Archive of SID

نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد دوازدهم، شماره چهارم، زمستان ۹۸
۱۱۱-۱۲۰
http://ejcp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejcp.2020.16239.2209

# تأثیر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد کینوا (*Chenopodium quinoa*) در کشت بهاره

**حسین بیرامی[1*]، محمدحسن رحیمیان[1]، معصومه صالحی[1]، رستم یزدانی بیوکی[1]**

[1]استادیار، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۱/۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۱/۴

**چکیده**

**سابقه و هدف:** افزایش جمعیت و نیاز به غذا از یک طرف و محدودیت استفاده از منابع آب‌های متعارف و توسعه تدریجی شوری منابع آب و خاک از طرف دیگر سبب شده است که راهکارها و اقدامات پایدار تولید در منابع آب و خاک نامتعارف (شور) اهمیت دوچندان پیدا کنند. یکی از این استراتژی‌ها برای دستیابی مستقیم به گزینه‌های مناسب و متحمل در برابر شوری، کار بر روی گیاهان شورزیست به‌عنوان گونه‌های گیاهی دارای تحمل ذاتی بالا به شوری است. گیاه کینوا به‌عنوان یک گیاه شورزیست اختیاری، در خاک‌های شور و مناطقی که امکان آبیاری با آب‌های نامتعارف و خیلی شور وجود دارد، قابل‌کشت است. این پژوهش برای بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر اجزاء عملکرد، وزن خشک زیست‌توده، عملکرد دانه و شاخص برداشت کینوا در کشت بهاره انجام گردید.

**مواد و روش‌ها: این** آزمایش در شرایط لایسیمتری در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در مرکز ملی تحقیقات شوری در استان یزد در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ انجام شد. سطوح شوری مورد استفاده شامل چهار سطح ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر آب آبیاری بود. ۱۲ عدد لایسیمتر وزنی با طول ۸۵، عرض ۲۵ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر تهیه شده و سپس هر یک از لایسیمترها با خاک لوم شنی با چگالی ظاهری ۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب پر شدند. کشت به‌صورت بذری در ابتدای اسفند ۱۳۹۶ انجام یافت و پس از رسیدن به مرحله چهار برگی اقدام به تنک کردن بوته‌ها شد و در نهایت ۱۰ بوته در هر لایسیمتر نگه داشته شد. آبیاری بر اساس میزان تخلیه رطوبت خاک در هر نوبت و نیاز آب‌شویی حدود ۲۰ درصد انجام شد. برای کنترل شوری خاک، زه‌آب خروجی از ناحیه ریشه در هر نوبت از آبیاری جمع‌آوری شده و هدایت الکتریکی آن اندازه‌گیری گردید. در انتهای کار، برداشت کینوا به صورت دستی انجام و پس از خشک شدن، وزن خشک زیست‌توده، عملکرد دانه و شاخص برداشت و صفاتی مانند ارتفاع بوته و غیره اندازه‌گیری گردید.

**یافته‌ها:** نتایج نشان‌دهنده کاهش معنی‌دار (در سطح یک درصد) عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت کینوا با افزایش شوری آب آبیاری بود. افزایش شوری از ۵ به ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر موجب کاهش ۲۹/۵ درصدی وزن خشک زیست‌توده، ۷۷ درصدی عملکرد دانه و ۱۱/۷ درصدی شاخص برداشت، ۱۷ درصدی ارتفاع بوته، ۲۹ درصدی طول پانیکول، ۳۹ درصدی عرض پانیکول، ۴۰ درصدی تعداد ساقه فرعی، ۳۹ درصدی تعداد پانیکول در بوته و ۱۹ درصدی وزن هزار دانه گردید. نتایج ضرایب همبستگی پیرسون حاکی از همبستگی معنی‌دار عملکرد دانه با زیست‌توده ($r=0.961^{**}$)، ارتفاع بوته ($r=0.952^{**}$) و تعداد ساقه فرعی ($r=0.944^{**}$) بود.

*نویسنده مسئول: beyrami.h@hotmail.com



www.SID.ir

Archive of SID



**نتیجه‌گیری:** افزایش شوری آب آبیاری از ۵ تا ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر باعث کاهش وزن زیست‌توده، عملکرد دانه و شاخص برداشت کینوا در کشت بهاره شد. با این وجود بین سطوح شوری ۵ و ۱۰ دسی زیمنس بر متر از نظر عملکرد دانه، وزن زیست‌توده و شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، اما افزایش شوری بالاتر از ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر موجب کاهش شدید و معنی‌دار این صفات شد.

***واژه‌های کلیدی:*** اجزای عملکرد، شاخص برداشت، شوری، کینوا.

## مقدمه

با توجه به رشد روزافزون جمعیت در کشور، نیاز به افزایش تولید محصولات کشاورزی امری بدیهی است. همچنین به دلیل محدودیت منابع آبی با کیفیت در کشور و با توجه به اینکه بخش عمده مساحت ایران از نظر اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌گردد، امکان استفاده از آب‌های شور و نامتعارف بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است (۹). کشت گیاهان زراعی عموماً در شرایط خاک و آب شور با استفاده از برنامه‌های سنتی زراعی، چندان موفقیت‌آمیز نبوده است (۲). یکی از راهکارها برای دست‌یابی مستقیم به گزینه‌های مناسب و متحمل در برابر شوری، کار بر روی گیاهان هالوفیت و گونه های گیاهی دارای تحمل ذاتی به نمک است. این گیاهان از لحاظ دامنه تحمل به شوری، روند رشد و تولید در شرایط شور، دارای تنوع زیادی هستند که همین موضوع، آن‌ها را نیازمند بررسی و تحقیق فراوان نموده است (۲۰). گندم، برنج و سیب‌زمینی بیشترین بخش غذای روزانه را در بر می‌گیرند. برنج و سیب‌زمینی بسیار حساس به تنش شوری می‌باشند و گندم نیمه متحمل است. در بین گیاهان زراعی جو از بقیه متحمل‌تر بوده که آن هم در شوری ۲۵ دسی زیمنس بر متر از بین می‌رود، اما عملکرد کینوا در این سطح از شوری تنها ۵۰ درصد کاهش می‌یابد (۱).

گیاه کینوا از هزاران سال قبل کشت می‌شده و دانه‌های آن به‌عنوان یک منبع غذایی مهم مورد استفاده قرار می‌گرفته است (۱۳). دانه‌های آن مسطح و گاهی بیضی‌شکل می‌باشد که معمولاً رنگ آن‌ها زرد کم – رنگ بوده و دامنه تغییرات رنگ‌های آن می‌تواند رنگ‌های صورتی، سیاه و سفید نیز باشد. از طرفی، گیاه کینوا بیشتر در کشورهای آمریکای جنوبی کشت می‌شود، با این وجود در کشورهایی مانند آمریکا، چین، کشورهای اروپایی، کانادا و هند نیز کشت شده است (۹). کینوا دارای تحمل به دمای پایین حدود ºC ۸– (۷ و ۸)، خشکی (۹) و شوری (۴، ۱۸ و ۱۹) می‌باشد. این گیاه دارای توانایی تنظیم پتانسیل آب برگ توسط تجمع یون‌های نمکی در بافت‌های خود بوده که گیاه را قادر به حفظ فشار تورژسانس سلولی و کاهش تعرق در شرایط شور می‌سازد (۳ و ۵).

در تحقیقی، اثر شوری بر عملکرد دانه در دو رقم گیاه کینوا مورد مطالعه قرار گرفت و تفاوت معنی‌داری بین ارقام مورد بررسی و تأثیر توأم بین ارقام و سطوح شوری مشاهده شد (۶). نتایج یازار و همکاران (۲۰۱۵) نشان‌دهنده کاهش جزئی محصول دانه در تیمار آبیاری با آب شور تا سطح ۳۰ دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با آب غیرشور بود (۲۳).

نتایج طالب نژاد و سپاسخواه (۲۰۱۵) نشان دهنده کاهش معنی‌دار عملکرد دانه و وزن خشک اندام هوایی در تمامی عمق‌های آب زیرزمینی شور بود، به‌طوری که با افزایش شوری از ۱۰ تا ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر کاهش در عملکرد و صفات مورفولوژیک مشاهده گردید (۲۰). بر اساس نتایج جمالی و



www.SID.ir

Archive of SID


همکاران (۲۰۱۶) و جمالی و شریفیان (۲۰۱۸)، گیاه کینوا تحمل نسبتاً مطلوبی به سطوح بالای شوری (حدود ۸ دسی‌زیمنس بر متر) در مرحله جوانه‌زنی داشته و بیان نمودند که به‌نظر می‌رسد بتوان با اعمال مدیریت مناسب در مزرعه، استقرار این گیاه را در شرایط وجود آب و خاک شور تضمین نمود (۱۰ و ۱۱). نتایج نشان داد که افزایش شوری سبب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کینوا می‌شود؛ بنابراین، پس از تیمار شاهد (بدون اختلاط با آب دریا با شوری ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر)، آبیاری با اختلاط ۳۰ درصدی آب دریای خزر و آب معمولی و به میزان ۷۵ درصد نیاز آبی به‌عنوان تیمار بهینه توصیه نمودند (۱۰ و ۱۱). ملکی و همکاران (۲۰۱۸)، در تحقیقی مقدار آستانه شوری کینوا در مراحل مختلف رشد و روش آبیاری مناسب با استفاده از آب شور را بررسی و گزارش کردند که با افزایش شوری عملکرد و رشد کینوا کاهش یافت، به طوری که آستانه کاهش را به ترتیب برای مرحله گلدهی و پرشدن بذر ۲۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر گزارش کردند (۱۴). کوجا و همکاران (۲۰۱۷) گزارش نمودند که حداکثر مقدار این صفات در شوری‌های ۴ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد، همچنین، آنان بیان نمودند که کینوا به ECهای بالای ۸ مقاومت داشته ولی در EC حدود ۱۶ بیشترین کاهش رشد را داشت (۱۳).

این پژوهش برای بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری (۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر) آب آبیاری بر اجزای عملکرد، وزن زیست‌توده، عملکرد دانه و شاخص برداشت کینوا در یک آزمایش کنترل شده لایسیمتری در کشت بهاره انجام گردید.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال‌های ۹۷-۱۳۹۶در مرکز ملی تحقیقات شوری در شهر یزد با مختصات جغرافیایی ۳۱ °۵۵ '۰۶/۰۳ " شمالی و ۵۴ °۱۶ '۵۷/۴۳ " شرقی انجام گرفت. بر اساس آمار نزدیک‌ترین ایستگاه سینوپتیک به محل آزمایش، مقدار بارندگی تجمعی ۳/۵ ماهه (دوره رشد کینوا در منطقه مورد نظر) برابر با ۱۸/۳ میلی‌متر، میانگین دمای ماهانه در دوره آزمایش حداقل ۱۳ و حداکثر ۳۱ درجه سانتی‌گراد و بیشینه و کمینه مطلق به ترتیب ۳۸ و ۴/۷ درجه سانتی‌گراد بود. تحقیق حاضر در یک آزمایش لایسیمتری در مزرعه با طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار شوری آب آبیاری (چهار سطح S1: ۵، S2: ۱۰، S3: ۱۵ و S4: ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر) و سه تکرار انجام گردید. خاک مورد استفاده دارای کلاس بافت لوم شنی و دارای شوری اولیه ۱۱/۸۳ دسی‌زیمنس بر متر و pH برابر با ۷/۴۶ بود. این خاک دارای ماده آلی ناچیزی بود و ازت کل در آن نیز مقدار بسیار کمی داشت (جدول ۱).

**جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش.**

Table 1- Physical and chemical properties of Soil.

| شن (درصد) Sand (%) | سیلت (درصد) Silt (%) | رس (درصد) Clay (%) | هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.cm^{-1}$) | اسیدیته pH | کربن آلی (درصد) Organic carbon (%) | نیتروژن کل (درصد) Total N (%) | پتاسیم قابل دسترس (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Available potassium ($mg.kg^{-1}$) | فسفر قابل دسترس (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Available phosphorous ($mg.kg^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 68.58 | 15.42 | 16.00 | 11.83 | 7.46 | 0.21 | 0.018 | 144.00 | 20.12 |



www.SID.ir

Archive of SID



جدول ۲- خصوصیات شیمیایی آب آبیاری.

Table 2- Chemical properties of irrigation water.

| شوری آب آبیاری Salinity of irrigation water ($dS\ m^{-1}$) | اسیدیته pH | $Ca^{2+}$ | $Mg^{2+}$ | $CO_3^{2-}$ | $HCO_3^-$ | $Na^+$ | $K^+$ | $Cl^-$ | $SO_4^{2-}$ | نسبت جذب سدیم SAR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ($meq\ l^{-1}$) | | | | | | | | |
| 5 | 8.01 | 2.99 | 6.04 | 0 | 2.77 | 37.21 | 0.11 | 39.65 | 3.92 | 21.25 |
| 10 | 8.00 | 3.26 | 12.88 | 0 | 2.77 | 80.73 | 0.21 | 86.48 | 7.82 | 28.83 |
| 15 | 7.98 | 3.52 | 19.71 | 0 | 2.76 | 124.25 | 0.31 | 133.32 | 11.71 | 36.41 |
| 20 | 7.96 | 3.78 | 26.55 | 0 | 2.76 | 167.78 | 0.41 | 180.16 | 15.61 | 43.99 |

برای آماده‌سازی لایسیمترها ابتدا تعداد ۱۲ عدد لایسیمتر وزنی با طول ۸۵، عرض ۲۵ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر تهیه شدند. سپس در کف این لایسیمترها فیلتر شنی قرار داده شد تا زهکشی به سهولت از مجرای کف آن‌ها صورت گیرد سپس هر یک از لایسیمترها با خاک لوم شنی (با چگالی ظاهری ۱/۴) پر شدند و در داخل خاک مزرعه روی ترازوهای مجزا استقرار یافتند. کشت بذر کینوا (رقم تیتیکاکا) در اول اسفند ۱۳۹۶ انجام یافت و پس از رسیدن به مرحله چهار برگی اقدام به تنک کردن بوته‌ها شد و در نهایت ۱۰ بوته در هر لایسیمتر نگه داشته شد.

تیمار شوری آب آبیاری با اختلاط آب چاه محل آزمایش (با شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر) و آب انتقال‌یافته از خارج محل آزمایش با شوری بسیار بالا تهیه شد (جدول ۲). اعمال تیمارهای شوری آب آبیاری پس از سبز شدن گیاه انجام شد. آبیاری بر اساس میزان تخلیه رطوبت خاک در هر نوبت و نیاز آبشویی حدود ۲۰ درصد به‌صورت دو روز یکبار انجام شد. برای کنترل شوری خاک، زه‌آب خروجی از ناحیه ریشه در هر نوبت از آبیاری جمع‌آوری شده و هدایت الکتریکی آن‌ها اندازه‌گیری گردید. میزان عناصر غذایی مورد نیاز گیاه بر اساس آزمون خاک و علائم کمبود به‌خصوص از نظر نیتروژن، فسفر و پتاسیم (۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و سوپر فسفات تریپل و ۵۰ کیلوگرم اوره قبل از کشت و دو بار کود سرک ۵۰ کیلوگرم بر هکتار نیتروژن در میانه فصل در غنچه دهی و پرشدن دانه) و عناصر کم‌مصرف (کود کامل دو در هزار در غنچه دهی به‌صورت محلول در آب آبیاری) به خاک اضافه شد. در انتهای کار پس از حدود ۳/۵ ماه، برداشت کینوا به‌صورت دستی انجام یافت و پس از خشک شدن، عملکرد خشک زیست-توده، عملکرد دانه و شاخص برداشت و صفاتی مانند ارتفاع بوته و غیره اندازه‌گیری و اثر سطوح مختلف شوری بر روی این پارامترها بررسی گردید. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel 2013 و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS 16 استفاده گردید و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

## نتایج و بحث

سطوح مختلف شوری آب آبیاری موجب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد در زیست‌توده، وزن دانه و شاخص برداشت، ارتفاع بوته، طول و عرض پانیکول، تعداد ساقه فرعی و تعداد پانیکول در بوته و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد در وزن هزار دانه شد (جدول ۳). نتایج طالب نژاد و سپاسخواه (۲۰۱۵) نیز نشان‌دهنده تغییرات معنی‌دار عملکرد دانه و وزن خشک اندام هوایی در استفاده از آب شور برای کشت کینوا بود (۲۰). همچنین، جمالی و همکاران (۲۰۱۶) نیز در تحقیق خود گزارش



www.SID.ir

Archive of SID


نمودند که کاهش مقدار آب آبیاری و افزایش شوری سبب تغییر معنی‌دار عملکرد و اجزا عملکرد گیاه کینوا می‌شود (۱۰).

مُنس و تستر (۲۰۰۸) بیان نمودند که دلیل تحمل کینوا به شوری در اثر تنظیم اسمزی ناشی از تجمع املاح می‌باشد. به‌طوری‌که این گیاه به علت هالوفیت بودن تا حدی در شوری‌های بالا با تنظیم اسمزی و تجمع املاح در بافت‌های خود، قادر به مقاومت در مقابل شوری می‌باشد (۱۵). همچنین، موراکئوزی و همکاران (۲۰۰۳) بیان داشتند که افزایش شوری موجب افزایش غلظت کربوهیدرات‌های محلول کل (TSC) در بافت‌های گیاهی و به‌ویژه در ریشه‌ها می‌گردد. تجمع کربوهیدرات‌ها پاسخی در مقابل تنش شوری بوده و نقش مهمی در تنظیم اسمزی دارد. با این حال در شوری‌های بالا، تجمع TSCها می‌تواند موجب کاهش ظرفیت فتوسنتز شود (۱۶). با توجه به اینکه تولید و عملکرد وابسته به فتوسنتز است، در نتیجه موجب کاهش عملکرد گیاه و به‌ویژه دانه می‌گردد (۱۲).

**جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر شوری آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد کینوا در کشت بهاره.**

Table 3- The results of analysis of variance (mean square) of irrigation water salinity effect on yield and yield components of quinoa in spring planting.

| منابع تغییر S.O.V | درجه آزادی df | ارتفاع بوته Plant height | طول پانیکول Panicle Length | عرض پانیکول Panicle width | تعداد ساقه فرعی Number of branch | تعداد پانیکول در بوته Number of Panicle per plant |
|---|---|---|---|---|---|---|
| شوری Salinity | 3 | 37.374** | 7.340** | 1.962** | 2.188** | 2.981** |
| خطا Error | 8 | 2.699 | 0.398 | 0.052 | 0.012 | 0.317 |
| ضریب تغییرات (٪) CV (%) | | 5.08 | 5.92 | 6.04 | 2.89 | 13.78 |
| منابع تغییر S.O.V | درجه آزادی df | قطر ساقه Stem diameter | وزن هزار دانه 1000-seed weight | زیست‌توده Biological yield | عملکرد دانه Seed yield | شاخص برداشت Harvest index |
| شوری Salinity | 3 | 0.836$^{ns}$ | 0.142* | 1.586** | 0.942** | 87.778** |
| خطا Error | 8 | 0.343 | 0.032 | 0.182 | 0.029 | 1.660 |
| ضریب تغییرات (٪) CV (%) | | 13.42 | 7.68 | 8.59 | 9.29 | 2.66 |

$^{ns}$: غیرمعنی‌دار، * و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱.

$^{ns}$: no significant, * and ** statistical significance at the levels of $p<0.05$ and $p<0.01$, respectively.

تمامی اجزای عملکرد با افزایش شوری روند کاهشی داشته‌اند و اختلاف معنی‌داری (در سطح احتمال ۵ درصد) بین هر یک از اجزای عملکرد در شوری‌های متفاوت دیده شد (جدول ۴). بیشترین مقدار ارتفاع بوته، طول پانیکول، عرض پانیکول، تعداد ساقه فرعی، تعداد پانیکول در بوته، قطر ساقه و وزن هزار دانه در سطح شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر و کمترین مقدار این اجزا در شوری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. با این وجود به غیر از طول پانیکول، عرض پانیکول و تعداد شاخه فرعی در بقیه اجزای عملکرد اختلاف معنی‌دار بین سطح شوری ۵ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده نگردید (جدول ۴).



www.SID.ir

Archive of SID



همچنین، در این جدول دیده شد که افزایش سطح شوری از ۵ به ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر موجب کاهش ۱۶ درصدی ارتفاع بوته، ۲۹ درصدی طول پانیکول، ۳۹ درصدی عرض پانیکول، ۴۰ درصدی تعداد ساقه فرعی، ۳۹ درصدی تعداد پانیکول در بوته، ۲۴ درصدی قطر ساقه و ۱۹ درصد در وزن هزار دانه شد. کوجا و همکاران (۲۰۱۷) نیز در تحقیقات خود نتایج مشابهی گزارش نمود، تحقیق ایشان نشان داد که در شوری بالای ۱۶ دسی زیمنس بر متر بیش‌ترین کاهش رشد کینوا وجود دارد و در شوری ۴ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر حداکثر مقدار صفات مورفولوژیک و عملکرد وجود داشت (۱۳).

**جدول ٤- مقایسه میانگین اثر سطوح شوری آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد کینوا در کشت بهاره بر اساس آزمون LSD و در سطح احتمال ۵ درصد.**

Table 4- Mean comparison for irrigation water salinity effect on yield and yield components of quinoa in spring planting at the 5% probability level using LSD test.

| شوری آب آبیاری (دسی‌زیمنس بر متر) (dS m$^{-1}$) | ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm) | طول پانیکول (سانتی‌متر) Panicle Length (cm) | عرض پانیکول (سانتی‌متر) Panicle width (cm) | تعداد ساقه فرعی Number of branch | تعداد پانیکول در بوته Number of panicle per nlant | قطر ساقه (میلی‌متر) Stem diameter (mm) | وزن هزار دانه (گرم) 1000-seed weight (g) | زیست‌توده (تن در هکتار) Biological yield (ton.ha$^{-1}$) | عملکرد دانه (تن در هکتار) Seed yield (ton.ha$^{-1}$) | شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 46.3$^{a*}$ | 12.9$^{a}$ | 4.9$^{a}$ | 4.7$^{a}$ | 5.1$^{a}$ | 5.0$^{a}$ | 2.6$^{a}$ | 6.5$^{a}$ | 2.8$^{a}$ | 43.4$^{a}$ |
| 10 | 43.9$^{a}$ | 10.4$^{b}$ | 3.7$^{b}$ | 4.4$^{b}$ | 4.8$^{a}$ | 4.4$^{ab}$ | 2.4$^{ab}$ | 6.1$^{a}$ | 2.5$^{a}$ | 41.5$^{a}$ |
| 15 | 40.0$^{b}$ | 10.3$^{b}$ | 3.5$^{b}$ | 3.6$^{c}$ | 3.4$^{b}$ | 4.2$^{ab}$ | 2.2$^{b}$ | 5.1$^{b}$ | 1.8$^{b}$ | 35.6$^{b}$ |
| 20 | 38.6$^{b}$ | 9.2$^{b}$ | 3.0$^{c}$ | 2.8$^{d}$ | 3.1$^{b}$ | 3.8$^{b}$ | 2.1$^{b}$ | 5.0$^{b}$ | 1.6$^{b}$ | 31.7$^{c}$ |

* حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده نداشتن اختلاف آماری در سطح احتمال پنج درصد است.

* Similar letters in each column indicate no significant difference (P≤0.05)

نتایج مقایسه میانگین اثر شوری آب آبیاری بر وزن زیست‌توده و عملکرد دانه کینوا در جدول ۴ نشان داده شده است. همان‌طوری که ملاحظه می‌گردد، افزایش شوری آب آبیاری، به‌طورکلی، باعث کاهش خصوصیات عملکردی و شاخص برداشت کینوا در کشت بهاره شد. افزایش شوری موجب کاهش وزن خشک زیست‌توده گردید، اما بین سطوح شوری ۵ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر و همچنین، سطوح شوری ۱۵ و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

بیشترین عملکرد زیست‌توده در سطح شوری آب آبیاری ۵ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد که برابر ۶/۵ تن در هکتار بود. کمترین میزان عملکرد زیست‌توده (۵/۰ تن در هکتار) در شوری آب آبیاری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده گردید (جدول ۴). نتایج جمالی و همکاران (۲۰۱۶) نیز نشان داد که کاهش مقدار آب آبیاری و افزایش شوری سبب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کینوا می‌شود (۱۰). طالب نژاد و سپاسخواه (۲۰۱۵) نیز کاهش معنی‌دار وزن خشک اندام هوایی در استفاده از آب شور برای کشت کینوا را گزارش نمودند (۲۰). به نظر می‌رسد این کاهش عملکرد به دلیل افزایش شوری بیشتر از آستانه تحمل این گیاه بود که ملکی و همکاران (۲۰۱۸) نیز آستانه تحمل شوری کینوا در مرحله پرشدن بذر را در تحقیق خود ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر گزارش نموده‌اند (۱۴).



www.SID.ir

Archive of SID


با افزایش شوری آب آبیاری میزان عملکرد دانه نیز کاهش یافت، بیشترین عملکرد دانه در سطح شوری آب آبیاری ۵ دسی‌زیمنس بر متر و به میزان ۲/۸ تن در هکتار و کمترین عملکرد دانه در سطح شوری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر و به میزان ۱/۶ تن در هکتار مشاهده شد (جدول ۴). همچنین، در جدول ۴ دیده می‌شود که با افزایش شوری آب آبیاری شاخص برداشت کینوا نیز کاهش یافته و بیشترین و کمترین مقدار آن در سطوح شوری آب آبیاری ۵ و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد که به‌ترتیب برابر با ۴۳/۴ و ۳۱/۷ درصد بود.

نتایج مشابهی توسط جمالی و همکاران (۲۰۱۶) در کاهش معنی‌دار عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کینوا با کاهش مقدار آب آبیاری و افزایش شوری گزارش شد (۱۰). همچنین، طالب نژاد و سپاسخواه (۲۰۱۵) نیز بیان نمودند که استفاده از آب شور با شوری بالای ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر برای کشت کینوا موجب کاهش معنی‌دار عملکرد دانه شد (۲۰). ملکی و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعات خود برای تعیین آستانه شوری کینوا گزارش نمودند که با افزایش شوری عملکرد و رشد کینوا کاهش یافت، به‌طوری که آستانه کاهش را به ترتیب برای مرحله گلدهی و پرشدن بذر را ۲۰ و ۱۵ گزارش کردند (۱۱). نتایج تحقیقات انجام شده توسط رزاقی و همکاران (۲۰۱۲) بر روی اثرات شوری بر کارایی مصرف آب کینوا نیز نشان داد که با افزایش شوری از صفر تا ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر تعداد دانه، عملکرد دانه، شاخص برداشت و وزن دانه کاهش یافت (۱۷).

**جدول ۵- مقادیر ضرایب همبستگی ویژگی‌های مورد مطالعه کینوا.**

Table 5- Correlation coefficient values of measured traits of quinoa.

| | ارتفاع بوته Plant height | طول پانیکول Panicle Length | عرض پانیکول Panicle width | تعداد ساقه فرعی Number of branch | تعداد پانیکول در بوته Number of Panicle per plant | قطر ساقه Stem diameter | وزن هزار دانه 1000-seed weight | زیست‌توده Biological yield | عملکرد دانه Seed yield |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ارتفاع بوته Plant height | 1 | | | | | | | | |
| طول پانیکول Panicle Length | 0.793** | 1 | | | | | | | |
| عرض پانیکول Panicle width | 0.774** | 0.859** | 1 | | | | | | |
| تعداد ساقه فرعی Number of branch | 0.889** | 0.801** | 0.836** | 1 | | | | | |
| تعداد پانیکول در بوته Number of Panicle per plant | 0.841** | 0.674* | 0.773** | 0.858** | 1 | | | | |
| قطر ساقه Stem diameter | 0.758** | 0.679* | 0.696* | 0.676* | 0.851** | 1 | | | |
| وزن هزار دانه 1000-seed weight | 0.903** | 0.653* | 0.699* | 0.760** | 0.676* | 0.696* | 1 | | |
| زیست‌توده Biological yield | 0.917** | 0.786** | 0.703* | 0.861** | 0.795** | 0.732** | 0.870** | 1 | |
| عملکرد دانه Seed yield | 0.952** | 0.815** | 0.803** | 0.944** | 0.870** | 0.741** | 0.867** | 0.961** | 1 |

* و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱.

* and ** significant at the level 0.05 and 0.01, respectively.



www.SID.ir

Archive of SID



بر اساس نتایج موجود همبستگی بین تمامی صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود (جدول ۵). در این جدول دیده می‌شود که بیشترین همبستگی عملکرد دانه با وزن زیست‌توده ($R^2=0.961^{**}$)، ارتفاع بوته ($R^2=0.952^{**}$) و تعداد ساقه فرعی ($R^2=0.944^{**}$) مشاهده گردید. بنابراین، به نظر می‌رسد در گیاه کینوا افزایش ارتفاع و تعداد ساقه فرعی و به طبع آن افزایش زیست‌توده نقش مؤثری در افزایش عملکرد دانه این گیاه خواهند داشت. همچنین، از بین صفات مورد بررسی بیشترین ضریب همبستگی وزن زیست‌توده با ارتفاع بوته ($R^2=0.917^{**}$) مشاهده شد (جدول ۵).

## نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که تغییرات شوری آب آبیاری اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده، ارتفاع بوته، طول پانیکول، عرض پانیکول، تعداد ساقه فرعی، تعداد پانیکول در بوته، شاخص برداشت (در سطح احتمال ۱ درصد) و وزن هزار دانه (در سطح احتمال ۵ درصد) داشت و با افزایش شوری مقدار این پارامترها به‌صورت معنی‌دار کاهش یافت. افزایش شوری آب آبیاری از ۵ تا ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر باعث کاهش وزن زیست‌توده، عملکرد دانه و شاخص برداشت کینوا در کشت بهاره شد. با این وجود بین سطوح شوری ۵ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر از نظر عملکرد دانه، وزن زیست‌توده و شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، اما افزایش شوری بالاتر از ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر موجب کاهش شدید و معنی‌دار این صفات شد.

## منابع


1. FAO. 2011. Quinoa; an ancient crop to contribute to world food security. 63p.
2. Flowers, T.J., Galal, H.K., and Bromham, L. 2010. Evolution of halophytes: multiple origins of salt tolerance in land plants. Funct Plant Biol. 37: 7. 604-612.
3. Go´mez-Pando, L.R., lvarez-Castro, R.A., and Eguiluz-de Ia Barra, A. 2010. Effect of salt stress on Peruvian germplasm of *Chenopodium quinoa* Willd.: a promising crop. J Agro. Crop Sc. 196: 5. 391-396.
4. Hariadi, Y., Marandon, K., Tian, Y., Jacobsen, S.-E., and Shabala, S. 2010: Ionic and osmotic relations in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) plants grown at various salinity levels. J. Exp. Bot. 62: 1. 185-193.
5. Jacobsen, S.-E., Quispe, H., and Mujica, A. 2001. An alternative crop for saline soils in the Andes. In: Scientist and Farmer- Partners in Research for the 21st Century. CIP Program Report 1999–2000, pp. 403-408.
6. Jacobsen, S.-E., Mujica, A., and Jensen, C.R. 2003. The Resistance of Quinoa (*Chenopodium quinoa*Willd.) to Adverse Abiotic Factors. Food Rev. Int. 19: 1-2. 99-109.
7. Jacobsen, S.-E., Monteros, C., Christiansen, J.L., Bravo, L.A., Corcuera, L.J., and Mujica, A. 2005. Plant responses of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to frost at various phenological stages. Eur. J. Agron. 22: 2. 131-139.
8. Jacobsen, S.-E., Monteros, C., Corcuera, L.J., Bravo, L.A., Christiansen, J.L., and Mujica, A. 2007. Frost resistance mechanisms in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Eur. J. Agron. 26: 4. 471-475.
9. Jacobsen, S.-E., Liu, F., and Jensen, C.R. 2009. Does rootsourced ABA play a role for regulation of stomata under drought in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Sci Hortic. 122: 2. 281-287.
10. Jamali, S., Sharifan, H., Hezarjaribi, A., and Sepahvand, N.A. 2016. The effect of different levels of salinity on germination and growth indices of two




www.SID.ir

Archive of SID


cultivars of Quinoa. J. of Water and Soil Resourc Cons. 6: 1. 87-98. (In Persian)
11. Jamali, S., and Sharifan, H., 2018. Investigation the effect of different Salinity levels on Yield and Yield components of Quinoa (Cv. Titicaca) under different irrigation regimes. J. of Water and Soil Cons. 25: 2. 251-266. (In Persian)
12. Khan, M.A., and Abdullah, Z. 2003. Salinity-sodicity induced changes in reproductive physiology of rice (Oryza sativa) under dense soil conditions. Environ Exp Bot. 49: 2. 145-157.
13. Koca, Y.O., Ozmen, S., Kucuk, C., Oktem, N., Ozeroglu, A., and Okur, F.B. 2017. Effects of Different Salt Concentrations on Quinoa Seedling Quality. Int J Second Metab. 4: 3, Special Issue 1. 20-26.
14. Maleki, P., Bahrami, H.A., Saadat, S., Sharifi, F., Dehghany, F., and Salehi, M. 2018. Salinity threshold value of Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd.) at various growth stages and the appropriate irrigation method by saline water. Commu Soil Sci. Plan Anal. 49: 15. 1815-1825.
15. Munns, R. and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annu Rev. Plant Biol. 59: 1. 651-681
16. Murakeozy, E.P., Nagy, Z., Duhaze, C., Bouchereau, A., and Tuba, Z. 2003. Seasonal changes in the levels of compatible osmolytes in three halophytic species of inland saline vegetation in Hungary. J. Plant Physiol. 160: 4. 395-401.
17. Razzaghi, F., Ahmadi, S.H., Jacobsen, S.-E., Jensen, C.R., and Andersen, M.N. 2012. Effects of Salinity and Soil–Drying on Radiation Use Efficiency, Water Productivity and Yield of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). J Agron Crop Sci. 198: 3. 173-184.
18. Rosa, M., Hilal, M., JGonzalez, A., and Prado, F.E. 2009. Low-temperature effect on enzyme activities involved in sucrose–starch partitioning in salt-stressed and salt-acclimated cotyledons of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seedlings. Plant Physiol. Bioch. 47: 4. 300-307.
19. Ruffino, A.M.C., Rosa, M., Hilal, M., Gonzalez, J.A., and Prado, F.E. 2010. The role of cotyledon metabolism in the establishment of quinoa (*Chenopodium quinoa*) seedlings growing under salinity. Plant Soil. 326: 1-2. 213-224.
20. Talebnejad, R., and Sepaskhah, A.R. 2015. Effect of different saline groundwater depths and irrigation water salinities on yield and water use of quinoa in lysimeter. Agric Water Manag. 148: 177-188.
21. Vega-Gálvez, A., Miranda M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L., and Martínez E.A. 2010. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an ancient Andean grain: a review. J. Sci. Food Agric. 90: 15. 2541-2547.
22. Ventura, Y., Wuddineh, W.A., Myrzabayeva, M., Alikulov, Z., Khozin-Goldberg, I., Shpigel, M., Samocha, T.M., and Sagi, M. 2011. Effect of seawater concentration on the productivity and nutritional value of annual Salicornia and perennial Sarcocornia halophytes as leafy vegetable crops. Sci. Horti. 128: 3. 189-196.
23. Yazar, A., Incekaya, C., Sezen, S.M., and Jacobsen, S.E. 2015. Saline water irrigation of quinoa (*Chenopodium quinoa*) under Mediterranean conditions. Crop Pasture Sci. 66: 10. 993-1002. 2015.



www.SID.ir

Archive of SID





www.SID.ir