روش کاشت و محلول پاشی بور بر عملکرد و صفات فیزیولوژیک ژنوتیپ های مختلف کینوا اثر می‌گذارند

Ali Mansouri[a], Heshmat Omidi[a, *], Amir Bostani[b]

[a]Department of Agronomy, Faculty of Agriculture Science, Shahed University, Tehran, Iran

[b] Department of Soil Science, Faculty of Agriculture Science, Shahed University, Tehran, Iran

**Corresponding author*

E-mail: heshmatomidi@yahoo.com, omidi@shahed.ac.ir; phone: +98-912-287-6295

کد مقاله: JCI-202205-2709 (R2)

عنوان مقاله: **تاثیرکشت مستقیم، نشایی، پرایمینگ و محلول‌پاشی بور بر رشد و عملکرد ژنوتیپ های گیاه کینوا**

نویسنده/ نویسندگان: علی منصوری، حشمت امیدی، امیر بستانی

نویسنده گرامی: **دکتر حشمت امیدی**

با عرض سلام

احتراما، بدین وسیله به استحضار می رساند مقاله ارسالی جنابعالی تحت عنوان «**تاثیرکشت مستقیم، نشایی، پرایمینگ و محلول‌پاشی بور بر رشد و عملکرد ژنوتیپ های گیاه کینوا**»، توسط داوران تخصصی نشریه بررسی شد و بر اساس نظرات ایشان، مقاله مورد پذیرش مشروط به"**بازنگری جزئی**" دارد. خواهشمند است باتوجه به نظرات دریافت شده، نسبت به اصلاح و بازنگری مقاله اقدام نمایید. حداکثر مدت زمان درنظر گرفته شده **"14 روز"** می باشد. لازم به ذکراست در بخش دریافت پاسخ داوری های انجام شده، حتما فرم داوری شده توسط داوران مدنظر گرفته شود. لینک در صفحه اصلی مقاله موجود است.

برای بازنگری مقاله به سایت نشریه در https://jci.ut.ac.ir/ وارد شده و در صفحه کاربری با نقش نویسنده، بخش **مقالات نیازمند بازنگری**، مقاله خود را بازنگری کنید. در فایل پاسخ به داور به تمامی سوالات مطرح شده در فایل های داوران پاسخ داده شود تا داوری نهایی مقاله سریع تر انجام پذیرد. در صورت عدم پاسخ درست به نظرات داوران، ممکن است مقاله بارها جهت تصحیح مجدد ارسال شد. پس از بازنگری، فایل اصلاح شده را به همراه فایل پاسخ به داوران از طریق سامانه بارگذاری کرده و ارسال نمایید و فرایند بازنگری را کامل کنید. لطفا پیش از ارسال مقاله، دقت فرمایید که فرمت مقاله دقیقا بر اساس موارد درج شده در صفحه راهنمای نویسندگان {لینک موجود در صفحه اصلی} تنظیم شده است.

با احترام مجدد

دکتر ایرج اله دادی

سردبیر **به زراعی کشاورزی**

نظرات داوران:

چکیده

کینوا محصولی شگفت انگیز با خواص فراوان و مقاوم به شرایط مختلف محیطی می باشد. این در حالی است که کاهش عملکرد آن در مناطق مختلف مشاهده می شود. بهمین منظور بررسي عوامل مديريت زراعي و تغذيه اي مانند روش هاي كاشت و تكنيك پرايمينگ با عنصر بور در افزایش عملکرد موثر است. با این حال، در مورد رشد کینوا تحت تأثیر اثر متقابل روش کاشت و محلول پاشی بور در ژنوتیپ هاي مختلف اطلاعاتی وجود ندارد. به منظور بررسی اثر روش کاشت، پرایمینگ و محلول‌پاشی ریزمغذی بور بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیکی ژنوتیپ های مختلف کینوا، آزمایشی به‌صورت کرت های دوبار خرد شده فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو منطقه تهران و کوهدشت اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل سه روش کاشت (نشاکاری، بذر پرایم شده با محلول 100ppm بوریک اسید و بذر مستقیم)، دو حالت محلول پاشی (محلول 100ppm بوریک اسید و شاهد)، سه رقم گیاه کینوا (تیتیکاکا، جیزا 1 و ساجاما) و دو منطقه تهران و کوهدشت بودند. اثر متقابل روش کاشت × ژنوتیپ × منطقه بر صفات ارتفاع بوته، نشت غشا سلولی، محتوای پلی فنل ها، فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز، وزن هزار دانه و عملکرد دانه اثر مثبت و معنی دار داشت. بالاترین عملکرد دانه با استفاده از روش کاشت نشاکاری در ژنوتیپ جیزا 1 در دو منطقه کوهدشت و تهران (به ترتیب 4179.2 و 4002.5 کیلوگرم در هکتار) بدست آمد. همچنین مشخص شد که محتوای ساپونین بذر در هر دو منطقه کوهدشت و تهران تحت تاثیر اثر متقابل روش کاشت × ژنوتیپ قرار گرفت. در منطقه کوهدشت نشاکاری و پرایمینگ بذر به ترتیب موجب افزایش 47.3 و 26.1 درصدی محتوای ساپونین بذر شدند. این مقدار افزایش در منطقه تهران به ترتیب 55.7 و 32.2 درصد بود. با توجه به افزایش عملکرد گیاه کینوا در روش نشاکاری و جبران هزینه های کاشت، استفاده از روش نشاکاری، پرایمینگ و محلول پاشی بور در مناطق مختلف توصیه می شود.

کلمات کلیدی: نشاکاری، پرایمیگ، ساپونین، آسکوربات پراکسیداز، Chenopodium quinoa willd

مقدمه

کینوا با نام علمی Chenopodium quinoa willd شبه غله ایی علفی و یکساله است که دانه هایی نشاسته ایی و دو لپه با ارزش غذایی بسیار بالا تولید می کند (Bazile et al., 2015).کینوا از نظر ترکیبات پروتئینی بسیار غنی بوده و دارای آمینواسیدهای ضروری بدن بخصوص لیزین است که در غلات و حبوبات بسیار محدود می باشد. علاوه بر آن سرشار از فیبر، اسیدهای چرب غیراشباع، ویتامین هایی نظیر گروه B، C و E ، مواد فنلی و آنتی اکسیدانی و املاح معدنی مانند آهن، پتاسیم، منیزیم و روی می باشد (Jaldani et al., 2018). گذشته از خواص تغذیه ایی، مقاومت کینوا به تنش‌های شوری (Razzaghi et al., 2015) و خشکی (Jacobsen et al., 2009) و رشد بسیار عالی در خاک های ضعیف (Iqbal et al., 2019) بسیار مورد توجه دانشمندان قرار گرفته است.

سازمان خار و بار جهانی (FAO) میزان عملکرد کینوا را به شرط مدیریت مناسب مزرعه بین 3 تا 4 تن در هکتار اعلام کرده است. حتی در مزارع نمونه FAO عملکرد 6 تن در هکتار نیز ثبت شده است (Tavoosi and Lotfali, 2018). اما متاسفانه نتایج تحقیقات بر روی کینوا در مناطق مختلف ایران عملکرد بسیار کمتری را نشان می دهد. میزان عملکرد دانه کینوا در بیرجند 400 کیلوگرم در هکتار (Samadzadeh et al., 2020)، در گرمسار بسته به نوع رقم بین 683 تا 2276 کیلوگرم در هکتار (Fazeli et al., 2021)، در سراوان 1925 کیلوگرم در هکتار (Ziaei et al. 2020) در کرمان 1590 کیلوگرم در هکتار (Sadeghizadeh et al. 2021)، در زنجان بسته به نوع رقم بین 1663 تا 2400 کیلوگرم در هکتار (Salek mearaji et al. 2020)، در سنندج 1866 کیلوگرم در هکتار (Moradi et al. 2021)، در کرج 1023 کیلوگرم در هکتار، در کاشمر 846 کیلوگرم در هکتار، در شهرکرد 2007 کیلوگرم در هکتار و در ارومیه 1816 کیلوگرم در هکتار (Bagheri et al. 2021) گزارش شده است. با توجه به ریز بودن بذر کینوا، نا یکنواختی در بسیاری از مزارع کینوا مشاهده می شود. همین امر می تواند یکی از علل کاهش عملکرد در مزارع کینوا باشد. نشاکاری (Transplanting) عبارت است از انتقال گیاه از یک مکان به مکان دیگر. این عمل معمولا زمانی انجام می شود که شرایط برای کشت مستقیم بذر مهیا نباشد (Sardar et al. 2020). از مهمترین مزایای نشاکاری می توان به افزایش یکنواختی مزرعه و درصد بالای استقرار بوته (تا 96 درصد) اشاره کرد (Fanadzo et al., 2009). از طرف دیگر نشان داده شده که نشاکاری باعث کاهش

طول دوره رشد گیاه می شود. Kumar و همکاران (2014) نشان دادند که نشاکاری ذرت در تابستان موجب کاهش طول دوره رشد از 110 تا 130 روز به 60 تا 90 روز شد. این روش میزان مصرف آب را کاهش داده (Sardar et al. 2020) و عملکرد بیولوژیک و نهایی را افزایش می دهد (Hajong, 2017).

پرایمینگ (priming) روشی ساده، ارزان و کارآمد است که در آن بذور پس از آبنوشی در محلول های اسموتیک با پتانسیل آب کم، مجددا تا حد رطوبت اولیه خشک شده و سپس کاشته یا نگهداری می شوند (Farooq et al. 2019). پرایمینگ بذر می تواند منجر به سبز شدن بهتر گیاهچه، استقرار یکنواخت، گلدهی زودتر و در نهایت عملکرد بهتر محصول شود (Singh et al. 2015; Ullah et al. 2019). انتخاب نوع مواد مورد استفاده در روش پرایمینگ به هدف پرایمینگ بستگی دارد. مساله مورد بررسی در این پژوهش کاهش عملکرد گیاه کینوا می باشد. این کاهش عملکرد می تواند به علت ایجاد اختلال در فاز رویشی یا زایشی به دلیل کمبود عناصر مورد نیاز گیاه در محیط باشد (Zheng et al. 2019). بور (Boron) عنصری کم مصرف اما ضروری برای گیاهان است. بور در طویل شدن سلول، ساخت اسید نوکلئیک، پاسخ‌های هورمونی،کارکرد غشایی، تنظیم چرخه سلول، ایجاد پیوند کووالانسی در دیواره سلولی، مرحله زایشی و تولید میوه نقش دارد (Taiz and Zeeiger, 2006). بور برای بسیاری از گیاهان در مرحله رشد رویشي و زایشي موردنیاز است که در قابلیت دسترسي آب، انتقال قند، جذب کاتیون و آنیون و متابولیسم نیتروژن، فسفر، کربوهیدرات و چربي دخالت دارد (Oyinlola, 2007). کمبود بور در مرحله گلدهي مي‌تواند بر زنده ماندن گرده و از بین رفتن جنین تأثیرگذار باشد که درنهایت به تولید بذر کمتر منجر خواهد شد (Al-Amery, 2011). Taiz و همکاران (2015) گزارش کردند که محتوای بور در ماده خشک اغلب گیاهان در حدود 20 ppm می باشد و در صورت کمتر بودن از این مقدار باید به محیط اضافه شود. میزان محتوای بور اندازه گیری شده در ماده خشک گیاه کینوا در حدود 8/58 ppm می باشد (Mhada et al., 2020) که تفاوت زیادی را نشان می‌دهد. علت این تفاوت می‌تواند ضعف کینوا در جذب بور از محیط خاک باشد. در مطالعه ایی به منظور بررسی روش‌های کاربرد بور، مشاهده شد که روش پرایمینگ نسبت به روش های خاکی و محلول پاشی موثر تر است (Rehman et al., 2014). کومار و همکاران (2008) افزایش ارتفاع گیاه، عملکرد غلاف و دانه با پرایمینگ بذور با 0/5 درصد محلول بور به همراه کاهش تعداد روز تا 50 درصد گلدهي را گزارش کردند. جانسون و همکاران (2005) اثر پرایمینگ بذر با اسید بوریك بر روی غلات مختلف بررسي و افزایش عملکرد تولیدی نسبت به عدم پرایمینگ را گزارش کرد. محلول پاشی عناصر مورد نیاز بر روی برگ گیاهان و جذب مواد غذایی از طریق روزنه های برگی نیز یکی دیگر از روش های تامین عناصر مورد نیاز گیاه است. محلول پاشی عناصر کمیاب از مزیت نرخ کاربرد کم، کارایی خوب، توزیع یکنواخت و واکنش بسیار سریع گیاه برخوردار است (Davarpanah et al. 2016). ریزمغذی‌های استفاده شده از طریق محلول‌پاشی به همان اندازه یا حتی مؤثرتر از کاربرد خاک هستند و منجر به رشد و عملکرد به‌طور قابل‌توجهی می‌شوند (Kumar et al. 2016). محلول پاشی بور موجب افزایش عملکرد دانه در کتان (Raghav et al. 2016)، پنبه (Azeem et al. 2021)، لوبیا (Fadhil and Jader, 2020) و افزایش محتوای فنول و فعالیت آنتی اکسیدانی گیاه *Satureja khuzistanica* Jamzad شد (Mumivand et al. 2021). مشاهده شده که افزایش میزان عملکرد بر اثر استفاده از بور با افزایش تعداد بذر در بوته اتفاق می افتد (Mei et al. 2009).

با توجه به تاثیر روش کاشت نشاکاری و اثرات مثبت عنصر بور بر افزایش عملکرد گیاهان، پژوهش حاضر به منظور بررسی اثرات روش کاشت، پرایمینگ و محلول پاشی بور بر ژنوتیپ های مختلف گیاه کینوا اجرا شده است.

Materials and methods

Farm location and treatments

در سال 2019، با هدف بررسی اثر روش کاشت و محلول پاشی بور بر ژنوتیپ های گیاه کینوا، آزمایشی به صورت اسپلیت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در دو منطقه تهران و کوهدشت استان لرستان اجرا شد. وضعیت جغرافیایی و آمار هواشناسی دو منطقه در جدول 1 آمده است. فاکتور های مورد مطالعه در این آزمایش شامل سه ژنوتیپ گیاه کینوا (Titicaca, Giza 1, Sajama)، سه روش کاشت (نشاکاری (Transplanting)، کاشت بذر پرایم شده با محلول 100 ppm بوریک اسید، کاشت بذر مستقیم (direct sowing))، دو سطح محلول پاشی (محلول پاشی با محلول 100 ppm

بوریک اسید و کنترل) و دو مکان (تهران و کوهدشت) بودند. مزرعه تهران (35°33' N 51°20' E) در ارتفاع 1036 متر و مزرعه کوهدشت (33°33' N 47°37' E) در ارتفاع 1226 متر از سطح دریا قرار گرفته اند.

جدول 1. وضعیت هواشناسی مناطق مورد مطالعه

	Tehran			Kuhdasht		
Month	Max. Temp. (C)	Temp. Min. (C)	Participation Rate (mm)	Max. Temp. (C)	Temp. Min. (C)	Participation Rate (mm)
July	38	23	2.2	34	21	0
August	37	31	12.7	37	20	0
September	32	18	1.1	33	16	0
October	24	12	64.5	25	11	40.5
November	13	5	64.3	14	6	9.1

Farm operation

عملیات آماده سازی زمین شامل شخم و دیسک بودند. پس از آماده سازی و تسطیح زمین کرت هایی به ابعاد سه متر در سه متر آماده شد. فاصله بین ردیف ها از یکدیگر 50 سانتی متر، فاصله روی خط 15 سانتی متر و عمق کاشت 1/5 سانت در نظر گرفته شد. جهت پرایمینگ بذور از محلول 100 ppm بوریک اسید به مدت 12 ساعت در دمای 24 درجه سانتی گراد و تاریکی استفاده شد. پس از آبنوشی، بذور خشک شده و برای کاشت آماده شدند. به منظور تولید نشا، عمل کاشت بذور در گلخانه در دمای 35-25 درجه سانتی گراد 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. یک هفته قبل از کاشت نشا در زمین اصلی به تدریج دمای محیط گلخانه اضافه و به دمای محیط بیرون رسید. در تاریخ 12 و 13 آگوست 2019 عمل کاشت نشا (نشا 30 روزه)، بذر پرایم شده و بذر مستقیم به طور همزمان در هر دو منطقه انجام شد. لازم به ذکر است که بلافاصله پس از کاشت عمل آبیاری انجام شد. عمل آبیاری تا زمان رسیدگی فیزیولوژیک در دوره های 8 روزه انجام شد.

Plant height, Thousand grain weight and Seed yield measurement

اندازه گیری صفت ارتفاع بوته در زمان پایان گلدهی انجام شد و برای این کار در هر کرت تعداد 10 بوته به طور تصادفی از سطح خاک تا انتهای بوته اندازه گیری شدند. پس از برداشت بوته ها، به صورت تصادفی 10 نمونه 500 دانه ایی از هر کرت فرعی انتخاب و توزین شد و با ضرب میانگین آنها در دو، وزن هزار دانه محاسبه شد. برای محاسبه عملکرد دانه تمام دانه تولید شده در هر کرت فرعی وزن شده و به نسبت کیلوگرم در هکتار گزارش شد.

Relative water content (RWC) assay

جهت محاسبه محتوای نسبی آب (RWC) پس از توزین وزن تر گیاهچه (FW)، نمونه ها به مدت 24 ساعت در یک ظرف سر بسته در داخل آب مقطر شناور شده و سپس دوباره توزین شدند (TW). بعد از آن نمونه ها به داخل آون با دمای 75 درجه سانتی گراد به مدت 24 ساعت منتقل شده و سپس وزن خشک (DW) آنها توزین شد. درصد محتوای نسبی آب توسط رابطه زیر (Qasim et al. 2003) محاسبه شد.

$$RWC=(\frac{FW-DW}{TW-DW})\times 100$$

Cell membrane leakage assay

جهت سنجش میزان نشت الکترولیت‌ها، 0/2 گرم برگ تازه از هر تکرار را به‌دقت شسته و در ظروف شیشه‌ای درپوش‌دار محتوی 10 میلی‌لیتر آب یونیزه قرار داده شد. این ظروف به مدت 24 ساعت در دمای اتاق قرار گرفتند و سپس هدایت الکتریکی آن‌ها با استفاده از EC متر اندازه‌گیری شد (EC1). سپس شیشه‌های محتوی نمونه برگی را به مدت 15 دقیقه در حمام بن ماری، در دمای 95 درجه سانتی‌گراد قرار داده و برای بار دوم هدایت الکتریکی آن‌ها پس از سرد شدن اندازه‌گیری گردید(EC2). درصد هدایت الکتریکی (EC%) بیانگر میزان نشت الکتریکی مواد از غشاء می‌باشد که مطابق رابطه زیر محاسبه می‌گردد. (Sairam and Srivastava, 2001).

$$\%EC = (\frac{EC1}{EC2})\times 100$$

Poly phenol content measurement

برای اندازه گیری محتوای پلی فنل ها از روش فولین سیکالتو (Ordon˜ez et al., 2006) با کمی تغییر استفاده شد. به این منظور 0/5 گرم بافت گیاهی در 10 میلی لیتر اتانول 80 درصد کاملا ساییده شد. مخلوط حاضر به مدت 20 دقیقه با سرعت 10000 دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس 0/5 میلی لیتر از عصاره بدست آمده با 7 میلی لیتر آب مقطر و 5 میلی لیتر معرف فولین سیکالتو 10 درصد مخلوط شد. پس از 5 دقیقه 4 میلی لیتر کربنات سدیم 1 مولار اضافه شد. پس از 2 ساعت انکوباسیون در دمای اتاق، میزان جذب نوری در طول موج 760 نانومتر اندازه گیری شد.

Superoxide desmutase activity assay

برای اندازه گیری فعالیت آنزیم سوپراکسیددسموتاز، میزان جذب نوری مخلوط EDTA 1 میلی مولار، بافر فسفات 50 میلی مولار (pH=7.8)، ال متیونین 12 میلی مولار، NBT 75%، کربنات سدیم 50 میلی مولار، ریبوفلاوین 1 میکرومولار و 300 میکرو لیتر عصاره آنزیمی -به‌طوری‌که حجم نهایی محلول 3 میلی‌لیتر باشد- در طول‌موج 560 نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد و فعالیت سوپراکسیددسموتاز به‌صورت میزان آنزیم موردنیاز برای مهار 50 درصد فعالیت NBT محاسبه شد (Giannopolitis and Reis, 1977).

Ascorbate peroxidase activity assay

برای تعیین فعالیت آسکوربات پراکسیداز، کمپلکس واکنشي (يك ميلي ليتر) شامل 250 میکرولیتر از محلول بافر فسفات 100 میلي‌مولار (pH=7)، 250 میکرولیتر از آسکوربات يك ميلي مولار، 250 میکرولیتر EDTA 0/4 میلي مولار، 190 میکرولیتر آب دو بار تقطیر، 10 میکرولیتر پراکسید هیدروژن 10 ميلي مولار و 50 میکرولیتر محلول آنزيمي استخراج شده تهیه شد. جذب نوری واکنش آنزيمي در طول موج 290 نانومتر در زمان شروع و پس از يك دقیقه از شروع واکنش توسط دستگاه الایزا قرائت شد. واحد فعالیت آنزیم بر حسب میکرومول آسکوربات اکسیدشده بر دقیقه محاسبه شد (Yoshimura et al. 2000).

Seed saponin content measurement

برای اندازه گیری محتوای ساپونین بذر، میزان 100 میلی گرم (w) بذر کاملا پودر شده و در 10 میلی لیتر آب جوش حل شده و به مدت 30 دقیقه در حمام آب جوش حرارت داده شد. محلول حاصل پس از سرد شدن، صاف شده و به مدت 15

ثانیه ورتکس شد. در نهایت ارتفاع کف تولید شده (h) اندازه گرفته شد و میزان محتوای ساپونین های گیاهچه محاسبه شد (World Health Organization. 1998).

$$\text{Saponin(mg)} = \frac{(0.423h)+0.008}{w}$$

Statistical analysis

Data analysis was performed by SAS 9.4 software. The Bartlett test was applied to evaluate the variance homogeneity. LSD test was used for main factors comparison at a 5% confidence interval. The Least Square Means procedure was used for the comparison of the interaction of the main factors.

نتایج

به منظور بررسي امكان ادغام داده هاي مكان جهت تجزيه مركب آنها، داده ها مورد آزمون بارتلت قرار گرفتند. نتایج آزمون بارتلت برای تمام صفات بجز محتوای ساپونین بذر غیر معنی دار بود. در نتیجه ادغام دادهای مکان برای تمام صفات بجز محتوای ساپونین بذر انجام شد. نتایج تجزیه مرکب برای صفات مختلف نشان داد که اثر مکان بر تمام صفات مورد مطالعه معنی دار بود. همچنین فاکتورهای ژنوتیپ و روش کاشت بر تمام صفات مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد ($p\leq0.01$) اثر معنی دار داشتند. اثر محلول پاشی بور بر صفات RWC، وزن هزار دانه، عملکرد بذر، محتوای پلی فنول ها و فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز معنی دار بود. اثر متقابل مکان و ژنوتیپ (Zone×Genotype) نیز بر تمام صفات مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. اثر متقابل مکان و روش کاشت بر تمام صفات بجز RWC و فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز معنی دار بود. اثر متقابل مکان در محلول پاشی بور فقط بر صفت عملکرد بذر در سطح احتمال 5 درصد معنی دار بود. اثر متقابل ژنوتیپ و روش کاشت بر تمام صفات بجز محتوای پلی فنول ها معنی دار بود. اثر متقابل ژنوتیپ و محلول پاشی و اثر متقابل روش کاشت و محلول پاشی بر هیچکدام از صفات مورد مطالعه معنی دار نبود. اثر سه گانه مکان×ژنوتیپ×روش کاشت بر تمام صفات مورد مطالعه بجز RWC و فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز معنی دار بود. اثر چهارگانه مکان×ژنوتیپ×روش کاشت×محلول پاشی بر هیچکدام از صفات مورد مطالعه معنی دار نبود (جدول 2).

صفت محتوای ساپونین بذر که به تفکیک مکان مورد تجزیه واریانس قرار گرفت، در هر دو مکان مورد مطالعه تحت تاثیر اثرات ساده ژنوتیپ، روش کاشت و اثر متقابل آنها قرار گرفت. اثر محلول پاشی بور فقط در منطقه کوهدشت بر محتوای ساپونین معنی دار بود. صفت محتوای ساپونین بذر در هیچکدام از مناطق مورد مطالعه تحت تاثیر اثر متقابل ژنوتیپ×محلول پاشی، اثر متقابل روش کاشت×محلول پاشی و اثر سه گانه ژنوتیپ×روش کاشت×محلول پاشی قرار نگرفت (جدول 3).

ارتفاع بوته Plant height

مقایسه میانگین اثر متقابل مکان×ژنوتیپ×روش کاشت نشان داد که بالاترین ارتفاع بوته (164.3 cm) مربوط به رقم جیزا 1 بود که با روش نشاکاری در منطقه کوهدشت کاشته شده بودند. کمترین میزان ارتفاع بوته (61.6 cm) نیز در بوته های

رقم تیتیکاکا که با روش بذر مستقیم کاشته شده بودند مشاهده شد (جدول 4). به طور کلی مشاهده شده که رقم جیزا 1 رقمی با ارتفاع بلند و رقم تیتیکاکا دارای ارتفاع بوته کمتر می باشد و رقم ساجاما بین این دو قرار می گیرد

محتوای نسبی آب Relative water content (RWC)

نتایج مقایسه میانگین داده های مربوط به صفت RWC نشان داد در تمام ژنوتیپ های مورد مطالعه، روش کاشت نشاکاری و کاشت بذر پرایم شده تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند اما در روش کاشت بذر مستقیم میزان RWC به طور قابل توجهی کمتر از دو روش دیگر بود. میزان RWC در ژنوتیپ های تیتیکاکا و جیزا 1 تفاوت معنی داری باهم نداشتند اما RWC آنها به طور معنی داری از ژنوتیپ ساجاما بیشتر بود (شکل 1). به طور کلی میزان RWC در منطقه کوهدشت بیشتر از منطقه تهران بود (1.5%).

Table 1. Analysis of variance for effect of Zone, Genotype, Planting Method and Boron Foliar application

	MS							
S.O.V	Height	RWC	Cell membrane leakage	Poly Phenol Content	SOD	APX	thousand-grain weight	yield
Zone (Z)	4268.89**	60.30**	274.88**	0.09**	134.13**	32.57**	1.43*	13342644.7**
Block (B)*Z	133.84	0.99	3.93	0.002	0.31	0.07	0.16	1642.73
Genotype (G)	40403.37**	816.07**	151.73**	3.25**	807.51**	226.68**	21.56**	14051800.58**
Z*G	4369.92**	33.85**	201.50**	5.68**	137.90**	79.57**	0.40**	336972.13**
B*G(Z)	225.48	311.17	73.65	0.55	94.50	12.35	0.20	606136.74
Planting Method (M)	8826.92**	873.83**	2513.82**	0.51**	1669.12**	81.34**	6.75**	20178509.79**
Foliar (F)	189.34^{ns}	55.90**	4.20ns	0.04*	1.19^{ns}	2.33**	1.11**	1722307.66**
Z*M	501.37**	0.44^{ns}	28.48**	0.10**	12.31**	0.44^{ns}	0.09*	3266859.65**
Z*F	63.78^{ns}	7.73^{ns}	0.02^{ns}	0.000^{ns}	0.66^{ns}	0.08^{ns}	0.001^{ns}	206585.77*
G*M	383.05**	23.85**	27.15**	0.66^{ns}	40.85**	13.10**	0.31**	93820.35*
G*F	78.03^{ns}	4.96^{ns}	0.04^{ns}	0.001^{ns}	0.15^{ns}	0.04^{ns}	0.02^{ns}	45.622.37^{ns}
M*F	78.92^{ns}	5.05^{ns}	0.05^{ns}	0.000^{ns}	0.56^{ns}	0.02^{ns}	0.02^{ns}	70.117.36^{ns}
Z*G*M	638.86**	5.35^{ns}	6.31*	0.05*	2.80^{ns}	0.71*	0.08**	119470.55**
Z*G*F	132.48^{ns}	2.87^{ns}	0.03^{ns}	0.000^{ns}	0.14^{ns}	0.11^{ns}	0.01^{ns}	20480.05^{ns}
Z*M*F	84.59^{ns}	0.77^{ns}	0.11^{ns}	0.000^{ns}	0.22^{ns}	0.009^{ns}	0.001^{ns}	19876.35^{ns}
G*M*F	78.91^{ns}	0.65^{ns}	0.05^{ns}	0.000^{ns}	0.41^{ns}	0.02^{ns}	0.01^{ns}	31426.65^{ns}
Z*G*M*F	28.66^{ns}	1.05^{ns}	0.02^{ns}	0.000^{ns}	0.36^{ns}	0.009^{ns}	0.01^{ns}	31703.69^{ns}
Erorr	73.95	5.27	1.98	0.006	1.99	0.20	0.02	31854.06
CV %	8.18	13.76	9.45	6.34	6.62	9.24	7.45^{ns}	9.68

and 0.01 level of probability, respectively. ns, * and **: non-significant and significant at the 0.05

Table 2. Analysis of variance for effect of Genotype, Planting Method and Boron Foliar application in diferent Zone

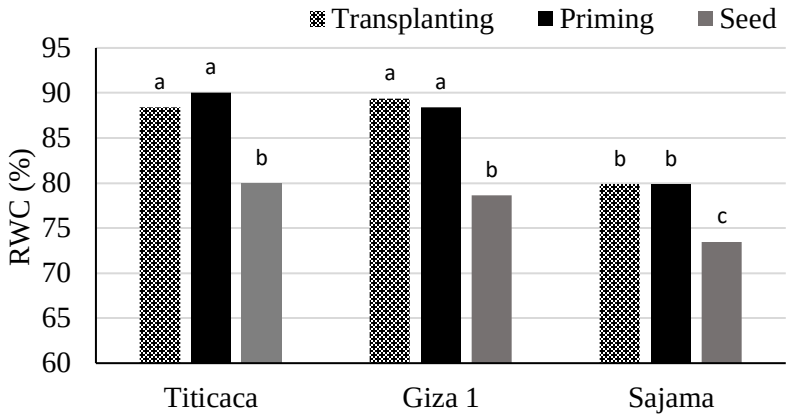
	MS of Seeds Saponin content	
S.O.V	Tehran	Kuhdasht
Block (B)	0.004^{ns}	0.001^{ns}
Genotype (G)	22.71**	51.611**
R*G	0.509	0.359
Planting Method (M)	6.106**	3.552**
Foliar (F)	0.016^{ns}	0.450**
G*M	0.539**	0.136**
G*F	0.003^{ns}	0.001^{ns}
M*F	0.007^{ns}	0.001^{ns}
G*M*F	0.001^{ns}	0.003^{ns}
Erorr	0.029	0.002
CV %	7.392	9.324

and 0.01 level of probability, respectively. ns, * and **: non-significant and significant at the 0.05

جدول 4. مقایسه میانگین اثر متقابل مکان×ژنوتیپ×روش کاشت بر برخی صفات گیاه کینوا

Zone	Genotype	Planting Method	Height (cm)	thousand-grain weight (g)	Yield (Kg/ha)	Cell membrane leakage (%)	Poly Phenol Content (mgGalic acid/g)	APX (U/gFW)
Tehran	Titicac	Transplanting	91.1fg	4.32a	2546.3fg	25.5d	2.86b	14.02f
		Priming	80.3h	3.77c	1453.3k	32.3g	2.69c	12.95g
		Seed	61.6i	3.16f	786.4m	41.1i	2.48d	12.17h
	Giza 1	Transplanting	151.3b	3.24ef	4002.5a	20.5a	2.73c	18.19b
		Priming	123.6d	2.34ij	2832.3e	24.0cd	2.09e	14.98e
		Seed	95.1f	2.09kl	1746.3j	35.2g	1.73i	13.36g
	Sajama	Transplanting	111.8e	2.55gh	3301.1c	21.4ab	1.87g	12.18h
		Priming	91.8fg	2.41hi	2150.0hi	27.4e	1.67i	11.42i
		Seed	82.3gh	1.96l	1027.5l	42.9j	1.46j	10.54j
Kouhdasht	Titicaca	Transplanting	70.3i	4.37a	2952.1de	22.5cd	1.97f	11.37i
		Priming	65.3i	3.38b	2381.2fg	31.3f	1.84gh	10.63j
		Seed	61.6i	3.39de	2020.9i	38.2h	1.66i	10.20j
	Giza 1	Transplanting	164.3a	3.46d	4179.2a	25.5d	3.65a	21.06a
		Priming	150.3b	3.10f	3595.9b	31.3f	2.65c	17.27c
		Seed	147.6bc	2.58gh	3107.9cd	40.3i	2.13e	15.28e
	Sajama	Transplanting	139.5c	2.61g	3008.3de	28.0e	2.46d	16.03d
		Priming	110.6e	2.24ik	2591.7f	36.3g	20.9e	14.35f
		Seed	92.6fg	2.18jk	2335.2gh	45.3k	1.76hi	13.46g

میانگین های دارای حرف مشترک تفاوت معنی داری در سطح احتمال 5 درصد آزمون LSD ندارند



شکل 1. مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ×روش کاشت بر میزان RWC
(ستون های دارای حرف مشترک تفاوت معنی داری در سطح احتمال 5 درصد آزمون LSD ندارند)

نشت غشا سلولی Cell membrane leakage

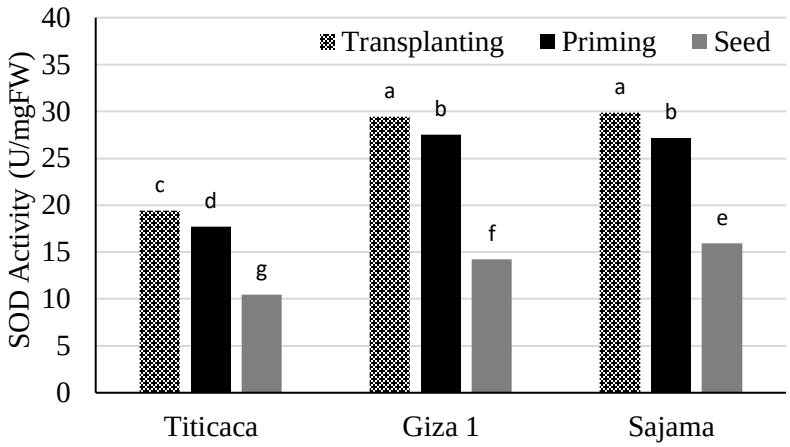
با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل مکان×ژنوتیپ×روش کاشت، کمترین میزان نشت غشا سلولی (20.5%) در بوته های ژنوتیپ جیزا 1 که به روش نشاکاری در منطقه تهران کاشته شده بودند مشاهده شد. همچنین بیشترین میزان نشت غشا سلولی (45.3%) در بوته های ژنوتیپ ساجاما که به روش بذر مستقیم در منطقه کوهدشت کشت شده بودند مشاهده شد (جدول 4). به طور کلی روش نشاکاری نسبت به بذر مستقیم و روش پرایمینگ توانست میزان نشت غشا سلولی را به ترتیب به میزان 16.99 و 6.51 درصد کاهش دهد.

محتوای پلی فنل Poly phenol content

بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل مکان×ژنوتیپ×روش کاشت، استفاده از روش کاشت نشاکاری بذور ژنوتیپ جیزا 1 در منطقه کوهدشت باعث بدست آمدن بالاترین محتوای پلی فنل در برگ شد (3.65 mgGalic acid/g). همچنین کمترین محتوای پلی فنل (1.46 mgGalic acid/g) در بوته های حاصل از کاشت بذر مستقیم ژنوتیپ ساجاما در منطقه تهران اندازه گیری شد (جدول 4). به طور کلی بهترین روش کاشت برای بدست آمدن بالاترین سطح محتوای پلی فنل، روش کاشت نشاکاری بود که توانست محتوای پلی فنل برگ را به میزان 37.4 درصد به نسبت روش کاشت بذر مستقیم افزایش دهد.

فعالیت آنزیم سوپر اکسید دسموتاز Superoxide desmutase activity

بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل ژنوتیپ× روش کاشت، مشخص شد که بیشترین میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز در روش کاشت نشاکاری در ژنوتیپ های جیزا 1 و ساجاما بدست آمد که تفاوت معنی داری با هم نداشتند (شکل 1). پس از روش کاشت نشاکاری، پرایمینگ بذور موجب بدست آمدن بالاترین میزان فعالیت آنزیم SOD شد باز هم در ژنوتیپ های جیزا 1 و ساجاما تفاوت معنی داری مشاهده نشد. به طور کلی میزان فعالیت آنزیم SOD در ژنوتیپ تیتیکاکا (15.85 U/mgFW) کمتر از دو ژنوتیپ دیگر بود. همچنین فعالیت آنزیم در منطقه تهران (22.44 U/mgFW) بیشتر از منطقه کوهدشت (20.18 U/mgFW) بود



شکل 2. مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ×روش کاشت بر میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز
(ستون های دارای حرف مشترک تفاوت معنی داری در سطح احتمال 5 درصد آزمون LSD ندارند)

فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز Ascorbate peroxidase activity (APX)

بالاترین سطح فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز (21.06 U/gFW) در بوته های حاصل از نشاکاری ژنوتیپ جیزا 1 در منطقه کوهدشت مشاهده شد (جدول 4). همچنین کمترین میزان فعالیت آنزیم APX (10.20 U/gFW) در بوته های حاصل از کاشت مستقیم بذر ژنوتیپ تیتیکاکا در منطقه کوهدشت اندازه گیری شد. به طور کلی نشاکاری و پرایمینگ بور موجب افزایش سطح فعالیت APX نسبت به روش کاشت بذر مستقیم شدند (به ترتیب 23.76% و 8.88%). بالاترین سطح فعالیت آنزیم APX در ژنوتیپ جیزا 1 مشاهده شد (16.69 U/gFW) و بین ژنوتیپ های ساجاما و تیتیکاکا تفاوت معنی داری وجود نداشت.

وزن هزار دانه Thousand grain weight

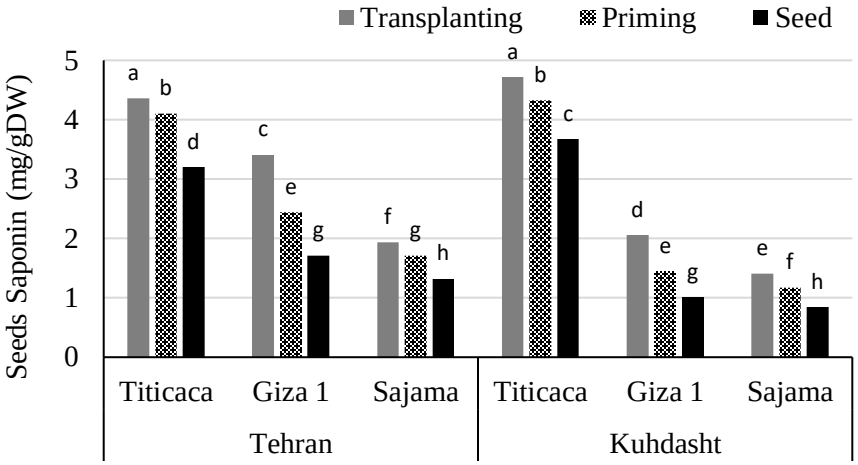
بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل مکان×ژنوتیپ×روش کاشت (جدول 4) بالاترین وزن هزار دانه در بوته های حاصل از نشاکاری ژنوتیپ تیتیکاکا در هر دو منطقه تهران (4.32 g) و کوهدشت (4.32g) اندازه گیری شد که تفاوت معنی داری باهم نداشتند. کمترین مقدار وزن هزار دانه نیز در بوته های حاصل از کاشت مستقیم بذر ژنوتیپ ساجاما در منطقه تهران اندازه گیری شد. نتایج آزمایش نشان داد که نشاکاری و پرایمینگ به ترتیب موجب افزایش 33.59% و 15.01% وزن هزار دانه شد.

عملکرد بذر Seed yield

میزان عملکرد کرت های نشاکاری شده ژنوتیپ جیزا 1 در دو منطقه کوهدشت و تهران تفاوت معنی داری نداشتند و موجب حصول بالاترین سطح عملکرد بذر شدند (جدول 4). میزان عملکرد بذر در این تیمارها به ترتیب 4179.2 و 4002.5 کیلوگرم در هکتار اندازه گیری شد. کمترین میزان عملکرد بذر نیز در کرت های کاشت بذر مستقیم ژنوتیپ تیتیکاکا در تهران مشاهده شد. لازم به ذکر است که نشاکاری و پرایمینگ بذور کینوا با عنصر کم مصرف بور به ترتیب موجب افزایش 81.3 و 36.1 درصد در عملکرد بذر ژنوتیپ های مختلف گیاه کینوا شد. اثر ساده محلول پاشی بور بر میزان عملکرد بذر کینوا در سطح احتمال 1 درصد معنی دار بود (جدول 2). این تیمار موجب شد تا میزان عملکرد بذر کینوا 10.3 درصد افزایش یابد.

محتوای ساپونین بذرSeed Saponin content

نتایج مقایسه میانگین داده های این آزمایش نشان داد محتوای ساپونین در ژنوتیپ تیتیکاکا نسبت به سایر ژنوتیپ های مورد مطالعه بیشتر بود (4.06 mg/g DW). محلول پاشی در منطقه کوهدشت اثر معنی داری بدر محتوای ساپونین بذر داشت و موجب افزایش 4.5 درصدی محتوای ساپونین در بذر شد. میزان ساپونین بذر ژنوتیپ های مختلف تحت تاثیر روش کاشت گرفت و در روش های نشاکاری و پرایمینگ بذر افزایش یافت. در منطقه کوهدشت نشاکاری و پرایمینگ بذر به ترتیب موجب افزایش 47.3 و 26.1 درصدی محتوای ساپونین بذر شدند. این مقدار افزایش در منطقه تهران به ترتیب 55.7 و 32.2 درصد بود. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ×روش کاشت در شکل 3 آمده است.



شکل 3. مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ×روش کاشت در دو منطقه تهران و کوهدشت بر محتوای ساپونین بذر
(ستون های دارای حرف مشترک تفاوت معنی داری در سطح احتمال 5 درصد آزمون LSD ندارند)

بحث

نتایج پژوهش نشان داد که اثر پرایمینگ و روش کاشت نشاکاری بر ارتفاع بوته مثبت و معنی دار بود. Saghir و همکاران (2018) نشان دادند که نشاکاری پنبه در منطقه جنوب پاکستان موجب افزایش ارتفاع بوته نسبت به کاشت بذر مستقیم شد که هماهنگ با نتایج پژوهش حاضر است. میزان جذب نیتروژن، محتوای نیتروژن برگ، محتوای پروتئین محلول، سرعت خالص فتوسنتز، محتوای قند محلول و فعالیت گلوتامین سنتتاز در گیاهان نشاکاری شده به طور قابل توجهی بیشتر از گیاهان حاصل از بذر مستقیم است (Huang et al., 2011). به نظر می رسد عنصر بور نیز نقش مشابهی در گیاه ایفا می کند. Rahman و همکاران (2021) گزارش کردند که استفاده از بور، میزان RWC را در گیاه سویا افزایش داد. بور در سنتز پروتئین ها و کربوهیدرات ها و نقل و انتقال آنها در گیاه نقش دارد (Hansch et al., 2009). مشخص شده که بور می تواند با تحریک سنتز و انتقال مواد اسموتیک در گیاه، پتانسیل اسمزی گیاه را افزایش داده و در نتیجه آن موجب افزایش RWC در گیاه گردد (Amist and singh, 2017). نتایج این تحقیق نشان داد که اثر روش کاشت نشا کاری و پرایمینگ بذور بر کاهش میزان نشت غشا سلولی مثبت و معنی دار بود. با توجه به اینکه گیاهان نشاکاری شده مراحل اولیه رشد خود را در مکانی به شرایط کنترل شده می گذرانند، کمتر با تنش های محیطی رو به رو می شوند. از این رو اسیب های وارد شده به غشا سلولی در آنها کمتر است. در شرایطی که این گیاهان قبل از انتقال با شرایط مزرعه آداپته شوند، میزان مقاومت آنها نسبت به شرایط محیطی بیشتر نیز خواهد بود. از طرفی اثبات شده که روش نشاکاری با افزایش سرعت گیاه، میزان انتقال مواد به دیواره های سلولی را افزایش می دهد (Biswas, 2020). مشخص شده که عنصر بور یکی از اجزا تشکیل دهنده رامنوگالاکتورونان است که از اجزا مهم و ضروری دیواره سلولی می باشد. به طوری که حذف این جز می تواند باعث فروپاشی دیواره سلولی گردد. از طرف دیگر بور در سنتز آنزیم هایی مانند پکتین متیل استراز، پلی گالاکتروناز و

زایل گلوکان اندوترانس گلوکوزیلاز دخیل است که همگی در تشکیل دیواره سلولی نقش دارند (Al-Tameemi and Al-Juboori, 2020).

تركيبات فنلی از بهترين منابع آنتي‌اكسيدان طبيعي مي باشند كه نقش مهمي در حفاظت گياهان در مقابل اثرهاي اكسيدكنندگي گونه هاي فعال اكسيژن توليد شده در شرايط تنش ايفا مي كنند. رابطه مستقيمي بين مقدار تركيبات پلی فنلي، آنتوسيانين ها و فلاونوئيدها با خاصيت آنتی اكسيداني گياه گزارش شده است (Sepehrifar and Hasanloo, 2010). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که روش کاشت نشاکاری، پرایمینگ بور و محلول پاشی بور بر محتوای پلی فنولی برگ های کینوا اثرات معنی داری داشتند و موجب افزایش محتوای پلی فنولی در گیاه شدند. نتایج حاضر با نتایج گزارش شده توسط Thurzó و همکاران (2010) و Meriño-Gergichevich و همکاران (2020) همخوانی دارد. به طور کلی بور به طور غیر مستقیم نقش مهمی در تولید متابولیت های ثانویه مانند فنل و فلاونوئید ها دارد که در نتیجه آن خاصیت آنتی اکسیدانی آنزیمی و غیر آنزیمی گیاه افزایش می یابد (Mumivand et al., 2021). از جمله این مواد آنتی اکسیدانی می توان به آنزیم های آسکوربات پراکسیداز و سوپر اکسید دسموتاز اشاره کرد. رادیکال آزاد سوپراکسید یکی از مهمترین مولکول های آسیب زننده به پیکره سلولی می باشد. سوپراکسید دسموتاز به عنوان یک آنزیم آنتی اکسیدانی این رادیکال آزاد را به H_2O_2 تبدیل می کند. سپس H_2O_2 تولید شده توسط آنزیم آسکوربات پراکسیداز در کلروپلاست تبدیل به آب می گردد (Miller et al., 2010). مشخص شده که عمل نشاکاری موجب توسعه سیستم ریشه ایی در گیاهان شده و از این طریق میزان جذب نیتروژن از محیط را افزایش می دهد (Wang and Li. 2011). بور با افزایش انتقال نیتروژن در گیاه نقش بسیار مهمی در تولید پروتئین ها و آنزیم های آنتی اکسیدانی ایفا می کند (Pinho et al., 2015).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که روش نشاکاری، پرایمینگ و محلول پاشی بور موجب افزایش وزن هزار دانه و عملکرد بذر گیاه کینوا شدند. اثرات مثبت نشاکاری و تیمار عنصر بور بر عملکرد گیاهان مختلف در پژوهش های زیادی گزارش شده است که مطابق با نتایج پژوهش حاضر است (Sanchez Andonova et al., 2014؛ Biswas, 2020؛ Di Benedetto and Rattin, 2008; Barmaki et al., 2009؛ Kumar *et al*., 2008). مشخص شده که کشت نشایی با افزایش رشد و کارآیی ریشه موجب افزایش جذب آب و مواد از خاک می شود (Wang and Li. 2011). افزایش شاخص سطح برگ نیز یکی دیگر اثرات کشت نشایی می باشد. گیاه نشاکاری شده با سطح برگ بیشتر، نور بیشتری نیز جذب می کند و در نتیجه سرعت رشد و عملکرد نهایی را افزایش می دهد (Biswas, 2020). گذشته از اثرات مثبت بور بر انتقال مواد و سنتز کربوهیدرات ها، پروتئین ها و رنگدانه های فتوسنتزی (Pinho et al., 2015) ، گزارش شده که بور می تواند از طریق افزایش زنده مانی و رشد گرده، افزایش طول لوله گرده، تشکیل دانه و میوه بر عملکرد نهایی دانه اثر مثبت و معنی دار دارد(Davarpanah et al., 2016; Christensen et al., 2006). با توجه به میزان افزایش عملکرد دانه کینوا و کاهش هزینه های تنک کردن و وجین علف های هرز در روش نشاکاری، می توان گفت بخش قابل توجهی از هزینه های کاشت به روش نشاکاری جبران می گردد.

ساپونین ها دسته ای از ترکیبات بیورگانیک هستند که به وفور در قلمرو گیاهان یافت می شوند. به طور خاص، آنها گلیکوزیدهای طبیعی هستند که با کف کردن صابون مانند توصیف می‌شوند و در نتیجه وقتی در محلول‌های آبی تکان می‌خورند، کف تولید می‌کنند. از نظر ساختاری ساپونین ها دارای یک یا چند نیمه قند گلیکوزید آبدوست همراه با یک مولکول تری ترپن چربی دوست هستند. ساپونین ها در گیاهان مختلف عمدتا نقش دفاعی داشته و از گیاهان در مقابل انواع آفات، باکتریها و ویروس ها دفاع می کنند (El Aziz et al., 2019). در پژوهش حاضر، روش نشاکاری و استفاده از عنصر بور در پرایمینگ و محلول پاشی موجب افزایش محتوای ساپونین بذر در هر سه ژنوتیپ مورد مطالعه شد. Bilalis و همکاران (2012) گزارش کردند محتوای ساپونین در گیاه تحت تاثیر میزان آب و مواد غذایی در دسترس در محیط قرار میگیرد و افزایش مواد غذایی در محیط رشد گیاه موجب افزایش محتوای ساپونین می گردد. قبلا به این موضوع اشاره شد که روش کاشت نشاکاری چگونه موجب افزایش دسترسی گیاه به مواد غذایی می گردد. از طرف دیگر افزایش محتوای بور در گیاه از طریق پرایمینگ و محلول پاشی نیز موجب افزایش مواد غذایی در دسترس و تولید متابولیت های جدید در گیاه می گردد. در نتیجه، نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر منطقی به نظر می رسند.

نتیجه گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که روش نشاکاری و پرایمینگ بذور کینوا با عنصر کم مصرف بور، صفات مورد مطالعه، بخصوص ارتفاع بوته و عملکرد بذر را بهبود بخشید. نتایج نشان داد که استفاده از روش نشاکاری موجب افزایش عملکرد دانه در ژنوتیپ های تیتیکاکا (95.5%)، جیزا1 (68.5%) و ساجاما (87.6%) شد. همچنین محلول پاشی بور موجب افزایش عملکرد دانه در ژنوتیپ های کینوا به میزان 10.3% شد. میزان عملکرد ژنوتیپ های کینوا در منطقه کوهدشت بیشتر از منطقه تهران بود. بررسی میزان ساپونین بذر نیز نشان داد که تیمار های اعمال شده در این پژوهش موجب افزایش میزان ساپونین در بذر می گردد. به طور کلی میزان ساپونین بذر ژنوتیپ ساجاما نسبت به سایر ژنوتیپ ها کمتر بود که باعث می شود در بحث تغذیه مناسب تر باشد. با صرف نظر از مساله هزینه تولید، به طور کلی می توان نتیجه گرفت که روش کاشت نشاکاری نسبت به روش پرایمینگ و کاشت مستقیم بذر، روشی مناسب تر می باشد و استفاده از غلظت های پایین بور در محلول پاشی بوته توصیه می گردد.