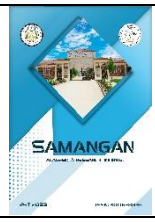
Samangan Scientific and Research Journal

https://researchsparker.edu.af/index.php/SARJ

DOI: 10.64226/sarj.v2i02.69

e-ISSN:3105-1715



Evaluation of the adaptability of quinoa plant genotypes in different planting dates and their effects on yield and yield components under the Samangan climatic conditions

Barakatullah Rabbani[1,*]

[1]Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Samangan Institute of Higher Education

[*] *Corresponding Author:* sbarakatullahrabbani@gmail.com

Cite this study: Rabbani, B. (2024). Evaluation of the adaptability of quinoa plant genotypes in different planting dates and their effects on yield and yield components under the Samangan climatic conditions, Samangan Academic and Research Journal, 2(2), 57-72.

Keywords

Biological yield, Harvest index, planting time, Quinoa, Seed yield.

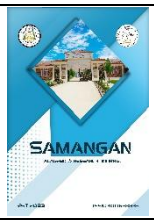
Research

Received:
Revised:
Accepted:
Published:

Abstract

Quinoa is a dicotyledonous plant from the *Amaranthaceae* family, classified as a pseudocereal. Having genetic diversity and wide flexibility allows this plant to adapt to various environments. One of the key factors to consider when introducing a plant into the cropping pattern of any region is the optimal planting date. Adhering to the appropriate planting date leads to higher economic yields without incurring additional costs. In order to evaluate the grain yield and yield components of the quinoa plant under the influence of planting dates and genotypes, a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design (RCBD) with three replications at the research farm of the Faculty of Agriculture, Samangan Higher Education Institute, during the year 1403. In this study, planting dates (5th March, 5th April, and 5th May) were considered as the first factor, and three genotypes (Titicaca, Q26, and Q29) were considered as the second factor. The results of this study showed that the planting dates had a significant difference in terms of grain yield, biological yield, plant height, stem diameter, panicle length, number of panicles per plant, and thousand-seed weight. The planting date of 5th April produced the highest grain yield (2129.33 kg/ha) compared to the other two planting dates. The average grain yield for the studied genotypes was 2129.33, 1978.66, and 1855.33 kg/ha, respectively. Among the studied genotypes, the Titicaca genotype showed superiority and better adaptability compared to the other two genotypes. Considering the climatic conditions of the Samangan region and the results of this study, it can be concluded that the Titicaca genotype of quinoa had superior grain yield and yield components in all three planting dates compared to the other genotypes, showing better adaptability. Therefore, due to its higher grain yield and more favorable growth characteristics, the cultivation of the Titicaca genotype on the planting date of 5th April is recommended.

مجلۀ علمی-تحقیقی سمنگان
https://researchsparker.edu.af/index.php/SARJ
DOI: 10.64226/sarj.v2i02.69
e-ISSN:3105-1715



بررسی سازگاری جنوتایپ‌های گیاه کینوا در تاریخ کاشت های مختلف و اثرات آن‌ها بر عملکرد و اجزای عملکرد

برکت الله ربانی[۱،*]

[۱]دیپارتمنت اگرانومی پوهنحی زراعت، مؤسسۀ تحصیلات عالی سمنگان

* *نویسنده مسؤول:* sbarakatullahrabbani@gmail.com

مرجع‌دهی: ربانی ب. (۱۴۰۳). بررسی سازگاری جنوتایپ‌های گیاه کینوا در تاریخ کاشت های مختلف و اثرات آن‌ها بر عملکرد و اجزای عملکرد، ۲(۲)، ۵۷-۷۲.

کلمات کلیدی

زمان کاشت، شاخص برداشت، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، کینوا.

چکیده

کینوا گیاهی دو مشیمه‌ای از خانواده تاج خروس (*Amaranthaceae*) است که جز گروه شبه غله‌جات دسته بندی می‌شود. داشتن تنوع جنیتیکی و انعطاف پذیری گسترده، اجازه سازگاری در محیط‌های مختلف را به این گیاه میدهد. یکی از عواملی‌که باید هنگام معرفی یک گیاه در الگوی کشت هر منطقه مورد توجه قرار گیرد تاریخ کاشت مطلوب است. تاریخ کاشت یکی از موثرترین عوامل در ترکیب مراحل مختلف رشدی گیاه است، رعایت تاریخ کاشت مناسب باعث عملکرد اقتصادی بالاتر بدون صرف هزینه‌ای اضافی خواهد شد. به منظور ارزیابی عملکرد دانه و اجزای عملکرد گیاه کینوا تحت تاثیر تاریخ کاشت و جنوتایپ، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در فارم تحقیقاتی پوهنحی زراعت موسسه تحصیلات عالی سمنگان طی سال ۱۴۰۳ انجام شد. در این تحقیق تاریخ‌های کاشت (۱۵ حوت، ۱۵ حمل و ۱۵ ثور) به عنوان عامل اول و سه جنوتایپ (Titicaca، Q26 و Q29) به عنوان عامل دوم در نظر گرفته شدند. نتایج این بررسی نشان داد که تاریخ های کاشت از نظر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، ارتفاع بوته، قطر ساقه، طول خوشه، تعداد خوشه در بوته و وزن هزار دانه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند. تاریخ کاشت ۱۵ حمل نسبت به دو تاریخ کاشت دیگر بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد. به طوریکه میانگین عملکرد دانه در جنوتایپ‌های مورد مطالعه به ترتیب ۲۱۲۹.۳۳، ۱۹۷۸.۶۶ و ۱۸۵۵.۳۳ کیلوگرام در هکتار بود. در بین جنوتایپ های مورد مطالعه جنوتایپ تی‌تی‌کاکا نسبت به دو جنوتایپ دیگر برتری وسازگاری مطلوب‌تری داشت. با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه سمنگان و نتایج این تحقیق چنین استنباط میشود که جنوتایپ تی‌تی‌کاکا گیاه کینوا از لحاظ عملکرد دانه و اجزای عملکرد در هرسه تاریخ کاشت نسبت به سایر جنوتایپ ها برتری بیشتر و سازگاری مطلوب تری داشت. بنابراین به دلیل داشتن عملکرد دانه بالاتر و ویژگی‌های رشدی مطلوب‌تر زراعت جنوتایپ تی‌تی‌کاکا در تاریخ کاشت ۱۵ حمل قابل پیشنهاد است.

مقدمه

کینوا (*Chenopodium quinoa* Willd) گیاهی دو لپه‌ای از خانواده تاج خروس (*Amaranthaceae*)، سه کاربنه و هلوفایت اختیاری است که جز گروه شبه غلات دسته بندی می‌شود. ارتفاع گیاه از ۰.۵ تا دو متر، اندازه دانه دو میلی متر و طول دوره رویش گیاه بسته به ورایتی و اقلیم متفاوت است (فاضلی و همکاران ۱۴۰۰). میزان پروتئین دانه این گیاه بین ۱۳.۸۱ تا ۲۱.۹ فیصد است و تنها گیاهی است که کل امینواسیدهای ضروری بدن را تامین می‌کند (FAO, 2013). کینوا گیاهی بسیار مقاوم به شرایط نامطلوب محیطی است که در برابر تنش‌های زنده و غیر زنده مقاومت بالایی را از خود نشان می‌دهد (Curti *et al.*, 2018). این گیاه می‌تواند در مناطق مختلف کشاورزی و محیطی رشد کند و نسبت به سرما، شوری و خشکسالی تحمل دارد. دانه کینوا به دلیل ارزش غذایی بالا در سطح جهانی اهمیت زیاد پیدا کرده است (Alandia *et al.*, 2020). از سوی دیگر تنوع ژنتیکی کینوا بسیار زیاد است و ارقام کینوا از ۲۰ درجه عرض البلد شمالی تا ۴۰ درجه عرض البلد جنوبی و همچنین تا ارتفاع ۳۸۰۰ متری قابل کشت هستند (Hernández-Ledesma, 2019).

امروزه بیش از ۱۲۰ کشور در سراسر جهان کینوا را کشت می‌کنند یا سعی می‌کنند آن را با شرایط محیطی خود سازگار کنند (Hirich *et al.*, 2021). یکی از ویژگی‌های مهم کینوا نبود گلوتن در ترکیبات آرد آن است. این ویژگی سبب می‌شود افرادی که به بیماری سلیاک دچار هستند و به آرد گندم حساسیت دارند، بتوانند از آرد کینوا به عنوان جایگزین آرد گندم استفاده کنند. همچنین آرد کینوا سرشار از آهن و مگنیزیم، فایبر، ویتامینE ، مس، فاسفورس، پتاشیم و جست است و برخی ویتامین‌های گروه B را تأمین می‌کند (Filho *et al.*, 2017).

یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین کننده تولید هر محصول جدید در یک منطقه خاص، شناسایی زمان مطلوب کاشت آن گیاه است که نیازهای محیطی آن را برآورده می‌کند. زمان مطلوب کاشت به عنوان اولین مرحله در سیستم تولید محصول ارائه شده است که به توسعه تکنالوژی تولید به‌ویژه برای محصول جدید در منطقه منجر می‌شود. بر همین اساس، تاریخ کاشت کینوا یکی از اصلی‌ترین عوامل تعین کننده در تولید کینوا است (Awadallah and Morsy, 2017). تاریخ کاشت مناسب کینوا بستگی زیادی به دو عامل اقلیم و جنوتایپ دارد. نتایج تحقیقات نشان میدهد که کینوا در تاریخ های مختلف سبز میشود، ولی حساس ترین مرحله رشدی کینوا به تاریخ کاشت مرحله گرده افشانی است تاریخ کاشت کینوا در مناطق مختلف باید طوری تنظیم شود که در مرحله گرده افشانی میانگین درجه حرارت ۱۵-۲۵ درجه سانتی گراد باشد در صورت کمتر یا بیشتر بودن میانگین درجه حرارت از ۲۰ درجه سانتی گراد عملکرد بطور معنی‌داری کاهش می‌یابد (صالحی و دهقانی، ۱۳۹۷). براساس نتایج حاصل از بررسی سازگاری و عملکرد دانه ۱۲ جنوتایپ کینوا در تاریخ کاشت ۱۹ جوزا در منطقه شهر کرد ایران، جنوتایپ های Q26 و Q29 به ترتیب با عملکرد ۲۲۳۷ و ۲۰۲۱ کیلوگرام دانه در هکتار بیشترین عملکرد دانه را تولید نمودند (Sepahvand, 2016). در آزمایشی دیگری که اثر تاریخ

کاشت بر سه جنوتایپ گیاه کینوا را در ولسوالی گرمسار کشور ایران بررسی کردند نتایج تحقیق نشان داد که اثر تاریخ کاشت برای کلیه صفات مورد مطالعه به جز شاخص برداشت معنی دار بود. جنوتایپ Titicaca در تاریخ کاشت ۱۵ حوت بالا ترین عملکرد را داشت با تاخیر در کاشت بهاره میزان عملکرد و اجزای عملکرد دانه کاهش یافت (فاضلی و همکاران، ۱۴۰۰).

جنوتایپ‌های مختلف کینوا دارای مراحل رشد مختلفی هستندکه از ۱۲۶تا ۱۵۷ روز در شرایط اروپا، ۱۳۱ تا ۲۰۰ روز در کشور پیرو و ۱۱۰تا ۱۹۰ روز در آمریکای جنوبی نوسان دارند Awadallah and Morsy, 2017). علاوه بر این، مطالعات نشان داده است که درجه حرارت بالا در هنگام پر شدن دانه تأثیر منفی بر عملکرد، به ویژه در دوره‌های نوری طولانی‌تر دارد (Nurse *et al.*, 2016). بنابراین، واضح است که کشت موفقیت کینوا در شرایط مختلف اقلیمی به تحقیقات بیشتر ضرورت دارد (Casini, 2019).

با توجه به اینکه گیاه کینوا در افغانستان به عنوان یک گیاه جدید به شمار می‌رود، در ولایات شمالی کشور هیچ تحقیقی بر روی آن انجام نشده است. لذا برای دریافت حداکثر حاصلات کینوا در شرایطی اقلیمی سمنگان شناسایی مناسب‌ترین تاریخ کاشت و جنوتایپ برتر ضروری به نظر می‌رسد. هدف از انجام این تحقیق پاسخ به این پرسش بود که سه رقم گیاه کینوا (Titicaca، Q26 و Q29) چگونه ممکن است تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار بگیرند. از این رو در این آزمایش، اثر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کینوا در شرایط اقلیمی سمنگان مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش

به منظور بررسی سازگاری و ارزیابی عملکرد کمی دانه سه جنوتایپ کینوا تحت تاثیر تاریخ کاشت این تحقیق در سال ۱۴۰۳ در مزرعه تحقیقاتی پوهنحی زراعت موسسه تحصیلات عالی سمنگان انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کاملا تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تاریخ های کاشت ۱۵ حوت، ۱۵ حمل و ۱۵ ثور به عنوان عامل اول و جنوتایپ های Titicaca، Q26 و Q29 به عنوان عامل دوم در نظر گرفته شدند. به منظور آماده‌سازی زمین، عملیات شخم و تسطیح انجام گرفت که ۱۰۰ کیلوگرام کود یوریا و ۲۰۰ کیلوگرام کود سیاه در هکتار به ترتیب از منبع کود یوریا و سوپرفاسفیت به خاک افزوده شد. تمام کود سوپرفاسفیت و ۲۵ فیصد کود یوریا قبل از کاشت در زمان آماده سازی زمین مصرف شد. باقیمانده کود یوریا در دو مرحله شش برگی و گل کردن گیاه کینوا استفاده شد.

تخم‌های بذری گیاه کینوا از موسسه تحقیقاتی اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج کشور ایران تهیه گردید.کاشت بذرها در تاریخ‌های مورد نظر به‌صورت دستی و عمق دو سانتی‌متر با تعداد پنج خط کاشت با فاصله بین ردیف‌ها ۴۰ سانتی‌متر و بین بوته‌ها ۱۰ سانتی‌متر در هر کرت صورت گرفت و هر کرت به ابعاد ۴ متر مربع در نظر گرفته شد. در فاصله زمانی کشت تا برداشت عملیات مختلف داشت شامل آبیاری، کنترول علف‌های هرزه انجام شد. آبیاری بصورت جویه‌ای پس از کشت آغاز و در طول فصل زراعتی با تعیین رطوبت موجود در خاک به‌صورت هفتگی آبیاری انجام شد. و ۱۰ روز قبل از برداشت

نهایی، آبیاری قطع شد. به منظور عاری نگاه داشتن کرت‌های آزمایشی از علف‌های هرز عملیات کنترول علف های هرز به صورت دستی از مرحله سه برگی بوته‌های کینوا شروع شد. برای عملیات برداشت هنگام رسیدگی فیزیولوژیک (زمانی که دانه‌های درون خوشه قهوه‌ای رنگ شده و کل بوته کاملاً خشک شده بودند) سه ردیف میانی را با حذف ۰/۵ متر از بالا و ۰/۵ متر از پایین خطوط کشت و دو ردیف از دو طرف به عنوان حاشیه جدا کرده، به اندازه یک متر مربع از هر واحد آزمایشی برداشت محصول به صورت دستی انجام گرفت. در این مرحله گیاهان کینوا در هر واحد آزمایشی از ارتفاع سه تا پنج سانتی‌متر از سطح خاک قطع و برای اندازه‌گیری صفات کمی (عملکرد و اجزای عملکرد) به آزمایشگاه منتقل شدند.

به منظور تعیین عملکرد نهایی، بذرهای برداشت شده از کلیه کرت‌ها در هر مترمربع توزین شده ضرب در مساحت هکتار (۱۰۰۰۰ متر مربع) شده و در آخر به عملکرد دانه در هکتار تعمیم داده شد. شاخص برداشت که از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک (دانه و کاه) به‌دست می‌آید محاسبه شد. اندازه گیری ارتفاع بوته، قطر ساقه در مرحله شروع خمیری شدن دانه روی ۵ بوته به شکل تصادفی در هر کرت انجام شد. وزن هزار دانه روی دو نمونه ۵۰۰ عددی بر مبنای رطوبت ۱۰ فیصد محاسبه شد.

نتایج تحلیل و تجزیه با استفاده از نرم افزار Statistical Analysis System (SAS), versian 9.1 مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. برای مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ فیصد و برای رسم نمو دار ها از نرم افزای Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاریخ های مختلف کاشت و جنوتایپ اثر معنی‌داری بر ارتفاع بوته داشتند اما اثر متقابل تاریخ کاشت و جنوتایپ بر ارتفاع بوته اثر معنی‌داری نداشتند (جدول ۱). نتایج مقایسه میانیگین بدست آمده از ارتفاع بوته نشان داد که کمترین ارتفاع بوته (۱۳۳.22) در تاریخ کاشت ۱۵ ثور و بلندترین ارتفاع بوته (۱۵۴.۷۸) مربوط به تاریخ کاشت ۱۵ حمل بود (شکل ۱). کاهش ارتفاع بوته در تاریخ ۱۵ ثور می‌توان به درجه حرارت بالاتر محیط در طی مرحله رشد رویشی و تامین نیاز حرارتی گیاه برای اتمام مرحله رشد رویشی در مدت زمان کوتاه‌تر در مقایسه به دو تاریخ کاشت دیگر نسبت داد (نجفی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۹). برخلاف این تحقیق در مطالعه (Altuner *et al.*, 2019) نتایج نشان داده است که ارتفاع بوته تحت تاثیر تاریخ کاشت قرار نگرفت که با این تحقیق همخوانی ندارد. در آزمایشی که (Hirich *et al.*, 2014) انجام دادند ارتفاع بوته تحت تاثیر تاریخ کاشت قرار گرفت، به این ترتیب که ارتفاع گیاه بین ۶۳.۸ تا ۱۱۱.۷ سانتی متر متغیر بوده است. نتایج مقایسه میانگین بدست آمده از ارتفاع بوته نشان داد که بلندترین ارتفاع بوته (۱۵۵.۱۱) از جنوتایپ Q26 و

کمترین ارتفاع بوته (۱۴۴.۲۲) از جنوتایپ Q29 بدست آمده است (شکل ۱). تفاوت ارتفاع بوته در بین جنوتایپ‌های مختلف علاوه بر شرایط محیطی نظیر رطوبت، نور و تغذیه تحت تأثیر خصوصیات جنیتیکی نیز قرار می‌گیرد (Yazdani *et al.*, 2007).

شکل ۱: مقایسه میانگین اثر ساده تاریخ کاشت و جنوتایپ برای صفت ارتفاع بوته گیاه کینوا

جدول ۱: تجزیه واریانس اثر تاریخ کاشت، جنوتایپ و اثر متقابل آنها برای صفات مورد مطالعه گیاه کینوا

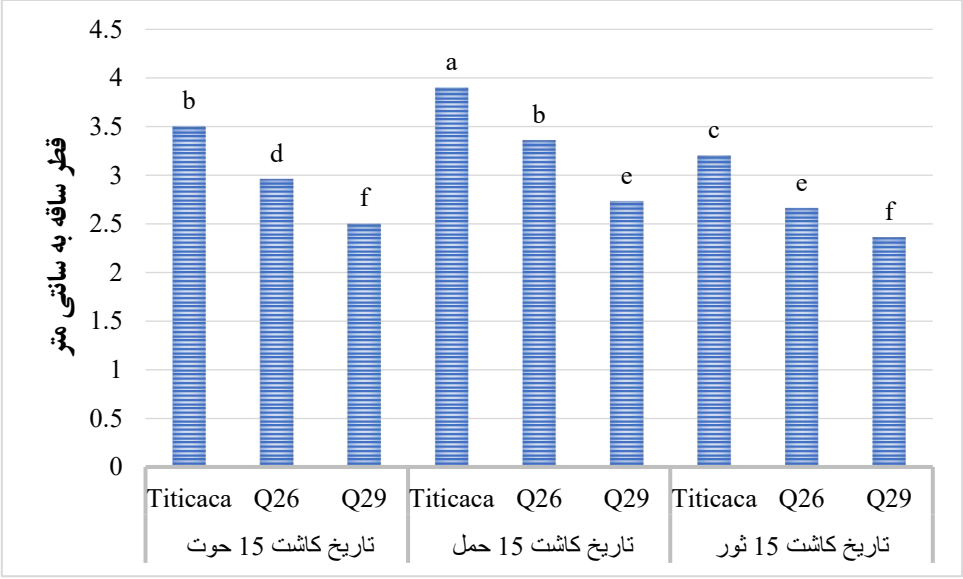
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		ارتفاع بوته	قطر ساقه	طول خوشه	تعداد خوشه در بوته	وزن خوشه	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژِیک	شاخص برداشت
تکرار	۲	۱۹.۷۰ *	۰.۴۴ ns	۱.۰۰ ns	۲.۱۱ ns	۱۲.۰۰ ns	۰.۱۷ ns	۳۴۶۵۳.۳۷ *	۲۵۳۴۷۰.۳۷ *	۰.۲۹ ns
تاریخ کاشت	۲	۴۶.۷۰ **	۱.۰۶ **	۲۷.۱۱ **	۲۸.۰۰ **	۹۱.۴۴ **	۲.۵۲ **	۳۴۰۴۸۸.۹۲ **	۵۳۶۰۹۰۳.۷۰ **	۲۳.۴۳ **
جنوتایپ	۲	۴۷.۱۵ **	۲.۶۸ **	۲۰.۳۳ **	۴.۱۱ **	۳۷.۰۰ *	۰.۹۸ **	۲۱۰۸۴.۷۰ *	۴۴۰۱۸۱.۴۸ **	۶.۲۰ ns
تاریخ کاشت × جینوتایپ	۴	۱.۷۶ ns	۰.۰۷ *	۱.۲۸ *	۴.۶۱ **	۴۲.۲۸ **	۰.۴۰ **	۳۹۴۲۹.۹۸ **	۳۷۴۷۵۹.۲۶ **	۴.۴۷ ns
خطای آزمایش	۱۶	۳.۶۶	۰.۲۲	۰.۳۰	۰.۶۱	۶.۵۴	۰.۹۰	۵۶۵۳.۳۳	۶۱۷۷۴.۵۴	۲.۰۰
ضریب تغییرات (٪)		۷.۲۵	۴.۸۳	۳.۸۹	۴.۳۲	۴.۷۲	۴.۴۳	۴.۲۵	۵.۰۰	۳.۹۶

ns ، * و ** به ترتیب غیر معنی دار بودن، معنی دار بودن در سطح ۵ ٪ و ۱ ٪ را نشان میدهد

قطر ساقه

نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی داری را از نظر قطر ساقه بین تاریخ های کاشت و جنوتایپ های مورد بررسی در سطح یک فیصد و اثرمتقابل آنها در سطح پنج فیصد نشان داد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین در خصوص اثرمتقابل تاریخ کاشت و جنوتایپ نشان داد که ضخیم ترین قطر ساقه (۳.۹ سانتی متر) مربوط به تاریخ کاشت ۱۵ حمل و جنوتایپ Titicaca و کمترین قطر ساقه (۲.۳۶ سانتی متر) مربوط به تاریخ کاشت ۱۵ ثور و جنوتایپ Q29 بود (شکل ۲). بیشتر بودن قطر ساقه در تاریخ کاشت ۱۵ حمل و جنوتایپ Titicaca را میتوان به طول دوره رشد جنوتایپ و تولید مواد فوتوسینتیزی بیشتر، ارتفاع بوته بیشتر و خصوصیات جنیتیکی جنوتایپ نسبت داد. در تحقیق که (نجفی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۹) انجام دادند تاریخ کاشت، جنوتایپ و تراکم بوته را مورد بررسی قرار دادند نتایج آنها حاکی از آن است که قطر ساقه تحت تاثیر تاریخ کاشت و جنوتایپ قرار گرفته است که با نتایج این

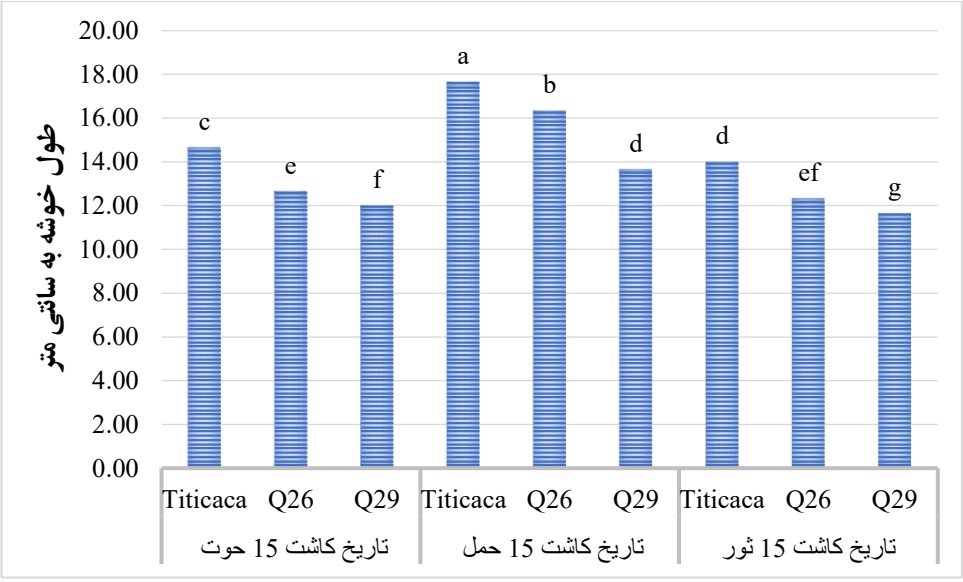
تحقیق مطابقت دارد. تغییر معنی‌دار در قطر ساقه کینوا تحت تاثیر رقم و تاریخ کاشت قبلا گزارش شده است که با نتایج این آزمایش همخوانی دارد (شیرین‌نژاد و همکاران ۱۳۹۸).



شکل ۲ : مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و جنوتایپ برای صفت قطر ساقه گیاه کینوا

طول خوشه

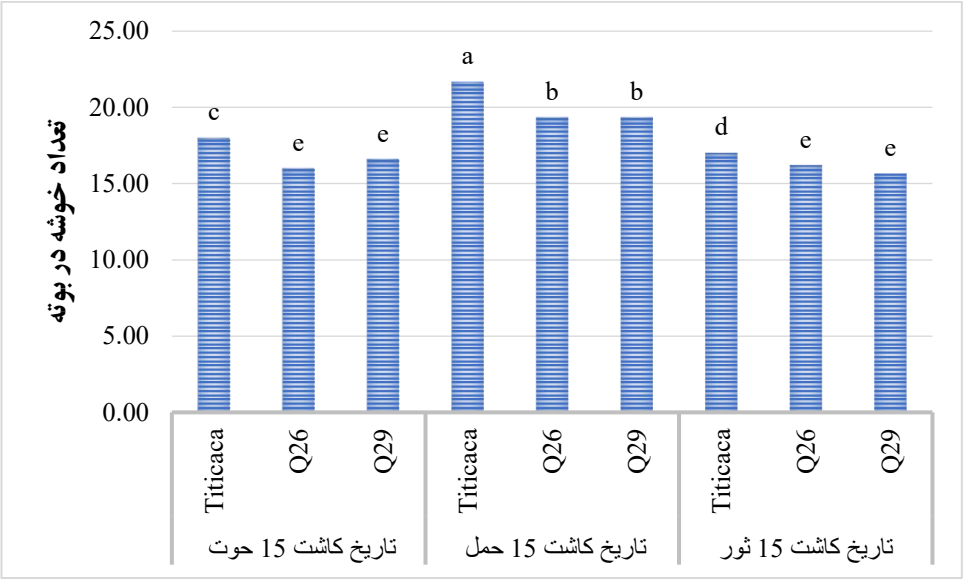
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ترتمنت‌های تاریخ کاشت و جنوتایپ هرود در سطح احتمال یک فیصد و اثر متقابل آنها در سطح احتمال پنج فیصد برروی صفت طول خوشه معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و جنوتایپ نشان داد که بیشترین مقدار طول خوشه (۱۷.۶۶ سانتی متر) از تاریخ کاشت ۱۵ حمل و جنوتایپ Titicaca و کمترین مقدار طول خوشه (۱۱.۶۶ سانتی متر) از تاریخ کاشت ۱۵ ثور و جنوتایپ Q29 بدست آمده است (شکل ۳). نتایج این تحقیق با نتایج آزمایشی (Rabbani *et al.*, 2022) مطابقت داشت درحالیکه (بهروج و همکاران ۱۴۰۰) گزارش کردند که طول خوش تنها تحت تاثیر جنوتایپ قرار گرفت و تاریخ کاشت و اثر متقابل تاریخ کاشت و جنوتایپ بر طول خوشه جنوتایپ های مختلف گیاه کینوا نداشتند طوری که طول خوشه جنوتایپ های مختلف کینوا بین ۲۵ تا ۳۰ سانتی متر در نوسان بودند. طول خوشه یک صفت ژنتیکی است، ولی تحت تأثیر عوامل محیطی مانند درجه حرارت، تاریخ کاشت، شرایط خاک و عملیات زراعتی قرار می‌گیرد (Sabri *et al.*, 2020). با توجه به نتایج این تحقیق آلتونر وهمکاران (Altuner *et al.*, 2019) در کشور ترکیه گزارش کردند که اثر متقابل تاریخ کاشت و ژنوتیپ از نظر طول پانیکول گیاه کینوا اختلاف معنی‌داری داشت.



شکل ۳: مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و جنوتایپ برای صفت طول خوشه در بوته گیاه کینوا

تعداد خوشه در بوته

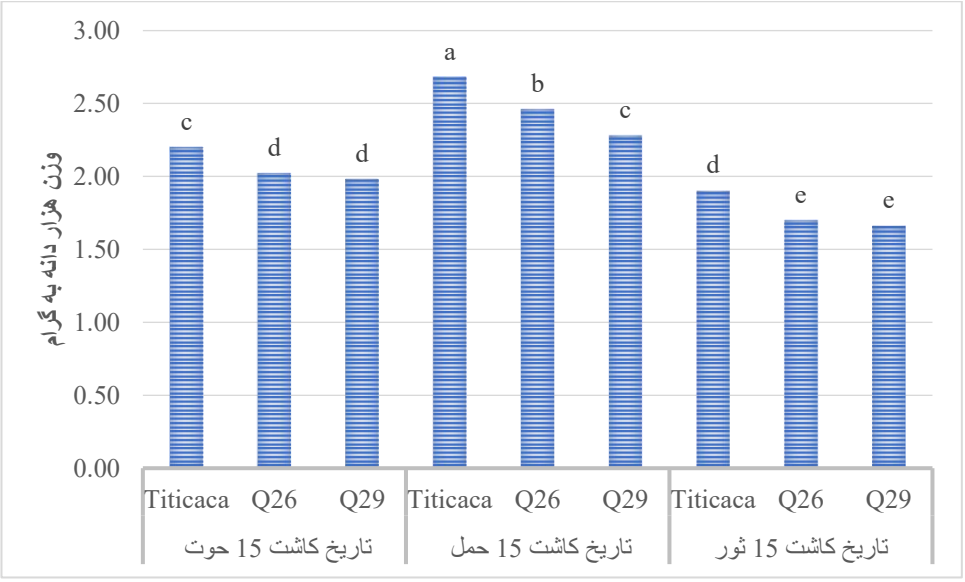
با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده ها اثر تاریخ کاشت، جنوتایپ و اثر متقابل آنها بر تعداد خوشه در بوته اختلاف معنی‌داری را در سطح یک فیصد نشان میدهد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و جنوتایپ نشان داد که بیشترین تعداد خوشه در بوته مربوط به جنوتایپ تی‌تی‌کاکا با میانگین ۲۱ در تاریخ کاشت ۱۵ حمل و کمترین تعداد خوشه در بوته مربوط به جنوتایپ کیو۲۹ با میانگین ۱۵.۶۶ در تاریخ کاشت ۱۵ ثور میباشد (شکل ۴). نتایج بدست آمده با یافته های (امیری پاک و همکاران ۱۴۰۲) همخوانی داشت که آنها گزارش کردند که اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر تعداد خوشه در بوته معنی‌دار بود که بیشترین تعداد خوشه در بوته با میانگین ۲۰ از رقم کیو۱۲ در تاریخ کاشت اول سنبله بدست آمده است. نتایج این آزمایش را بسیاری از محقیقین دیگر تائید کردند (حسینی و همکاران ۱۴۰۰؛ سیفتی و همکاران ۱۳۹۴).



شکل ۴: مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و جنوتایپ برای صفت تعداد خوشه در بوته گیاه کینوا

وزن هزار دانه

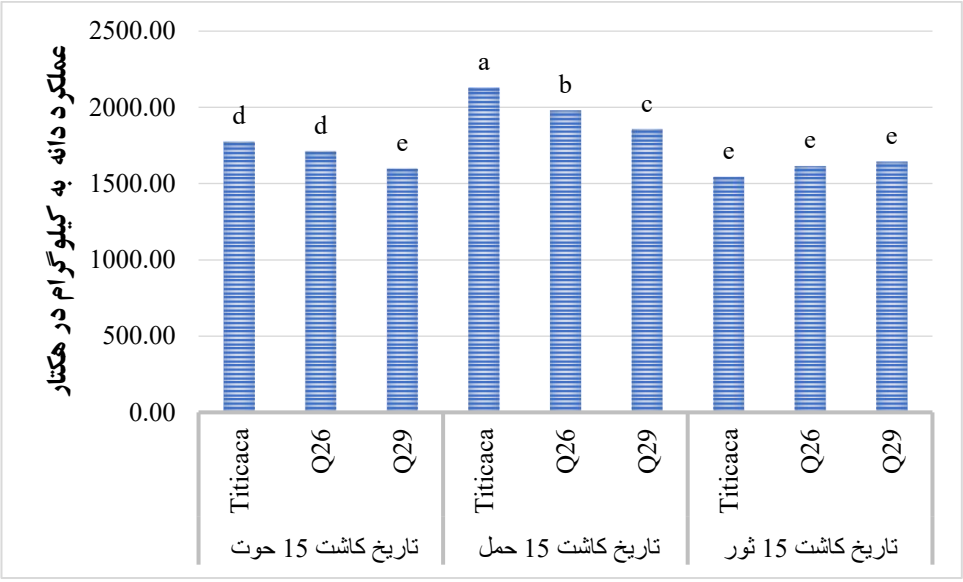
بررسی صفت وزن هزار دانه به اساس جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت، جنوتایپ و اثر متقابل تاریخ کاشت و جنوتایپ بر صفت وزن هزار دانه در سطح یک فیصد اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانیگین نشان داد که وزن هزار دانه بین ۱.۶۶ تا ۲.۶۸ گرام متغیر بود، بطوری که بیشترین وزن هزار دانه متعلق به جنوتایپ تی‌تی‌کاکا در تاریخ کاشت ۱۵ حمل معادل ۲.۶۸ گرام بود. ضمن اینکه جنوتایپ تی‌تی‌کاکا در سایر تاریخ های کاشت هم در مقایسه با سایر جنوتایپ از وزن هزار دانه بیشتری برخوردار بود. کمترین وزن هزار دانه در جنوتایپ کیو۲۹ به مقدار ۱.۶۶ گرام در تاریخ کاشت ۱۵ ثور بدست آمد (شکل ۵). وزن هزار دانه از اجزای مهم تعیین کننده عملکرد دانه است که علاوه بر جنوتایپ تحت تاثیر شرایط محیطی قرار میگیرد. برتری جنوتایپ تی‌تی‌کاکا را میتوان ناشی از فوتوسینتیز بیشتر گیاه در مرحله پرشدن دانه و توان دانه در دریافت مواد پرورده بیشتر دانست (نجفی‌نژاد و همکاران ۱۴۰۱). بنابرین با توجه به این که وزن هزار دانه تحت تاثیر شرایط محیطی و جنیتیکی میباشد ازین رو در جهت افزایش تولید باید شرایط محیطی را به نحوی مدیریت کرد ه گیاه بتواند با فوتوسینتیز مناسب و تسهیل انتقال مواد پرورده به دانه وزن هزار دانه بیشتری تولید کند. نتایج این آزمایش با نتایج یافته‌های دیگران مطابقت داشت، آنها گزارش کردند که وزن هزار دانه تحت تاثیر اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم قرار گرفت که وزن هزار دانه بین ۲.۱ تا ۲.۷ گرام متغیر بود (حسینی و همکاران ۱۴۰۰؛ نجفی‌نژاد و همکاران ۱۴۰۱).



شکل ۵: مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و جنوتایپ برای صفت وزن هزار دانه گیاه کینوا

عملکرد دانه در هکتار

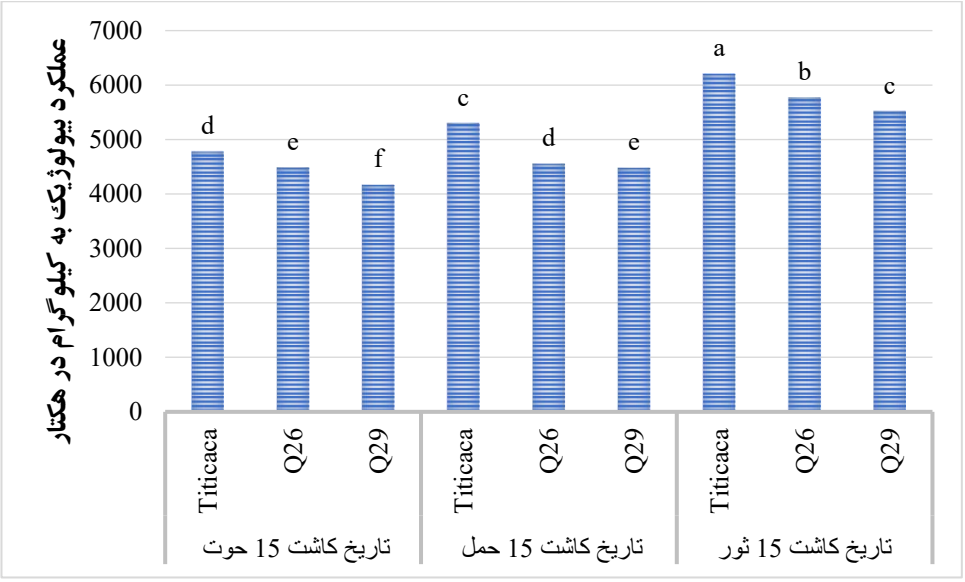
نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد که صفت عملکرد دانه تحت تاثیر اثر ساده تاریخ کاشت در سطح احتمال یک فیصد، اثر ساده جنوتایپ در سطح احتمال پنج فیصد و اثر متقابل آنها در سطح احتمال یک فیصد قرار گرفت (جدول ۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و جنوتایپ برای عملکرد دانه در هکتار نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۲۱۲۹.۳۳ کیلوگرام در هکتار) از تاریخ کاشت ۱۵ حمل و جنوتایپ Titicaca و کمترین عملکرد دانه (۱۵۴۲.۶۶کیلوگرام) از تاریخ ۱۵ ثور و جنوتایپ Titicaca بدست آمد (شکل ۶) که نشان دهنده سازگاری و پتانسیل عملکرد بالای این جنوتایپ نسبت به دو جنوتیپ دیگر بود. کاهش و افزایش عملکرد دانه در هکتار تحت تاثیر تاریخ کاشت را میتوان ناشی از تاثیرپذیری این صفت از شرایط محیطی دانست (Saeidnia *et al.*, 2023). افزایش عملکرد دانه در هکتار از جنوتایپ Titicaca در تاریخ کاشت ۱۵ حمل بیانگر مساعد بودن درجه حرارت در مرحله گل‌دهی و پرشدن دانه است، اما کاهش عملکرد دانه در این جینوتایپ در تاریخ کاشت ۱۵ ثور را میتوان به برخورد مرحله پر شدن دانه با درجه حرارت پائین محیط مرتبط دانست. بوته های تولید شده در تاریخ کاشت ۱۵ حمل از لحاظ قطر ساقه و ارتفاع بوته نسبت به دو تاریخ کاشت دیگر برتری معنی‌داری داشتند که بیانگر شرایط مناسب محیطی برای رشد رویشی و زایشی گیاه در این تاریخ است. نتایج تحقیقات دیگران با نتایج بدست آمده در این تحقیق همخوانی داشت و گزارش کردند که جنوتایپ، تاریخ کاشت و اثر متقابل آنها اثر معنی‌داری بر صفت عملکرد دانه کینوا داشت (فاضلی و همکاران ۱۴۰۰؛ بهروج و همکاران ۱۴۰۰).



شکل ۶: مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و جنوتایپ برای صفت عملکرد دانه گیاه کینوا

عملکرد بیولوژیک در هکتار

نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد که اثر تاریخ کاشت، جنوتایپ و اثر متقابل آنها در سطح یک فیصد بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار شد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و جنوتایپ نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک (۶۲۰۳ کیلوگرام در هکتار) به تاریخ کاشت ۱۵ ثور و جنوتایپ Titicaca و کمترین عملکرد بیولوژیک (۴۱۶۳ کیلوگرام در هکتار) به تاریخ کاشت ۱۵ حوت و جنوتایپ Q29 تعلق داشت (شکل ۷). به نظر می‌رسد که تأخیر در تاریخ کاشت از ۱۵ حوت به ۱۵ ثور در گیاه کینوا سبب افزایش عملکرد بیولوژیک شده است. در تاریخ کاشت دیر هنگام (۱۵ حمل و ۱۵ ثور) بوته‌ها به علت بر خورد با شرایط مساعد محیطی برای رشد رویشی، توانسته‌اند به‌طور مناسب‌تری سطح مزرعه را پوشش دهند و از عوامل محیطی حداکثر استفاده را کنند، در نتیجه سبب افزایش ماده خشک در واحد سطح شدند. کاهش عملکرد بیولوژیک در تاریخ کاشت اول (۱۵ حوت) به دلیل کاهش رشد رویشی در اثر کاهش درجه حرارت و افزایش رطوبت نسبی هوا در مرحله گیاهچـه‌ای کینوا بوده است. تاریخ کاشت از جمله عوامل موثر بر مقدار ماده خشک تولیدی میباشد. تاریخ کاشت از طریق تغییر در طول روز، درجه حرارت، میزان فوتوسنتیز و تنفس بر ویژگی های رشدی و مقدار ماده خشک تولیدی تاثیر میگذارد. این نتایج با یافته‌های دیگر محققین که نتایج مشابهی را گزارش نمودند مطابقت دارد (Rabbani *ea al.*, 2022; Altuner *et al.*, 2019).



شکل ۷: مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و جنوتایپ برای صفت عملکرد بیولوژیک گیاه کینوا

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه نشان داد که شاخص برداشت تنها تحت تاثیر ترتمنت تاریخ کاشت در سطح احتمال یک فیصد قرار گرفت اما صفت شاخص برداشت از نظر جنوتایپ و اثرمتقابل تاریخ کاشت و جنوتایپ اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۱). دامنه تغییرات شاخص برداشت در خصوص تاریخ کاشت بین ۳۴.۱۰ تا ۳۷.۳۲ فیصد متغیر بود. به‌طوریکه بیشترین شاخص برداشت (۳۷.۳۲ درصد) مربوط تاریخ کاشت ۱۵ حوت و کمترین شاخص برداشت (۳۴.۱۰ درصد) مربوط ۱۵ حمل بود. شاخص برداشت معیاری از نسبت وزن دانه به عملکرد بیولوژیک کل تولیدی است. برتری شاخص برداشت در تاریخ کاشت ۱۵ حوت در مقایسه با دو تاریخ کاشت دیگر را میتوان به درجه حرارت، رطوبت و نور مرتبط دانست که توانسته اند در مرحله رشد زایشی مواد فوتوسنتیزی بیشتری را از ساقه و برگ ها به دانه منتقل نمایند. کمترین شاخص برداشت در تاریخ کاشت ۱۵ حمل مشاهده شد که این کاهش را میتوان به برخورد مراحل پایانی پرشدن دانه به درجه حرارت بلند محیط نسبت داد. تاثیر تاریخ کاشت (تغییرات شرایط محیطی) بر شاخص برداشت در آزمایش دیگر نیز گزارش شده است که با نتیجه حاصل از این بررسی مطابقت دارد (حسینی و همکاران ۱۴۰۰).

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان داد که تاریخ‌های کاشت مختلف از طریق تغییر در درجه حرارت و طول روز میتواند بر صفات عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کینوا تاثیری معنی‌داری بگذارد. با تعیین تاریخ کاشت مناسب میتوان شرایطی را فراهم نمود که مراحل رشد رویشی و زایشی با درجه حرارت مناسب محیطی مواجه شود و در نهایت گیاه با فوتوسینتیز حداکثر و بهره مندی مناسب از تشعشع، عناصر غذایی، رطوبت و فصل رشد عملکرد مطلوبی را تولید کند و با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه سمنگان و نتایج این تحقیق چنین استنباط میشود که جنوتایپ تی‌تی‌کاکا گیاه کینوا از لحاظ عملکرد دانه و اجزای عملکرد در هرسه تاریخ کاشت نسبت به سایر جنوتایپ ها برتری بیشتر و سازگاری مطلوب تری داشت. بطور کلی به ترتیب کاشت سه جنوتایپ Titicaca، Q26 و Q29 به دلیل داشتن عملکرد بالاتر و ویژگی‌های رشدی مطلوب تر در تاریخ کاشت ۱۵ حمل قابل پیشنهاد است، هرچند که برای نتایج قطعی‌تکرار تحقیق لازم و ضروری است.

منابع و مأخذ

امیری پاک، ف.، پارسامطلق، ب.، سلیمانی، ا. و خوشکام، س. (۱۴۰۲). اثر تاریخ کاشت بر عملکرد، اجزای عملکرد و پروتئین دانه جنوتایپ های مختلف کینوا (*Chenopodium quinoa* Willd.) در شرایط آب و هوایی جیرفت. فناوری تولیدات گیاهی. ۲۳(۱): ۷۷ – ۹۰.

بهروج، م.، قادری فر، ف.، صادقی پور، ح. ر.، سیاهمرگویی، آ. و باقری، م. (۱۴۰۰). اثر تاریخ کاشت بر میزان پروتئین، محتوای ساپونین و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مختلف کینوا در شهرستان جیرفت. تولید گیاهان زراعی. ۱۵(۱): ۱۲۱ – ۱۴۰.

حسینی، س. ح.، کاریزکی، ع. ر.، بیابانی، ع.، مقدم، ع. ن. و طلیعی، ف. (۱۴۰۰). بررسی اثر تاریخ کاشت بر مراحل فنولوژی، خصوصیات مورفولوژی، عملکرد و اجزای عملکر کینوا (*Chenopodium quinoa* L.). نشریه تولید گیاهان زراعی. ۱۴(۲): ۱۷ – ۳۲.

سیفتی، س. ا.، رمضانپور، س. س.، سلطانلو، ح.، صالحی، م. و سپهوند، ن. ع. (۱۳۹۴). بررسی برخی صفات مورفوفنولوژیک مرتبط با عملکرد و زودرسی در ارقام اصلاح شده کینوا (*Chenopodium quinoa*) نشریه تولید گیاهان زراعی. ۸(۲): ۱۵۳ – ۱۶۹.

شیرین‌نژاد، ر.، ترابی گیگلو، م. و محمودی، ف. (۱۳۹۸). بررسی سازگاری ارقام گیاه کینوا در تاریخ کاشت های مختلف و اثرات آنها بر شاخص های مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی. دومین کنفرانس بین المللی و ششمین کنفرانس ملی کشاورزی ارگانیک و مرسوم. ۱ – ۷.

صالحی، م.، سلطانی، و. و دهقانی، ف. (۱۳۹۷). تأثیر تاریخ کاشت بر مراحل فنولوژی و عملکرد دانه کنیوا (*Chenopodium quinoa* Willd.) در شرایط شوری. تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۱۲(۳): ۹۲۳-۹۳۲.

فاضلی، ف.، اکبری، غ. ع.، اکبری.، غ. ع.، عارفی، ع. ن. و بناکاشانی، ف. (۱۴۰۰). پاسخ ژنوتیپ‌های مختلف کینوا (*Chenopodium quinoa*) به تاریخ کاشت از نظر صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد در شهرستان گرمسار. علوم گیاهان زراعی ایران. ۵۲(۲): ۴۱ – ۴۹.

نجفی‌نژاد، ح.، کوهی، ن. و درویشی، د. (۱۴۰۱). بررسی تغییرات عملکرد و کیفیت دانه ارقام کینوا تحت تاثیر تاریخ کاشت و تراکم بوته در منطقه جوپار کرمان. علوم گیاهان زراعی ایران. ۵۳(۱): ۱۱۳ – ۱۱۹.

Alandia, G., Rodriguez, J., Jacobsen, S. E., Bazile, D. and Condori, B. (2020). Global expansion of quinoa and challenges for the Andean region. Global Food Security, 26: 100429.

Altuner, F., Oral, E. and Kulaz, H. (2019). The impact of different sowing-times of the quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and its varieties on the yield and yield components in Turkey-Mardin ecology condition. Applied Ecology and Environmental Research, 17(4): 10105–10117.

Awadalla, A. and Morsy, A. S. (2017). Influence of planting dates and nitrogen fertilization on the performance of quinoa genotypes under Toshka conditions. Egyptian Journal of Agronomy, 39(1): 27 – 40.

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.

Saeidnia, F., Taherian, M., and Nazeri, S. M. (2023). Graphical analysis of multi-environmental trials for wheat grain yield based on GGE-biplot analysis under diverse sowing dates. BMC Plant Biology, 23(1), 198.

Curti, R. N., Sanahuja, M. D. C., Vidueiros, S. M., Pallaro, A. N. and Bertero, H. D. (2018). Trade-off between seed yield components and seed composition traits in sea level quinoa in response to sowing dates. Cereal Chemistry, 95(5): 734–741.

Filho, A. M. M., Pirozi, M. R., Borges, J. T. D. S., Pinheiro Sant'Ana, H. M., Chaves, J. B. P. and Coimbra, J. S. D. R. (2017). Quinoa: nutritional, functional, and antinutritional aspects. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 57(8): 1618 – 1630.

Food and Agriculture Organization (FAO), (2013). Home-international year of quinoa 2013. Retrieved 21 February 2014, from http://www.fao.org/quinoa-2013/en/.

Hernández-Ledesma, B. (2019). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as source of bioactive compounds: a review. Bioactive Compounds in Health and Disease, 2(3): 27 – 47.

Hirich, A., Choukr-Allah, R. and Jacobsen, S. E. (2014). Quinoa in Morocco–effect of sowing dates on development and yield. Journal of Agronomy and Crop Science, 200(5): 371 – 377.

Hirich, A., Rafik, S., Rahmani, M., Fetouab, A., Azaykou, F., Filali, K., Ahmadzai, H., Jnaoui, Y., Soulaimani, A. and Moussafir, M. (2021). Development of quinoa value chain to improve food and nutritional security in rural communities in Rehamna, Morocco: Lessons Learned and Perspectives. Plants Journal, 10(2): 301.

Nurse, R. E., Obeid, K., and Page, E. R. (2016). Optimal planting date, row width, and critical weed-free period for grain amaranth and quinoa grown in Ontario, Canada. Canadian Journal of Plant Science, 96(3): 360 – 366.

Rabbani, S. B., Karimi, G., Khoramivafa, M., Saeidi, M., Boroomandan, P., Bagheri, M., and Zarei, L. (2022). Effect of sowing date and plant density on seed yield and yield attributes of quinoa (*Chenopodium quinoa*) genotypes. Iran Agricultural Research. 40(2): 121 – 133.

Sepahvand, N. A. (2016). Quinoa research and production prospect in Iran. *International Quinoa conference.* Dubai, 6-8 December.

Yazdani, F., Allahdadi, I., and Akbari, G. A. (2007). Impact of super absorbent polymer on yield and growth analysis of soybean (*Glycine max* L.) under drought stress. Pakistan Journal of Biological Sciences, 10(23): 4190 – 4196.

© Author(s) 2024. This work is distributed under https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/