Arch

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و پنجم، شماره دوم، ۱۳۹۷
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2018.13721.2841

بررسی اثر سطوح مختلف شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کینوا (رقم *Titicaca*)

***صابر جمالی[۱] و حسین شریفان[۲]**

[۱]دانشجوی دکتری گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد،
[۲]دانشیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۹۶/۵/٤ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۳/۲۲

چکیده

سابقه و هدف: از آن‌جایی‌که یکی از اهداف مهم در کشاورزی پایدار با توجه به بحران منابع آبی، افزایش بهره‌وری مصرف آب می‌باشد بنابراین استفاده از تکنیک‌هایی جهت رسیدن به این مهم ضروری است. با توجه به کمبود آب‌های با کیفیت، استفاده از آب‌های نامتعارف (آب دریا) بیش از پیش مورد توجه است. یکی از تکنیک‌های استفاده از آب‌های شور (آب دریا) در آبیاری، اختلاط با آب شهری می‌باشد. هدف از انجام این پژوهش نیز بررسی اثر سطوح متفاوت شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کینوا (*Capsicum annum* L.) رقم *Titicaca* تحت شرایط گلخانه‌ای بود.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش از ۵ سطح اختلاط آب دریا و آب شهری، جهت بررسی اثر آن بر روی عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کینوا استفاده شد. این پژوهش بر پایه طرح کاملاً تصادفی و با ۳ تکرار در سال ۱۳۹۵ در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در شرایط گلخانه‌ای و در گلدان اجرا گردید. شهر گرگان با موقعیت جغرافیایی ۳٦ درجه و ۵۱ دقیقه طول شمالی و ٥٤ درجه و ١٦ دقیقه عرض شرقی در ارتفاع ۱۳/۳ متر از سطح دریا واقع است. بافت خاک مورد استفاده در این طرح سیلتی رسی بود. سطوح مختلف شوری مورد بررسی در این پژوهش شامل (صفر، ۱۵، ۳۰، ٤٥ و ٦٠ درصد اختلاط آب دریا و آب شهری) بود. دانه‌های گیاه کینوا در این پژوهش در عمق ۲/۵ سانتی‌متری کاشته شد و نیاز آبی گیاه نیز بر اساس تبخیر از سطح تشت کلاس A اندازه‌گیری شد. پس از گذشت ٦ ماه گیاهان برداشت شده و وزن خشک ریشه و بوته، وزن هزاردانه، عملکرد و ارتفاع بوته اندازه‌گیری گردید. قبل از شروع آزمایش خواص شیمیایی و فیزیکی آب و خاک مورد استفاده در آزمایشگاه مورد بررسی قرار گرفت. در انتها تحلیل آماری صفات مورد بررسی با استفاده از نرم‌افزار SAS (ver 9.0) انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که اثر شوری بر وزن خشک اندام هوایی، ارتفاع بوته، عملکرد و وزن هزاردانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بوده، ولی بر وزن خشک ریشه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. در این پژوهش نتایج نشان‌دهنده اثر منفی شوری بر همه صفات مورد بررسی بود. نتایج نشان داد که تیمار ۱۵ درصد اختلاط آب دریا و

* مسئول مکاتبه: saberjamali@mail.um.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

آب شهری در مقایسه با سایر رژیم‌های مورد بررسی پس از تیمار شاهد دارای بیش‌ترین میزان وزن خشک ریشه و بوته، وزن هزاردانه و عملکرد در واحد سطح بوده ولی در صفت ارتفاع بوته بیش‌ترین مقدار در تیمار ۱۵ درصد اختلاط آب دریا و آب شهری مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که افزایش شوری از صفر به ۱۵ درصد اختلاط آب دریا به‌ترتیب وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، عملکرد و وزن هزاردانه را به‌میزان ۹/۸، ۹/۹، ۲/۱ و ۲۳/٤ درصد کاهش داد. همچنین نتایج نشان داد که روش اختلاطی، تا حد زیادی اثرات منفی ناشی از استفاده از آب‌های شور به‌صورت خالص را کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: آب دریا، عملکرد، کینوا، وزن خشک اندام هوایی و ریشه، وزن هزاردانه

مقدمه

کمبود منابع آب شیرین در بسیاری از کشورها به‌صورت یک معضل جدی در آمده است، به‌طوری‌که این محدودیت توانسته بر توسعه این کشورها تأثیر گذارد. در ایران نیز کمبود منابع آب مهم‌ترین عامل محدودیت در توسعه کشاورزی است. میانگین بارندگی سالانه با ۲٤۲ میلی‌متر، حدود یک سوم متوسط بارندگی دنیاست، در حالی‌که تبخیر سالانه با ۲۱۰۰ میلی‌متر تقریباً سه برابر میانگین جهانی می‌باشد. بنابراین برنامه‌ریزی دقیق به‌منظور استفاده بهینه از منابع آب در بخش کشاورزی که حدود ۹۱ درصد منابع آب مصرفی کشور را به خود اختصاص داده، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از نظر اقلیمی بخش عمده‌ای از ایران جزو مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌شود. از ویژگی‌های این مناطق، کم و پراکنده بودن نزولات جوی و تبخیر زیاد می‌باشد که سبب تجمع املاح در لایه سطحی خاک می‌شود. شوری خاک‌های زراعی و آب آبیاری را می‌توان جزو عمده‌ترین و متداول‌ترین عوامل محدودکننده در اغلب نقاط جهان به‌ویژه ایران دانست (۱). محصولات رشدیافته در مناطق خشک و نیمه‌خشک اغلب در معرض عوامل نامطلوب محیطی مانند خشکی یا شوری هستند. کینوا گیاهی است که علاوه بر دانه آن، از برگ گیاهان جوان به‌عنوان سبزی تازه و یا به‌صورت پخته استفاده می‌شود (٤۲).

کینوا با نام علمی (*Chenopodium quinoa* Willd.)، یک گیاه دولپه‌ای با حدود ۹۳ درصد خودگشنی از کوه‌های آند کرانه غربی آمریکای لاتین (جنوبی) منشأ گرفته است (۳ و ۱۷). گیاهی یکساله بوده و به مادر دانه‌ها معروف است و جزو خانواده تاج‌خروسیان[1] و زیر خانواده اسفناجیان[2] بوده و شرایط رشد آن شبیه اسفناج می‌باشد. برگ‌های آن شبیه اسفناج است و گل‌های آن از سفید تا قرمز متغیر می‌باشد. بذرهای کوچک و به رنگ‌های متنوع از سفید تا تیره دارند. بذرها در گل‌آذین خوشه‌ای قرار دارند. این گیاه مانند گندم خود گرده‌افشان بوده و گاهی اوقات ۱۰ تا ۱۵ درصد دگرگرده‌افشانی از خود نشان می‌دهد. این گیاه دارای سیستم ریشه‌ای قوی بوده و نسبت به استرس خشکی مقاوم می‌باشد. طول دوره رشد این گیاه بین ۹۰ تا ۱۲۵ روز متغیر می‌باشد (۸، ۱۳ و ۱٦). این گیاه مقاومت زیادی در برابر طیف گسترده‌ای از تنش‌های غیرزنده مانند سرما، شوری و خشکی از خود نشان می‌دهد و همچنین به خوبی قابلیت رشد در خاک‌های حاشیه ای را دارد (۱۸).

پانوسیو و همکاران (۲۰۱٤) در پژوهشی به‌منظور بررسی اثر شوری حاصل از نمک‌های سدیم کلراید،

1- Amaranthaceae
2- Chenopodiaceae

www.SID.ir

Archive of SID

پتاسیم کلراید، منیزیم کلراید و آب دریا بر جوانه‌زنی بذر گیاه کینوا به این نتیجه رسیدند که افزایش شوری باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی شد (۳۲). از جمله تأثیرات شوری بر روی گیاه هالوفیت کینوا می‌توان به روند کاهشی درصد جوانه‌زنی بذر، رشد گیاه، عملکرد دانه، کیفیت دانه، تعداد کل دانه‌های کینوا، وزن تر و خشک دانه در اثر افزایش شوری اشاره کرد (۲۳). در یک پژوهش گلخانه‌ای روی گیاه کینوا رقم (cv. *Titicaca*, no 5206) در دانشگاه شیراز نتایج نشان داد حداکثر محصول دانه گزارش شده در پژوهش آن‌ها در لایسیمتر، ۳/۱۱ تن بر هکتار بود که به مقادیر محصول دانه در مناطق بومی کینوا نزدیک است. آن‌ها نشان دادند که کینوا در شوری آب ٤٠ دسی‌زیمنس بر متر نیز می‌تواند مراحل رشد فنولوژی خود را طی کرده و محصول دانه‌ای برابر با ۰/۳۵ تن بر هکتار تولید کند که از ویژگی‌های منحصر به فرد این گیاه است (٤٠). برخی از ارقام گیاه کینوا قادر به رشد در شرایط شوری آب دریا معادل ٤٠ دسی‌زیمنس بر متر یا بالاتر می‌باشند (۳۷). جاکوبسن و همکاران (۲۰۱۰) در آزمایشی به‌منظور بررسی اثر شوری بر روی گیاه کینوا رقم *Titicaca* در شرایط آب و هوایی اروپا به این نتیجه رسیدند که این رقم به خوبی با شرایط تنش شوری سازگار شده است (۱۹). القصیبی و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهش خود به‌منظور بررسی اثر آبیاری با آب شور بر رشد گیاه کینوا رقم *Chipaya* نشان دادند که بیش‌ترین میزان وزن هزاردانه مربوط به شوری ۱/۲۵ دسی‌زیمنس بر متر با ۳/٤۹ گرم و کم‌ترین میزان مربوط به شوری چهار دسی‌زیمنس بر متر بود. از طرفی بین شوری‌های ۸ و ١٦ دسی‌زیمنس بر متر مقادیر این پارامتر دارای اختلاف معنی‌داری نبود. از طرفی قطر ساقه، طول سنبله، وزن خشک دانه، وزن خشک اندام هوایی و سطح برگ با افزایش شوری کاهش معنی‌داری داشت (به‌جز شوری چهار دسی‌زیمنس بر متر). همچنین نتایج نشان داد که افزایش شوری منجر به افزایش کلروفیل و پتانسیل آب (به‌جز شوری ١٦ دسی‌زیمنس بر متر) گردید. همچنین افزایش شوری باعث کاهش تعداد برگ در بوته گردید (٤).

پانوسیو و همکاران (۲۰۱٤) به‌منظور بررسی اثر آبیاری با آب شور حاصل از اختلاط آب دریا و آب شهری بر جوانه‌زنی و عملکرد گیاه کینوا نشان دادند که افزایش شوری باعث کاهش طول ریشه، طول ساقه، مورفولوژی ریشه و وزن تر و خشک اندام هوایی گردید (۳۲). در پژوهشی دیگر نتایج نشان داد که گیاه کینوا در شرایط استفاده از آب دریا به‌عنوان آب آبیاری دوره رشد خود را به پایان رسانده و بذر نیز تولید می‌کند. از طرفی افزایش شوری باعث کاهش معنی‌دار عملکرد، تعداد دانه، وزن دانه و بیومس کل گردید (٢٤).

اغلب پژوهش‌ها در زمینه شوری مربوط به ترکیب نمک‌های سدیم کلراید و کلسیم کلراید می‌باشد و پژوهش‌های اندکی در زمینه تأثیرات آب دریا بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه در دسترس می‌باشد. گیاه کینوا به‌عنوان یک گیاه جدید بوده که در ایران پژوهش‌های زیادی بر روی آن گزارش نشده است، از این‌رو استفاده از گیاه کینوا در الگوی کشت گرگان و استفاده از آب دریای خزر به‌عنوان یک منبع آب نامتعارف می‌تواند از جمله گزینه‌های مهم پیش‌رو در آینده قلمداد شود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۵ در گلخانه تحقیقاتی گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان با طول جغرافیایی ٥٤ درجه و ١٦ دقیقه، عرض ٣٦ درجه و ٥١ دقیقه و ارتفاع ۱۳/۳ متر از سطح دریا اجرا گردید. آزمایش مذکور در قالب طرح

www.SID.ir

Archive of SID

کاملاً تصادفی و در سه تکرار بر پایه کشت گلدانی اجرا گردید (شکل ۱). با توجه به این‌که در استان گلستان همواره احتمال وقوع باران وجود دارد، بنابراین برای این‌که در اعمال تیمارهای آبی اختلالی ایجاد نشود، این پژوهش در گلخانه اجرا شد. تیمارهای آبیاری در چهار سطح شامل (صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درصد اختلاط با آب دریا) بوده و از مرحله چهار برگی شدن بوته‌ها اعمال شد. خصوصیات شیمیایی آب دریا و شهری در جدول ۱ ارائه شده است. مقادیر شوری تیمارهای مختلف آبیاری در جدول ۲ ارائه شده است.

چیدمان گلدان‌ها (Pots station)		
S_4W_12	S_2W_11	S_2W_13
S_3W_13	S_1W_22	S_1W_13
S_5W_11	S_3W_11	S_1W_12
S_5W_12	S_2W_12	S_5W_13
S_1W_11	S_4W_13	S_3W_12

شکل ۱- طرح شماتیک موقعیت تیمارها و گلدان‌ها.

Figure 1. Station and replication Treatment and pots.

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده.

Table 1. Selected chemical properties of used irrigation water.

کیفیت آب Water quality	ترکیبات شیمیایی (Chemical properties)									
	pH	$^{\#}EC_{25}$ (dS/m)	HCO_3 (meq/L)	SO_4 (meq/L)	Mg (meq/L)	Ca (meq/L)	K (meq/L)	Na (meq/L)	Cl (meq/L)	SAR
آب شاهد (Tap water)	7	0.5	7	0.7	2.8	4.4	0.48	0.27	1.0	0.14
آب دریا (Seawater)	8	25.4	31.5	25.4	61.71	25.2	8.21	237.9	221	36

$^{\#}EC_{25}$ هدایت الکتریکی آب در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد (EC25: water electrical conductivity at 25 C)

جدول ۲- مقادیر شوری آب آبیاری (dS/m).

Table 2. salinity levels of irrigation water (dS/m).

درصد ترکیب آب دریای خزر با آب شهری	۰ درصد 0 percent	۱۵ درصد 15 percent	۳۰ درصد 30 percent	۴۵ درصد 45 percent	۶۰ درصد 60 percent
شوری آب آبیاری (دسی‌زیمنس بر متر) Irrigation water salinity (dS/m)	0.5	4.3	8.0	11.8	15.5
سطح شوری Salinity levels	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5

www.SID.ir

Archive of SID

قبل از کاشت، نمونه مرکبی از خاک مزرعه با نسبت ۳۰ درصد خاک (که از قبل الک شده بود)، ۳۰ درصد کود گاوی پوسیده، ۲۰ درصد کود برگ و ۲۰ درصد پرلیت تهیه شده و جهت تجزیه‌های فیزیکوشیمیایی خاک به آزمایشگاه آبیاری و زهکشی انتقال داده شد. نمونه‌های خاک مزرعه بعد از خشک شدن از الک دو میلی‌متری عبور داده و برای تعیین توزیع اندازه ذرات خاک از روش هیدرومتری استفاده شد. قابلیت هدایت الکتریکی خاک در عصاره گل اشباع به‌وسیله هدایت‌سنج الکتریکی و اسیدیته خاک در گل اشباع با استفاده از pH متر، چگالی ظاهری خاک به روش استوانه‌ای، نیتروژن کود گاوی با استفاده از روش کجلدال، سدیم و پتاسیم با استفاده از روش فلیم‌فتومتری اندازه‌گیری شد. کود گاوی پس از خشک کردن در هوا و عبور از الک دو میلی‌متری، به‌منظور کاهش قابلیت هدایت الکتریکی و نیتروژن نیتراتی، آبشوئی شد. بدین‌منظور مقدار مشخصی کود گاوی توزین و ۱۰ برابر وزن آن آب مقطر اضافه گردید (نسبت آبشویی برابر یک به ۱۰ کود آلی به آب مقطر) و اجازه داده شد تا آب از پایین ظرف خارج شود. کودهای آبشوئی‌شده سپس در معرض هواخشک‌شده و فسفر به روش زرد وانادات و نیتروژن کل (کجلدال) موجود در آن مشابه روش انجام شده برای خاک اندازه‌گیری شدند. خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک در جدول ۳ و خصوصیات شیمیایی کود مورد استفاده در جدول ٤ ارائه شده است. با توجه به این‌که پژوهش مذکور بر پایه کشت گلدانی بوده در ابتدا ۱۵ گلدان به قطر ۲۰ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر که دارای زهکش انتهایی بودند تهیه گردید. پس از تهیه محیط کشت مرکب، آن را به گلدان‌های پلاستیکی انتقال داده و با ترازو وزن گلدان‌ها را بررسی کرده تا شرایط یکسان باشد، لازم به ذکر است که ابتدا در کف گلدان‌ها به‌صورت یکسان لایه‌ای از سنگ‌ریزه به‌عنوان فیلتر جهت بهبود زهکشی و تهویه قرار داده شد و پنج سانتی‌متر بالایی گلدان‌ها به‌منظور اعمال آبیاری خالی در نظر گرفته شد و بقیه حجم خالی گلدان‌ها از خاک مرکب پر شدند. به‌منظور از بین بردن شوری، محیط کشت گلدان‌ها را با آب شهری اشباع کرده و اجازه داده شد که آب از زهکش‌های آن خارج شود. در تاریخ ۱۱ آذر ۱۳۹٤، ۱۰ بذر گیاه جدید کینوا رقم *cv. Titicaca* که از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تهیه شدند در عمق ۲/۵ سانتی‌متری کشت شد، به‌طوری‌که پس از رسیدن به مرحله چهار برگچه‌ای تراکم بوته‌ها در هر گلدان به سه بوته تقلیل یافت. دور آبیاری در این طرح ثابت و بر اساس نیاز آبی گیاه یک هفته در میان در نظر گرفته شد و عمق آبیاری متغیر بود که با استفاده از تشت تبخیر کلاس A تعیین شد. تا مرحله استقرار گیاه، آبیاری تمام تیمارها به یک مقدار مشابه، با استفاده از آب شهری و بر اساس میزان تبخیر از سطح تشت کلاس A انجام شد و سپس اعمال تیمارها صورت پذیرفت. تبخیر به‌صورت روزانه از تشت تبخیر کلاس A دریافت می‌شد. تعیین نیاز آب شامل سه مرحله بود: تعیین تبخیر- تعرق گیاه مرجع (ET_0)، تعیمین ضریب گیاهی (Kc) (شکل ۲) و تعیین اثر شرایط محل و عملیات زراعی بر نیاز آبی گیاه. در این پژوهش از تشت تبخیر کلاس A و از روابط ۱ و ۲ برای تعیین میزان تبخیر- تعرق پتانسیل و واقعی استفاده شد.

$$ET_0 = K_p \times E_{pan} \qquad (۱)$$

که در آن، Kp ضریب تشت و Epan میزان تبخیر اندازه‌گیری از تشت (میلی‌متر) برای هر منطقه است که به تبخیر- تعرق گیاه مرجع و تبخیر- تعرق واقعی گیاه وابسته است. مقدار Kp به عوامل متعددی از

www.SID.ir

Archive of SID

جمله رطوبت نسبی هوا، سرعت باد و محیط اطراف تشت بستگی دارد.

$$ET_c = K_c \times ET_0 \qquad (۲)$$

که در آن، Kc ضریب گیاهی، ET_0 تبخیر- تعرق گیاه مرجع (میلی‌متر) و ET_c تبخیر- تعرق واقعی گیاه (میلی‌متر) است (۵). ضریب تشت محاسبه شده با توجه به موقعیت استقرار آن در محل (به‌طور میانگین ۰/۷) تعیین شد (٦). هم‌چنین براساس بررسی‌های انجام شده ضریب گیاهی برای کینوا تعیین (شکل ۲) و در محاسبه نیاز آبی مد نظر قرار گرفت (٤١).

وجین علف‌های هرز با دست و در طی چهار مرحله انجام شد. برای اندازه‌گیری وزن تر و خشک از ترازوی دیجیتالی دقیق استفاده شد. جهت اندازه‌گیری وزن خشک، اندام‌های تازه به‌مدت ٤٨ ساعت در آون با درجه حرارت ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شده و سپس توزین شدند. معیار برداشت در این طرح بر اساس فصل فیزیولوژیک گیاه کینوا بود و در تاریخ ٢٤ اردیبهشت ۱۳۹۵ گیاهان کف‌بری شده و به آزمایشگاه منتقل شد. صفات فیزیولوژیکی و زراعی برداشت شده برای تمامی گیاهان (سه بوته در هر گلدان) شامل وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، ارتفاع و عملکرد بود. در انتها اطلاعات جمع‌آوری‌شده با نرم‌افزار SAS (Ver. 9.0) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

جدول ۳- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش.

Table 3. Selected physical and chemical properties of used soils.

K	P	N	pH	EC	چگالی ظاهری (Bulk density)	رطوبت وزنی (درصد) θ_m (%)		بافت خاک Soil textur
میکروگرم در گرم خاک $\mu g\ g^{-1}$ of soil		٪		dSm^{-1}	$grcm^{-3}$	PWP	FC	
371	7.8	0.23	7.53	0.6	1.62	17	37	رس سیلتی Silty clay

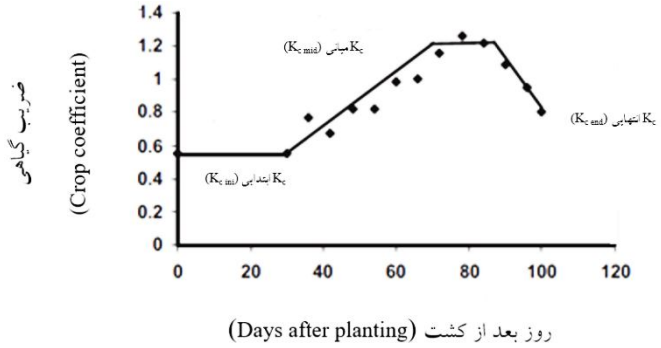
جدول ٤- خصوصیات شیمیایی کود گاوی مورد استفاده.

Table 4. Selected chemical properties of used manure.

ترکیبات شیمیایی (Chemical properties)			EC	pH	نوع کود Manure
K	P	N			
درصد (%)			(dS/m)		
1.98	0.48	2.09	3.08	8.05	کود گاوی (Cow manure)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- ضریب گیاهی K_c مربوط به گیاه کینوا رقم *Titicaca* در شرایط گلخانه‌ای (٤١).

Figure 2. K_c of Quinoa plant (CV Titicaca) in green house conditions.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر شوری بر وزن خشک اندام هوایی، ارتفاع بوته، عملکرد و وزن هزاردانه در سطح احتمال یک درصد دارای اختلاف معنی‌دار آماری بوده و وزن خشک ریشه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۵).

جدول ۵- تجزیه واریانس شاخص‌های عملکرد و اجزای عملکرد کینوا.

Table 5. Analysis of variance for yield and yield components of Quinoa.

منابع تغییرات Annova	درجه آزادی DF	میانگین مربعات (Mean Square)				
		عملکرد (گرم در مترمربع) Yield (gm^{-2})	وزن هزاردانه (گرم) Thousand kernel weights (g)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	وزن خشک اندام هوایی (گرم) Shoot dry weight (g)	وزن خشک ریشه (گرم) Root dry weight (g)
شوری (Salinity)	4	114165.92**	2.93**	176.19**	292.52**	22.93*
خطا (Error)	13	909.51	0.004	8.28	44.52	3.48
ضریب تغییرات (CV)	-----	9.78	0.004	3.66	16.79	18.69

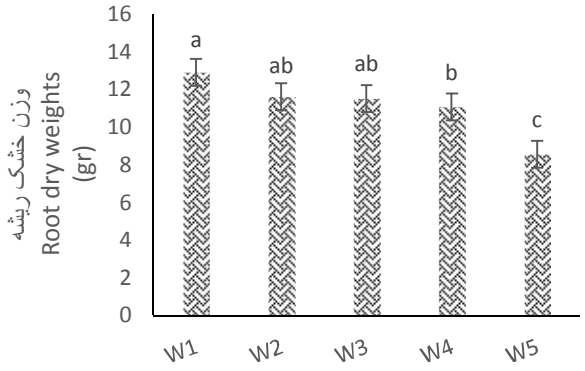
** معنی‌داری در سطح ۱ درصد (Significant at P<0.01)، * معنی‌داری در سطح ۵ درصد (Significant at P<0.05)، ns غیرمعنی‌دار (none significant)

وزن خشک ریشه: مطابق شکل ۳ بیش‌ترین میزان وزن خشک ریشه مربوط به تیمار آب شهری با ۱۲/۸۹ گرم و کم‌ترین مقدار با ۸/٥٤ گرم در تیمار آب دریا با اختلاط ٦٠ درصد مشاهده شد. لازم به ذکر است که بین تیمارهای آب شهری و اختلاط ۱۵ و ۳۰ درصدی آب دریا در سطح احتمال ۵ درصد اختلافی وجود نداشت، همچنین بین تیمارهای ۱۵، ۳۰ و ٤٥ درصد اختلاط آب دریا و آب شهری از نظر آماری اختلافی در سطح احتمال ۵ درصد وجود نداشت. نتایج این پژوهش با نتایج دانشور و کیانی (۲۰۰۵) بر روی سنجد مطابقت داشت (۱۱). ذخیره انرژی متابولیکی ممکن است اساس کاهش رشد گیاه

www.SID.ir

Archive of SID

در شرایط تنش شوری باشد. یکی از شاخص‌های مؤثر در تحمل به شوری گیاهان، تنظیم اسمزی سلول و حفظ آماس سلولی است که با ساخت مواد آلی مانند بتائین، گلایسین، پرولین، سوربیتول و مانیتولل انجام می‌شود. در این شرایط انرژی لازم برای تنظیم یونی و اسمزی بیش‌تر شده و انرژی رشد کاهش می‌یابد (۹). از طرفی ریشه وظیفه جذب مواد غذایی و آب را بر عهده دارد و تنش شوری عمدتاً از ناحیه ریشه به گیاه وارد می‌شود. بنابراین ریشه اولین اندامی است که با تنش شوری مواجه است و با توجه به تنظیم اسمزی و مکانیزم‌های اجتنابی که در جهت کاهش اثر شوری انجام می‌دهد (۱۰)، مقدار زیادی از انرژی که از اندام‌های هوایی جهت رشد دریافت می‌کند، صرف مقابله با تنش شوری می‌نماید. این عمل باعث کاهش کارآیی ریشه در جذب عناصر غذایی و آب نسبت به سایر اندام‌ها می‌شود و مجموع این عوامل ممکن است کاهش وزن ریشه را به‌دنبال داشته باشد.



شکل ۳- تأثیر سطوح مختلف شوری آب بر وزن خشک ریشه.

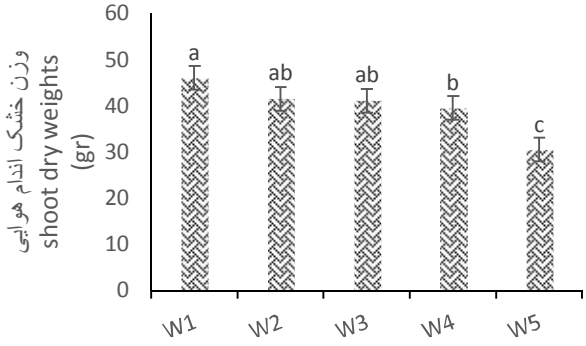
Figure 3. Effect of different salinity levels on root dry weights.

وزن خشک اندام هوایی: مطابق شکل ٤ بیش‌ترین میزان وزن خشک اندام هوایی مربوط به تیمار آب شهری با ٤٦/٠٥ گرم و کم‌ترین مقدار با ۳۰/۵۱ گرم در شوری حاصل از اختلاط ٦٠ درصد آب دریای خزر با آب شهری مشاهده شد. لازم به ذکر است که بین تیمارهای آب شهری و ۱۵ و ۳۰ درصد اختلاط آب دریا و بین تیمارهای ۱۵، ۳۰ و ٤٥ درصد اختلاط آب دریا و آب شهری از نظر آماری اختلافی در سطح احتمال ۵ درصد وجود نداشت. از طرفی افزایش شوری به‌میزان ۱۵، ۳۰، ٤٥ و ٦٠ درصد اختلاط آب دریا به‌ترتیب منجر به کاهش ۹/۹، ۱۰/۸، ۱٤/۱ و ۳۳/۷ درصدی وزن خشک اندام هوایی شد. عبید و همکاران (۲۰۰۱) بیان کردند که شوری باعث کاهش میزان رشد نسبی در گیاه ذرت و به تبع آن کاهش ماده خشک کل گیاه گردیده است (۲). در پژوهشی دیگر دانشور و کیانی (۲۰۰۵) نشان دادند که افزایش تنش شوری باعث کاهش وزن خشک ریشه و برگ گیاه سنجد شده ولی بر روی وزن خشک ساقه تأثیری نداشت (۱۱). کاهش عملکرد زیستی در اثر شوری در ارقام مختلف گیاهی متفاوت بوده و ارقام مقاوم نسبت به ارقام حساس، از کاهش وزن کم‌تری برخوردار هستند (۲۱). نباتی و همکاران (۲۰۱٤) در پژوهش خود بیان نمودند که با افزایش تنش شوری ارتفاع بوته، وزن تر و خشک اندام هوایی کاهش می‌یابد و

www.SID.ir

Archive of SID

(۲۹)، به‌طوری‌که نتایج این پژوهش با نتایج ایشان مطابقت داشت. کاهش وزن خشک اندام هوایی تحت شرایط شوری را می‌توان ناشی از اثرات مضر شوری (اختلالات تغذیه‌ای و سمیت یونی) بر رشد اندام‌های هوایی دانست (۱۵). با قرار گرفتن گیاه در محیط شور، سرعت رشد برگ‌های در حال توسعه کاهش یافته، ظهور برگ‌های جدید آهسته‌تر و در صورت ادامه تنش متوقف شده و هدایت روزنه‌ای، تعرق و فتوسنتز برگ‌ها کاهش یافته، پنجه‌ها، شاخه‌ها و شاخساره‌های کم‌تری تشکیل می‌شود. قرار گیری طولانی‌مدت در معرض شوری و هم‌زمانی آن با افزایش درجه حرارت در طول دوره رشد گیاه سبب افزایش تجمع شوری در برگ و به دنبال آن تسریع پیری برگ در واریته‌های حساس می‌شود (۲۱). در این شرایط سطح برگ گیاه نیز به مقدار زیادی کاهش یافته که سبب کاهش توان فتوسنتزی گیاه می‌شود و در نتیجه میزان ماده خشک اندام‌های گیاه کاهش می‌یابد (۲۷). از طرفی با گذشت زمان، کاهش حجیم شدن سلول و نیز کندی تقسیم سلولی برگ مشاهده شده و اندازه نهایی آن کوچک می‌شود. با ادامه یافتن تنش شوری، غلظت یون‌ها در برگ‌های مسن به حد سمیت رسیده، بنابراین آن‌ها زودتر می‌میرند (۲۸). همچنین در شرایط تنش شوری، گیاه به‌منظور حفظ فعالیت‌های متابولیکی خود نیازمند تولید حفاظت‌کننده‌های اسمزی و نیز تنظیم اسمزی به‌منظور حفاظت پروتئین‌های غشای سلولی و نیز حفاظت آنزیم‌ها از تخریب می‌باشد و باید برای تعادل فشار اسمزی، یون‌ها در واکوئل‌ها، سیتوسول و دیگر اندامک‌ها انباشته شوند (۲۰ و ۲۱).



شکل ٤- تأثیر سطوح مختلف شوری آب بر وزن خشک اندام هوایی.

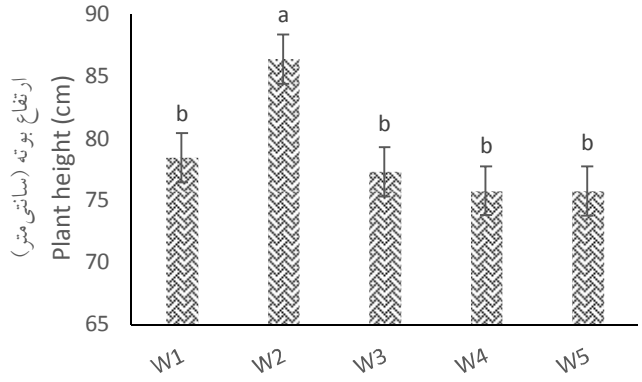
Figure 4. Effect of different salinity levels on shoot dry weights.

ارتفاع بوته: مطابق شکل ۵ بیش‌ترین میزان ارتفاع بوته مربوط به تیمار شوری حاصل از اختلاط ۱۵ درصد آب دریای خزر با آب شهری با ۸٦/۳۷ سانتی‌متر بود و کم‌ترین مقدار با ۷۵/۷٤ سانتی‌متر در تیمار شوری حاصل از اختلاط ٦۰ درصد آب دریای خزر با آب شهری مشاهده شد. لازم به ذکر است که بین تیمارهای ۳۰، ٤۵ و ٦۰ درصد اختلاط آب دریا و آب شهری با تیمار آب شهری از نظر آماری اختلافی در سطح احتمال ۵ درصد وجود نداشت. دوازده امامی و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر شوری آب آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی زنیان (*Carum copticum* L.) را مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که شوری موجب کاهش ارتفاع گیاه، عملکرد اسانس بذر و عملکرد اسانس اندام هوایی، عملکرد بذر و عملکرد بیولوژیک گردید (۱۲). همچنین، طی بررسی دیگری مشاهده شد افزایش سطح شوری آب آبیاری موجب

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش ارتفاع بوته، تعداد و طول شاخه‌های جانبی، قطر ساقه، فواصل میانگره‌ها، تعداد و سطح برگ، عملکرد پیکر رویشی تر و خشک و میزان اسانس در گیاه دارویی آگاستاکه (*Agastache foeniculum kuntz*) گردید (۲۵). صالحی و همکاران (۲۰۰۹) با کاربرد سطوح مختلف شوری ۱/۵ تا ۳۵ دسی‌زیمنس بر متر گزارش کردند که افزایش شوری تا ۲۸ دسی‌زیمنس بر متر کاهش قابل‌ملاحظه‌ای در ارتفاع کوشیا ایجاد نمی‌کند، به‌طوری‌که نتایج این پژوهش با نتایج ایشان مطابقت نداشت (۳٦). تنش شوری از راه تأثیر بر چند مکانیسم مهم گیاه مانند فتوسنتز، تنظیم فشار اسمزی و فعالیت آنزیم‌ها، رشد گیاه را کاهش می‌دهد (۷). تنش شوری همانند بسیاری از تنش‌های غیرزیستی دیگر، رشد گیاه را محدود می‌کند. توقف رشد طولی ساقه و ریشه و کاهش ماده‌سازی از علایم معمول تنش اکسیداتیو می‌باشد (۳٤). ذخیره انرژی متابولیکی ممکن است اساس کاهش رشد در شرایط شوری باشد. در این شرایط انرژی لازم برای تنظیم یونی و اسمزی زیادتر شده و انرژی رشد کاهش می‌یابد (۲۲). کاهش رشد یک نوع سازگاری برای زنده ماندن گیاه در شرایط تنش است (٤٤). بنابراین بر اساس نتایج به‌دست آمده می‌توان به این نتیجه رسید که صدمه اسمزی، سمیت یون‌ها و تغییر در تعادل مواد غذایی قابل دسترس از جمله عوامل دخیل در کاهش ارتفاع در محیط شور هستند. از دیگر دلایل کاهش ارتفاع گیاه در اثر شوری به خشکی فیزیولوژیکی در محیط ریشه و رقابت بین یون‌های کلر، سولفات و نیترات اشاره شده است (٤۳). تنش شوری در مراحل ابتدایی باعث ایجاد تنش اسمزی می‌شود که موجب کاهش محتوای آب سلول‌ها گشته و طویل شدن آن‌ها را با مشکل رو به رو می‌کند و حتی پس از ایجاد تعادل اسمزی و آماس مجدد سلول‌ها، گسترش و طویل شدن آن‌ها به کندی صورت می‌گیرد (۲۸).



شکل ۵- تأثیر سطوح مختلف شوری آب بر ارتفاع بوته.

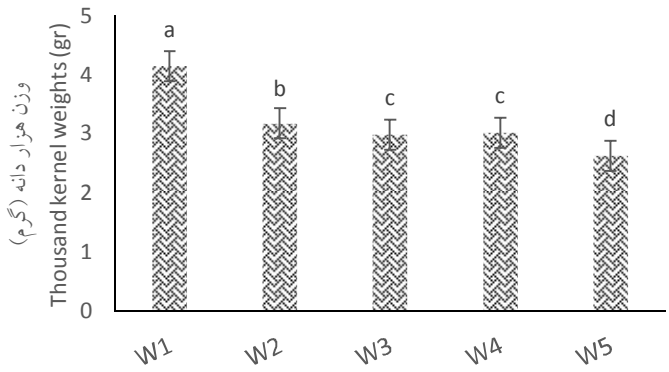
Figure 5. Effect of different salinity levels on plant height.

وزن هزاردانه: مطابق شکل ٦ بیش‌ترین وزن هزاردانه مربوط به تیمار آب شهری با ٤/١٤ گرم و کم‌ترین مقدار با ۲/٦١ گرم در تیمار شوری حاصل از اختلاط ٦۰ درصد آب دریای خزر با آب شهری مشاهده شد، از طرفی بین تیمارهای ۳۰ و ٤٥ درصد اختلاط آب دریا اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. از طرفی افزایش شوری به‌میزان ۱۵، ۳۰، ٤٥ و ٦۰ درصد اختلاط آب دریا به‌ترتیب منجر به کاهش ۲٤/۷،

www.SID.ir

Archive of SID

۲۸/۰، ۲۷/۳ و ۳٦/۷ درصدی وزن هزاردانه شد. کاهش وزن هزاردانه در اثر شوری در کلزا توسط زمانی و همکاران (۲۰۱۰) و در جو توسط تدین و امام (۲۰۰۷) و نصیر (۲۰۰۱) گزارش گردیده است (۳۱، ۳۹ و ٤۳). ماس و گریو (۱۹۹۰) گزارش کردند که شوری اجزای عملکرد را بسته به این‌که تنش در چه زمانی بر گیاه وارد شده باشد، تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (۲٦). پوستینی (۲۰۰۲) همبستگی معنی‌دار مشاهده شده بین وزن دانه و طول دوره پر شدن دانه را در شرایط شور، بیانگر نقش مؤثر دوام این دوره در تحمل به شوری دانست (۳۳). نبی‌زاده مرودوست و همکاران (۲۰۰۳) علت دیگر کاهش وزن دانه را تغییر در مسیر مواد فتوسنتزی و مواد پرورده جهت مقابله با اثرات تنش شوری بیان کردند (۳۰). همچنین شهیدی و همکاران (۲۰۱۰) بیان داشتند که تأثیر تنش شوری بر وزن هزاردانه، به زمان اعمال تنش و غلظت نمک در محیط رشد بستگی دارد، تیمارهایی که در فاز رویشی تحت تنش قرار گرفته بودند در مقایسه با تیمارهایی که در فاز زایشی و در کل فصل رشد تحت تنش قرار گرفته بودند کم‌ترین خسارت را از نظر وزن هزاردانه دیدند (۳۸). شوری سقط گل‌ها را در گیاه افزایش داده و رقابت بین دانه‌ها و سایر اندام‌های گیاه را تشدید می‌کند، از طرفی فراهمی مواد فتوسنتزی برای پر شدن دانه را محدود کرده و در نهایت تعداد دانه در هر سنبله را کاهش می‌دهد (۱٤). از طرفی کاهش تعداد دانه در گیاه را شاید بتوان به اثر سمیت تجمع نمک در شرایط شوری در مرحله پر شدن دانه‌ها مرتبط دانست. از طرفی به‌نظر می‌رسد که در شرایط شور، جذب مواد غذایی مختل شده و بنابراین کمبود مواد غذایی ممکن است باعث عدم تکامل و توسعه دانه‌ها گردد (۳۰).



شکل ٦- تأثیر سطوح مختلف شوری آب بر وزن هزاردانه.

Figure 6. Effect of different salinity levels on thousand kernel weights.

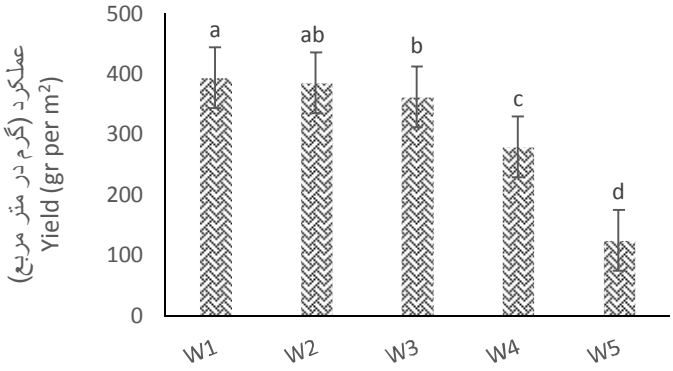
همچنین بیان شده که در شرایط شوری ممکن است الگوی تخصیص مواد فتوسنتزی به‌سمت فعال کردن مکانیزم‌های تحمل به شوری تغییر کند و بنابراین تفاوت در این صفت را می‌توان با نوع واکنش اکوتیپ‌ها در زمان و تخصیص مواد به اندام‌های مختلف گیاه تحت شرایط تنش مرتبط دانست (۳۵).

عملکرد در واحد سطح: مطابق شکل ۷ بیش‌ترین عملکرد در واحد سطح مربوط به تیمار آب شهری با ۳۹۳/۰۸ گرم در مترمربع و کم‌ترین مقدار با ۱۲۳/۷۷ گرم در مترمربع در تیمار شوری حاصل از اختلاط ٦۰ درصد آب دریای خزر با آب شهری مشاهده شد، از طرفی بین تیمارهای آب شهری و ۱۵ درصد اختلاط

www.SID.ir

Archive of SID

آب دریا و بین تیمارهای ۱۵ و ۳۰ درصد اختلاط آب دریا تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده نشد. از طرفی افزایش شوری به‌میزان ۱۵، ۳۰، ٤٥ و ٦٠ درصد اختلاط آب دریا به‌ترتیب منجر به کاهش ۲/۲، ۸/۱، ۲۹/۱ و ٦٨/٥ درصدی عملکرد شد. علت این امر می‌تواند کاهش در وزن هزاردانه و عملکرد دانه و سنبله که از جمله عوامل مؤثر بر روی عملکرد در واحد سطح است، باشد.



شکل ۷- تأثیر سطوح مختلف شوری آب بر عملکرد در واحد سطح.

Figure 7. Effect of different salinity levels on Yield.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد افزایش شوری آب آبیاری تا ۳۰ درصد اختلاط آب دریا و آب شهری بر اجزای عملکرد (ارتفاع بوته، وزن خشک ریشه و اندام‌های هوایی) تأثیر معنی‌دار آماری نداشت، به‌عبارت دیگر به‌جای آب شهری می‌توان از آب شور حاصل از اختلاط ۳۰ درصدی آب دریا و آب شهری استفاده کرد. از طرفی وزن هزاردانه و عملکرد در اثر افزایش شوری به‌میزان ۱۵، ۳۰، ٤٥ و ٦٠ درصد اختلاط آب دریا به‌ترتیب منجر به کاهش ۲٤/۷، ۲۸/۰، ۲۷/۳ و ۳٦/۷ درصدی وزن هزاردانه و ۲/۲، ۸/۱، ۲۹/۱ و ٦٨/٥ درصدی عملکرد شد که به‌دلیل مختل شدن جذب مواد غذایی بوده و بنابراین کمبود مواد غذایی باعث عدم تکامل و توسعه دانه گردیده است. از طرفی با توجه به کمبود منابع آب شیرین و توجه به نتایج این پژوهش که نشان داد عملکرد تیمار حاصل از اختلاط ۳۰ درصدی آب دریا نسبت به عملکرد تیمار آب شهری در حد رضایت‌بخش بود، می‌توان از این تیمار جهت آبیاری استفاده نمود.

منابع

1.Abedi, M.J., Nairizi, S., Ebrahimi Birang, N., Maherani, M., Khaledi, H., Mehrdadi, N., and Cheraghi, A.M. 2002. Saline Water Utilization in Sustainable Agriculture. Iranian National Committee on Irrigation and Drainage. 224p. (In Persian)

2.Abid, M., Qayyum, A., Dastai, A.A., and Abdul Wajid, R. 2001. Effect of Salinity and SAR of Irrigation water on yield, Physiological growth parameters of Maiz (*Zea mayes* L.) and Preperties of the soil. J. Res. (Science), Bahaudin Zakariya University, Multan Pakistan. 12: 1. 26-330.

3.Adolf, V.I., Shabala, S., Andersen, M.N., Razzaghi, F., and Jacobsen, S.E. 2012. Varietal differences of quinoa's tolerance to saline conditions. Plant and Soil, 357: 1-2. 117-129.

www.SID.ir

Archive of SID

4.Algosaibi, A.M., El-Garawany, M.M., Badran, A.E., and Almadini, A.M. 2015. Effect of Irrigation Water Salinity on the Growth of Quinoa Plant Seedlings. J. Agric. Sci. 7: 8. 205.
5.Alizadeh, A. 2014. Soil, Water and Plant Relationship. Sajad university of technology. 876p. (In Persian)
6.Allen, L.H.Jr. 1991. Effect of increasing carbon dioxide levels and climate change on plant growth, evaportanspiration and water resources in the West Under Conditions of Climatic Uncertainty. 14-16 Nov. 1990., Scottsdale, AZ. National Research Council, National Academy Press, Washington DC. Pp: 101-147.
7.Ashraf, M. 2001. Relation between growth and gas exchange characteristics in some salttolerance amphidiploid Brassica species in relation to their diploid parents. Environmental and Experimental Botany. 45: 155-163.
8.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.
9.Blokhina O., Virolainen E., and Fagestedt. K.V. 2003. antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: A review. Annuals of Botany, 91: 179-194.
10.Blum, A. 1988. Plant breeding for stress environments. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, USA. 233p.
11.Daneshvar, H.A., and Kiani, B. 2005. Effect of Salinity on some local cultivars of Russian olive (*Elaeagnus angustifolia*) in Isfahan province. 65: 76-83. (In Persian)
12.Davazdahemami, S., Sefidkon, F., Jahansooz, M.R., and Mazaheri, D. 2010. Evaluation of water salinity effects on yield and essential oil content and composition of *Carum copticum* L. Iran. J. Med. Arom. Plant. 25: 4. 504-512. (In Persian)
13.Dixit, A.A., Azar, K.M., Gardner, C.D. et al. 2011. Incorporation of whole, ancient grains into a modern Asian Indian diet to reduce the burden of chronic disease. Nutr Rev. Aug. 69: 8. 479-88.
14.Francois, L.E., Grieve, E.V., Mass, E.V., and Leseh, S.M. 1994. Time of salt stress affects growth and yield components of irrigated wheat. Agron. J. 86: 100-107.
15.Guo, F., and Tang, Z.C. 1999. Reduced Na^+ and K^+ permeability of K^+ channel in plasma membrane isolated from roots of salt tolerant mutant of wheat. Chinese Science Bulletin, 44: 9. 816-821.
16.Hirose, Y., Fujita, T., Ishii, T., et al. 2010. Antioxidative properties and flavonoid composition of Chenopodium quinoa seeds cultivated in Japan. Food Chemistry, Volume 119, Issue 4, 15 April 2010, Pp: 1300-1306.
17.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: 131-139.
18.Jacobsen, S.E., Liu, F., and Jensen, C.R. 2009. Does root-sourced ABA play a role for regulation of stomata under drought in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Scientia Horticulturae, 122: 2. 281-287.
19.Jacobsen, S.E., Christiansen, J.L., and Rasmussen, J. 2010. Weed harrowing and inter-row hoeing in organic grown quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Outlook on Agriculture, 39: 3. 223-227.
20.Kafi, M., Borzoee, A., Salehi, M., Kamandi, A., Masoumi, A., and Nabati, J. 2014. Physiology of Environmental stresses in plants. iranian academic center for education culture and research of mashhad. (In Persian)
21.Kafi, M., Salehi, M., and Eshghizadeh, H.R. 2011. Biosaline Agriculture- plant, water and soil management Approaches. iranian academic center for education culture and research of mashhad. (In Persian)
22.Kerepesi, H., and Galiba, G. 2000. Osmotic and salt stress induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedling. Crop Science. 40: 482-487.

www.SID.ir

Archive of SID

23.Koyro, H.W., and Eisa, S.S. 2008. Effect of salinity on composition, viability and germination of seeds of Chenopodium quinoa Willd. Plant and Soil. 302: 1-2. 79-90.
24.Koyro, H.W., Lieth, H., and Eisa, S.S. 2008. Salt tolerance of chenopodium quinoa willd., grains of the Andes: Influence of salinity on biomass production, yield, composition of reziaves in the seeds, water and solute relations. Tasks for Vegetation Sciences. 43: 133-145.
25.Khorsandi, O., Hassani, A., Sefidkon, F., Shirzad, H., and Khorsand, A. 2010. Effect of salinity (NaCl) on growth, yield, essential oil content and composition of Agastache foeniculum Kuntz. Iran. J. Med. Arom. Plant. 26: 3. 438-451. (In Persian)
26.Mass, E.V., and Griev, C.M. 1990. Spike and leaf development in salt stress of wheat. Crop Sci. 30: 1309-1313.
27.Munns, R. 1993. Physiological processes limiting plant growth in saline soil: some dogmas and hypotheses. Plant Cell Environment, 16: 15-24.
28.Munns, R., and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology. 59: 651-681.
29.Nabati, J., Kafi, M., Nezami, A., Rezvani Moghaddam, P., Masoumi, A., and Zare Mehrgerdi, M. 2014. Evaluation of Quantitative and Qualitative Characteristic of Forage Kochia (*Kochia scoparia*) in Different Salinity Levels and Time. Iran. J. Field Crop Res. 12: 4. 613-620.
30.Nabizadeh Marvdust, M.R., Kafi, M., Rashed, M.H., and Hasel, M. 2003. Effect of salinity on growth, yield, collection of minerals and percentage of green cumin essence. J. Iran Arable Stud. 1: 1. 53-59.
31.Naseer, Sh. 2001. Response of barley (*Hordeum vulgare* L.) at various growth stages to salt stress. J. Biol. Sci. 1: 5. 259-326.
32.Panuccio, M.R., Jacobsen, S.E., Akhtar, S.S., and Muscolo, A. 2014. Effect of saline water on seed germination and early seedling growth of the halophyte quinoa. AoB Plants, 6, p. plu047.
33.Poustini, K. 2002. An Evaluation of 30 Wheat Cultivars Regarding the response to salinity stress. Iran. Agric. Sci. 33: 1. 57-64. (In Persian)
34.Ruley, A.T., Sharma, N.C., and Sahi, S.V. 2004. Antioxidant defense in a lead accumulation plant, Sensbania drummondii. Plant Physiology and Biochemical. 42: 899-906.
35.Sabet Teimouri, M., Khazaie, H.R., Nassiri Mahallati, M., and Nezami, A. 2010. Effect of salinity on seed yield and yield components of individual plants, morphological characteristics and leaf chlorophyll content of sesame (*Sesamum indicum* L.). Environmental stresses in crop science. 2: 2. 119-130. (In Persian)
36.Salehi, M., Kafi, M., and Kiani, A. 2009. Growth analysis of kochia (*Kochia scoparia* (L.) schrad) irrigated with saline water in summer cropping. Pak. J. Bot. 41: 1861-1870.
37.Shabala, S., Hariadi, Y., and Jacobsen, S.E. 2013. Genotypic difference in salinity tolerance in quinoa is determined by differential control of xylem Na^+ loading and stomatal density. J. Plant Physiol. 170: 10. 906-914.
38.Shahidi, R., Kamkar, B., Latifi, N., and Galeshi, S. 2010. Effect of different salinity levels and exposure times on individual's seed yield and yield components of hull-less barley (*Hordeum vulgare* L.). crop production. 3: 2. 49-63. (In Persian)
39.Tadayon, M.R., and Emam, Y. 2007. Physiological and Morphological Responses of Two Barley Cultivars to Salinity Stress in Relation to Grain Yield. J. Water Soil Sci. 11: 1. 253-263. (In Persian)
40.Talebnejad, R., and Sepaskhah, A.R. 2015a. Effect of different saline groundwater depths and irrigation water salinities on yield and water use of quinoa in lysimeter. Agric. Water. Manage. 148: 177-188.
41.Talebnejad, R., and Sepaskhah, A.R. 2015b. Effect of deficit irrigation and different saline groundwater depths on yield and water productivity of quinoa.Agricultural Water Management, 159: 225-238.

www.SID.ir

Archive of SID

42. Weisani, W., Sohrabi, Y., Heidarit, G., Siosemardeh, A., and Ghassemi, K. 2011. Physiological responses of soybean (*Glycine max* L.) to zinc application under salinity stress. Austr. J. Crop Sci. 5: 1441.
43. Zamani, S., Nezami, M.T., Habibi, D., and Baybordi, A. 2010. Study of yield and yield components of winter Rapeseed under salt stress conditions. Crop Production Research. 1: 2. 109-121. (In Persian)
44. Zhu, J.K. 2001. Plant salt tolerance. Trends in Plant Science. 6: 2. 66-71.

www.SID.ir

Archive of SID

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 25(2), 2018
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2018.13721.2841

Investigation the effect of different Salinity levels on Yield and Yield components of Quinoa (Cv. *Titicaca*)

***S. Jamali[1] and H. Sharifan[2]**

[1]Ph.D. Student, Dept. of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, [2]Associate Prof., Dept. of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Received: 07.26.2017; Accepted: 06.12.2018

Abstract

Background and Objectives: Since the agriculture field is the main water consumer, using the approaches to increase water use efficiency is necessary. Due to the limited freshwater, farmers have to use exotic water, such as seawater. One of the management methods is the mixture use of freshwater and seawater. The goal of this study was to investigate the effect of different salinity levels on yield and yield components of Quinoa (Cv. *Titicaca*) in greenhouse condition.

Materials and Methods: In this study, the effect of five mixing use of seawater and freshwater evaluated on yield and yield components of Quinoa (CV. *Titicaca*). The research was done based on completely randomized design including 3 replications as pot planting in Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources during 2016. Research Station is located in north of Iran at 36° 51' N latitude and 54° 16' E longitude at the south-east corner of Caspian Sea and its height from sea level is 13.3 meters. Soil texture is silty clay. In this study, five irrigation regimes included (0, 15, 30, 45 and 60 percent mixture of sea and tap water). The seeds of Quinoa were planted at a depth of 2.5 centimeter in soil of each pot and were irrigated with tap water. Plants harvested after 6 months, shoot and root dry weight, plant height, yield and thousand kernel weights were measured. Physical and chemical properties of irrigation water and of soil were determined before experiment. The obtained data analyzed using statistical software of SAS (Ver. 9.0) and the means were compared using LSD test at 5% percent levels.

Results: The results showed that effect of different salinity levels on shoot dry weight, plant height, yield and thousand kernel weights was significant at 1 percent level ($P<0.01$), but on root dry weight was significant at 5 percent level ($P<0.05$). In this study, all of these parameters decreased significantly with increasing water salinity. The result showed that the irrigation regime of 15 percent mixture of seawater and tap water compared to other regimes had the highest root and shoot dry weights, yield and thousand kernel weights after control treatment. While, the 15 percent mixture of seawater and tap water irrigation regime had the highest plant height.

Conclusion: The results indicated that increasing of salinity levels from 0 to 15 percent mixture of sea and tap water resulted in redaction of shoot and root dry weight, yield and thousand kernel weights to 9.8, 9.9, 2.2 and 23.4 percent, respectively. The results showed that this kind of saline and fresh water mixture, in any way, has a high efficiency in reducing salt stress on plant.

Keywords: Quinoa, Seawater, Shoot and root dry weight, Thousand kernel weights, Yield

* Corresponding Author; Email: saberjamali@mail.um.ac.ir

www.SID.ir