تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک/ جلد پنجم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۴۰۲، ص ۱۶۴-۱۴۷

مقاله پژوهشی

تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی و تراکم بوته بر غلظت عناصر، عملکرد، اجزای عملکرد، تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز در کینوا

هادی موسی بیگی[۱]، احسان اله زیدعلی[۲*]، امین فتحی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران
۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران
۳- دکتری زراعت، واحد آیت الله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران
* مسئول مکاتبه: e.zeidali@ilam.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱ /۰۵/۳۱ **DOI: 10.22034/CSRAR.2023.347589.1249**

چکیده

کینوا گیاه جدیدی است که مصرف آن به عنوان یک محصول غذایی در حال افزایش است. برای ارائه توصیه‌های زراعی با هدف افزایش عملکرد نیاز به بررسی اثرات خاک‌ورزی و تراکم بوته کینوا می‌باشد. به همین منظور آزمایشی در مزرعه‌ای واقع در شهرستان چرداول از توابع استان ایلام در بهار سال ۱۳۹۸ به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. در این آزمایش سیستم خاک‌ورزی به عنوان فاکتور اصلی در سه سطح بدون خاک‌ورزی، کم خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم و تراکم گیاه کینوا به عنوان فاکتور فرعی در سه سطح ۱۲۰، ۱۰۰ و ۸۰ بوته در متر مربع بود. با افزایش تراکم کاشت وزن هزار دانه و غلظت پتاسیم و فسفر دانه کاهش یافت اما افزایش تراکم از ۸۰ به ۱۰۰ بوته در مترمربع، عملکرد دانه را از ۲۲۶۹/۸۴ کیلوگرم در هکتار به ۲۹۶۲/۹ کیلوگرم در هکتار افزایش داد. نتایج نشان داد بیشترین عملکرد بیولوژیک در خاک‌ورزی مرسوم و کم خاک‌ورزی به ترتیب به میزان ۸۲۷۷ و ۷۹۶۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد که نسبت به تیمار بدون خاک‌ورزی به ترتیب ۲۲/۷۱ و ۱۸درصد افزایش نشان داد. هم‌چنین بیشترین عملکرد دانه در کم خاک‌ورزی و مرسوم به ترتیب به میزان ۲۸۲۸ و ۲۷۱۱ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد که نسبت به تیمار بدون خاک‌ورزی به ترتیب ۲۴/۶۳ و ۱۹/۴۷ درصد افزایش نشان داد. نتایج نشان داد که تیمار بدون خاک‌ورزی نسبت به دو تیمار دیگر باعث کاهش صفات کمی و کیفی کینوا و افزایش وزن خشک و تراکم علف‌های هرز شد.

واژه‌های کلیدی: بدون خاک‌ورزی، پتاسیم دانه، عملکرد بیولوژیک، نیتروژن دانه

مقدمه

تولیدات کشاورزی به دلیل استفاده از ماشین‌آلات، کود و سموم شیمیایی به صورت گسترده‌ای افزایش یافته است، این در حالی است که جمعیت جهان نیز با سرعت بیشتری در حال افزایش است. پیش بینی می‌شود برای سال ۲۰۵۰ جمعیت جهان به ۱۰ میلیارد نفر برسد؛ بنابراین تأمین مطمئن و مناسب مواد غذایی در جهت رسیدن به امنیت غذایی، نیازمند تنوع بخشی به سبد غذایی انسان می‌باشد (Samadzadeh *et al.*, 2020). از طرفی به دلیل غنای اقلیمی ایران بسیاری از گیاهان را می‌توان از سایر مناطق جغرافیایی به سیستم‌های کشاورزی کشور معرفی نمود (Behdani *et al.*, 2015). کینوا (*Chenopodium quinoa* Willd) که گیاهی پهن‌برگ از خانواده آمارنتاسه است به عنوان گیاه نسبتاً جدید، توجه بسیاری از کشاورزان و محققان را به خود جلب کرده است. کینوا گیاهی یک‌ساله است که دارای کاربردهای مختلف و تنوع بالایی در گونه‌ها می‌باشد. این گیاه در طول سالیان متمادی توسط کشاورزان ساکن در ارتفاعات آند از کلمبیا، اکوادر، پرو، بولیوی، شیلی و آرژانتین کاشته شده است (Mohammadi *et al.*, 2021). دانه کینوا دارای ارزش غذایی بالا و منبع غنی از مواد معدنی و ویتامین‌های گروه B مانند نیاسین، تیامین و ریبوفلاوین است. علاوه بر دانه‌ی آن از برگ‌ها عمدتاً به عنوان علوفه برای دام‌ها استفاده می‌شود. سازمان ملل با توجه به اهمیت و ارزش غذایی گیاه کینوا، سال ۲۰۱۳ را سال بین المللی این گیاه نام گذاری کرده است. طی سال‌های اخیر تقاضا برای مصرف کینوا به طرز چشمگیری افزایش یافته است (Abdolahpour *et al.*, 2021; Salek Mearaji *et al.*, 2021; Taheri *et al.*, 2021).

خاک‌ورزی حفاظتی یکی از راهکارهای مهم در کشاورزی

پایدار است؛ بنابراین عملیات خاک‌ورزی حفاظتی که بر اساس کاهش شخم همراه با حفظ بقایای گیاهی و اجرای تناوب زراعی می‌باشد، نقش مؤثری در افزایش حاصلخیزی خاک و بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارد. واکنش عملکرد گیاه نسبت به خاک‌ورزی بسته به شرایط اقلیمی و ویژگی‌های خاک متفاوت می‌باشد. این واکنش‌های متفاوت، توسعهٔ عملیات کم خاک‌ورزی را با مشکل مواجه می‌کند. بنابراین متداول‌ترین شاخص مؤثر در پذیرش کشاورز برای انجام هر نوع عملی، عملکرد محصول می‌باشد (Fathi and Zeidali, 2021; Afshon *et al.*, 2018; Kakabouki *et al.*, 2019). از مهم‌ترین چالش‌های پیش رو برای پذیرش سیستم خاک‌ورزی حفاظتی، کنترل علف‌های هرز می‌باشد. کم خاک‌ورزی سبب ایجاد تغییراتی در جمعیت علف‌های هرز می‌شود. از آنجایی که این نوع خاک‌ورزی با متغیرهای مختلف مدیریتی و زیستی علف‌های هرز اثر متقابل دارد، جمعیت علف‌های هرز تحت تأثیر خاک‌ورزی حفاظتی یکی از عوامل چالش‌زا محسوب می‌شود (Legere *et al.*, 2011). برخی از مطالعات نشان می‌دهد که استفاده از سیستم شخم حداقل سبب افزایش تراکم برخی از باریک برگ‌های یک ساله و علف‌های هرز چندساله شده است (Fathi and Zeidali, 2021).

تراکم مطلوب کاشت گیاهان در واحد سطح زمین موجب تأمین فضای تغذیه ای مناسب تک بوته و نیز تعادل آن در رقابت با دیگر بوته‌ها و در نهایت موجب دست‌یابی به بیشترین عملکرد می‌شود (Afshon *et al.*, 2018). در صورتی که از تراکم بوته در واحد سطح کم شود منابع کامل استفاده نمی شود و اگر تراکم بوته در واحد سطح زیاد شود، رقابت بیش ازحد گیاهان، بازدهٔ محصول را کاهش می‌دهد (Vaziri *et al.*, 2013). تراکم مناسب باعث سایه اندازی سریع بوته‌ها روی خاک شده و با کاهش نوری که به خاک می‌رسد، از رشد علف‌های هرز جلوگیری کرده و به طور غیرمستقیم باعث افزایش عملکرد می‌شود (Afshon *et al.*, 2018). در آزمایشی تحت شرایط اقلیمی بیرجند، اثر تاریخ کاشت مرداد ماه در تراکم‌های۴۰،۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ بوته در مترمربع بر رشد زایشی کینوا بررسی و گزارش شد که بیشترین تعداد پانیکول در گل آذین اصلی در تراکم ۱۲۰ بوته و بالاترین وزن پانیکول و تعداد دانه در خوشه از تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع حاصل شد (Mostafaei *et al.*, 2018). محققان طی آزمایشی در شهرستان ممسنی استان فارس با بررسی تراکم ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ بوته در مترمربع گیاه کینوا گزارش کردند افزایش تراکم بوته، باعث کاهش تعداد شاخه جانبی و طول پانیکول شد و بیشترین عملکرد دانه و زیستی در تراکم ۱۰۰ بوته در متر مربع بدست آمد (Karami *et al.*, 2020). پژوهش‌گران در مصر اثرات تراکم گیاه (۱۶۷ هزار بوته در هکتار و ۵۶ هزار بوته در هکتار) بر عملکرد دانه و کیفیت عناصر غذایی کینوا را بررسی کردند. آن‌ها گزارش کردند تراکم تأثیر معنی‌داری بر عملکرد کمی و کیفی کینوا دارد به‌طوری‌که افزایش تراکم بوته سبب کاهش درصد پروتئین دانه و وزن هزار دانه کینوا شد (Eisa *et al.*, 2018). محققان به ارزیابی تأثیر روش کاشت و تراکم کشت بر عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف کینوا پرداختند و نتایج آن‌ها نشان داد بالاترین عملکرد در هر واحد سطح، تحت تیمارهای با تراکم بالا (۲۰۰۰۰۰ بوته در هکتار) بود (Dao *et al.*, 2020).

کینوا گیاه جدیدی است که مصرف آن به عنوان یک محصول غذایی و صنعتی در حال افزایش است. برای ارائه توصیه‌های زراعی با هدف افزایش عملکرد نیاز به بررسی اثرات خاک‌ورزی و تراکم بوته کینوا می‌باشد. به همین دلیل با توجه به اهمیت دست‌یابی به اهداف کشاورزی پایدار و نیز دست‌یابی به میزان تراکم مطلوب برای توصیه کشت کینوا به کشاورزان، این پژوهش ضروری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار سال ۱۳۹۸ در شهرستان چرداول از توابع استان ایلام انجام گرفت. محل اجرای طرح در عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۷۷ دقیقهٔ شمالی و طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۵۵ دقیقهٔ شرقی با ارتفاع ۹۵۹ متر از سطح دریا قرار دارد. برای شناخت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، قبل از اجرای آزمایش از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری انجام شد (جدول ۱). آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در این آزمایش سیستم خاک‌ورزی به عنوان فاکتور اصلی در سه سطح بدون خاک‌ورزی (کشت مستقیم)، کم خاک‌ورزی (کاربرد پنجه غازی و سپس کشت با ردیف‌کار) و خاک‌ورزی مرسوم (گاوآهن برگردان‌دار، دیسک، کشت با ردیف‌کار) و تراکم

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1- Physical and chemical properties of soil

عمق Depth (cm)	نیتروژن کل Total N (%)	فسفر P ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم K ($mg.kg^{-1}$)	کربن آلی O.C (%)	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH	درصد آهک Lime	درصد شن Sand	درصد رس Clay	درصد سیلت Silt
0-30	0.21	0.41	285	1.35	0.87	7.7	14.23	26	23	51

گیاه کینوا به عنوان فاکتور فرعی در سه سطح ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ بوته در متر مربع، در نظر گرفته شد.

قبل از کاشت، زمین مورد نظر به طور یکنواخت و به صورت غرقابی آبیاری شد. برای خاک‌ورزی مرسوم، زمین ابتدا بوسیله گاوآهن برگردان‌دار شخم عمیق (۲۵-۲۰ سانتی‌متر) زده شد. سپس دو دیسک عمود برهم با عمق ۱۵-۱۰ سانتی‌متر برای نرم کردن کلوخ‌ها زده شد. برای کاشت بذر نیز از ردیف‌کار استفاده شد. در کم خاک‌ورزی، زمین ابتدا بوسیله پنجه غازی (۲۰-۱۵ سانتی‌متر) شخم زده شد. سپس برای کاشت بذر نیز از ردیف‌کار استفاده شد. در تیمار بدون خاک‌ورزی نیز کاشت بذر با دستگاه کشت مستقیم (پنوماتیکی، عرض کار ۲۲۰ سانتی‌متر، بذرکار و کودکار، ساخت شرکت ماشین‌آلات کشاورزی دیواندره) انجام شد.

محل انجام آزمایش سال قبل تحت کشت گندم بوده است. بذر کینوا رقم Titicaca (تهیه شده از شرکت ایلیا تجارت) بود. کود شیمیایی مورد نیاز گیاه بر اساس آزمون خاک و عرف منطقه در هنگام کاشت استفاده شد. کود شیمیایی مصرفی شامل کود سوپر فسفات تریپل به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار و اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. نیتروژن در دو نوبت هنگام کاشت و ۴۵ روز پس از کاشت به خاک داده شد. بر اساس آزمون خاک، نیازی به کود پتاسه نبود. در این آزمایش، طول هر کرت آزمایشی ۵ متر و عرض آن ۳/۵ متر بود. هر کرت شامل ۸ خط کاشت و فاصله بین دو ردیف ۴۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها برای تراکم‌های مختلف ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ بوته در متر مربع به ترتیب ۳/۲، ۲/۵ و ۲/۱ سانتی‌متر بود. در هنگام رسیدگی فیزیولوژیک (۹۷ روز پس از کاشت)، نمونه‌برداری با حذف ردیف‌های کناری از قسمت میانی هر کرت انجام گرفت. هم‌زمان با برداشت، تعداد پنج بوته از هر کرت به صورت جداگانه انتخاب و ارتفاع بوته و وزن ۱۰۰۰ دانه اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری غلظت نیتروژن دانه به روش کجلدال (Jackson, 1964)، فسفر دانه به روش اسپکتروفتومتری و پتاسیم دانه به روش فلیم فتومتری انجام شد (Emami, 1996). میزان پروتئین دانه بر حسب درصد، از ضرب درصد نیتروژن دانه در عدد ۶/۲۵ بدست آمد (Samonte *et al.*, 2006). در این آزمایش در طی فصل رشد با کوادرات‌اندازی اقدام به جمع‌آوری علف‌های هرز موجود در هر کرت شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک علف‌های هرز در مترمربع طی دو مرحله از هر کرت به مساحت ۰/۵×۰/۵ متر علف‌های هرز برداشت و به مدت ۴۸ ساعت در دستگاه آون در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد سپس وزن خشک آن‌ها محاسبه گردید. برای بررسی اهمیت علف‌های هرز در مزرعه از شاخص‌های تراکم گونه، درصد یکنواختی و تراکم نسبی استفاده شد که بر اساس معادلات زیر محاسبه شد.

تراکم گونه:

(۱)

$$D_k = \frac{\Sigma Z_i}{m} \times 4$$

Z_i: تعداد بوته از گونهٔ k در کادرهای ۵۰ در ۵۰ سانتی‌متر و m: تعداد کوآدرات انداخته‌شده می‌باشد (Thomas, 1985).

درصد یکنواختی:

$$U_k = \frac{\Sigma X_i}{m} \times 100 \qquad (۲)$$

درصد یکنواختی برای گونهٔ k (U_K) بر اساس کادرهای انداخته شده گویای درصد کادرهایی می‌باشد که گونهٔ هدف در آن‌ها مشاهده شده است، X_i: حضور (۱) یا عدم حضور (۰) گونهٔ k در کوآدرات شمارهٔ i و m: تعداد کوآدرات انداخته شده می‌باشد (Thomas, 1985).

تراکم نسبی:

$$RF_K = \frac{F_K}{\sum F} \times 100 \qquad (۳)$$

RF_k: گویای تراکم نسبی گونهٔ مورد نظر از مجموع فراوانی تمام گونه‌ها، F_K: فراوانی گونهٔ k و $\sum F$ مجموع فراوانی تمامی

گونه‌ها می‌باشد (Thomas, 1985).

در نهایت داده‌های بدست آمده پس از وارد کردن در محیط Excel با نرم‌افزار آماری SAS 9.1 با استفاده از دستور PROC GLM آنالیز شدند. برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد برهم‌کنش خاک‌ورزی و تراکم کاشت در سطح پنج درصد بر ارتفاع بوته معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین ارتفاع بوته (۱۱۳/۶۷ سانتی‌متر) در تیمار کم خاک‌ورزی و در تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع مشاهده شد. تیمار بدون خاک‌ورزی در هر سه تراکم کمترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص داده است (جدول ۴). به نظر می‌رسد در شرایط بدون خاک‌ورزی به دلیل فشردگی خاک، رشد و استقرار گیاه دیرتر انجام می‌شود و به همین دلیل اندام‌های هوایی و زمینی گیاه رشد کمتری دارد. این نتیجه با یافته‌های دیگر محققان (Baghdadi *et al.*, 2012; Aikins *et al.*, 2012) هم‌خوانی دارد. محققان گزارش کردند که در سیستم بدون خاک‌ورزی به علت توسعه کم ریشه، جذب مواد غذایی و آب از خاک کاهش یافته که در نهایت تأثیر منفی بر رشد رویشی گیاه دارد (Afshon *et al.*, 2018). افزایش تراکم از ۱۰۰ بوته در مترمربع به ۱۲۰ بوته در مترمربع باعث کاهش ارتفاع بوته شده است که احتمالاً در شرایطی که تراکم گیاهی بیش از حد زیاد شود، گیاهان علاوه بر نور بر سر دیگر منابع و عوامل محیطی نیز رقابت کرده و میزان رشد رویشی (ارتفاع) کاهش می‌یابد. اصولاً با افزایش تراکم و تشدید فشار رقابتی، در ابتدا رقابت برای نور موجب افزایش ارتفاع می‌شود. ولی بدنبال آن با زیاد شدن تراکم از حد مطلوب، گیاهان علاوه بر نور برای دیگر عوامل محیطی نیز رقابت کرده و با افزایش بیشتر از حد رقابت، ارتفاع آن‌ها کاهش پیدا می‌کند (Mhlanga *et al.*, 2016).

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایشی نشان داد اثر تیمار خاک‌ورزی و تراکم کاشت در سطح پنج درصد بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود اما برهمکنش خاک‌ورزی و تراکم کاشت تأثیری بر وزن هزار دانه گیاه کینوا نداشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر خاک‌ورزی نشان داد بیشترین وزن هزار دانه در کم خاک‌ورزی و مرسوم به ترتیب به میزان ۳/۶۵ و ۳/۵۵ گرم مشاهده شد که نسبت به تیمار بدون خاک‌ورزی ۸/۶ و ۵/۶ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). به نظر می‌رسد در تیمار بدون خاک‌ورزی به علت فشرده شدن سطح خاک، ریشه‌ها در لایه خاک‌های فشرده، ضخیم و کوتاه‌تر شده در نتیجه باعث کاهش جذب مواد غذایی و آب می‌شود که در نهایت منجر به کاهش شدید در وزن هزار دانه می‌گردد. این نتیجه با یافته‌های دیگر محققان (Afshon *et al.*, 2018) هم‌خوانی دارد. هم‌چنین گزارش شده است که در سیستم کم خاک‌ورزی، بیشترین وزن هزار دانه در گندم بدست آمد، این محقق اظهار داشت حفظ رطوبت در سیستم کم خاک‌ورزی به دلیل وجود بقایای گیاهی سبب افزایش در عملکرد و اجزای عملکرد گندم می‌شود (Mirzavand, 2019).

نتایج نشان داد با افزایش تراکم کاشت وزن هزار دانه کاهش یافت. بیشترین وزن هزار دلنه در تراکم کاشت ۸۰ بوته در مترمربع به میزان ۳/۶۹ گرم بدست آمد که نسبت به تراکم ۱۲۰ بوته در مترمربع ۱۱/۱۴ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). افزایش تراکم گیاهی بدلیل تشدید اثرات رقابتی منجر به کاهش رشد و بویژه ماده خشک می‌شود و در تراکم کمتر گیاه زراعی و یا علف هرز بدلیل ضعیف بودن رقابت بین گونه‌ای کاهش کمتری در ماده خشک مشاهده می‌شود. محققان در گزارشی بیان داشتند با افزایش تراکم بوته وزن هزار دانه کاهش می‌یابد (Niknam and Faraji, 2014) که با نتایج این مطالعه، مطابقت دارد. به نظر می‌رسد افزایش وزن هزار دانه در تراکم‌های پایین، احتمالاً به دلیل افزایش قدرت فتوسنتزی در اثر سایه‌اندازی کمتر و جذب نور بیشتر در این تراکم‌ها است. محققان ملاحظه نمودند که هر چه فاصله بین بوته‌های گیاه بیشتر باشد، به دلیل کاهش رقابت برای جذب انرژی نورانی، میزان مواد فتوسنتزی در هر بوته افزایش می‌یابد که در نهایت وزن دانه را بهبود می‌بخشد. آن‌ها نشان دادند که در تراکم‌های بالا، کاهش نفوذ تشعشع منجر به کاهش مواد فتوسنتزی در دوره پر شدن دانه می‌شود که در نهایت سبب کاهش وزن هزار دانه گردید (Bahrani and Seydi, 2005).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر خاک‌ورزی و تراکم کاشت بر صفات رشد و عملکرد گیاه کینوا

Table 2- Results of analysis of variance of the effect of tillage and planting density on growth and yield traits of quinoa

		میانگین مربعات M.S									
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.F	ارتفاع بوته Height	وزن هزار دانه Weight of thousand grains	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت HI	غلظت نیتروژن دانه N-conc. of grain	غلظت فسفر دانه P-conc. of grain	غلظت پتاسیم دانه K-conce. of grain	وزن خشک علف هرز Dry weight of weeds	تراکم بوته علف هرز Weed plant density
بلوک Block	2	703.00*	0.08^{ns}	114673.83^{ns}	485867.26^{ns}	2.15 ^{ns}	0.10**	0.016*	0.02 ^{ns}	71.87^{ns}	5.81*
خاک‌ورزی Tillage	2	571.44*	0.20*	781709.08**	5885589.59**	21.1 ^{ns}	0.06*	0.026*	0.23**	315.67*	15.70**
خطای a Error	4	80.78	0.03	39033.08	227502.93	11.69	0.0034	0.002	0.01	27.79	0.67
تراکم Density	2	736.78**	0.31*	1085877.56**	3382623.59*	26.58 ^{ns}	0.17**	0.044**	0.13*	651.86**	6.09**
تراکم× خاک‌ورزی Density* tillage	4	120.39*	0.04 ^{ns}	92898.61^{ns}	484805.09^{ns}	21.18 ^{ns}	0.02*	0.008 ^{ns}	0.01 ^{ns}	14.40 ^{ns}	0.99*
خطای کل Total error	12	30.13	0.05	90174.81	722806.93	28.86	0.01	0.002	0.02	22.46	0.25
ضریب تغییرات C.V (%)	-	9.6	6.5	11.5	11	18	3.8	6.3	6.8	5.2	9.1

$^{n.s}$ و * و ** به ترتیب عدم تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

$^{n.s}$, * and ** not significant and significant at 5% &1% respectively

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اگر چه برهمکنش خاک‌ورزی و تراکم کاشت تأثیری بر عملکرد دانه گیاه کینوا نداشت اما اثر اصلی خاک‌ورزی و تراکم کاشت در سطح یک درصد بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر خاک‌ورزی نشان داد بین خاک‌ورزی مرسوم و کم خاک‌ورزی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و بیشترین عملکرد دانه در کم خاک‌ورزی و مرسوم به ترتیب به میزان ۲۸۲۸ و ۲۷۱۱ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد که نسبت به تیمار بدون خاک‌ورزی به ترتیب ۲۴/۶۳ و ۱۹/۴۷ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). به نظر می‌رسد با توجه به عدم تفاوت بین عملکرد دانه در تیمارهای خاک‌ورزی مرسوم و کم خاک‌ورزی و با توجه به بالا بودن هزینه و وقت بیشتر در خاک‌ورزی مرسوم، استفاده از کم خاک‌ورزی با استفاده از پنجه غازی می‌تواند گزینه مناسبی در کشت گیاه کینوا در منطقه باشد. در همین رابطه محققان گزارش کردند کم خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه کینوا داشت. آن‌ها اظهار داشتند بیشترین تخلخل خاک، نیتروژن کل خاک و تراکم ریشه در سیستم کم خاک‌ورزی بدست آمد (Bilalis *et al.*, 2012; Kakabouki *et al.*, 2019).

نتایج مقایسه میانگین اثر تراکم کاشت نشان داد بیشترین عملکرد دلنه (میزان ۲۹۶۲/۹ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع و کمترین آن (۲۲۶۹/۸۴ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۸۰ بوته در مترمربع بدست آمد (جدول ۳). به نظر می‌رسد کاهش فاصله ردیف و افزایش تراکم گیاهی باعث افزایش در میزان سایه اندازی گیاه می‌شود که این امر توانایی گیاه زراعی را در رقابت برای دریافت تشعشع فتوسنتزی افزایش می‌دهد. در واقع این عمل موجب سایه‌اندازی و جلوگیری از استقرار علف‌های هرز دیر روییده شده می‌شود که در ادامه مانع از افزایش وزن خشک آن‌ها می‌گردد در نتیجه عملکرد را

افزایش می‌دهد. پژوهش‌گران اظهار داشتند در گیاه کینوا بیشترین عملکرد دانه در تراکم ۱۶۷ هزار بوته در هکتار بدست آمد که ۳۴/۷ درصد بیشتر از تراکم ۵۶ هزار بوته در هکتار بود (Eisa *et al.*, 2018). محققان دیگر نیز در مطالعاتی جداگانه گزارش کردند افزایش تراکم سبب افزایش عملکرد دانه در گیاه می‌شود (Pourfarid *et al.*, 2014; Rahman and Hossain, 2011).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر اصلی خاک‌ورزی و تراکم کاشت بر صفات رشد و عملکرد کینوا

Table 3- Comparison of the main effect of tillage and planting density on growth and yield traits of quinoa

تیمار Treatment		ارتفاع بوته Height (cm)	وزن هزار دانه Weight of thousand grains (g)	عملکرد دانه Grain yield ($kg.h^{-1}$)	عملکرد بیولوژیک Biological yield ($kg.h^{-1}$)	غلظت نیتروژن دانه N-conc. of grain (%)	غلظت فسفر دانه P-conc. of grain (%)	غلظت پتاسیم دانه K-conc. of grain (%)	وزن خشک علف هرز Dry weight of weeds (g)
خاک‌ورزی Tillage	بدون خاک‌ورزی No- tillage	83.67 b	3.36 b	2269.05 b	6745.11b	1.97b	0.66 b	1.28 b	95.42a
	کم خاک‌ورزی Reduced tillage	96.22 a	3.65 a	2827.9a	7960.33a	2.13 a	0.77 a	1.55 a	83.76b
	مرسوم Conventional	98.44 a	3.55 a	2710.75 a	8277a	2.06 a	0.73 a	1.57 a	91.41a
تراکم کاشت Density ($plant.m^2$)	80	85.44 b	3.69 a	2269.84b	7008 c	1.92 b	0.80 a	1.56 a	98.31a
	100	102.89 a	3.55 ab	2962.9a	7750.11b	2.05 a	0.70 b	1.51 a	90.94b
	120	90 ab	3.32 b	2574.96ab	8224.33a	2.19 a	0.67 b	1.33 b	81.34c

در هر ستون و تیمار، میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each column and treatment, the means with the same letters are not significantly different based on Duncan's multiple range test.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل خاک‌ورزی و تراکم کاشت بر ارتفاع بوته، نیتروژن دانه و تراکم علف هرز کینوا

Table 4- Comparison of the average interaction effect of tillage and planting density on plant height, grain nitrogen and weed density of quinoa

خاک‌ورزی Tillage	تراکم بوته Plant Density ($plants/m^2$)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	غلظت نیتروژن دانه N-concentration of grain (%)	تراکم بوته علف هرز Weed density ($plant.m^2$)
بدون خاک‌ورزی No- tillage	80	e 78	1.95 def	11.83 a
	100	88.33 cde	1.93 ef	9.38 b
	120	84.67 de	2.04 cde	9.53 b
کم خاک‌ورزی Reduced	80	88.33 cde	1.95 def	9.7 b
	100	113.67 a	2.13 bc	8.97 bc
	120	86.67 de	2.32 a	8.18 cd
مرسوم Conventional	80	90 cd	1.86 f	8.03 de
	100	106.67 ab	2.09 bcd	7.7 de
	120	98.67 bc	2.22 ab	7.09 e

در هر ستون و تیمار، میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی داری ندارند.

In each column and treatment, the means with the same letters are not significantly different based on Duncan's multiple range test.

عملکرد بیولوژیک

اثر اصلی خاک‌ورزی در سطح یک درصد و تراکم کاشت در سطح پنج درصد بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج نشان داد بیشترین عملکرد بیولوژیک در خاک‌ورزی

مرسوم و کم خاک‌ورزی به ترتیب به میزان ۸۲۷۷ و ۷۹۶۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد که بین آن‌ها تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. عملکرد بیولوژیک در تیمار خاک‌ورزی مرسوم و کم خاک‌ورزی نسبت به تیمار بدون خاک‌ورزی به ترتیب ۲۲/۷۱ و ۱۸ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). کاهش عملکرد بیولوژیک در شیوه بدون خاک‌ورزی را می‌توان به مقاومت بیشتر خاک در مقابل رشد گیاه نسبت داد. بنابراین عدم فراهم بودن بستر مناسب برای رشد گیاه‌چه در تیمار بدون خاک‌ورزی از دلایل کاهش عملکرد بیولوژیک می‌باشد. این نتیجه با یافته‌های دیگر محققان (Zarei *et al.*, 2014) هم‌خوانی دارد. گزارش شده است که افزایش عملکرد بیولوژیک با کاهش خاک‌ورزی می‌تواند به علت افزایش عناصر قابل دسترس و در نتیجه فعالیت موجودات زنده خاک باشد (Bannayan Aval *et al.*, 2020). زیرا کاهش عملیات خاک‌ورزی صدمه کمتری به عوامل زنده خاک می‌رساند و میزان فعالیت آن‌ها را افزایش می‌دهد (Salami *et al.*, 2017).

نتایج نشان داد بیشترین عملکرد بیولوژیک در تراکم کاشت ۱۲۰ بوته در مترمربع به میزان ۸۲۲۴ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که نسبت به تراکم ۸۰ بوته در مترمربع ۱۷/۳۵ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). این نتیجه نشان دهنده افزایش توانایی رقابت کینوا در اثر افزایش تراکم می‌باشد. با افزایش تراکم گیاه، رقابت گیاه کینوا بر علف هرز افزایش می‌یابد که در نهایت سبب کاهش زیست‌توده علف هرز می‌شود. این نتیجه با یافته‌های دیگر محققان (Zeidali *et al.*, 2017) هم‌خوانی دارد. محققان گزارش کردند افزایش تراکم ذرت از ۶۵ به ۸۵ هزار بوته در هکتار باعث کاهش تعداد و وزن خشک علف‌های هرز و افزایش عملکرد بیولوژیک شد (Zarin Kaviani *et al.*, 2018). محققان اظهار داشتند با افزایش تراکم گیاهی عملکرد کینوا افزایش یافت اما وزن خشک تک بوته کاش یافت (Samadzadeh *et al.*, 2020).

نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه

برهمکنش خاک‌ورزی و تراکم کاشت بر صفت نیتروژن دانه کینوا در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین غلظت نیتروژن دانه (۲/۳۲ درصد) در تیمار کم خاک‌ورزی در تراکم ۱۲۰ بوته در مترمربع مشاهده شد. تیمار خاک‌ورزی متداول در تراکم ۸۰ بوته در مترمربع کمترین غلظت نیتروژن دانه (۱/۸۶ درصد) را به خود اختصاص داده است (جدول ۴). احتمالاً تراکم‌های بالا با کاهش تعداد اندام‌های جانبی گیاه در تک بوته و افزایش ارتفاع بوته باعث انتقال بهتر نیتروژن به دانه شده‌اند. در نتیجه افزایش جذب نیتروژن در تراکم‌های بالا را می‌توان به نقش آن در افزایش ارتفاع، کاهش سطح برگ، تسریع در پیری برگ و انتقال مواد غذایی بیشتر به دانه نسبت داد (Momoh, 2001). پژوهش‌گران گزارش کردند با افزایش تراکم کاشت، غلظت نیتروژن دانه کلزا افزایش یافته است که با نتایج این مطالعه هم‌خوانی دارد (Kamali Dehkordi and Soleymani, 2012).

نتایج نشان داد اثر اصلی خاک‌ورزی در سطح پنج درصد و اثر تراکم کاشت در سطح یک درصد بر فسفر دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر خاک‌ورزی بر فسفر دانه نشان داد بین خاک‌ورزی مرسوم و کم خاک‌ورزی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و بیشترین فسفر دانه در کم خاک‌ورزی و مرسوم به ترتیب به میزان ۰/۷۷ و ۰/۷۳ درصد مشاهده شد و کمترین آن نیز در تیمار بدون خاک‌ورزی به میزان ۰/۶۶ درصد بدست آمد (جدول ۳). محققان اظهار داشتند علت افزایش فسفر دانه در خاک‌ورزی مرسوم و کم خاک‌ورزی نسبت به بدون خاک‌ورزی، قابلیت دسترسی بیشتر به فسفر و نیترات در سطح خاک می‌باشد (Wright *et al.*, 2007). نتایج مقایسه میانگین اثر تراکم کاشت بر فسفر دانه نشان داد بیشترین فسفر دانه در تراکم کاشت ۸۰ بوته در مترمربع به میزان ۰/۸۰ درصد و کمترین آن نیز در تراکم ۱۲۰ و ۱۰۰ بوته در مترمربع به ترتیب به میزان ۰/۶۷ و ۰/۷۰ درصد بدست آمد (جدول ۳). در گزارشی نشان داده شد که تراکم ۸۰ بوته در مترمربع در گیاه زیره سبز بالاترین غلظت فسفر دانه را داشت که با نتایج این مطالعه هم‌خوانی دارد (Ghaderi *et al.*, 2016). می‌توان چنین نتیجه گرفت که جذب فسفر بیشتر به دلیل رقابت کمتر در بین گیاهان برای به دست آوردن مواد غذایی مورد نیاز آن‌ها است که پیش از این نیز گزارش شده بود (Mojiri and Arzani, 2003).

نتایج نشان داد اثر اصلی خاک‌ورزی در سطح یک درصد و اثر تراکم کاشت در سطح پنج درصد بر پتاسیم دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر خاک‌ورزی بر پتاسیم دانه نشان داد بین خاک‌ورزی مرسوم و کم خاک‌ورزی تفاوت

معنی‌داری وجود نداشت و بیشترین پتاسیم دانه در خاک‌ورزی مرسوم و کم خاک‌ورزی به ترتیب به میزان ۱/۵۷ و ۱/۵۵ درصد مشاهده شد که نسبت به تیمار بدون خاک‌ورزی ۲۲/۶۸ و ۲۱/۰۹ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). احتمالاً از آنجایی که پتاسیم موجود در خاک به فراوانی در زمین مورد مطالعه وجود داشت با عملیات خاک‌ورزی متداول و کم خاک‌ورزی سبب افزایش دسترسی ریشه گیاه به پتاسیم شده است. در نتیجه با افزایش جذب این عنصر، پتاسیم بیشتری به سمت دانه انتقال پیدا کرده است. در گزارشی بیشترین جذب عناصر پتاسیم، کلسیم و منیزیم توسط گیاه در خاک‌ورزی با گاوآهن برگرداندار با یک بار دیسک و کمترین آن در نظام بدون خاک‌ورزی بود که با نتایج این مطالعه هم‌خوانی دارد (Hosseini *et al.*, 2014). نتایج مقایسه میانگین اثر تراکم کاشت بر پتاسیم دانه نشان داد بیشترین پتاسیم دانه در تراکم کاشت ۸۰ و ۱۰۰ بوته در مترمربع به‌ترتیب به میزان ۱/۵۶ و ۱/۵۱ درصد و کمترین آن نیز در تراکم ۱۲۰ بوته در مترمربع به میزان ۱/۳۳ درصد بدست آمد (جدول ۳). گیاهان به کمبود و یا بیش بود یک عنصر پاسخ‌های گوناگونی می‌دهند. از آنجایی که پتاسیم نقش مؤثری در گیاه دارد به نظر می‌رسد افزایش تراکم باعث ایجاد رقابت برای بدست آوردن مواد غذایی شده است بنابراین جذب پتاسیم کاهش پیدا کرده است. نتایج این مطالعه با نتایج دیگر پژوهش‌گران مطابقت دارد (Heydari *et al.*, 2020; Sabbe and Hodges, 2009). محققان بیان داشتند تراکم کاشت تأثیر معنی‌داری بر غلظت پتاسیم زیره سبز داشت و افزایش تراکم کاشت باعث کاهش غلظت پتاسیم دانه شده است (Ghaderi *et al.*, 2016).

وزن خشک علف‌های هرز

اثرات اصلی خاک‌ورزی در سطح پنج درصد و تراکم کاشت در سطح یک درصد بر وزن خشک علف‌های هرز معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج نشان داد در تیمار بدون خاک‌ورزی و سپس خاک‌ورزی مرسوم به ترتیب به میزان ۹۵/۴۲ و ۹۱/۴۱ گرم بر مترمربع بیشترین وزن خشک علف‌های هرز مشاهده شد و کمترین آن نیز در تیمار کم خاک‌ورزی به میزان ۸۳/۷۶ گرم بر مترمربع بدست آمد (جدول ۳). به نظر می‌رسد خاک‌ورزی چرخه زندگی علف‌های هرز را مختل می‌کند. در همین راستا محققان گزارش کردند که خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک علف‌های هرز دارد (Fathi and Zeidali, 2021). خاک‌ورزی از طریق خشک کردن، خفه کردن و قطع ریشه، منابع غذایی در دسترس علف‌های هرز را از بین می‌برد و به همین دلیل وزن خشک علف هرز کاهش پیدا می‌کند (Zarin Kaviani *et al.*, 2018). پاسخ علف‌های هرز به سیستم‌های خاک‌ورزی متفاوت می‌باشد که این می‌تواند به عوامل بسیار زیادی وابسته باشد (Fathi and Zeidali, 2021). در همین راستا محققان گزارش کردند وزن خشک علف‌های هرز گندم در سامانه‌های خاک‌ورزی متداول، حفاظتی و بدون خاک‌ورزی تفاوت معنی‌داری با هم دارند (Alizadeh and Nayeri, 2017). این پژوهش‌گران اظهار داشتند اثر سیستم‌های خاک‌ورزی بر وزن خشک علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ معنی‌دار بود به‌طوری‌که بیش‌ترین وزن خشک برای علف‌های هرز پهن‌برگ در روش بدون خاک‌ورزی بدست آمد (Alizadeh and Nayeri, 2017). از طرفی دیگر گزارش‌ها نشان می‌دهد در روش بدون خاک‌ورزی وزن خشک علف‌های هرز افزایش داشته است (Murdock *et al.*, 2000).

نتایج نشان داد در تراکم کاشت ۸۰ بوته در مترمربع وزن خشک علف‌های هرز به میزان ۹۸/۳۱ گرم بدست آمد که نسبت به تراکم ۱۲۰ بوته در مترمربع ۲۰/۸۶ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). افزایش تراکم گیاه زراعی باعث تسلط بر علف‌های هرز می‌شود. در این حالت با افزایش شاخص سطح برگ بدلیل تراکم بالای گیاه زراعی عبور نور از کانوپی و رسیدن آن به علف‌های هرزی که در لایه‌های زیرین در حال رشد و نمو هستند کاهش می‌یابد. بنابراین سطح برگ با کاهش تشعشع به محدوده پایین کانوپی کاهش یافته که به نوبه خود تولید بیوماس نهایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. محققان گزارش کردند با افزایش تراکم در رقابت بین گونه‌ای (رقابت بین گیاه زراعی و علف هرز) رشد و نمو گیاه زراعی بهبود می‌یابد و بدین وسیله جذب نور برای علف‌های هرز کاهش یافته و امکان کنترل مناسب‌تر علف‌های هرز حاصل می‌گردد (Mhlanga *et al.*, 2016).

تراکم بوته علف‌های هرز

نتایج نشان داد اثر اصلی خاک‌ورزی و تراکم کاشت و

برهمکنش خاک‌ورزی و تراکم کاشت در سطح پنج درصد بر تراکم بوته علف‌های هرز معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین برهمکنش دو تیمار نشان داد در تراکم کاشت ۸۰ بوته در مترمربع در تیمار بدون خاک‌ورزی بیشترین تراکم بوته علف‌های هرز به تعداد ۱۱/۸۳ بوته در مترمربع بدست آمد و کمترین آن نیز در تراکم ۱۲۰ بوته در مترمربع در خاک‌ورزی مرسوم به تعداد ۷/۰۹ بوته بدست آمد (جدول ۴). در هر سه تراکم کاشت، بیشترین و کمترین تراکم بوته علف هرز به ترتیب به تیمار بدون خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم اختصاص داشت. نتایج این مطالعه نشان داد که تراکم بالا در حد مطلوب و استفاده از خاک‌ورزی مرسوم و کم خاک‌ورزی توانسته است رقابت گیاه با علف هرز را کاهش دهد و مانع از توسعه علف هرز گردد. بنابراین افزایش تراکم گیاه کینوا نیز سبب بهبود توان رقابتی گیاه زراعی با علف‌های هرز شده است. محققان اظهار داشتند افزایش تراکم میزان کنترل علف‌های هرز را از طریق کاهش میزان نور رسیده به سطح خاک افزایش داده و در نتیجه زیست‌توده علف‌های هرز کاهش می‌یابد (Zeidali *et al.*, 2017). خاک‌ورزی از طریق قطع اندام‌های رویشی و زایشی و به دنبال آن کاهش قدرت رقابت باعث کاهش تراکم علف‌های هرز می‌گردد. در این رابطه محققان گزارش کردند که شخم سبب کاهش بیوماس و تراکم علف‌های هرز چندساله و دوساله شده است (Swanton *et al.*, 2002).

جدول ۵- نتایج میانگین تراکم گونه، درصد یکنواختی نسبی و تراکم نسبی علف‌های هرز در تیمار خاک‌ورزی مرسوم

Table 5- Results of mean plant density, relative uniformity percentage and relative weed density in conventional tillage treatment

گونه‌های علف هرز Weed species	سیکل رویشی Vegetative cycle	میانگین تراکم Average density (plant.m^2)	درصد یکنواختی Percentage of uniformity	تراکم نسبی Relative density (%)
تاج خروس *Amaranthus retroflexus*	یکساله Annual plant	1.11	22.22	14.70
سلمه تره *Chenopodium album*	یکساله Annual plant	1.78	33.33	23.58
گوش بره *Chrozophora tinctoria*	یکساله Annual plant	0.44	5.56	5.83
اویارسلام *Cyperus esculentus* L	چند ساله Perennial plant	1.11	22.22	14.70
سوروف *Echinochloa crus-galli*	یکساله Annual plant	0.67	16.67	8.87
شیرین بیان *Glycyrrhiza glabra* L	چند ساله Perennial plant	0.89	16.67	11.79
علف جارو *Kochia scopria*	یکساله Annual plant	0.22	5.56	2.91
پنیرک *Malva neglecta*	یکساله Annual plant	0.67	16.67	8.87
خرفه *Portulaca oleracea*	یکساله Annual plant	0.22	5.56	2.91
قیاق *Sorghum halepense*	چند ساله Perennial plant	0.22	5.56	2.91
کنجد وحشی *Viscose cleome*	یکساله Annual plant	0.22	5.56	2.91

ارزیابی تراکم گونه، درصد یکنواختی نسبی و تراکم نسبی علف‌های هرز در تیمارهای خاک‌ورزی

نتایج تراکم گونه، درصد یکنواختی نسبی و تراکم نسبی علف‌های هرز در تیمارهای خاک‌ورزی در جداول ۵، ۶ و ۷ نشان داده شده است. نتایج نشان داد بیشترین تراکم گونه در تیمار بدون خاک‌ورزی و سپس در تیمار کم خاک‌ورزی مشاهده شد.

این نتیجه با یافته‌های دیگر محققان هم‌خوانی دارد (Auškalnienė and Auškalnis, 2009). هم‌چنین در تیمار بدون خاک‌ورزی تعداد گونه‌های چندساله نسبت به دو تیمار دیگر بیشتر بود بطوری‌که تعداد علف‌های هرز چندساله در تیمارهای خاک‌ورزی مرسوم، کم خاک‌ورزی و بدون خاک‌ورزی به ترتیب ۳، ۴ و ۵ گونه بود. جمعیت علف‌های هرز بویژه علف‌های هرز چندساله در شرایط بی خاک‌ورزی افزایش یافته که همین امر سبب افزایش وزن خشک علف هرز در واحد سطح شده و در نتیجه باعث تأثیر در رشد و عملکرد گیاه می‌گردد. در گزارشی بیان شد که تعداد زیاد علف‌های هرز، یکی از مشکلات مشاهده شده در سیستم بدون خاک‌ورزی می‌باشد. در سیستم بدون خاک‌ورزی دانه‌های باقی‌مانده از محصول قبلی به علت عدم برگردان شدن خاک و حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک، شرایط مساعدی برای سبز شدن در این روش خاک‌ورزی را دارند (Mousavi Booger, 2017).

در تیمار خاک‌ورزی مرسوم، علف هرز سلمه‌تره با تراکم ۱/۷۸ بوته در مترمربع و علف‌های هرز تاج خروس و اویارسلام با ۱/۱۱ بوته در مترمربع بیشترین تراکم گونه را داشتند. بالاترین درصد یکنواختی به ترتیب به علف‌های هرز سلمه‌تره، تاج خروس، اویارسلام، شیرین بیان و پنیرک اختصاص داشت. هم‌چنین بیشترین تراکم نسبی در خاک‌ورزی مرسوم برای علف هرز سلمه‌تره به میزان ۲۳/۵۸ درصد بدست آمد (جدول ۵).

جدول ۶- نتایج میانگین تراکم گونه، درصد یکنواختی نسبی و تراکم نسبی علف‌های هرز در تیمار کم خاک‌ورزی

Table 6- Results of mean plant density, relative uniformity percentage and relative weed density in reduced tillage treatment

گونه‌های علف هرز Weed species	سیکل رویشی Vegetative cycle	میانگین تراکم Average density (plant.m^2)	درصد یکنواختی Percentage of uniformity	تراکم نسبی Relative density (%)
تاج خروس *Amaranthus retroflexus*	یکساله Annual plant	1.33	27.78	14.96
علف‌پشمکی *Bromus spp*	یکساله Annual plant	0.22	5.56	2.47
ازمک *Cardaria draba*	چند ساله Perennial plant	0.44	11.11	4.95
سلمه تره *Chenopodium album*	یکساله Annual plant	1.78	38.89	20.02
گوش بره *Chrozophora tinctoria*	یکساله Annual plant	0.89	22.22	10.01
اویارسلام *cyperus esculentus* L	چند ساله Perennial plant	0.67	11.11	7.54
سوروف *Echinochloa crus-galli*	یکساله Annual plant	0.67	5.56	7.54
شیرین بیان *Glycyrrhiza glabra* L	چند ساله Perennial plant	0.67	11.11	7.54
علف جارو *Kochia scopria*	یکساله Annual plant	0.67	11.11	7.54
پنیرک *Malva neglecta*	یکساله Annual plant	0.22	5.56	2.47
خرفه *Portulaca oleracea*	یکساله Annual plant	0.22	5.56	2.47
قیاق *Sorghum halepense*	چند ساله Perennial plant	0.44	5.56	4.95
کنجد وحشی *Viscose Cleome*	یکساله Annual plant	0.67	5.56	7.54

نتایج تراکم گونه و درصد یکنواختی در تیمار کم خاک‌ورزی نشان داد علف‌های هرز سلمه‌تره و تاج خروس به ترتیب با ۱/۷۸ و ۱/۳۳ بوته در مترمربع بیشترین تراکم را داشتند. هم‌چنین علف‌های هرز سلمه‌تره، تاج خروس و گوش بره بترتیب بیشترین درصد یکنواختی را به خود اختصاص دادند. بیشترین تراکم نسبی در کم خاک‌ورزی برای علف هرز سلمه‌تره به میزان

۲۰/۰۲ درصد بدست آمد (جدول ۶). نتایج تراکم گونه و درصد یکنواختی در تیمار بدون خاک‌ورزی نشـــان داد علف‌های هرز اویارســلام، ســلمه‌تره و پنیرک به ترتیب با ۲/۰۰، ۱/۱۱ و ۰/۸۹ بوته در مترمربع بیشــترین تراکم را داشــتند. هم‌چنین علف‌های هرز اوریارســلام، ســلمه‌تره و پنیرک بترتیب بیشــترین درصــد یکنواختی را به خود اختصاص دادند. بیشترین تراکم نسبی در بدون خاک‌ورزی برای علف هرز اویارســـلام به میزان ۱۹/۵۹ درصد بدست آمد (جدول ۷). مطالعات نشان می‌دهد پتانسیل رشـــد گونه‌هایی از علف‌های هرز در روش بدون خاک‌ورزی افزایش پیدا می‌کند و علف هرز چندساله در روش بی خاک‌ورزی جمعیت بیشتری نسبت به خاک‌ورزی مرسوم دارد (Celik *et al.*, 2011; Mirzavand *et al.*, 2021).

جدول ۷- نتایج میانگین تراکم گونه، درصد یکنواختی نسبی و تراکم نسبی علف‌های هرز در تیمار بدون خاک‌ورزی

Table 7- Results of mean plant density, relative uniformity percentage and relative weed density in no-tillage treatment

گونه‌های علف هرز Weed species	سیکل رویشی Vegetative cycle	میانگین تراکم Average density (plant.m^2)	درصد یکنواختی Percentage of uniformity	تراکم نسبی Relative density (%)
بومادران *Achillea sp*	چند ساله Perennial plant	0.67	16.67	6.56
تلخه *Acroptilon repens*	چند ساله Perennial plant	0.67	16.67	6.56
تاج خروس *Amaranthus retroflexus*	یکساله Annual plant	0.44	11.11	4.31
علف‌پشمکی *Bromus spp*	یکساله Annual plant	0.22	5.56	2.15
ازمک *Cardaria draba*	چند ساله Perennial plant	0.44	11.11	4.31
سلمه تره *Chenopodium album*	یکساله Annual plant	1.11	22.22	10.87
گوش بره *Chrozophora tinctoria*	یکساله Annual plant	0.22	5.56	2.15
اویارسلام *cyperus esculentus* L	چند ساله Perennial plant	2.00	38.89	19.59
سوروف *Echinochloa crus-galli*	یکساله Annual plant	0.22	5.56	2.15
شیرین بیان *Glycyrrhiza glabra* L	چند ساله Perennial plant	0.67	16.67	6.56
کنف‌وحشی *Hibiscus trionum*	یکساله Annual plant	0.67	11.11	6.56
جو *Hordeum spp*	یکساله Annual plant	0.22	5.56	2.15
علف جارو *Kochia scopria*	یکساله Annual plant	0.44	5.56	4.31
چچم *Lolium rigidum*	یکساله Annual plant	0.22	5.56	2.15
پنیرک *Malva neglecta*	یکساله Annual plant	0.89	22.22	8.72
چمن یکساله *Poa annua*	یکساله Annual plant	0.67	16.67	6.56
خرفه *Portulaca oleracea*	یکساله Annual plant	0.44	11.11	4.31

محققان گزارش کردند ترکیب گونه‌ای علف‌های هرز تحت تأثیر نوع خاک‌ورزی قرار گرفته است به‌طوری‌که در کم خاک‌ورزی منجر به کاهش ۳۰ درصدی آلودگی علف‌های هرز شد (Mirzavand *et al.*, 2021). این محققان اظهار داشتند با گذشت زمان تراکم علف‌های هرز چندساله در سامانه بدون خاک‌ورزی افزایش یافت درحالی که انجام عملیات خاک‌ورزی رایج و کم خاک‌ورزی توانست تراکم علف‌های هرز چند ساله را بیش از ۶۰ درصد کاهش دهد (Mirzavand *et al.*, 2021).

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج این مطالعه، کشت بدون خاک‌ورزی کینوا نسبت به خاک‌ورزی مرسوم و کم خاک‌ورزی باعث کاهش صفات کمی و کیفی گیاه کینوا و افزایش وزن خشک و تراکم علف‌های هرز شده است. بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در تیمارهای خاک‌ورزی مرسوم و حفاظتی مشاهده شد. با افزایش تراکم کاشت غلظت پتاسیم، فسفر دانه و وزن هزار دانه، کاهش یافت اما با افزایش تراکم از ۸۰ به ۱۰۰ بوته در مترمربع، عملکرد دانه و ارتفاع بوته افزایش یافت. هم‌چنین افزایش تراکم کاشت باعث کاهش تراکم بوته و وزن خشک علف‌های هرز گردید. بطور کلی نتایج نشان داد بین خاک‌ورزی مرسوم و حفاظتی در عملکرد دانه کینوا تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ولی می‌توان گفت که جایگزین کردن خاک‌ورزی حفاظتی بجای خاک‌ورزی رایج علاوه بر کاهش اثرات سوء خاک‌ورزی مرسوم بر خاک، می‌تواند باعث افزایش بهره‌وری گیاه گردد. در بین تراکم‌های کاشت، تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع بهترین تراکم از نظر صفات رشدی و عملکرد بود. در نتیجه با توجه به نتایج این مطالعه، امکان استفاده از خاک‌ورزی حفاظتی و تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع می‌تواند برای تولید کینوا در منطقه مورد مطالعه پیشنهاد گردد.

References

Abdolahpour, H., Tohidi Nejad, E. and Pasandi Pour, A. 2021. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on morpho-physiological characteristics and seed yield of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Crop Ecophysiology*, 15(57): 57-72. (In Persian).

Afshon, E., Jahansuz, M.R., Hosseini, M.B. and Moghadam, H. 2018. The effect of tillage systems and plant densities on yield and yield components of soybean cultivars in Karaj condition. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 49(2): 105-113. (In Persian).

Aikins, S.H.M., Afuakwa, J.J. and Owusu-Akuoko, O. 2012. Effect of four different tillage practices on maize performance under rainfed conditions. *Carbon*, 1: 1-51.

Alizadeh, O. and Nayeri, Z. 2017. The effect of different tillage methods on weed population in three wheat cultivars. *Journal of Plant Ecophysiology*, 9(30): 154-164. (In Persian).

Auškalnienė, O. and Auškalnis, A. 2009. The influence of tillage system on diversities of soil weed grain bank. *Agronomy Research*, 7(1): 156-161.

Baghdadi, A., Halim, R.A., Majidian, M., Daud, W.N.W. and Ahmad, I. 2012. Forage corn yield and physiological indices under different plant densities and tillage systems. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 10(314): 707-712.

Bahrani, M. and Seydi, A. 2005. The effect of plant density and nitrogen fertilizer application method on corn grain yield and its components. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 3: 128-135. (In Persian).

Bannayan Aval, M., Hajmohammadnia Ghalibaf, K., Yaghoubi, F., Rashidi, Z. and Valaie, N. 2020. Effect of tillage systems and residue management on soil water conservation, yield and yield components of wheat.

Iranian Journal of Field Crops Research, 18(1): 71-83. (In Persian).

Behdani, M.A., Fallahi, H.R. and Aghhavani-Shajari, M. 2015. Future crops. University of Birjand Press. (In Persian).

Bilalis, D., Kakabouki, I., Karkanis, A., Travlos, I., Triantafyllidis, V. and Dimitra, H. E.L.A. 2012. Seed and saponin production of organic quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) for different tillage and fertilization. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 40(1): 42-46.

Celik, I., Barut, Z.B., Ortas, I., Gok, M., Demirbas, A., Tulun, Y. and Akpinar, C. 2011. Impacts of different tillage practices on some soil microbiological properties and crop yield under semi-arid Mediterranean conditions. *International Journal of Plant Production*, 5(3): 237-254.

Dao, A., Alvar-BeltrÃ, J., Gnanda, A., Guira, A., Nebie, L. and Sanou, J. 2020. Effect of different planting techniques and sowing density rates on the development of quinoa. *African Journal of Agricultural Research*, 16(9): 1325-1333.

Demjanová, E., Macák, M., Dalovic, I., Majernik, F., Tyr, S. and Smatana, S. 2009. Effects of tillage systems and crop rotation on weed density, weed species composition and weed biomass in maize. *Agronomy Research*, 7(2): 785-792.

Eisa, S.S., Abd El Samad, E.H., Hussin, S.A., Ali, E.A., Ebrahim, M., González, J.A. and Abdel-Ati, A.A. 2018. Quinoa in Egypt-plant density effects on seed yield and nutritional quality in marginal regions. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 8: 515-522.

Emami, A. 1996. In the description of methods of analysis, Volume I, No. 982 technical publications. *Soil Research Institute and Water*, Pp: 91-128. (In Persian).

Fathi, A. and Zeidali, E. 2021. Conservation tillage and nitrogen fertilizer: A review of corn growth and yield and weed management. *Central Asian Journal of Plant Science Innovation*, 1(3): 121-142.

Ghaderi, A., Moghaddam, M., Mehdizadeh, L. and Ebrahimi, H. 2016. The effects of different levels of nitrogen and plant density on nitrogen, phosphorus and potassium uptake, nitrogen use and uptake efficiency in cumin (*Cuminum cyminum*) fruit. *Plant Production Technology*, 8(2): 153-165. (In Persian).

Heydari, R., Movahhedi Dehnavi, M., Yadavi, A. and Khoshroo, A. 2020. Interaction of nitrogen and density on yield, nutrients content and nitrogen use efficiency in linseed (*Linum usitatisimum* L.). *Iranian Journal of Field Crop Science*, 51(2): 159-170. (In Persian).

Hosseini, M., Movahedi Naeini, S.A. and Shamsabadi, H.A. 2014. The effect of different tillage methods on soil bulk density, yield and yield components of wheat. *Journal of Soil Research (Soil and Water Sciences*), 27(4): 519-509. (In Persian).

Jackson, M.C. 1964. Soil chemical analysis. Constable and Co. Ltd. London. pp: 183-192.

Kakabouki, I.P., Roussis, I., Hela, D., Papastylianou, P., Folina, A. and Bilalis, D. 2019. Root growth dynamics and productivity of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in response to fertilization and soil tillage. *Folia Horticulturae*, 31(2): 285-299.

Kamali Dehkordi, N. and Soleymani, A. 2012. Effect of plant populations on content of nitrogen, phosphorous,

potassium and oil yield of different rape grain cultivars. *Journal of Research in Agriculture Science*, 8(2): 153-156. (In Persian).

Karami, R., Farajee, H., Movahedi Dehnavi, M. and Khoshroo, A. 2020. Interaction of nitrogen and plant density on growth and yield of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Crop Production*, 13(1): 111-124. (In Persian).

Legere, A., Stevenson, F.C. and Benoit, D.L. 2011. The selective memory of weed seedbanks after 18 years of conservation tillage. *Weed Science*, 59(1): 98-106.

Mhlanga, B., Chauhan, B.S. and Thierfelder, C. 2016. Weed management in maize using crop competition: A review. *Crop Protection*, 88: 28-36.

Mirzavand, J. 2019. Soil organic matter changes and crop yield in conservation and conventional tillage systems under wheat-corn rotation in Zarghan region (Fars province, Iran). *Journal of Agriculture Science and Sustainable Production*, 29(2): 121-133. (In Persian).

Mirzavand, J., Jamali, M. and Moradi Talebbeigi, R. 2021. Effect of tillage methods and corn residue management on wheat yield and weed control in Zarghan region of Fars province. *Research Achievements for Field and Horticulture Crops*, 9(2): 115-128. (In Persian).

Mohammadi, F., Maleki, A. and Fathi, A. 2021. Effects of drought stress and humic acid on plant growth, yield quality and its components of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Journal of Crop Nutrition Science*, 7(3): 11-23.

Mojiri, A. and Arzani, A. 2003. Effect of nitrogen rate and plant density on yield and yield components of sunflower. *Isfahan University of Technology-Journal of Crop Production and Processing*, 7(2): 115-125. (In Persian).

Momoh, E. 2001. Growth and yield responses to plant density and stage of transplanting in winter oil-grain rape (*Brassica napus* L). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 186(4): 253-259.

Mostafaei, M., Jami Al-Ahmadi, M., Salehi, M. and Shahidi, A. 2018. Effect of different irrigation and density levels on functional properties of quinoa plant. [1]st National Congress on the new Opportunities for Production and Employment in Agriculture Sector of Eastern Iran. 14 Feb, Birjand, Iran, pp: 153. (In Persian).

Mousavi Booger, A. 2017. Investigation of the effect of tillage methods in different cycles on crop yield and physical and chemical properties of soil in climatic conditions of Karaj. PhD Thesis, Faculty of Agriculture, Lorestan University. (In Persian).

Murdock, L., Herbek, J., Martin, J., James, J. and Call, D. 2000. Yield potential and long term effects of no-tillage on wheat production. Kentucky Small Grain Growers Association. University of Kentucky. 34-43.

Niknam, N. and Faraji, H. 2014. Effect of plant density and nitrogen on yield and yield components of maize var. 704. *Applied Field Crops Research*, 27(102): 54-60. (In Persian).

Pourfarid, A., Kamkar, B. and Akbari, G.A. 2014. The effect of density on yield and some agronomical and physiological traits of amaranth (*Amaranthus* spp). *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 3(12): 1256-1259.

Rahman, M., Hossain, M. and Bell, R.W. 2011. Plant density effects on growth, yield and yield components of two soybean varieties under equidistant planting arrangement. *Asian Journal of Plant Sciences*, 10(5): 278-286.

Sabbe, W.E. and Hodges, S.C. 2009. Interpretation of plant mineral status. pp. 266-272. In: J. M. Stewart, D.M. Oosterhuis, J.J. Heitholt, and J.R. Mauney (eds.). Physiology of Cotton. National Cotton Council of America. Springer, London.

Salami, M.R., Rezvani Moghaddam, P., Sharifi, H.R., Ghaemi, A.R. and Nassiri Mahallati, M. 2017. Different types of soil tillage and sugar beet (*Beta vulgaris*) residue management on yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum*). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 15(3): 663-675. (In Persian).

Salek Mearaji, H., Tavakoli, A. and Sepahvand, N. 2021. Evaluating the effect of cytokinin foliar application on morphological traits and yield of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) under optimal irrigation and drought stress conditions. *Journal of Crop Ecophysiology*, 14(56(4)): 479-498. (In Persian).

Samadzadeh, A.R., Zamani, GH.R. and Fallahi, H.R. 2020. Possibility of quinoa production under South-Khorasan climatic condition as affected by planting densities and sowing dates. *Applied Research in Field Crops*, 33(1): 82-104. (In Persian).

Samonte, S.O., Wilson, L.T., Medley, J.C., Pinson, S.R.M., McClung, A.M. and Lales, J.S. 2006. Nitrogen utilization efficiency: relationships with grain yield, grain protein, and yield-related traits in rice. *Agronomy Journal*, 98: 168-176.

Swanton, C.J., Shrestha, A., Clements, D.R., Booth, B.D. and Chandler, K. 2002. Evaluation of alternative weed management systems in a modified no-tillage corn–soybean–winter wheat rotation: weed densities, crop yield, and economics. *Weed Science*, 50(4): 504-511.

Taheri, F., Maleki, A. and Fathi, A. 2021. Study of different levels of nitrogen fertilizer and irrigation on quantitative and qualitative characteristics of quinoa grain yield. *Crop Physiology Journal*, 13(50): 135-149. (In Persian).

Thomas, A.G. 1985. Weed survey system used in Saskatchewan for cereal and oilseed crops. *Weed Science*, 33: 34-43.

Vaziri, M., Nasrolah-Zadeh-Asl, A., Mosavi, M.H. and Valizadegan, A. 2013. The effect of density on yield and components yield of soybean in different row space. *Journal of Research in Agricultural Science*, 5(17): 45-58. (In Persian).

Wright, A.L., Hons, F.M., Lemon, R.G., McFarland, M.L. and Nichols, R.L. 2007. Stratification of nutrients in soil for different tillage regimes and cotton rotations. *Soil and Tillage Research*, 96(1-2): 19-27.

Zarei, M., Kazemeini, S. and Bahrani, M. 2014. Effect of tillage systems and water stress on growth and yield of wheat. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 12(4): 793-804. (In Persian).

Zarin Kaviani, B., Zeidali, E., Moradi, R. and Zarin Kaviani, K. 2018. Evaluation of the effect of integrated weed management on quantitative and qualitative characteristics of corn, weed density and biomass under Dehloran climatic condition. *Applied Field Crops Research*, 31(4): 129-150. (In Persian).

Zeidali, E., Naseri, R., Mirzaei, A. and Chit Band, A. 2017. Ecophysiologic indices of wheat as influenced by plant density and application of herbicide. *Journal of Crop Ecophysiology*, 10(40(4)): 839-856. (In Persian).

Journal of Crop Science Research in Arid Regions/ Volume 5, Issue 1, Spring and Summer 2023, P. 147-164

The effect of tillage systems and plant density on element concentration, yield, yield components, density, and weed biomass in quinoa

Hadi Mosabeygi[1], Ehsanollah Zeidali[2*], Amin Fathi[3]

[1]Master Student of Agriculture, Department of Agriculture and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
[2]Department of Agronomy and Plant Breeding, Ilam University, Ilam, Iran
[3]PhD of Agronomy, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran
[*]Corresponding Author: e.zeidali@ilam.ac.ir

Received: 17 June 2022 Accepted: 22 August 2022 **DOI: 10.22034/CSRAR.2023.347589.1249**

Abstract

Introduction: Quinoa has attracted the attention of many farmers and researchers as a new crop species. This plant has a high nutritional value and is a rich source of minerals and B vitamins such as niacin, thiamin, and riboflavin. Quinoa, an annual plant with a great diversity of species, has various uses. Agricultural production has changed dramatically due to machinery, fertilizers, and chemical pesticides, while the world's population is growing even faster. Therefore, a safe and appropriate food supply to achieve food security goals needs to diversify the human food basket. So, due to the climatic richness of Iran, many plants can be introduced to the country's agricultural systems from other geographical areas. Reduced tillage is one of the most important strategies in sustainable agriculture. Reduced tillage, along with crop residue conservation and the implementation of crop rotation, plays an effective role in increasing soil fertility and improving the quantitative and qualitative characteristics of the crop. The response of crop yield to tillage varies with climatic conditions and soil texture. Therefore, the most common indicator of farmers' agreement with any crop operation is crop yield. Optimal planting density per unit area provides a suitable nutritional space for a single plant and its balance in competition with other plants, ultimately achieving the highest yield. Limited data are available regarding the influence of tillage systems and planting densities on the growth and yield of quinoa under semi-arid conditions. Therefore, this study aimed to investigate the effects of tillage systems and planting densities on grain yield, yield components, and weeds in quinoa crops.

Materials and Methods: An experiment was conducted in Chardavol city, Ilam province, farms in the spring and summer of 2019. This experiment was performed in split plots in a randomized complete block design with three replications. Experimental treatments, including tillage as the main factor at three levels No-tillage (direct cultivation), reduced tillage (Duckfoot application and seeder cultivation), and conventional tillage (moldboard plow, disc, seeder cultivation) quinoa plant density at three levels (80, 100, and 120 plant/m^2) was considered a sub-factor. Last year, the land was cultivated with wheat. Quinoa seed was Titicaca (produced by Ilia Tejarat). The chemical fertilizer required by the plant was applied based on the soil and customary tests of the area at planting time. The chemical fertilizer used included triple superphosphate fertilizer at a rate of 50 kg/ha and urea at 100 kg/ha. Nitrogen was applied to the soil twice, at planting time and 45 days after planting. Based on the soil test, there was no need for K fertilizer.

Results and Discussion: The results showed that tillage significantly affected plant height, 1000-grain weight, grain yield, biological yield, and grain quality traits (percentage of nitrogen, phosphorus, and potassium), as well as dry weight and plant density of weeds. The highest grain yield was observed in reduced tillage and conventional tillage at the rates of 2828 and 2711 kg/h, respectively, which showed an increase of 24.63 and 19.47%, respectively, compared to the no-tillage treatment. The results showed that planting density significantly affected plant height, 1000-grain weight, grain yield, biological yield, grain quality traits (percentage of nitrogen, phosphorus, and potassium), dry weight, and plant density of weeds. With increasing planting density, 1000-grain

weight and rate of potassium and phosphorus decreased, but increasing the density from 80 to 100 plantm^2 increased grain yield from 2269.84 kg/ha to 2962.9 kg/ha. Also, increasing planting density decreased plant density and the dry weight of weeds.
Conclusion: This study showed that no-tillage treatment, compared to the other two treatments, reduced quinoa's quantitative and qualitative traits and increased dry weight and weed density. The results showed no significant difference between conventional and reduced tillage in quinoa grain yield. According to this study's results, the possibility of using reduced tillage and a density of 100 plant/m^2 can be suggested for quinoa production in the study area.

Keywords: Biological yield, Grain potassium, Grain nitrogen, No-tillage