1.57^{ns}	5425.5*
خطای b Error b	54	14.3	0.16	0.17	0.17	0.095	31954.2	15962.2	9.06	0.004	2390.6
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	4.3	7.6	3.1	5.6	10.6	6.1	8.1	5.7	9.8	13.5

ns، * و **: به‌ترتیب عدم معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, *and **: Not significant, significant at 5% and 1%, of probability levels, respectively

جدول ۴: مقایسه میانگین سطوح مختلف عامل‌های اصلی و فرعی بر قطر ساقه، وزن هزاردانه و درصد پروتئین دانه کینوا

Table 4: Comparison of the mean of different levels of major and minor factors on stem diameter, weight of thousand seeds and seed protein percentage of quinoa

عامل Factor	سطح Level	قطر ساقه (سانتی‌متر) Stem diameter (cm)	وزن هزاردانه (گرم) Weight of thousand seeds (g)	درصد پروتئین دانه Seed Protein (%)
تاریخ کاشت Sowing date	۱ شهریور August 23	6.4[a]	3.01[a]	17.5[a]
	۲۰ شهریور September 11	5.4[b]	2.93[a]	14[b]
	۱۰ مهر 2 October	4.2[c]	2.75[b]	11.4[c]
ژنوتیپ Genotype	Red Carina	4.5[e]	2.64[c]	13[e]
	Titicaca	4.2[e]	2.83[bc]	12.5[e]
	Giza1	5.6[c]	3[ab]	13.4[e]
	Q12	6.6[a]	2.81[bc]	18.1[a]
	Q18	5.2[cd]	2.9[bc]	13.7[cde]
	Q21	5.3[cd]	2.83[bc]	13.5[cde]
	Q22	5[d]	2.91[bc]	13.4[cde]
	Q26	5.3[cd]	2.97[abc]	15.7[b]
	Q29	6[b]	3.27[a]	14.9[bc]
	Q31	5.5[c]	2.82[bc]	14.8[b-d]

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند

Means in each column followed by similar letter (s) are not significantly different at 5% probability leve

جدول ۵: مقایسه میانگین اثرات متقابل تاریخ کاشت × ژنوتیپ بر صفات رویشی کینوا

Table 5: Comparison of interaction effects of sowing date × genotype on vegetative traits of quinoa

تاریخ کاشت Sowing date	ژنوتیپ Genotype	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد پانیکول در بوته Number of panicle per plant	تعداد سنبله در پانیکول Number of spikes per panicle	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (Kg.ha^{-1})	عملکرد زیست‌توده (تن در هکتار) Biomass yield (t.ha^{-1})	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	عملکرد پروتئین دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain protein yield (Kg.ha^{-1})
۱ شهریور August 23	Red Carina	87.6^{f}	12.2^{lm}	6.4^{lm}	2103.3^{hijk}	6.2^{j}	32.5^{mn}	343.3^{g-j}
	Titicaca	82^{fgh}	11.6^{mno}	5.8^{m-o}	1956.6^{ijkl}	5.91^{k}	32.1^{n}	307^{h-l}
	Giza1	110.7^{b}	12.5^{kl}	6.7^{kl}	2696.6^{efg}	6.51^{i}	39.6^{hijkl}	448.6^{d-h}
	Q12	122.9^{a}	20^{a}	14.2^{a}	3743.3^{a}	9.76^{a}	33.7^{mn}	800.6^{a}
	Q18	98.1^{de}	13.7^{g-i}	7.9^{g-i}	2996.6^{cdef}	7.56^{f}	36.6^{jklmn}	509.1^{b-f}
	Q21	107.3^{bc}	13.2^{h-j}	7.4^{h-j}	2953.3^{cdef}	7.25^{g}	38.4^{ijklm}	2616.4^{efg}
	Q22	94.2^{e}	13^{ijk}	7.2^{i-k}	2673.3^{efgh}	6.92^{h}	36.2^{jklmn}	447.9^{d-h}
	Q26	102.2^{cd}	16.7^{c}	10.8^{c}	3423.3^{abc}	9.38^{b}	34.8^{lmn}	651^{ab}
	Q29	122.6^{a}	16.5^{c}	10.7^{c}	3306.7^{abcd}	8.72^{c}	33.9^{lmn}	604.3^{bcd}
	Q31	94.9^{e}	15.3^{de}	9.4^{de}	3123.3^{bcdef}	8.24^{d}	34.2^{lmn}	558.8^{b-e}
۲۰ شهریور September 11	Red Carina	74.1^{i}	10.9^{o-q}	5.1^{o-q}	1743.3^{ijkl}	4.48^{op}	32.5^{mn}	223.9^{i-o}
	Titicaca	71^{ij}	10.4^{qr}	4.6^{qr}	1553.3^{klm}	4.19^{q}	32.1^{n}	187.8^{j-o}
	Giza1	94.6^{e}	11.4^{nop}	5.6^{n-p}	2233.3^{ghij}	4.79^{n}	39.6^{jklmn}	292^{h-m}
	Q12	95.8^{e}	18.1^{b}	12.3^{b}	3616.6^{ab}	7.77^{e}	36.4^{jklmn}	637.3^{bc}
	Q18	85.3^{fgh}	12.5^{kl}	6.7^{kl}	2760^{defg}	5.84^{k}	48.0^{cde}	371.1^{f-i}
	Q21	93.8^{e}	12^{l-n}	6.2^{l-n}	2636.6^{fgh}	5.53^{l}	48.9^{cd}	350.3^{g-i}
	Q22	80.5^{h}	11.8^{mno}	6^{l-n}	2350^{ghi}	5.2^{m}	51.7^{bc}	312^{h-k}
	Q26	85.7^{fgh}	14.6^{ef}	8.8^{ef}	3443.3^{abc}	7.17^{g}	40.7^{ghij}	539.3^{b-e}
	Q29	99.1^{de}	15.4^{d}	9.6^{d}	3250^{abcde}	6.84^{h}	42.2^{efghi}	482.7^{c-g}
	Q31	83^{fgh}	14.1^{fg}	8.3^{fg}	3043.3^{bcdef}	6.53^{i}	43.4^{defghi}	437.6^{e-h}
۱۰ مهر October 2	Red Carina	58.9^{k}	9.7st	3.9st	1050^{mn}	2.44^{v}	54.8^{b}	105no
	Titicaca	56.3^{k}	9.3^{t}	3.4^{t}	900^{n}	2.16^{w}	56.7^{ab}	86^{o}
	Giza1	81.2^{gh}	10.2^{rs}	4.1^{rs}	1410^{lmn}	2.75^{u}	60.5^{a}	148mo
	Q12	83.8^{fgh}	15.7^{d}	9.9^{d}	2100^{hijk}	5.61^{l}	43.8^{defgh}	319.9^{h-k}
	Q18	72.2^{ij}	11.4^{nop}	5.5^{n-p}	1690^{ijkl}	3.8^{r}	48.0^{cde}	182.1^{k-o}
	Q21	82.3^{fgh}	10.9^{pqr}	5^{p-r}	1540^{klm}	3.49^{s}	48.9^{cd}	163.3^{k-o}
	Q22	66.9^{j}	10.6^{pqr}	4.8^{p-r}	1433.3^{lmn}	3.17^{t}	51.7^{bc}	149.9^{k-o}
	Q26	74.2^{i}	13^{ijk}	7.2^{i-k}	2040^{ijk}	5.02^{m}	40.7^{ghij}	259.4^{i-n}
	Q29	86.9^{fg}	13.9^{gh}	8.1^{gh}	1940^{ijkl}	4.68^{no}	42.2^{efghi}	232.6^{i-o}
	Q31	70.2^{ij}	12.9^{jk}	7.1^{jk}	1723.3^{ijkl}	4.37^{pq}	43.4^{defghi}	214.8^{i-o}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند

Means in each column followed by similar letter (s) are not significantly different at 5% probability level

جدول ۶: ضرایب هم‌بستگی بین صفات موردبررسی در گیاه کینوا

Table 6: correlation coefficient between the studied traits in the quinoa plant

شاخص برداشت Harvest index	عملکرد زیست‌توده Biomass yield	عملکرد دانه Grain yield	تعداد سنبله در پانیکول Number of spikes in panicle	وزن هزاردانه Weight of thousand seeds	تعداد پانیکول در بوته Number of panicle per plant	قطر ساقه Stem diameter	ارتفاع بوته Plant height	
-0.336**	0.742**	0.732**	0.666*	0.722**	0.666**	0.77**	1	ارتفاع بوته Plant height
–0.222ns	0.743**	0.802**	0.780**	0.741**	0.780**	1		قطر ساقه Stem diameter
0.286ns	0.768**	0.797**	1	0.681*	1			تعداد پانیکول در بوته Number of panicle per plant
0.243ns	0.802**	0.875**	0.712**	1				وزن هزاردانه Weight of thousand seeds
0.287ns	0.768**	0.797**	1					تعداد سنبله در پانیکول Number of spikes in panicle
0.269ns	0.738**	1						عملکرد دانه Grain yield
-0.676**	1							عملکرد زیست‌توده Biomass yield
1								شاخص برداشت Harvest index

ns، * و **: به‌ترتیب عدم معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, *and **: Not significant, significant at 5% and 1%, of probability levels, respectively

قطر ساقه

قطر ساقه به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۱$) تحت‌تأثیر تاریخ کاشت و ژنوتیپ قرار گرفت (جدول ۳). بیش‌ترین قطر ساقه کینوا در تاریخ کاشت اول (۱ شهریور) با میانگین ۶/۴ سانتی‌متر و کم‌ترین مقدار در تاریخ کاشت ۱۰ مهر با میانگین ۴/۲ سانتی‌متر حاصل شد. بیش‌ترین قطر ساقه کینوا مربوط به ژنوتیپ Q_{12} با میانگین ۶/۶ سانتی‌متر و کم‌ترین مقدار آن مربوط به ارقام Red Carina و Titicaca به‌ترتیب با میانگین ۴/۵ و ۴/۲ سانتی‌متر بود (جدول ۵). در بررسی *باقری* و همکاران (2021) بر روی ژنوتیپ‌های کینوا در شهر کرج گزارش شد رقم Marangani بالاترین قطر ساقه را به خود اختصاص داد و ژنوتیپ‌های EQ_{104}، EQ_{106} و Atlas حائز حداقل قطر ساقه بودند. صفت قطر ساقه، دارای هم‌بستگی منفی با شاخص برداشت بود که نشان می‌دهد، با افزایش قطر ساقه، شاخص برداشت کاهش می‌یابد (جدول ۶).

تعداد پانیکول در بوته

اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر تعداد پانیکول در بوته ($p\leq۰/۰۵$) معنی‌دار بود (جدول ۳). با تأخیر در کاشت تعداد پانیکول در بوته کاهش یافت. اثرات متقابل تاریخ کاشت و ژنوتیپ نشان داد که بیش‌ترین تعداد پانیکول در بوته مربوط به ژنوتیپ Q_{12} با میانگین ۲۰ در تاریخ کاشت ۱ شهریور می‌باشد (جدول ۵). هم‌چنین جدول ضرایب هم‌بستگی بین صفات نشان داد که تعداد پانیکول در بوته با عملکرد دانه هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری دارد ($r=۰/۷۹$) (جدول ۶).

تعداد سنبله در پانیکول

اثر متقابل تاریخ کاشت و ژنوتیپ بر تعداد سنبله در پانیکول ($p\leq۰/۰۵$) معنی‌دار بود (جدول ۳). بر اساس مقایسه میانگین انجام شده بیش‌ترین تعداد سنبله در پانیکول در ژنوتیپ Q_{12} در تاریخ کاشت اول (۱ شهریور) با میانگین ۱۴/۲ به‌دست آمد و کم‌ترین میزان تعداد سنبله در پانیکول مربوط به ژنوتیپ Titicaca با میانگین ۳/۴ در تاریخ کاشت سوم (۱۰ مهر) حاصل شد (جدول ۵). نتایج بررسی تأثیر تاریخ کاشت بر تعداد پانیکول در بوته کینوا طی دو فصل زراعی در کشور مصر نشان داد که بیش‌ترین تعداد پانیکول در بوته در تاریخ کاشت ۱۵ نوامبر و کم‌ترین آن در تاریخ ۱ نوامبر به‌دست آمد (نجیب[1] و همکاران، 2020).

وزن هزاردانه

وزن هزاردانه به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر تاریخ کاشت و ژنوتیپ قرار گرفت ($p\leq۰/۰۵$) (جدول ۳). بیش‌ترین وزن هزاردانه تاریخ کاشت‌های اول (۱ شهریور) و دوم (۲۰ شهریور) با میانگین ۳/۰۱ و ۲/۹۳ گرم به‌دست آمد. کاهش وزن هزاردانه در تاریخ کاشت ۱۰ مهر نسبت به تاریخ کاشت ۱ شهریور ۸/۶ درصد بود (جدول ۳). در بین ارقام ژنوتیپ Q_{29} دارای بیش‌ترین مقدار وزن هزاردانه بود بود که با ارقام Q_{26} و Giza1 اختلاف معنی‌داری نداشت و رقم Red Carina کم‌ترین مقدار مقدار وزن هزاردانه را داشت (جدول ۳). در بررسی *باقری* و همکاران (2021) بر روی ژنوتیپ‌های کینوا در شهر کرج گزارش شد رقم Sacaca، EQ_{102} و EQ_{103} به‌ترتیب با مقدار عددی ۲/۷، ۲/۶۸ و ۲/۶۸ گرم در گروه برتر و رقم Marangani با میانگین وزن هزاردانه ۱/۱۶ گرم در پایین‌ترین گروه تیماری قرار گرفتند. در مطالعه‌ای که در مصر بر روی کینوا انجام شد وزن هزاردانه ژنوتیپ‌های کینوا را بین ۳/۵ و ۴/۷ گرم گزارش کردند (*عبدالعظیم* و *سید*[2]، 2018). *نجیب* و همکاران (2020) در بررسی تأثیر تاریخ کاشت کینوا در مصر در طی دو فصل زراعی بیان کردند که تاریخ کاشت بر وزن هزاردانه کینوا تأثیر معنی‌داری دارد و بیش‌ترین وزن هزاردانه در هر دو فصل زراعی در تاریخ کاشت ۱ نوامبر به‌دست آمد. بیش‌ترین هم‌بستگی وزن هزاردانه با صفات عملکرد دانه ($r=۰/۸۷$) و عملکرد زیست‌توده ($r=۰/۸۰$)حاصل شد (جدول ۶) که با نتایج فاضلی و همکاران (۱۴۰۰) و صالحی (۱۳۹۹) در یک راستا قرار دارد.

عملکرد دانه

اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر عملکرد دانه معنی‌دار بود ($p\leq۰/۰۵$) (جدول ۳). تأخیر در تاریخ کاشت باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه شد. مقایسه میانگین اثر تاریخ کشت بر عملکرد دانه نشان داد بیش‌ترین عملکرد دانه از تاریخ کاشت‌های اول و دوم به‌ترتیب با میانگین ۳۳۹۷/۶ و ۳۱۶۳ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد و کم‌ترین آن مربوط به تاریخ کاشت سوم با میانگین ۲۰۹۳/۳ کیلوگرم در هکتار بود. بهترین ترکیب تیماری از لحاظ عملکرد دانه مربوط به ژنوتیپ Q_{12} در تاریخ کاشت اول بود که با ژنوتیپ‌های Q_{26} و Q_{29} از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشت و کم‌ترین عملکرد دانه به ژنوتیپ‌های Red Carina و Titicaca تعلق داشت (جدول ۵). عملکرد دانه تابع رشد مناسب برگ‌ها، ساقه‌ها، گل‌ها و باروری کامل آن‌ها، نمو جنین، تجمع نشاسته و پروتئین در دانه و عرضه مستمر مواد پرورده است. در مطالعه اطاعتی و همکاران

1. Nagib

2. Abdelazim and Sayed

(۱۴۰۲) بر روی ۱۰ ژنوتیپ کینوا گزارش کردند اثر محیط و متقابل محیط و ژنوتیپ بر عملکرد دانه معنی‌دار بود و در مناطق مختلف ژنوتیپ‌های Q26، Q29 و Gizal از عملکرد بیشتری برخوردار بودند. *پارگر*[1] و همکاران (2018) بالاترین میزان عملکرد دانه را در بین ژنوتیپ‌های موردمطالعه کینوا در ژنوتیپ Zeno با ۲۴۳۰ کیلوگرم مشاهده کردند. *باقری* و همکاران (2021) در بررسی ژنوتیپ‌های منتخب کینوا در مناطق کشت پاییزه گزارش کردند که ژنوتیپ Q_{12} در منطقه جیرفت با میانگین عملکرد دانه ۴۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، بالاترین عملکرد را دارا می‌باشد و پایین‌ترین میزان عملکرد نیز مربوط به ژنوتیپ Titicaca در منطقه بوشهر به میزان ۶۱۵/۲ کیلوگرم در هکتار است. در مطالعه‌ای در ایتالیا بر روی دو رقم کینوا در سه تاریخ کاشت نتایج نشان داد که عملکرد دانه رقم DISPAA-Q47-CB به‌طور قابل‌توجهی کم‌تر از رقم DISPAA-Q42 است. بیش‌ترین عملکرد دانه در تاریخ کاشت ۲۳ فوریه (تاریخ کاشت اول) در رقم DISPAA-Q42 با میانگین عملکرد ۲ تن در هکتار به دست آمد و میزان عملکرد رقم DISPAA-Q47-CB در همین تاریخ کاشت ۰/۵ تن در هکتار گزارش شد (*کاسینی*[2]، 2019). عملکرد دانه با صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد پانیکول در بوته، تعداد سنبلچه در پانیکول هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۶).

عملکرد زیست‌توده

اثر متقابل تاریخ کاشت و ژنوتیپ بر عملکرد زیست‌توده معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۱) (جدول ۳). عملکرد زیست‌توده در تاریخ کاشت ۱۰ مهر (تاریخ کاشت سوم)، و ۲۰ شهریور (تاریخ کاشت دوم) نسبت به تاریخ کاشت ۱ شهریور (تاریخ کاشت اول) به‌ترتیب ۵۱ و ۲۳/۶ درصد کاهش در میزان عملکرد زیست‌توده داشتند. (جدول ۵). بررسی روند تغییرات عملکرد زیست‌توده در تاریخ کاشت‌های مختلف نشان داد بیش‌ترین میزان عملکرد زیست‌توده مربوط به ژنوتیپ Q_{12} در تاریخ کاشت اول (۱ شهریور) و کم‌ترین آن مربوط به ژنوتیپ Titicaca در تاریخ کاشت سوم (۱۰ مهر) است (جدول ۵). در پژوهشی بر روی ده ژنوتیپ کینوا، محققان گزارش کردند باتوجه به معنی‌دار بود اثر متقابل محیط و ژنوتیپ، در مناطق مختلف ژنوتیپ‌های Q26، Q29 و Gizal از عملکرد زیست‌توده بیش‌تری برخوردار بودند (اطاعتی و همکاران، ۱۴۰۲). در مطالعه‌ای در منطقه آگدار شمال شرقی ترکیه در مورد کینوا نتایج انجام شد، بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد علوفه خشک به‌ترتیب در تاریخ کاشت پنجم (۲۲/۲ تن در هکتار) و ۲۶ فروردین (۵/۳ تن در هکتار) گزارش شده است (*تمیل* و *یولچ*[3]، 2020). در بررسی تأثیر تاریخ کاشت بر روی گیاه کینوا در استان فارس گزارش شد که زیست‌توده کینوا در ۱۹ فوریه ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹ که به‌ترتیب ۶۲۰۰ و ۸۶۸۰ کیلوگرم بر مترمربع به‌دست آمد در گروه آماری برتر قرار داشت و در ۳۱ جولای، زیست‌توده هوایی به‌ترتیب با ۱۸/۷ و ۱۵/۶ درصد کاهش نشان داد و در آخرین گروه آماری قرار گرفت (*خوانعلی زادگان* و همکاران، 2020).

شاخص برداشت

شاخص برداشت به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر ژنوتیپ و اثر متقابل تاریخ کاشت × ژنوتیپ قرار گرفت ($p<$۰/۰۱) (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیش‌ترین شاخص برداشت مربوط به ژنوتیپ Giza1 (۶۰/۵ درصد) در تاریخ کاشت ۱۰ مهر و کمترین آن مربوط به ارقام Red Carina و Titicaca به‌ترتیب با میانگین ۳۲/۵ و ۳۲/۱ در تاریخ کاشت ۱ شهریور بود (جدول ۵). شاخص برداشت نشان‌دهنده کارایی توزیع مواد فتوسنتزی در بین اندام‌های مختلف گیاه است، بنابراین شاخصی از توانایی گیاه برای اختصاص منابع بین ساختارهای رویشی و زایشی است (*کاروترو*[4] و همکاران، 2010). به‌نظر می‌رسد با تأخیر در تاریخ کاشت در مناطق گرمسیری از قبیل جیرفت، با افزایش دما طی فصل رویش گیاهان زودتر وارد فاز رویشی شده باشند و با کاهش تولید زیست‌توده شاخص برداشت افزایش یافته است. صفات ارتفاع بوته و وزن زیست‌توده دارای هم‌بستگی منفی با شاخص برداشت بود که نشان می‌دهد، با افزایش ارتفاع بوته، شاخص برداشت کاهش می‌یابد (جدول ۶). در بررسی اثر زمان کاشت و مقدار نیتروژن بر کینوا در خوزستان، شاخص برداشت گیاهان کشت شده در تاریخ ۲۰ مهر بیش‌تر از ۱ مهرماه گزارش شد (سعیدی و همکاران، ۱۳۹۸).

درصد پروتئین و عملکرد پروتئین دانه

پروتئین دانه به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر تاریخ کاشت و ژنوتیپ قرار گرفت ($p<$۰/۰۱) (جدول ۳). بیش‌ترین مقدار پروتئین دانه از تاریخ کاشت اول با میانگین ۱۷/۵ درصد به‌دست آمد و کم‌ترین میزان آن مربوط به تاریخ کاشت سوم با میانگین ۱۱/۴ درصد بود (جدول ۵).

عملکرد پروتئین به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر اثرات متقابل تاریخ کاشت × ژنوتیپ ($p<$۰/۰۵) قرار گرفت تاریخ کاشت ۱

1. Parger
2. Casini
3. Temel and Yolcu
4. Carrotero

شهریور نسبت به تاریخ کاشت ۱۰ مهر ۶۳/۹ درصد افزایش در عملکرد پروتئین داشت و این افزایش عملکرد در تاریخ کاشت ۲۰ شهریور ۲۵/۸ درصد بود (جدول ۵). بین ارقام (Red Carina، Titicaca، Giza1، Q12، Q18، Q21، Q22، Q26، Q29 و Q31) از نظر میزان عملکرد پروتئین اختلاف معنی‌دار وجود دارد. نتایج این جدول نشان می‌دهد که ژنوتیپ Q12 با ۵۸۵/۹ کیلوگرم در هکتار بالاترین میزان عملکرد پروتئین را داشته و ارقام Red Carina و Titicaca (۲۲۴/۱ و ۱۹۳/۶ کیلوگرم در هکتار) کم‌ترین عملکرد پروتئین را دارا بودند (جدول ۵).

درصد بالای پروتئین موجود در دانه‌های کینوا، عاری بودن این دانه‌ها از گلوتن و هم‌چنین وجود بیش‌تر اسیدهای آمینه ضروری، از اصلی‌ترین دلایل ارزش غذایی بسیار بالا در این ماده غذایی محسوب می‌شوند. در مطالعه مروری *آنگالی*[1] و همکاران (2020) میزان پروتئین ژنوتیپ‌های کینوا در مکان‌های مختلف از ۱۱ تا ۱۸ درصد متغیر بود. محققان در بررسی ژنوتیپ‌های کینوا در منطقه کرج گزارش کردند که درصد پروتئین در ژنوتیپ‌های موردمطالعه بین ۱۸/۱۷ – ۱۵/۰۳ درصد متغیر می‌باشد و ژنوتیپ EQ101 با ۱۸/۱۷ درصد پروتئین بیش‌ترین و ژنوتیپ‌های Rosada و Kancolla نیز به‌ترتیب با ۱۷/۶۹ و ۱۷/۷۱ درصد پروتئین دانه در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (*باقری* و همکاران، 2021). کم‌ترین میزان پروتئین مربوط به ژنوتیپ EQ103 با ۱۵/۰۳ درصد گزارش شد. در بررسی تأثیر تاریخ کاشت بر درصد پروتئین دانه کینوا طی دو فصل زراعی در کشور مصر نتایج نشان داد که بیش‌ترین درصد پروتئین دانه (۱۰/۵۲ درصد) در فصل اول در تاریخ کاشت اول (۱ نوامبر) و در فصل دوم در تاریخ کاشت سوم (۱ دسامبر) به‌دست آمد (۱۰/۸ درصد) (نجیب و همکاران، 2020). مقدار پروتئین دانه کینوا تابعی از بهبود صفاتی از قبیل تعداد پانیکول در بوته، وزن هزاردانه، شاخص برداشت و وزن زیست‌توده است که به دنبال حادث شدن شرایط دمایی مناسب با مراحل مختلف فنولوژیک گیاه روی می‌دهد.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی به‌ترتیب کاشت سه ژنوتیپ‌های Q12، Q26 و Q29، به‌دلیل داشتن عملکرد بالاتر و ویژگی‌های رشدی مطلوب‌تر، در تاریخ کاشت اول شهریور تحت شرایط مشابه این تحقیق قابل پیشنهاد است، هرچند که برای نتایج قطعی‌تر، تکرار تحقیق لازم و ضروری می‌باشد.

منابع

Abdelazim Sayed, A. A. 2018. Chemical and technological evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivated in Egypt. Journal of Acta Scientific Nutritional Health, 2 (7): 42-53.

Angeli, V., Miguel Silva, P., Crispim Massuela, D., Waleed Khan, M., Hamar, A., Khajehei, F., Graeff-Hönninger, S. and Piatti, C. 2020. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): An Overview of the Potentials of the "Golden Grain" and Socio-Economic and Environmental Aspects of Its Cultivation and Marketization. Foods, 9 (2): 216.

Bazile, D., Pulvento, C., Verniau, A., Al-Nusairi, M. S., Ba, D., Breidy, J., Hassan, L., Mohammed, M. I., Mambetov, O., Otambekova, M., Sepahvand, N. A., Shams, A., Souici, D., Miri, K. and Padulosi, S. 2016. Worldwide Evaluations of Quinoa: Preliminary Results from Post International Year of Quinoa FAO Projects in Nine Countries. Front. Plant Science, 7: 1-18.

Bagheri, M. 2017. Quinoa cultivation. Research institute for breeding and production of seedlings and seeds. 15p. (In Persian).

Bagheri, M., Anafjeh, Z., Keshavarz, S. and Foladi, B. 2021. Evaluation of quantitative and qualitative characteristics of new quinoa genotypes in spring cultivation at Karaj. Iranian Journal of Field Crops Research, 18 (4): 465-475. (In Persian).

Bahrami, M. and Talebnejad, R. 2019. The effect of spring and autumn planting dates and low irrigation on the growth and yield of *Chenopodium quinoa* Willd. in Bajgah area of Fars province. The 15th National Conference on Irrigation and Evaporation Reduction. Kerman, Shahid Bahonar University of Kerman .(In Persian).

Carrotero, R., Serrayo, R. A., Bnet, M. O., Perello A. E. and Miralles, D. J. 2010. Absorbed radiotion and radiation use efficiency as effected by foliar diseases in relation to their vertical position into the canopy in wheat. Field Crops Research, 916: 189-195.

Casini, P. 2019. Seed yield of two new quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) breeding lines as affected by sowing date in Central Italy. Acta agriculturae Slovenica,113 (1): 51-62.

Etaati, M., Ardakani, M. A., Bagheri, M., Paknejad F. and Golzardi, F. 2023. Grain yield adaptability and stability of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotypes using different stability indices. Journal of Crop Ecophysiology, 17 (1): 1-14. (In Persian).

Fazeli, F., Akbari, Gh. A., Naderi Arefi, M. A. and Benakashani, F. 2021. Response of different quinoa (*Chenopodium quinoa*) genotypes to planting date in terms of morphological traits, yield and yield components in Garmsar region. Iranian Journal of Field Crop Science, 52 (2): 41-49. (In Persian).

1. Angeli

Jacobsen, S. E., Mujica, A. and Jensen, C. R. 2003. The resistance of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to adverse abiotic factors. Food Reviews International, 19 (1-2): 99-109.

Karimi, M. M. and Siddique, H. M. 1999. Crop growth and relative growth rates of old and modern wheat cultivars. Australian Journal of Agricultural Research, 42: 13-20.

Khanalizadegan, A., Madandoust, M., Mohajeri, F. and Bagheri, M. 2020. Effects of planting date on yield characteristics of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild.). International Journal of Pharmaceutical and Phytopharmacological Research, 10 (1): 290-298.

Khichar, M. L. and Niwas, R. 2006. Microclimatic profiles under different sowing environments in wheat. Journal of Agrometeorology, 8 (2): 201-209.

Lovrien, R. and Matulis, D. 2005. Assays for total protein. Current Protocols in Microbiology, 00, A.3A.1–A.3A.14.

Matiasevich, S. B., Castellion, M. L., Maldonado, S. B. and Buera. M. P. 2006. Waterdependent thermal transition in quinoa embroys. Thermochimica Acta, 448: 117-122.

Nagib, S. R., Gahory, A. M. O. and Hassan, A. A. 2020. Productivity and quality of quinoa yield (*chenopodium quinoa* Willd.) as affected by planting date and plant spacings. Scientific Journal Flowers and Ornamental Plants, 7 (4): 541-548.

Naneli, I. and Dokuyucu, T. 2017. Response of the quinoa genotypes to different locations by grain yield and yield components. International Journal of Agriculture Innovations and Research, 6 (3): 446-451.

Parger, A., Munz, S., Nkebiwe, P. M., Mastand, B. and Graeff-Honninger, S. 2018. Yield and quality characteristics of different quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivars grown under field conditions in southwestern Germany. Agronomy Journal, 8 (10): 1-19.

Razzaghi, F., Ahmadi, S. H., Adolf, V. I., Jensen, C. R., Jacobsen, S. E. and Andersen, M. N. 2012. Water relations and transpiration of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) under salinity and soil drying. Journal of Agronomy and Crop Science, 197: 348-360.

Rojas, W., Barriga, P. and Figueroa, H. 2003. Multivariate analysis of genetic diversity of Bolivian quinoa germplasm. Journal of Food Reveiws International, 9: 167-177.

Saeidi, S. M., Siadat, S. A., Moshatati, A., Moradi –Telavat, M. and Sepahvand, N. A. 2019. Effect of sowing time and nitrogen fertilizer rates on growth, seed yield and nitrogen use efficiency of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in Ahvaz. Iranian Journal of Crop Science, 21 (4): 354-366. (In Persian).

Salehi, M. 2019. Comparison of yield and yield components of different quinoa lines in autumn rainfed cultivation in Gorgan city. Crop Prpduction, 13 (1): 17-30. (In Persian).

Sarjamei, F., Khorasani, S. and Nezhad. N. 2014. Effect of planting methods and plant density, on morphological, phenological, yield and yield component of baby corn. Journal of Advance in Agriculture and Biology, 2 (1): 20-25.

Siddiqi, E. H., Asraf, M. and Akram, N. A. 2007. Variation in seed germination and seedling growth in some diverse lines of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under salt stress. Pakistan Journal of Botany, 39 (6): 1937-1944.

Temel, S. and Yolcu, S. 2020. The effect of different sowing time and harvesting stages on the herbage yield and quality of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Biology Turkish Journal of Field Crops, 25 (1):41-49.

Valencia-chamorro, S. A. 2004. *Quinoa.* Encyclopedia of Grain Science, Pp: 918-925.

Vasconcelos, E. S., Echer, M., Marcia de, M., Kliemann, M. A. and Júnior, L. M. 2019. Selection and recommend of quinoa (*Chenopodium quinoa*) genotypes based on the yield genotypic adaptability and stability. Revista Ceres, 66 (2): 117-123.