



Effect of Direct Sowing, Transplanting, Priming and Boron Failer Application on Growth and Yield of Quinoa Genotypes

Ali Mansouri¹ | Heshmat Omid² | Amir Bostani³

1. Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran. E-mail: a.mansouri@shahed.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran. Iran. E-mail: omidi@shahed.ac.ir
3. Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran. E-mail: bostani@shahed.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 15 May 2022

Received in revised form:

9 November 2022

Accepted: 23 November 2022

Published online: 24 June 2023

Keywords:

Flowering period,

Grain yield,

Physiological maturity,

Plant heigh,

Transplanting.

ABSTRACT

In order to investigate the possibility of reducing the growth period and increasing the grain yield of different quinoa genotypes, in 2018, a factorial split plot experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in the research farm of Shahed University. The main factor included three different genotypes of quinoa (Titicaca, Giza 1 and Sajama) and the secondary factors included three models of planting methods (Transplanting, seed Priming with 1000 ppm Boric acid solution, and direct sowing) and boron foliar application at two levels (control and foliar application with 1000 ppm Boric acid solution). The results showed that the effect of genotype was significant on all studied traits. The highest plant height (123.38 cm) and grain yield (2860.228 kg/ha) were obtained in Giza 1 genotype. Also, the shortest period of growth and flowering was related to Titicaca genotype and the longest period was related to Sajama genotype. The effect of planting method on quinoa growth and yield traits was significant and transplanting was more effective than other methods. This method increased the plant height by 48.15% and grain yield by 176.69%, reduced the flowering (34.35%) and ripening period (37.97%). The priming was also able to improve the studied traits compared to the control. Of course, its effectiveness was not as high as transplanting. The effect of boron foliar application on grain yield was significant and increased this trait by 16.7%.

Cite this article: Mansouri, A., Omid, H., & Bostani, A. (2023). Effect of Direct Sowing, Transplanting, Priming and Boron Failer Application on Growth and Yield of Quinoa Genotypes. *Journal of Crops Improvement*, 25 (2), 469-484. DOI: <https://doi.org/10.22059/jci.2022.343131.2709>





تأثیر کشت مستقیم، نشایی، پرایمینگ و محلول پاشی بور بر رشد و عملکرد ژنوتیپ‌های گیاه کینوا

علی منصوری^۱ | حشمت امیدی^۲ | امیر بستانی^۳

۱. گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران. رایانامه: a.mansouri@shahed.ac.ir
۲. نویسنده مسئول، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران. رایانامه: omidi@shahed.ac.ir
۳. گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران. رایانامه: bostani@shahed.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
<p>نوع مقاله: مقاله پژوهشی</p> <p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۲۵</p> <p>تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۸/۱۸</p> <p>تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۰۲</p> <p>تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۴/۰۳</p> <p>کلیدواژه‌ها: ارتفاع بوته، رسیدگی فیزیولوژیک، طول دوره گلدهی، عملکرد دانه، نشاکاری.</p>	<p>به منظور بررسی امکان کاهش طول دوره رشد و افزایش عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مختلف کینوا، در سال ۱۳۹۸، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شاهد اجرا شد. عامل اصلی شامل سه ژنوتیپ مختلف کینوا (تیتیکاکا، جیزا ۱ و ساجاما) و عوامل فرعی شامل سه روش کاشت (کاشت نشاء، کاشت بذر پرایم شده با محلول ۱۰۰۰ ppm بوریک اسید و کاشت مستقیم بذر) و محلول پاشی بور در دو سطح (شاهد و محلول پاشی با محلول ۱۰۰۰ ppm بوریک اسید) بود. نتایج نشان داد که اثر ژنوتیپ بر تمام صفات مورد مطالعه معنی دار بود. بیشترین ارتفاع بوته (۱۲۳/۳۸ سانتی متر) و عملکرد دانه (۲۸۶۰/۲۸ کیلوگرم در هکتار) در رقم جیزا ۱ به دست آمد. همچنین کمترین طول دوره رشد و گلدهی مربوط به رقم تیتیکاکا و بیشترین طول دوره مربوط به رقم ساجاما بود. روش کاشت نیز بر صفات رشد و عملکرد کینوا اثر معنی داری داشت و نشاکاری نسبت به سایر روش‌ها مؤثرتر بود. این روش موجب افزایش ۴۸/۱۵ درصدی ارتفاع بوته، افزایش ۱۷۶/۶۹ درصدی عملکرد دانه و کاهش طول دوره گلدهی (۳۴/۳۵ درصد) و رسیدگی (۳۷/۹۷ درصد) شد. روش پرایمینگ نیز در مقایسه با تیمار شاهد توانست صفات مورد مطالعه را بهبود بخشد. البته میزان اثرگذاری آن به اندازه نشاکاری نبود. اثر محلول پاشی بور نیز بر عملکرد دانه معنی دار بوده و موجب افزایش ۱۶/۷ درصدی این صفت شد.</p>

استناد: منصوری، علی؛ امیدی، حشمت و بستانی، امیر (۱۴۰۲). تأثیر کشت مستقیم، نشایی، پرایمینگ و محلول پاشی بور بر رشد و عملکرد ژنوتیپ‌های گیاه کینوا. به زراعی کشاورزی، ۲۵ (۲)، ۴۶۹-۴۸۴. DOI: <https://doi.org/10.22059/jci.2022.343131.2709>



۱. مقدمه

کینوا با نام علمی *Chenopodium quinoa willd*، گیاهی با ارزش تغذیه‌ای بسیار بالا از خانواده اسفناج^۱ است. بخش‌های مختلف این گیاه مانند بذر و برگ‌ها حاوی سطح بالایی از ویتامین‌ها، مواد معدنی، اسیدهای چرب غیراشباع و پروتئین‌هایی با ترکیب آمینواسیدی بسیار مفید است. کینوا دارای سیستم ریشه‌ای قوی و سطح بالایی از آنتی‌اکسیدان‌های مختلف است که باعث مقاومت آن به طیف وسیعی از شرایط محیطی شده است (FAO, 2011).

کینوا دارای بذری بسیار ریز است. همین مسأله باعث شده تا عملیات خاک‌ورزی برای کشت این گیاه با دقت و وسواس بالاتری انجام شود که در نهایت موجب افزایش هزینه‌های تولید می‌شود. با این وجود باز هم در کشت کینوا، میزان یکنواختی در مزرعه بسیار پایین است. یکنواختی پایین کشت در مزارع کینوا موجب افزایش رشد علف‌های هرز در مزرعه می‌گردد که علاوه بر ایجاد رقابت و کاهش عملکرد محصول اصلی، موجب افزایش هزینه‌های مبارزه با علف‌های هرز می‌شود. با توجه به این که بهترین زمان برای کشت آبی کینوا در مناطق معتدل مانند تهران، اواسط مردادماه می‌باشد (باقری، ۱۳۹۷)، مسأله دیگری که کشت کینوا با آن مواجه است، برخورد زمان رسیدگی این محصول با شروع بارش‌های پاییزی است. نتایج مشاهدات نویسندگان نشان می‌دهد که برخورد دوره رسیدگی کینوا به بارش‌های پاییزی موجب افزایش طول دوره رسیدگی و حمله بیماری‌های قارچی به گیاه می‌شود. در گزارش‌های سازمان خوار و بار جهانی آمده است که میزان عملکرد گیاه کینوا به‌طور میانگین ۳ تا ۴ تن در هکتار است (طاووسی و لطفعلی آینه، ۱۳۹۶)؛ این در حالی است که میزان عملکرد کینوا در مناطق مختلف کشور پایین‌تر از این مقدار است (فاضلی و همکاران، ۱۴۰۰؛ صادقی‌زاده و همکاران، ۱۴۰۰؛ مرادی و همکاران، ۱۴۰۰؛ صمدزاده و همکاران، ۱۳۹۹؛ ضیایی و همکاران، ۱۳۹۹؛ سالک‌معراجی و همکاران، ۱۳۹۹؛ باقری و همکاران، ۱۳۹۹). عدم یکنواختی مزرعه، کاهش عملکرد و برخورد زمان رسیدگی به آغاز فصل بارش، اهمیت به‌کارگیری روش‌های مختلف مدیریت مزرعه مانند روش کاشت و استفاده از ریزمغذی‌ها را بیش از پیش افزایش می‌دهد.

۲. پیشینه پژوهش

نشاکاری روشی است که در آن بذور ابتدا در مکانی با شرایط کنترل‌شده کشت شده و پس از رشد کافی به مزرعه اصلی منتقل می‌شوند (Sardar et al., 2020). عمل نشاکاری با کاهش طول دوره رشد موجب تسریع در گلدهی می‌گردد (Fanadzo et al., 2009). همچنین مشخص شده که نشاکاری با افزایش شاخص سطح برگ دریافت نور را افزایش می‌دهد و در نتیجه موجب افزایش عملکرد می‌گردد (Sanchez Andonova et al., 2014). زارعی و همکاران (۱۳۹۷) گزارش کردند که نشاکاری بوته‌های ذرت موجب افزایش محتوای کلروفیل، وزن خشک بوته و عملکرد دانه شد و طول دوره رشد را کاهش داد.

بور یک ریزمغذی بسیار مهم برای گیاهان است. بور موجب افزایش یکپارچگی غشا می‌شود و در توسعه بافت مریستمی اثر دارد. همچنین موجب افزایش سنتز قندها و پروتئین‌ها و انتقال آنها در پیکره گیاه می‌گردد (Pinho et al., 2015). گذشته از این موارد نقش بور در فاز زایشی گیاهان بسیار چشمگیر است. بور موجب افزایش زنده‌مانی دانه‌گرده، افزایش جوانه‌زنی‌گرده، افزایش طول لوله‌گرده، افزایش تولید میوه و دانه و در نتیجه عملکرد نهایی می‌شود (Davaranpanah et al., 2016). میرشکاری (۱۳۹۳) گزارش کرد که استفاده از روش پرایمینگ بور موجب افزایش میزان

جوانه‌زنی بذور در مزرعه، افزایش عملکرد گل و در نهایت افزایش عملکرد دانه و وزن هزاردانه گیاه همیشه بهار شد. Mumivand *et al.* (2021) گزارش کردند که محلول‌پاشی بور موجب افزایش عملکرد اسانس، عملکرد دانه و وزن هزاردانه در گیاه *Satureja khuzistanica* Jamzad شد. میزان بور موردنیاز گیاه در حدود ۲۰ ppm در بافت خشک گیاهی می‌باشد (Taiz *et al.*, 2015)، این در حالی است که محتوای بور در بافت گیاهی ارقام مختلف کینوا در حدود ۱۰/۹ ppm می‌باشد (Tan, 2020). علت کمبود بور در پیکره گیاهی کینوا مشخص نیست، اما با توجه به نقش مهم بور در فاز زایشی، می‌تواند یکی از عوامل کاهش عملکرد آن باشد.

با توجه به مطالب ذکرشده، در پژوهش حاضر ضمن بررسی رشد و عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف گیاه کینوا در منطقه تهران، به بررسی اثرات روش کاشت و تغذیه بور با روش‌های پرایمینگ و محلول‌پاشی بر صفات مورفوفیزیولوژیک ژنوتیپ‌های مختلف این گیاه در منطقه پرداخته شد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر روش کاشت، پرایمینگ و محلول‌پاشی بور بر رشد و عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف گیاه کینوا در سال ۱۳۹۸ در استان تهران، مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد (واقع در جنوب شهر تهران، عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳۳ دقیقه شمالی و ۵۱ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی در ارتفاع ۱۰۳۶ متر از سطح دریا) اجرا شد. وضعیت آب‌وهوایی منطقه مورد مطالعه در جدول ۱ آمده است. با توجه به این که گیاه کینوا در حدود ۱۵ درصد دگرگشتی دارد، به منظور به حداقل رساندن دگرگشتی و تولید بذر خالص و اجرای پژوهش‌های بعدی، آزمایش به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. سه ژنوتیپ مختلف گیاه کینوا شامل ژنوتیپ‌های تیتیکاکا، جیزا ۱ و ساجاما به عنوان عامل اصلی در نظر گرفته شدند و بین کرت‌های اصلی تا حد ممکن فاصله تعیین شد. سه روش کاشت (نشاکاری، کاشت بذر پرایم شده با محلول ۱۰۰۰ ppm بوریک‌اسید و کاشت بذر مستقیم) به عنوان عامل فرعی اول و محلول پاشی در دو سطح (محلول پاشی با بوریک‌اسید ۱۰۰۰ ppm و بدون محلول پاشی) به عنوان عامل فرعی دوم انتخاب شدند.

جدول ۱. وضعیت آب‌وهوایی منطقه در زمان اجرای پژوهش

ماه	دمای حداقل (°C)	دمای حداکثر (°C)	بارش ماهانه (mm)
مرداد	۲۳	۳۸	۲/۲
شهریور	۳۱	۳۷	۱۲/۷
مهر	۱۸	۳۲	۱/۱
آبان	۱۲	۲۴	۶۴/۵
آذر	۵	۱۳	۶۴/۳

برای پرایمینگ بذور از محلول ۱۰۰۰ ppm بوریک‌اسید به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد و تاریکی استفاده شد (منصوری و امید، ۱۳۹۹). بذرهای پس از آب‌نوشی، خشک شدند. به منظور تولید نشا، کاشت بذور در گلخانه در دمای ۲۵-۳۵ درجه سانتی‌گراد در سینی مخصوص کاشت نشا انجام شد. خاک مورد استفاده برای تولید نشا ترکیبی از ماسه، خاک مزرعه و پیت ماس به نسبت مساوی بود. عملیات آماده‌سازی زمین شامل دو نوبت شخم و یک نوبت دیسک بودند. مشخصات خاک مزرعه مورد مطالعه در جدول ۲ آمده است. پس از آماده‌سازی زمین و تسطیح با لولر در یک نوبت کرت‌هایی به ابعاد ۳×۳ متر آماده شد. فاصله بین ردیف‌ها از یکدیگر ۵۰ سانتی‌متر، فاصله روی خط ۱۵ سانتی‌متر و عمق کاشت ۱/۵ سانتی‌متر (برای کشت بذر) در نظر گرفته شد. یک هفته قبل از کاشت نشا در زمین اصلی، به تدریج

دمای محیط گلخانه اضافه و به دمای محیط بیرون رسید و پس از سازگاری تدریجی، نشاها به مزرعه منتقل شدند. در تاریخ ۲۰ مردادماه ۱۳۹۸ کاشت نشا (نشا ۳۰ روزه در مرحله رشدی هشت‌برگی)، بذر پرایم شده و بذر مستقیم به‌طور همزمان انجام شد. لازم به ذکر است که بلافاصله پس از کاشت آبیاری انجام شد. آبیاری تا زمان رسیدگی فیزیولوژیک در دوره‌های ۱۰ روزه انجام شد. محلول پاشی بور در مزرعه در دو نوبت آغاز و پایان گلدهی انجام شد.

جدول ۲. مشخصات خاک مزرعه مورد مطالعه

بافت خاک	شن (درصد)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	نیترژن (درصد)	پتاسیم (پی‌پی‌ام)	فسفر (پی‌پی‌ام)	بور (پی‌پی‌ام)	روی (پی‌پی‌ام)	منگنز (پی‌پی‌ام)	آهن (پی‌پی‌ام)
لومی رسی	۳۶	۲۰	۴۴	۰/۰۳	۳۲۰	۷/۱	۰/۰۹	۰/۴۸	۴/۶	۱/۹۶

در طول دوره رشد، مزرعه به‌طور مستمر پایش و صفات زمان تا ۱۰ درصد گلدهی، زمان تا ۵۰ درصد گلدهی، زمان تا ۹۰ درصد گلدهی، زمان تا شیری شدن و زمان تا رسیدگی فیزیولوژیک بررسی و یادداشت‌برداری شدند. باز شدن پریگونیوم به‌صورتی که بذر در داخل آن قابل تشخیص باشد نشانه رسیدگی فیزیولوژیک بذر کینوا می‌باشد. اندازه‌گیری ارتفاع بوته‌های تولیدشده در زمان رسیدگی فیزیولوژیک انجام شد. برای این کار در هر کرت ارتفاع ۱۰ بوته اندازه‌گیری شد و سپس میانگین آن‌ها به‌عنوان ارتفاع بوته تمام کرت در نظر گرفته شد. پس از اطمینان از این‌که تمام بوته‌های کرت به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک رسیده‌اند، بوته‌های هر کرت کف بر شده و برای اطمینان از نرسیدن رطوبت خارجی به بوته، در داخل گلخانه دارای تهویه مناسب در سطح مناسب گسترده شدند تا بوته به‌طور کامل خشک گردد. پس از خشک شدن بوته‌ها عمل خرم‌ن کوبی انجام شد و تمام بذر هر کرت جمع‌آوری و توزین شد و به‌عنوان عملکرد نهایی آن کرت محاسبه شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS (نسخه 9.4) انجام شد. برای مقایسه میانگین صفات تحت اثر عوامل اصلی از آزمون LSD^۱ با سطح پنج درصد استفاده شد. برای مقایسه اثر متقابل عوامل اصلی از روش LS Means استفاده شد.

۴. یافته‌های پژوهش

۴.۱. ارتفاع بوته

اثر ژنوتیپ و روش کاشت بر صفت ارتفاع بوته در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مختلف کینوا و صفات رشد آنها تحت تأثیر روش کاشت و محلول پاشی بور

میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییر
زمان تا ۹۰ درصد گلدهی	زمان تا ۵۰ درصد گلدهی	زمان تا ۱۰ درصد گلدهی	ارتفاع بوته		
۰/۰۵ _{ns}	۰/۵۱ _{ns}	۰/۰۱ _{ns}	۱۱۱/۴۶ _{ns}	۲	بلوک
۶۴۲/۶۶**	۳۱۰/۵۷**	۲۳۵/۸۵**	۹۵۴۸/۱۲**	۲	ژنوتیپ
۰/۰۵	۰/۶۸	۰/۸۷	۲۹۲/۹۰	۴	بلوک / ژنوتیپ
۷۶۲۶/۸۸**	۶۷۸۶/۹۰**	۶۰۷۸/۹۰**	۶۶۳۲/۲۴**	۲	روش کاشت
۱/۱۸ _{ns}	۰/۶۶ _{ns}	۰/۱۶ _{ns}	۱۶/۶۶ _{ns}	۱	محلول پاشی
۸/۲۲**	۱۲/۹۰**	۰/۹۳ _{ns}	۳۹۸/۳۵**	۴	ژنوتیپ × روش کاشت
۰/۰۷ _{ns}	۰/۱۶ _{ns}	۰/۶۶ _{ns}	۱۸۷/۰۵*	۲	ژنوتیپ × محلول پاشی
۰/۰۷ _{ns}	۰/۳۸ _{ns}	۰/۰۵ _{ns}	۱۲۳/۵۰ _{ns}	۲	روش کاشت × محلول پاشی
۰/۱۲ _{ns}	۲/۷۲ _{ns}	۰/۸۰ _{ns}	۹۲/۷۲ _{ns}	۴	ژنوتیپ × روش کاشت × محلول پاشی
۱/۱۲	۱/۳۱	۱/۴۱	۵۵/۱۵		خطا
۶/۰۲	۶/۱۱	۶/۴۷	۷/۵۱		ضریب تغییرات (%)

ns و ** و *** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد و غیر معنی‌دار.

ادامه جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مختلف کینوا و صفات رشد آنها تحت تأثیر روش کاشت و محلول‌پاشی بور

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		ضریب تغییرات (%)
		زمان تا شیری شدن	زمان تا رسیدگی فیزیولوژیک	
بلوک	۲	۷/۵۷ ^{ns}	۳/۵۰ ^{ns}	۲۳۶۰/۲۴ ^{ns}
ژنوتیپ	۲	۱۱۸۳/۷۹ ^{**}	۲۲۶۲/۷۳ ^{**}	۷۲۲۹۵۴۷/۹۱ ^{**}
بلوک/ژنوتیپ	۴	۳۵/۶۸	۹/۷۲	۸۳۳۳/۶۳
روش کاشت	۲	۸۷۶۱/۱۲ ^{**}	۱۰۱۵۰/۰۵ ^{**}	۱۹۸۳۰۴۱/۳۰ ^{**}
محلول‌پاشی	۱	۴/۱۶ ^{ns}	۱۵/۵۷ ^{ns}	۱۵۶۰۹۴۰/۰۳ ^{**}
ژنوتیپ×روش کاشت	۴	۷/۴۰ [*]	۱۷/۱۱ ^{ns}	۱۵۰۴۸۸/۱۹ ^{ns}
ژنوتیپ×محلول‌پاشی	۲	۰/۳۸ ^{ns}	۱۳/۵۷ ^{ns}	۶۳۶۱۴/۴۶ ^{ns}
روش کاشت×محلول‌پاشی	۲	۰/۳۸ ^{ns}	۱۷/۷۹ ^{ns}	۳۱۴۶۵/۴۱ ^{ns}
ژنوتیپ×روش کاشت×محلول‌پاشی	۴	۰/۳۷ ^{ns}	۱۰/۱۲ ^{ns}	۶۳۰۷۹/۱۹ ^{ns}
خطا		۳/۱۵	۸/۶۲	۶۰۵۹۶/۹۴
		۹/۰۹	۸/۸۱	۱۱/۱۶

ns و ** و *** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد و غیر معنی‌دار.

نتایج مقایسه اثرات ساده روش کاشت نشان داد، که ژنوتیپ جیزا ۱ با متوسط ارتفاع بوته ۱۲۳/۳۸ سانتی‌متر، نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها، ارتفاع بیش‌تری دارد. روش کاشت نشاکاری باعث حصول بالاترین ارتفاع بوته شد. هم‌چنین مشخص شد که پرایمینگ بذور کینوا با محلول بور نیز موجب افزایش ارتفاع بوته می‌گردد. نشاکاری و پرایمینگ به ترتیب موجب شدند که ارتفاع گیاه نسبت به کاشت مستقیم بذر به میزان ۴۸/۱۵ و ۲۳/۶۹ درصد افزایش یابد (جدول ۴).

جدول ۴. مقایسه میانگین اثرات اصلی ژنوتیپ، روش کاشت و محلول‌پاشی بور بر عملکرد و صفات رشد گیاه کینوا

ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	زمان تا ۱۰ درصد گلدهی (روز)	زمان تا ۵۰ درصد گلدهی (روز)	زمان تا ۹۰ درصد گلدهی (روز)	شیری شدن (روز)	زمان تا رسیدگی فیزیولوژیک (روز)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
۷۷/۷۲ ^c	۴۶/۵۰ ^b	۵۲/۰۰ ^a	۵۰/۶۵ ^a	۷۹/۸۸ ^a	۱۰۱/۵۰ ^a	۱۵۹۵/۴۳ ^c
۱۲۳/۳۸ ^a	۴۵/۶۱ ^a	۵۱/۹۴ ^a	۵۷/۱۲ ^b	۸۰/۷۲ ^a	۱۰۱/۸۸ ^a	۲۸۶۰/۲۸ ^a
۹۵/۳۳ ^b	۵۲/۲۷ ^c	۵۹/۱۶ ^b	۶۷/۲۳ ^c	۹۴/۳۳ ^b	۱۲۱/۱۲ ^b	۲۱۵۹/۲۲ ^b
۱۱۸/۱۱ ^a	۳۷/۰۰ ^a	۳۲/۱۲ ^a	۳۶/۸۸ ^a	۶۰/۰۵ ^a	۸۱/۷۲ ^a	۳۲۸۳/۲۸ ^a
۹۸/۶۱ ^b	۵۷/۰۴ ^b	۶۳/۱۶ ^b	۶۸/۶۵ ^b	۹۲/۸۸ ^b	۱۱۵/۱۲ ^b	۲۱۴۵/۱۷ ^b
۷۹/۷۲ ^c	۶۰/۳۸ ^c	۶۷/۸۳ ^c	۷۵/۴۳ ^c	۱۰۲/۰۰ ^c	۱۲۷/۶۳ ^c	۱۱۸۶/۶۱ ^c
۹۹/۳۷ ^a	۴۸/۱۸ ^a	۵۴/۴۸ ^a	۶۰/۴۸ ^a	۸۵/۲۵ ^a	۱۰۸/۷۰ ^a	۲۳۷۵/۰۴ ^a
۹۸/۲۵ ^a	۴۸/۰۷ ^a	۵۴/۲۵ ^a	۶۱/۱۸ ^a	۸۴/۷۰ ^a	۱۰۷/۶۲ ^a	۲۰۳۵/۰۰ ^b

در هر ستون و برای هر عامل، میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، براساس آزمون LSD در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

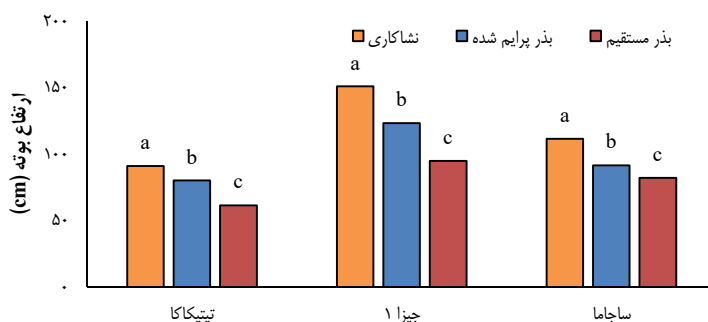
نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که صفت ارتفاع بوته تحت تأثیر اثر متقابل ژنوتیپ×روش کاشت و هم‌چنین اثر متقابل ژنوتیپ×محلول‌پاشی قرار گرفت (جدول ۳). در هر سه ژنوتیپ مورد مطالعه، روش نشاکاری باعث حصول بالاترین ارتفاع بوته شد (شکل ۱).

استفاده از محلول بوری‌ک‌اسید در پرایمینگ بذور ژنوتیپ‌های مختلف کینوا نیز سبب افزایش ارتفاع بوته نسبت کاشت مستقیم بذر شد. محلول‌پاشی بور در ژنوتیپ‌های جیزا ۱ و ساجاما تغییر معنی‌داری بر ارتفاع بوته ایجاد نکرد، اما اثر آن بر تغییرات ارتفاع بوته ژنوتیپ تیتیکاکا معنی‌دار بود و موجب شد تا ارتفاع بوته به میزان ۱۰ درصد افزایش یابد (شکل ۲).

۴.۲. زمان تا ۱۰ درصد گلدهی

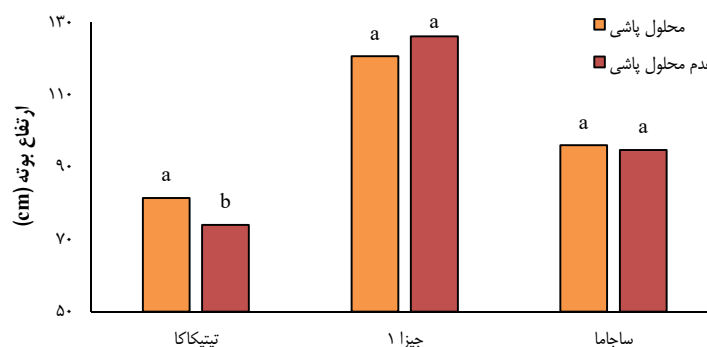
نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد که اثرات ساده ژنوتیپ و روش کاشت بر زمان تا ۱۰ درصد گلدهی در

سطح یک درصد معنی‌دار بود، اما اثرات متقابل این عوامل معنی‌دار نبود (جدول ۳). ژنوتیپ جیزا ۱ نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها زودتر به مرحله ۱۰ درصد گلدهی مزرعه رسید (۴۵/۶۱ روز) و ژنوتیپ ساجاما نسبت به دو ژنوتیپ دیگر با اختلاف زیادی دیرتر وارد این مرحله شد (۵۲/۲۷ روز). روش کاشت نشاکاری موجب کاهش طول دوره رسیدن به مرحله ۱۰ درصد گلدهی شد و نسبت به سایر روش‌ها مؤثرتر بود. هم‌چنین پرایمینگ بذور با محلول ۱۰۰۰ ppm بوریک‌اسید نیز باعث شد که طول دوره رسیدن به ۱۰ درصد گلدهی نسبت به روش کاشت مستقیم بذر به میزان ۳/۳۴ روز کاهش یابد (جدول ۴).



شکل ۱. مقادیر ارتفاع بوته تحت تأثیر اثر متقابل ژنوتیپ × روش کاشت.

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون برش‌دهی اثر متقابل در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

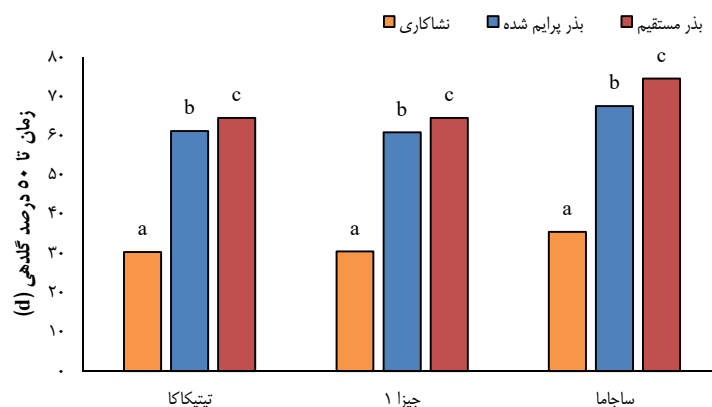


شکل ۲. مقادیر ارتفاع بوته تحت تأثیر اثر متقابل ژنوتیپ × محلول پاشی بذر.

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون برش‌دهی اثر متقابل در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

۳.۴. زمان تا ۵۰ درصد گلدهی

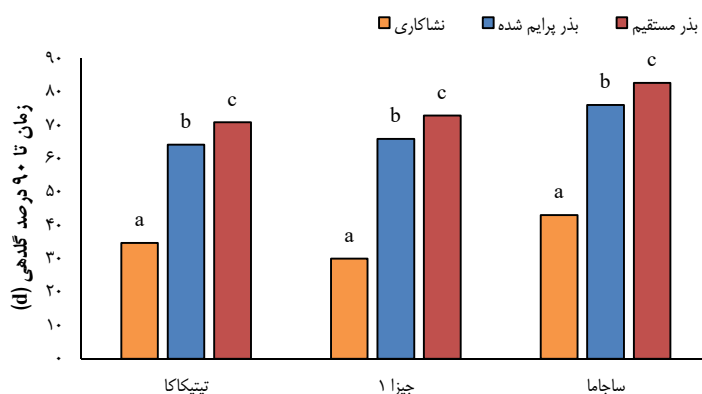
براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها اثرات ساده ژنوتیپ و روش کاشت و اثر متقابل ژنوتیپ × روش کاشت در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده ژنوتیپ (جدول ۴) نشان داد که ژنوتیپ تیتیکاکا با طول دوره رسیدن تا ۵۰ درصد گلدهی ۵۱/۹۴ روز کوتاه‌ترین زمان تا ۵۰ درصد گلدهی را داشت و رقم ساجاما از نظر این صفت بیش‌ترین طول دوره را داشت (۵۹/۱۶ روز). هم‌چنین مشخص شد که روش کاشت نشاکاری و پرایمینگ بذر می‌تواند زمان تا ۵۰ درصد گلدهی را کاهش دهد. به‌طور کلی بهترین روش کاشت برای کاهش زمان رسیدن به ۵۰ درصد گلدهی مزرعه در تمام ژنوتیپ‌های مورد مطالعه روش نشاکاری بود. روش پرایمینگ بذور در ژنوتیپ ساجاما توانست به نسبت سایر ژنوتیپ‌ها مؤثرتر واقع شود و در این ژنوتیپ زمان رسیدن به ۵۰ درصد گلدهی را به میزان بیش‌تری کاهش دهد (۹/۳۹ درصد). استفاده از این روش در سایر ژنوتیپ‌ها اثر گذاری کم‌تری داشت (شکل ۳).



شکل ۳. مقادیر زمان تا ۵۰ درصد گلدهی تحت تأثیر اثر متقابل ژنوتیپ × روش کاشت. میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون برش‌دهی اثر متقابل در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

۴.۴. زمان تا ۹۰ درصد گلدهی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ژنوتیپ و روش کاشت و اثر متقابل آن‌ها بر تغییرات صفت زمان تا ۹۰ درصد گلدهی در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). روش نشاکاری موجب کاهش طول زمان تا ۹۰ درصد گلدهی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شد. کم‌ترین طول دوره تا ۹۰ درصد گلدهی مربوط به تیمار نشاکاری ژنوتیپ تیتیکا بود و بیش‌ترین طول دوره در تیمار کاشت مستقیم بذر ژنوتیپ ساجاما مشاهده شد. روش پرایمینگ بذور ژنوتیپ‌های مختلف نیز توانست طول دوره تا ۹۰ درصد گلدهی را کاهش دهد. میزان کاهش زمان در ژنوتیپ‌های تیتیکا، جیزا ۱ و ساجاما به ترتیب ۶/۶۷، ۷/۰۴ و ۶/۶۴ روز (به ترتیب ۹/۴، ۴/۱۱ و ۹/۳ درصد) بود. که نشان می‌دهد این روش برای ژنوتیپ جیزا ۱ اثرگذاری کم‌تری داشته است (شکل ۴).

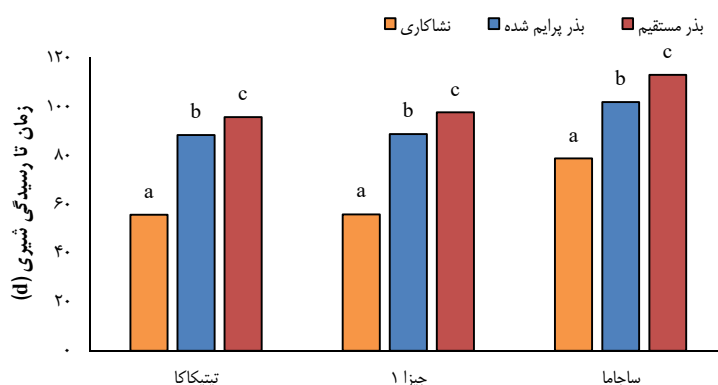


شکل ۴. مقادیر زمان تا ۹۰ درصد گلدهی تحت تأثیر اثر متقابل ژنوتیپ × روش کاشت. میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون برش‌دهی اثر متقابل در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

۵.۴. زمان تارسیدگی شیری

اثر ژنوتیپ و روش کاشت در سطح پنج درصد و اثر متقابل ژنوتیپ × روش کاشت در سطح یک درصد بر تغییرات طول دوره

تا رسیدگی شیری معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده نشان داد که ژنوتیپ تیتیکاکا (۷۹/۷۸ روز) زودتر و ژنوتیپ ساجاما (۹۴/۳۳ روز) بسیار دیرتر از سایر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به این مرحله رشدی رسیدند (جدول ۴). همچنین مشخص شد که روش کاشت نشاکاری مناسب‌ترین روش برای کاهش طول دوره رسیدن به مرحله رسیدگی شیری نسبت به کاشت مستقیم بذر بود (۴۱/۱ درصد) (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ × روش کاشت نشان داد بهترین روش کاشت برای کاهش طول دوره شیری‌شدن دانه در ژنوتیپ‌های مختلف مورد مطالعه روش نشاکاری می‌باشد. نکته قابل توجه این است که در ژنوتیپ ساجاما واکنش این صفت به نشاکاری کم‌تر از سایر ژنوتیپ‌ها بود. همچنین واکنش صفت طول دوره شیری‌شدن دانه همه ژنوتیپ‌ها به پرایمینگ بور مثبت و معنی‌دار بود (شکل ۵).



شکل ۵. مقادیر زمان تا رسیدگی شیری تحت تأثیر اثر متقابل ژنوتیپ × روش کاشت. میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون برش‌دهی اثر متقابل در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

۴.۶. زمان تا رسیدگی فیزیولوژیک

نتایج نشان داد که اثر ژنوتیپ و روش کاشت بر تغییرات صفت زمان تا رسیدگی فیزیولوژیک در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). دو ژنوتیپ تیتیکاکا و جیزا ۱ از نظر صفت زمان تا رسیدگی فیزیولوژیک تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند، اما به‌طور کلی نسبت به ژنوتیپ ساجاما در مدت زمان کوتاه‌تری (۱۲۱/۱۲ روز) به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک رسیدند (جدول ۴). مقایسه میانگین اثرات ساده روش کاشت نشان داد که روش نشاکاری توانست طول دوره رسیدگی فیزیولوژیک نسبت به روش کاشت بذر مستقیم به میزان ۴۵/۹۱ روز کاهش دهد که این میزان بسیار بیش‌تر از میزان سن نشای استفاده‌شده می‌باشد. از طرف دیگر، روش پرایمینگ بذر نیز توانست میزان طول دوره را نسبت به روش کاشت بذر مستقیم به میزان ۱۲/۵۱ روز کاهش دهد (جدول ۴).

۴.۷. عملکرد دانه

اثر ژنوتیپ، روش کاشت و محلول پاشی بور بر تغییرات میزان عملکرد دانه کینوا در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیش‌ترین میزان عملکرد دانه در کشت ژنوتیپ جیزا ۱ به‌دست آمد (۲۸۶۰/۲۸ کیلوگرم در هکتار). پس از آن به‌ترتیب ژنوتیپ ساجاما (۲۱۵۹/۲۲ کیلوگرم در هکتار) و ژنوتیپ تیتیکاکا (۱۵۹۵/۴۳ کیلوگرم در هکتار) قرار گرفتند (جدول ۴). نتایج این پژوهش نشان داد که روش کاشت نشاکاری توانست نسبت به روش پرایمینگ و کاشت بذر مستقیم، میزان عملکرد دانه را به‌ترتیب ۵۳/۰۵ و ۱۷۶/۶۹ درصد افزایش دهد. همچنین روش پرایمینگ توانست میزان عملکرد بذر را

نسبت به روش کاشت مستقیم بذر به میزان ۸۰/۷۸ درصد افزایش دهد. اثرگذاری مثبت روش محلول‌پاشی عنصر بور بر عملکرد نهایی بذر کینوا از دیگر نتایج این پژوهش بود. عمل محلول‌پاشی بور نسبت به تیمار شاهد توانست عملکرد بذر را به میزان ۱۶/۷ درصد افزایش دهد (جدول ۴).

۵. بحث

ارتفاع بوته صفت رشدی مهمی است که مشخص‌کننده میزان دسترسی گیاه به نهاده‌ها، به‌ویژه نور خورشید است و نقش مهمی در رشد و عملکرد نهایی گیاه دارد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که نشاکاری موجب افزایش ارتفاع بوته شد که با نتایج Ahmad *et al.* (2018) مطابقت دارد. چنین استنباط می‌شود که در روش نشاکاری به دلیل این که گیاه در مراحل اولیه رشد تنش کمتری را تجربه می‌کند، از رشد بالاتری برخوردار است. مشخص شده که تغییرات هورمونی، به‌ویژه سیتوکینین، که از اثرات نشاکاری می‌باشد، موجب افزایش ریشه و به دنبال آن افزایش جذب آب و مواد غذایی از محیط خاک می‌شود (DiBenedetto *et al.*, 2013). افزایش رشد گیاهچه موجب افزایش جذب نور و بالارفتن توان فتوسنتزی گیاه می‌شود و رشد آن را بیش از پیش افزایش می‌دهد. کاشت نشا با سن مناسب موجب افزایش شاخص سطح برگ، سرعت رشد و تولید بالاترین میزان بیومس می‌شود (غیاث‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۳). اثر پرایمینگ بذور و محلول‌پاشی بوته‌ها با عنصر کم‌مصرف بور نیز بر ارتفاع بوته مثبت و معنی‌دار بود. اثرات مثبت بور در پژوهش‌های مختلف گزارش شده است (پارسایی و همکاران، ۱۳۹۶; Iqbal *et al.*, 2017; Mumivand *et al.*, 2021; Mirshekari, 2012). مشخص شده که بور با ایجاد بلوغ سلولی و در نتیجه آن افزایش میزان تقسیم سلولی و هم‌چنین توسعه بافت‌های مریستمی موجب افزایش رشد و ارتفاع بوته می‌شود (Pinho *et al.*, 2015). از طرف دیگر، بور با افزایش فعالیت آنزیم‌های مختلف، تسهیل و افزایش انتقال مواد غذایی و افزایش سنتز رنگدانه‌ها نقش بزرگی در بهبود رشد گیاه دارد (Singh & Dwivedi, 2019).

یکی دیگر از اثرات روش نشاکاری که در نتایج این پژوهش مشهود بود، اثر مثبت آن بر کاهش طول دوره گلدهی و رسیدگی گیاه و افزایش عملکرد دانه بود. در پژوهش‌های دیگر نیز به نتایج مشابه اشاره شده است (سلیمان‌زاده و همکاران، ۱۳۹۹؛ خواجه‌دنگلانی و همکاران، ۱۳۹۷؛ ذولفقاران و همکاران، ۱۳۹۵؛ جعفری و جلالی، ۱۳۹۳؛ Ahmad *et al.*, 2018; Kumar *et al.*, 2014). صفات زمان تا شروع گلدهی، طول دوره گلدهی و رسیدگی، به‌ویژه در مناطقی که عوامل محدودکننده کشت وجود دارند، بسیار مهم و دارای اهمیت هستند. در پژوهش حاضر یکی از مهم‌ترین مسائل مطرح‌شده برخورد دوره رسیدگی گیاه با شروع فصل بارندگی بود که البته با روش‌های اعمال‌شده مانند نشاکاری تا حد بسیار زیادی مدیریت شد. نتایج نشان داد که روش نشاکاری نسبت به روش کاشت مستقیم بذر، طول دوره گلدهی و رسیدگی را به میزان ۱۹/۴ درصد (۱۳ روز) کاهش داد. این کاهش طول دوره می‌تواند اثر بسیار بزرگی بر رسیدگی یکنواخت دانه‌ها در مزرعه کینوا داشته باشد. نشاکاری با کاهش طول دوره رشد، علاوه بر بهبود زمان کاشت تا برداشت، موجب بهینه‌سازی مصرف نهاده‌های کشاورزی می‌شود (ربیعی و همکاران، ۱۴۰۰). کشت نشایی موجب افزایش کارایی استفاده از نهاده‌ها و مواد غذایی (Dehghani *et al.*, 2015)، شاخص سطح برگ و بهره‌وری نور (Sanchez Andonova *et al.*, 2014)، رشد ریشه و جذب مواد و در نتیجه، افزایش سرعت رشد و عملکرد دانه می‌شود (سلیمان‌زاده و همکاران، ۱۳۹۹؛ Biswas, 2020). افزایش سرعت رشد موجب تکمیل سریع‌تر مراحل رشدی گیاه شده و زمان تا گلدهی و رسیدگی را کاهش می‌دهد. ذکر این نکته لازم به نظر می‌رسد که در برخی پژوهش‌ها بخصوص پژوهش‌هایی که روی کشت نشایی و بذری برنج انجام

شد، مشخص گردید که کشت نشایی در مقایسه با کشت بذری نتوانسته اثر مثبتی بر عملکرد و طول دوره رشد گیاه داشته باشد (Cui Hongguang *et al.*, 2012). احتمالاً حصول نتایج متفاوت در پژوهش‌های مختلف حاصل تفاوت پاسخ گیاهان مورد مطالعه به روش نشاکاری باشد که نشان می‌دهد اظهار نظر قطعی در مورد این موضوع نیازمند مطالعات بیشتر می‌باشد.

پرایمینگ بذر با افزایش سطح فعالیت کلروفیل، رشد گیاه، شاخص سطح برگ، بهبود توان جذب مواد غذایی و به‌ویژه عنصر پتاسیم، افزایش بنیه و باروری در گیاه، افزایش مقاومت در برابر تنش‌ها و افزایش سطح جیبرلیک‌اسید در گیاه موجب رشد سریع‌تر و افزایش عملکرد نهایی در گیاه می‌شود (Farooq *et al.*, 2019). استفاده از عنصر بور در پرایمینگ بذور کینوا با افزایش سرعت بلوغ سلول‌ها، افزایش فعالیت آنزیم‌های دهیدروژناز، افزایش سنتز پروتئین و قند (Pinho *et al.*, 2015)، افزایش رشد برگ و شاخص سطح برگ (Singh *et al.*, 2019) موجب افزایش سرعت رشد گیاه می‌گردد. گزارش شده که استفاده از تغذیه بور موجب افزایش سرعت رشد محصول (CGR)، نرخ رشد نسبی (RGR)، نرخ جذب خالص (NAR) و محتوای کلروفیل شد که بر این‌ها افزایش سرعت رشد و کاهش طول دوره گلدهی و رسیدگی گیاه است (Ravikumar *et al.*, 2021). در پژوهش حاضر استفاده از روش پرایمینگ بذور ژنوتیپ‌های مختلف کینوا موجب کاهش طول دوره رشد و افزایش عملکرد شد. نتایج پژوهش‌های دیگر نیز اثرات مثبت پرایمینگ بور بر عملکرد و طول دوره رشد را گزارش کرده‌اند (Farooq *et al.*, 2019; Moulick *et al.*, 2018; Nawaz *et al.*, 2016; Rehman *et al.*, 2016; Rehman *et al.*, 2014).

محلول پاشی بور نیز اثر مثبتی بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مختلف داشت که با نتایج پژوهش‌های پیشین هماهنگ است (Mumivand *et al.*, 2021; Azeem *et al.*, 2021). اثر مثبت محلول پاشی بور بر افزایش عملکرد بذر می‌تواند نتیجه تحریک گلدهی (Azeem *et al.*, 2021)، افزایش متابولیسم کربوهیدرات، تقسیم سلولی، بهبود توان جوانه‌زنی و افزایش طول لوله گرده (Davaranah *et al.*, 2016) باشد.

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نشاکاری گیاه کینوا روشی مؤثر در افزایش میزان عملکرد بذر و کاهش طول دوره رسیدگی (۳۷/۹۷ درصد) این گیاه است. با استفاده از روش نشاکاری عملکرد ژنوتیپ‌های این گیاه به میزان قابل‌قبولی افزایش یافت (۵۳/۰۵ درصد). از دیگر نتایج این پژوهش می‌توان به اثرگذاری عنصر بور در تغذیه کینوا اشاره کرد. تغذیه بور از طریق روش پرایمینگ و محلول پاشی موجب افزایش رشد و عملکرد نهایی دانه کینوا شد که البته میزان و نحوه پاسخ‌دهی ژنوتیپ‌های مختلف به آن متفاوت بود. بررسی میزان عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف نشان داد که بهترین ژنوتیپ برای کاشت در منطقه جنوب شهر تهران، ژنوتیپ جیزا ۱ و بهترین روش کاشت آن، روش نشاکاری می‌باشد. پژوهش حاضر فارغ از بحث هزینه‌های تولید اجرا شده است، اما با توجه به مشاهدات نویسندگان، کاهش میزان بذر مصرفی، افزایش یکنواختی مزرعه، کنترل حداکثری علف‌های هرز از طریق ایجاد توان رقابتی بالا و در نهایت تولید محصول بیش‌تر می‌تواند بخش زیادی از هزینه‌های تولید و کاشت نشا را جبران نماید. از طرف دیگر تولید دستگاه‌های کاشت نشا در کشور، کاهش حداکثری هزینه‌های کاشت نشا را نوید می‌دهد. به دانشجویان، پژوهش‌گران و کارشناسان مراکز تحقیقاتی توصیه می‌شود در پژوهش‌های بعدی هزینه‌های تولید در روش کشت نشایی و بهره‌وری مصرف آب را مورد مطالعه قرار دهند تا مزایای این نوع کشت بیش از پیش مورد توجه بهره‌برداران محترم قرار گیرد.

۷. تشکر و قدردانی

با گرمی‌داشت یاد و خاطره مرحوم عبدالعلی رحمتی، معاونت محترم روابط عمومی اداره جهاد کشاورزی، از کارشناسان محترم آزمایشگاه‌های تخصصی دانشکده کشاورزی، کارشناسان محترم آزمایشگاه مرکزی و کارکنان زحمت‌کش مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شاهد تهران که با صبوری و متانت، تجربیات ارزشمند خود را با ما در میان گذاشتند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. منابع

- باقری، محمود (۱۳۹۷). *کتابچه راهنمای کشت کینوا*. کرج: انتشارات مؤسسه تحقیقات اصلاح و تولید نهال و بذر.
- باقری، محمود؛ عنافجه، زینب؛ طاهریان، مجید؛ امامی، عالیبه؛ مولائی، علیرضا و کشاورز، ساسان (۱۳۹۹). ارزیابی سازگاری و پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های منتخب کینوا (*Chenopodium quinoa Willd.*) در نظام‌های کشت بهاره در مناطق سرد و معتدل. *مجله علوم زراعی ایران*، ۲۲ (۴)، ۳۷۶-۳۸۷.
- پارسایی، سمیرا؛ بلوچی، حمیدرضا و موحدی دهنوی، محسن (۱۳۹۶). اثر محلول‌پاشی برگ‌گی روی و بور بر گیاه مادری و غنی‌سازی بذر بر بنیه و یه شاخص‌های جوانه‌زنی بذر کنجد (*Sesamum indicum*) رقم داراب. *نشریه پژوهش‌های بذر ایران*، ۴ (۱)، ۱۰۲-۸۹.
- جعفری، صابر و جلالی، حجت (۱۳۹۳). مقایسه سه روش کاشت هندوانه (*Citrullus lanatus*) در ورامین. *مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی*، ۴ (۱۳)، ۲۴-۱۵.
- خواجه دنگلانی، سعید؛ عجم نوروژی، حسین؛ قربانی نصرآباد، قربان و داداشی، محمدرضا (۱۳۹۷). تأثیر آبیاری و سیستم کشت بر پارامترهای مورفولوژیکی و عملکرد دو رقم پنبه. *نشریه پژوهش‌های پنبه ایران*، ۶ (۲)، ۵۴-۴۳.
- ذوالفقاران، اردلان؛ علیزاده، امین؛ خاوری، سعید؛ بنایان، محمد و انصاری، حسین (۱۳۹۵). بررسی و مقایسه بهره‌وری آب در کشت نشایی و مستقیم ذرت در رژیم‌های مختلف آبیاری. *نشریه آبیاری و زهکشی ایران*، ۱۰ (۴)، ۵۱۹-۵۰۸.
- ربیعی، محمد؛ مجیدیان، مجید و کاوسی، مسعود (۱۴۰۰). اثر سیستم‌های خاک‌ورزی، روش کاشت و مقدار نیتروژن بر عملکرد کلزا (*Brassica napus L.*) و برخی از خصوصیات خاک در شرایط شالیزار. *دانش کشاورزی و تولید پایدار*، ۳۱ (۱)، ۲۳۷-۲۲۱.
- زارعی، ژاله؛ حیدری، حسن؛ نصرتی، ایرج و خرمی وفا، محمود (۱۳۹۷). مقایسه سیستم کشت مستقیم و نشایی ذرت (*Zea mays L.*) در تاریخ کاشت معمول و هراکشت. *نشریه تولیدات گیاهی*، ۴۱ (۱)، ۹۷-۱۰۸.
- سالک معراجی، هادی؛ توکلی، افشین و سپهوند، نیزاعلی (۱۳۹۹). تأثیر محلول‌پاشی سیتوکینین بر صفات مورفولوژیکی و عملکرد ارقام کینوا (*Chenopodium quinoa Willd.*) تحت شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی. *مجله به‌زرعی کشاورزی*، ۲۲ (۳)، ۴۳۲-۴۱۹.
- سلیمان‌زاده، گلشاد؛ سلطانی، افشین؛ ترابی، بنیامین؛ ابراهیمی، حسین و شاکری، احسان (۱۳۹۹). مدل‌سازی تأثیر کشت نشایی بر عملکرد و مصرف آب سویا در شرایط گرگان. *نشریه تولید فرآوری محصولات زراعی و باغی*، ۱۰ (۳)، ۱۲۵-۱۱۱.

صادقی‌زاده، حمید؛ خواجه‌نژاد، غلامرضا و قنبری، جلال (۱۴۰۰). کارایی مصرف آب و پاسخ کمی و کیفی کینوا به کاربرد غلظت‌های مختلف سالیسیلیک‌اسید تحت شرایط کم‌آبیاری. *مجله مهندسی آبیاری و آب*، ۱۱ (۳)، ۳۴۵-۳۵۹.

صمدزاده، علیرضا؛ زمانی، غلامرضا و فلاحی، حمیدرضا (۱۳۹۹). امکان‌سنجی تولید کینوا در شرایط اقلیمی خراسان جنوبی تحت تأثیر تاریخ و تراکم کاشت. *نشریه پژوهش‌های کاربردی زراعی*، ۳۳ (۱)، ۸۲-۱۰۴.

ضیائی، سید مسعود؛ سلیمی، خالد و امیری، سیدرضا (۱۳۹۹). بررسی کشت کینوا (*Chenopodium quinoa* Willd.) تحت فواصل مختلف آبیاری و محلول‌پاشی در منطقه سراوان. *مجله فیزیولوژی گیاهی*، ۱۲ (۴۵)، ۱۱۳-۱۲۵.

طاووسی، مهرزاد و لطفعلی آینه، غلامعباس (۱۳۹۶). کشت کینوا و نتایج تحقیقات مربوط به آن. *کرج: نشر آموزش مؤسسه آموزش و ترویج کشاورزی*.

غیاث‌آبادی، محمد؛ خواجه حسینی، محمد و محمدآبادی، علی اصغر (۱۳۹۳). بررسی اثر تاریخ نشاکاری بر شاخص‌های رشد و عملکرد علوفه ذرت (*Zea mays* L.) در منطقه مشهد. *مجله پژوهش‌های زراعی ایران*، ۱۲ (۱)، ۱۳۷-۱۴۵.

فاضلی، فرزانه؛ اکبری، غلامعلی؛ اکبری، غلامعباس؛ نادری عارفی، علی و بناکاشانی، فاطمه (۱۴۰۰). پاسخ ژنوتیپ‌های مختلف کینوا (*Chenopodium quinoa*) به تاریخ کاشت از نظر صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد در شهرستان گرمسار. *نشریه علوم گیاهان زراعی*، ۵۲ (۲)، ۴۹-۴۱.

مرادی، لایق؛ روحی، ابراهیم؛ حسین پناهی، فرزاد و سی و سه مرده، عادل (۱۴۰۰). اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر تجمع برخی اسمولیت‌های سازگار و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در گیاه کینوا. *مجله پژوهش‌های زراعی ایران*، ۱۹ (۳)، ۲۷۵-۲۸۵.

منصوری، علی و امید، حشمت (۱۳۹۹). اثر پرایمینگ بذر (B) بر شاخص‌های جوانه‌زنی سه رقم گیاه کینوا (*Chenopodium quinoa* willd). *هفتمین کنگره ملی زیست‌شناسی و علوم طبیعی ایران*. تهران، <https://civilica.com/doc/1028752/>

میرشکاری، بهرام (۱۳۹۳). تأثیر پیش‌تیمار بذر با عناصر کم مصرف آهن و بُر روی برخی شاخص‌های جوانه‌زنی و عملکرد گل همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.). *مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران*، ۳۰ (۶)، ۸۷۹-۸۸۸.

References

- Ahmad, S., Iqbal, M., Muhammad, T., Mehmood, A., Ahmad, S., & Hasanuzzaman, M. (2018). Cotton productivity enhanced through transplanting and early sowing. *Acta Scientiarum*, 40(1), e34610. <https://dx.doi.org/10.4025/actascibiolsci.v40i1.34610>.
- Bagheri, M. (2018). *Handbook of quinoa cultivation*. Karaj: Iran. Research institute for breeding and production of seedlings and seeds. (In Persian).
- Bagheri, M., Anafjeh, Z., Taherian, M., Emami, A., Molaie, A., & Keshavarz, S. (2021). Assessment of adaptability and seed yield stability of selected quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotypes in spring cropping systems in cold and temperate regions of Iran. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 22(4), 376-387. <http://10.52547/abj.22.4.376>. (In Persian).
- Biswas, S. (2020). Prospects and constraints of transplanted maize, wheat, sorghum and pearl millet: a review. *International Journal of Environment and Climate Change*, 10, 24-43. <https://doi.org/10.9734/ijec/2020/v10i530198>.
- Cui Hongguang, R. W. (2012). Performance test of rice seed tape wisting mechanism. *International Agricultural Engineering Journal*, 21(3/4), 59-64. <http://114.255.9.31/iaej/EN/Y2012/V22/I03-04/59>.
- Davarpanah, S., Tehranifar, A., Davarynejad, G., Abadia, J., & Khorasani, R. (2016). Effects of foliar applications of zinc and boron nano-fertilizers on pomegranate (*Punica granatum* cv. Ardestani) fruit yield and quality. *Scientia Horticulturae*, 210, 57-64. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.07.003>.

- Di Benedetto, A., Galmarini, C., & Tognetti, J. (2013). Changes in leaf size and in the rate of leaf production contribute to cytokinin-mediated growth promotion in *Epipremnum aureum* L. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 88(2), 179-186. <https://doi.org/10.1080/14620316.2013.11512954>.
- Fanadzo, M., Chiduzza, C. S., & Mnkeni, P. N. (2009). Comparative response of direct seeded and transplanted maize (*Zea mays* L.) to nitrogen fertilization at Zanyokwe irrigation scheme, Eastern Cape, South Africa. *African Journal of Agricultural Research*, 4(8), 689-694. <https://doi.org/10.5897/AJAR.9000116>.
- FAO. (2011). *Quinoa: an ancient crop to contribute to world food security*. Bolivia: Regional Office for Latin America and the Caribbean.
- Farooq, M., Usman, M., Nadeem, F., Rehman, H., Wahid, A., Basra, S. M. A., & Siddique, K. H. M. (2019). Seed priming in eld crops: potential benefits, adoption and challenges. *Crop & Pasture Science*, 70, 731-771. <https://doi.org/10.1071/CP18604>.
- Fazeli, F., Akbari, G., Akbari, G., Naderi Arefi, A., & 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. <https://doi.org/10.22059/IJFCS.2020.303866.654725>. (In Persian).
- Ghiasabadi, M., Khajeh Hosseini, M., & Mohammad-Abadi, A. A. (2014). The Study of Transplanting Date on Growth Analyses and Forage Yield of Maize (*Zea mays* L.) under Mashhad Conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 12(1), 137-145. <https://dx.doi.org/10.22067/jsc.v12i1.36650>. (In Persian).
- Iqbal, S., Farooq, M., Alam Cheema, S., & Afzal, I. (2017). Boron Seed Priming Improves the Seedling Emergence, Growth, Grain Yield and Grain Biofortification of Bread Wheat. *International Journal of Agriculture & Biology*, 19, 177-182. <http://dx.doi.org/10.17957/IJAB/15.0261>.
- Jafari, P., & Jalali, A. (2015). Comparison of three methods of watermelon (*Citrullus lanatus*) planting in Varamin region. *Journal of Crop and Horticultural Processing Production*, 4(13), 15-23. <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=262056>. (In Persian).
- Khajeh Dangolani, S., Ajamnorozzi, H., Ghorbani Nasrabad, G., & Dadashi, M. (2018). The effect of irrigation and planting system on morphological parameters and yield of two cotton cultivars. *Iranian Journal of Cotton Researches*, 6(2), 43-54. <https://dx.doi.org/10.22092/ijcr.2019.116889.1104>. (In Persian).
- Kumar, S., Shivani, S., & Kumar, S. (2014). Performance of transplanted maize (*Zea mays* L.) under varying age of seedling and method of nursery raising in the midlands of eastern region. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 84(7), 877-882.
- Mansouri, A. & Omid, H. (2020). The effect of boron priming (B) on the germination indices of three genotypes of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd). The 7th National Congress of Biology and Natural Sciences of Iran. Tehran. <https://civilica.com/doc/1028752/>. (In Persian).
- Mirshekari, B. (2012). Seed priming with iron and boron enhances germination and yield of dill (*Anethum graveolens*). *Turkish Journal of Agricultural Science*, 36, 27-33. <http://dx.doi.org/10.3906/tar-1007-966>.
- Mirshekari, B. (2015). Effects of seed priming with microelements of Fe and B on some germination parameters and yield of marigold (*Calendula officinalis* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 30(6), 879-888. <https://dx.doi.org/10.22092/ijmapr.2015.11923>. (In Persian).
- Moradi, L., Roohi, E., Hosseinpanahi, F., & Siosemardeh, A. (2021). Evaluation of the Effect of Different Irrigation Regimes on the Accumulation of Some Compatible Osmolytes and the Activity of Antioxidant Enzymes in Quinoa. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 19(3), 275-285. <https://10.22067/JCESC.2021.68443.1014>. (In Persian).

- Moulick, D., Santra, S. C., & Ghosh, D. (2018). Effect of selenium induced seed priming on arsenic accumulation in rice plant and subsequent transmission in human food chain. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 152, 67-77. <https://10.1016/j.ecoenv.2018.01.037>.
- Mumivand, H., Khanizadeh, P., Morshedloo, M., Sierka, E., Zuk-Golaszewska, K., Horaczek, T., & Kalaji, H. (2021). Improvement of Growth, Yield, Seed Production and Phytochemical Properties of *Satureja khuzistanica* Jamzad by Foliar Application of Boron and Zinc. *Plants*, 10, 2469. <https://doi.org/10.3390/plants10112469>.
- Nawaz, A., Farooq, M., Ahmad, R., Basra, S. M., & Lal, R. (2016). Seed priming improves stand establishment and productivity of no till wheat grown after direct-seeded aerobic and transplanted flooded rice. *European Journal of Agronomy*, 76, 130-137. <https://10.1016/j.eja.2016.02.012>.
- Parsaei, S., Movahhedi Dehnavi, M., & Balouchi, H. (2017). Effect of Zinc and Boron Foliar Application on Maternal Plant and Seed Enrichment on Vigor and Germination Indices of Sesame (*Sesamum indicum* cv. Darab 1). *Iranian Journal of Seed Research*, 4(1), 89-102. <http://dx.doi.org/10.29252/yajs.4.1.89>. (In Persian).
- Pinho, L. G. D. R., Monnerat, P. H., Pires, A. A., Freitas, M. S. M., & Marciano, C. R. (2015). Diagnosis of Boron Deficiency in Green Dwarf Coconut Palm. *Journal of Agricultural Science*, 6, 164-174. <http://dx.doi.org/10.4236/as.2015.61015>.
- Rabiee, M., Majidian, M., Alizadeh, M., & Kavooosi, M. (2021). Effects of Tillage Systems, Planting Method and Nitrogen Amounts on the Yield of Rapeseed (*Brassica napus* L.) and Some Properties of Soil in Paddy Field Conditions. *Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production*, 31(1), 221-237. <https://dx.doi.org/10.22034/saps.2021.12809>. (In Persian).
- Ravikumar, C., Karthikeyan, A., Senthilvalavan, P., & Manivannan, R. (2021). Effect of sulphur, zinc and boron on the growth and yield enhancement of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Applied and Natural Science*, 13(1), 295-300. <https://doi.org/10.31018/JANS.V13I1.2569>.
- Rehman, A., Farooq, M., Nawaz, A., & Ahmad, R. (2014). Influence of boron nutrition on the rice productivity, kernel quality and biofortification in different production systems. *Field Crops Research*, 169, 123-131. <https://10.1016/j.fcr.2014.09.010>.
- Rehman, A., Farooq, M., Nawaz, A., & Ahmad, R. (2016). Improving the performance of short-duration basmati rice in water-saving production systems by boron nutrition. *Annals of Applied Biology*, 168, 19-28. <https://10.1111/aab.12237>.
- Sadeghizadeh, H., Khajoei-Nejad, G., & Ghanbari, G. (2021). Water use efficiency and quantitative and qualitative response of quinoa to different concentrations of salicylic acid application under deficit irrigation conditions. *Irrigation and water engineering*, 11(3), 345-359. <https://10.22125/IWE.2021.128214>. (In Persian).
- Salek mearaji, H., Tavakoli, A., & Ali niazsepahvand, A. (2020). The Effect of Cytokinin on Physiological and Related Traits with Yield of Quinoa under Drought Stress Conditions. *Journal of Crop Improvement*, 22(3), 419-432. <https://10.22059/JCI.2020.292821.2298>. (In Persian).
- Samadzadeh, A., Zamani, G., & Fallahi, H. R. (2020). Possibility of quinoa production under South-Khorasan climatic condition as affected by planting densities and sowing dates. *Applied Field Crops Research*, 33(1), 82-104. <http://doi.org/10.22092/AJ.2020.125793.1392>. (In Persian).
- Sanchez Andonova, P., Rattin, J., & Di Benedetto, A. (2014). Yield increase as influenced by transplanting of sweet maize (*Zea mays* L. saccharata). *American Journal of Experimental Agriculture*, 4(11), 1314-1329. <https://doi.org/10.9734/AJEA/2014/11077>.
- Sardar, S., Patra, M., Mandal, B., & Patra, B. C. (2020). An overview on problems and prospects of transplanted maize with special reference to India. *Journal of Applied and Natural Science*, 12(1), 59-65. <https://10.31018/jans.v12i1.2217>.

- Singh, P., & Dwivedi, P. (2019). Micronutrients zinc and boron enhance stevioside content in *Stevia rebaudiana* plants while maintaining genetic fidelity. *Industrial Crops and Products*, 140, 111646. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111646>.
- Soleiman Zadeh, G., Soltani, A., Torabi, B., Ebrahimi, H., & Shakeri, E. (2020). Modeling the Effect of Pot Culture on Yield and Water Use of Soybean in Gorgan. *Journal of Crop Production and Processing*, 10(3), 111-125. <http://dx.doi.org/10.47176/jcpp.10.3.35561>. (In Persian).
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I.M., & Murphy, A. (2015). *Plant Physiology and Development*, Sixth Edition. Published by Sinauer Associates.
- Tan, M. (2020). Macro- and micromineral contents of different quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) varieties used as forage by cattle. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 44, 46-53. <https://doi.org/10.3906/tar-1904-10>.
- Tavoosi, M., & Lotfali ayeneh, G. (2017). *Quinoa cultivation and related research results*. Karaj: Iran Publication of agricultural education. (In Persian).
- Zarei, Zh., Heidari, H., Nosratti, I., & Khoramivafa, M. (2018). Comparison of Direct Seeding and Transplanting Systems in Maize (*Zea mays* L.) Under The Usual and Early Planting Dates. *Journal of Plant Productions*, 41(1), 97-108. <https://dx.doi.org/10.22055/ppd.2018.13553>. (In Persian).
- Ziaei, S. M. M., Salimi, K., & Amiri, S. R. (2020). Investigation of quinoa cultivation (*Chenopodium quinoa* Willd.) under different irrigation intervals and foliar application in saravan region. *Plant Physiology*, 12(45), 113.125. <http://20.1001.1.2008403.1399.12.45.8.8> (In Persian).
- Zolfagharan, A., Alizadeh, A., Khavari, S., Bannayan, M., & Ansari, H. (2016). Investigation and Comparison of Water Productivity in Direct and Transplant Seeding of Corn in Different Irrigation Regimes. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, 4(10), 508-519. http://idj.iaid.ir/article_55405.html. (In Persian).