

مقاله علمی-پژوهشی

بررسی اثر رژیم‌های مختلف آب‌شور بر خواص مورفولوژیکی و رشدی کینوا

صابر جمالی^۱ و حسین انصاری^{۲*}

چکیده

به‌منظور بررسی اثر آبیاری با روش تلفیق آب‌شور و آب شهری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کینوا آزمایشی در قالب طرح کامل تصادفی با ۵ تیمار (آب شهری، آب‌شور، اختلاط ۵۰:۵۰ آب‌شور با آب شهری، آبیاری یک‌درمیان با آب‌شور و آب شهری، آبیاری زیرسطحی آب‌شور) تحت شرایط گلخانه‌ای در دانشگاه فردوسی مشهد با سه تکرار در زمستان سال ۱۳۹۶ اجرا شد. دانه‌های گیاه کینوا در این تحقیق در عمق ۲/۵ سانتی‌متری کاشته شد. پس از گذشت ۷۰ روز گیاهان برداشت‌شده و وزن تر و خشک بوته، تعداد برگ، ارتفاع بوته، شاخص سبزیگی، سطح برگ، تعداد شاخه فرعی، وزن خشک اندام هوایی، قطر ساقه و بهره‌وری مصرف آب اندازه‌گیری گردید. در انتها تحلیل آماری صفات موردبررسی با استفاده از نرم‌افزار SAS (ver 9.4) انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام شد. نتایج نشان داد که رژیم‌های مختلف آبیاری بر تعداد برگ، وزن تر اندام هوایی، ارتفاع بوته، شاخص سبزیگی و سطح برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بوده ولی بر تعداد شاخه فرعی، وزن خشک اندام هوایی، قطر ساقه و بهره‌وری مصرف آب در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. آبیاری با آب‌شور منجر به کاهش کلیه صفات شد. آبیاری زیرسطحی با آب‌شور منجر به کاهش وزن تر و خشک بوته به میزان ۱۴/۴ و ۱۷/۲ درصدی شد. آبیاری یک‌درمیان با آب‌شور و شهری نیز منجر به کاهش وزن تر و خشک بوته به میزان ۲۲/۸ و ۳۹/۸ درصدی شد. در پژوهش حاضر روی گیاه دارویی کینوا، نتایج نشان داد که می‌توان نتیجه گرفت که با اعمال مدیریت مناسب در مزرعه، استقرار این گیاه را در شرایط وجود آب‌خاک شور تضمین نمود.

واژه‌های کلیدی: آب نامتعارف، تلفیق آب‌شور و شهری، شرایط گلخانه‌ای، کینوا، متناوب یک‌درمیان

مقدمه

وقوع خشک‌سالی‌های متوالی در سال‌های گذشته، اثرات نامطلوبی بر میزان تولید محصولات کشاورزی بر جای گذاشته است و این موضوع استفاده اصولی از کلیه منابع آب موجود و در دسترس از جمله آب‌های شور و ارتقای بهره‌وری آب در جهت تقلیل اثرات زیان‌بار خشک‌سالی را اجتناب‌ناپذیر و ضروری می‌سازد؛ بنابراین باید این نگرش در بخش کشاورزی کشور حاکم گردد که آب، کالای یک‌بارمصرف نیست و به‌منظور کشاورزی پایدار باید از منابع آب‌های شور برای تولید محصول با حداقل اثرات منفی محیط زیستی بهره جست (Qadir and Oster., 2004). از جمله عوامل تأثیرگذار که موجب بی‌ثباتی در عملکرد گیاه کینوا در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌شود،

شوری آب آبیاری نیز از مهم‌ترین مسائلی است که امروزه کشورهای زیادی در جهان، به‌ویژه مناطق خشک و نیمه‌خشک با آن مواجه می‌باشند. بر اساس آمار موجود، بالغ بر ۱۰/۶ میلیارد مترمکعب از آب‌های سطحی در کشور ایران شامل آب‌های شور و لب‌شور است (نوشادی و همکاران، ۱۳۹۲). از سوی دیگر

^۱ دانشجوی دکتری، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

^۲ استاد، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران (* نویسنده مسئول (Email: Ansary@um.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۰۳

DOR: [20.1001.1.24764531.1399.7.2.10.9](https://doi.org/10.24764/531.1399.7.2.10.9)

طرفی افزایش شوری باعث کاهش معنی‌دار عملکرد، تعداد دانه، وزن دانه و زیست‌توده کل گردید (Koyro et al., 2008). عیسی و همکاران در تحقیقی به منظور بررسی اثر شوری حاصل از نمک سدیم کلرید بر روی گیاه کینوا نتیجه گرفتند که افزایش شوری باعث کاهش وزن تر ریشه، وزن تر ساقه (به جز ۱۰۰ میلی‌مولار) و وزن تر برگ (به جز ۱۰۰ میلی‌مولار) گردید. از طرفی افزایش شوری باعث کاهش عملکرد دانه گردید. همچنین شوری باعث افزایش پتانسیل آب شد (Eisa et al., 2012). سانچز و همکاران در مطالعه خود بر روی اثر شوری بر روی گیاه کینوا رقم Real به این نتیجه رسیدند که شوری باعث کاهش زیست‌توده کل گردید (Sanchez et al., 2003). کوکوزا و همکاران در تحقیق خود به منظور بررسی اثر سطوح مختلف شوری و کم‌آبیاری بر روی گیاه کینوا رقم Titicaca در شرایط مدیترانه‌ای نشان دادند که اثر متقابل شوری و کم‌آبیاری باعث کاهش محتوای نسبی آب برگ و اجزای پتانسیل آب گردید (Cocozza et al., 2013).

جمالی و همکاران (۱۳۹۶-الف) در تحقیقی به منظور بررسی اثر رژیم‌های تلفیقی آب دریا (نیم در میان، یک‌درمیان و اختلاط ۵۰:۵۰ آب دریا و آب شهری) بر عملکرد و اجزای عملکرد تره ایرانی نشان دادند که رژیم‌های آبیاری بر صفات شاخص سبزی‌نگی، وزن تر اندام هوایی، ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته، وزن تر و خشک ریشه در سطح ۱ درصد و بر وزن خشک اندام هوایی و طول ریشه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. تیمار متناوب نیم در میان، متناوب یک‌درمیان و اختلاط آب شور دریا به کاهش ۱۲/۱، ۲۴/۹ و ۳۳/۷ درصدی عملکرد انجامید. ایشان اظهار کردند که تیمار آبیاری نیم در میان به دلیل اعمال شوری خاک کمتر و امکان دستیابی بیشتر به آب معمولی در لایه سطحی، بهترین عملکرد را در مقایسه با تیمارهای شوری مورد بررسی داشت.

در تحقیقی دیگر جمالی و همکاران (۱۳۹۶-ب) بر روی گیاه شوید نشان دادند که اثر آبیاری تلفیقی آب دریا منجر به کاهش مقدار شاخص سبزی‌نگی کل، پتاسیم برگ و بهره‌وری مصرف آب شد، ولی مقادیر کلر و سدیم افزایش یافت که باعث

تنش‌های خشکی و شوری است (Fuentes and Bhargava, 2011; Pulvento et al., 2012; Razzaghi et al., 2012). یکی از راه‌حل‌های مورد تأیید پژوهشگران در حوزه‌ی استفاده از آب شور در کشاورزی، استفاده‌ی تلفیقی از آب شور و غیر شور به صورت توأمان جهت کاهش اثر اسمزی ناشی از استفاده از آب شور است. آنان استفاده‌ی تلفیقی از آب شور و غیر شور را در قالب سه روش اختلاط آب‌ها قبل از آبیاری‌ها، استفاده‌ی متناوب به صورت یک‌درمیان (یک‌بار آبیاری با آب شور بار دیگر با آب شیرین) و متناوب دوره‌ای (استفاده از آب شیرین در مراحل حساس رشد) مورد بررسی قرار داده‌اند (مولوی و همکاران، ۱۳۹۱). خانواده اسفناجیان با ۳۲۱ گونه و بیشترین جنس از جمله خانواده‌هایی است که نسبت به شوری تحمل دارند. به طوری که گیاه کینوا^۲ که گیاهی یک‌ساله و بومی مناطق آمریکای جنوبی و ارتفاعات آند است، از گیاهان زیرخانواده اسفناج و چغندرقد بوده و با وجود ارزش غذایی بالایی که دارد، در شرایطی که اراضی دارای حاصلخیزی کم و یا دارای محدودیت هستند به خوبی قابل کشت بوده و محصول مناسب تولید می‌کند (جمالی و همکاران، ۱۳۹۵). کینوا از آنجاکه گیاهی دارویی و همچنین بدون گلوتن است غذایی ارزشمند بوده و به سلامت جامعه نیز کمک خواهد نمود (Jacobsen et al., 2003; Ruiz-Carrasco et al., 2011; Bonales-Alatorre et al., 2013).

برخی از ارقام گیاه کینوا قادر به رشد در شرایط شوری آب دریا معادل ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر یا بالاتر می‌باشند (Shabala et al., 2013; Adolf et al., 2012). جاکوبسن و همکاران در آزمایشی به منظور 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 (Jacobsen et al., 2010). در تحقیقی 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 کرد. از

² Chenopodium Quinoa Willd

قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و در ۳ تکرار اجرا گردید. تیمارهای موردبررسی در این تحقیق عبارت بود از W1: تیمار شاهد (آبیاری با آب شهری در تمام طول فصل رشد)، W2: آب‌شور با شوری ۱۵ دسی زمینس بر متر (آبیاری با آب‌شور در تمام طول فصل رشد)، W3: آب‌شور به‌صورت یک‌درمیان (یک‌بار آبیاری آب‌شور و بار دیگر آبیاری با آب شهری)، W4: اختلاط ۵۰:۵۰ آب‌شور و آب شهری و W5: آبیاری آب‌شور به‌صورت زیرسطحی (گلدان‌ها درون ظرفی که با آلومینیوم پوشیده شده بود، قرار داده و از پایین آبیاری شدند) بوده و از مرحله‌ی چهارم برگ‌ریزی شدن بوته‌ها اعمال شد (شکل ۱). خصوصیات شیمیایی آب مورد استفاده در جدول ۱ ارائه شده است. آب‌شور مورد استفاده در این پژوهش از انحلال نمک‌های NaCl، CaCl₂ و MgCl₂ به نسبت ۱:۱:۲ به دست آمد. قبل از کاشت، نمونه مرکبی از خاک مزرعه با نسبت ۳۰ درصد خاک (که از قبل با الک ۴ میلی‌متر، سرند شده بود)، ۳۰ درصد ماسه، ۲۰ درصد کود گاوی پوسیده و ۲۰ درصد پرلیت تهیه شده و جهت تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک به آزمایشگاه انتقال داده شد.

W11	W33	W31
W43	W41	W22
W51	W13	W21
W32	W23	W52
W53	W42	W12

شکل ۱- طرح‌واره چیدمان گلدان‌ها در گلخانه
Wij بیانگر نحوه آبیاری در تیمار i و در تکرار j است

نمونه‌ها بعد از خشک شدن از الک ۲ میلی‌متری عبور داده و برای تعیین بافت خاک از روش هیدرومتری استفاده شد. قابلیت هدایت الکتریکی خاک در عصاره گل اشباع به‌وسیله‌ی هدایت سنج الکتریکی و اسیدیته خاک در گل اشباع با استفاده از pH متر، چگالی ظاهری خاک به روش استوانه‌ای (در مزرعه)، نیتروژن کود گاوی با استفاده از روش کج‌دال، سدیم و پتاسیم با استفاده از روش فلیم‌فتمتری اندازه‌گیری شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در این پژوهش در جدول ۲ ارائه شده است.

مسمومیت یونی، به‌ویژه در سطوح بالای شوری، شد. نتایج نشان داد که در میان پنج رژیم اعمالی (یک‌سوم در میان، نیم در میان، یک‌درمیان و اختلاط ۵۰:۵۰ آب دریا و آب شهری)، رژیم آبیاری یک‌سوم در میان آب دریا و آب معمولی از نظر شاخص سبزی‌نگی کل، پتاسیم برگ و بهره‌وری مصرف آب بیشترین میزان را پس از تیمار شاهد داشت. تیمار یک‌سوم در میان، نیم در میان، یک‌درمیان و اختلاط آب‌شور دریا و آب شهری منجر به کاهش ۲۷/۶، ۵۰/۴، ۵۹/۱ و ۶۸/۱ درصدی بهره‌وری مصرف آب شد. محققین در تحقیقی دیگر به‌منظور بررسی اثر رژیم‌های تلفیقی آب دریا بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه جعفری نشان دادند که رژیم‌های مختلف آبیاری بر وزن تر و خشک ریشه، ارتفاع ریشه، ارتفاع بوته و وزن خشک اندام هوایی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بوده ولی بر وزن تر اندام هوایی و تعداد برگ در هر بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. تیمار متناوب نیم در میان، متناوب یک‌درمیان و اختلاط آب دریا منجر به کاهش ۲۸/۷، ۲۶/۴ و ۵۵/۸ درصدی عملکرد شد (جمالی و همکاران، ۱۳۹۶-ج).

کینوا گیاهی باارزش غذایی مطلوب و پتانسیل بالای رشد و تولید در شرایط نامساعد محیطی است. با توجه به تنوع اقلیمی ایران کشت کینوا از نظر تولید می‌تواند، موجب ایجاد تنوع در محصولات زراعی، تولید پایدار و ایجاد افزایش درآمد کشاورزان و امنیت غذایی گردد. با توجه به محدود بودن منابع آب شیرین و نیاز به استفاده از آب‌های نامتعارف (آب‌شور و لب‌شور) در بخش کشاورزی و با توجه به اینکه کینوا یکی از گیاهان مقاوم به شوری بوده و در ایران پژوهش‌های اندکی بر روی آن انجام شده است، پژوهش حاضر به‌منظور بررسی امکان کشت گیاه کینوا در شرایط شوری آب آبیاری و شیوه‌های مدیریتی استفاده از آب‌شور و لب‌شور جهت آبیاری کینوا اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در زمستان سال ۱۳۹۶ به‌صورت گلدانی در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در

استفاده از دستگاه SPAD 502. سطح برگ (با استفاده از دستگاه سطح برگ سنج مدل Leaf area meter Licorn) و قطر ساقه (با استفاده از کولیس دیجیتالی) اندازه‌گیری شد. در این پژوهش بهره‌وری مصرف آب نیز با استفاده از رابطه (۱) و مبتنی بر وزن تر اندام هوایی محاسبه گردید. در انتها نتایج 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.

$$\text{میزان آب مصرفی} = \frac{\text{عملکرد}}{\text{بهره‌وری فیزیکی آب}} \quad (1)$$

نتایج و بحث

پس از انجام آزمایش‌های موردنظر پارامترهایی نظیر وزن تر و خشک اندام هوایی، ارتفاع، قطر ساقه، شاخص سبزی‌نگی، سطح برگ، تعداد شاخه جانبی و تعداد برگ در تک بوته مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت که نتایج آن‌ها مطابق جدول ۳ است. نتایج نشان‌دهنده اثر معنی‌دار مدیریت تلفیقی آب‌شور بر تعداد برگ، وزن تر اندام هوایی، ارتفاع بوته، شاخص سبزی‌نگی و سطح برگ در سطح احتمال یک درصد و اثر معنی‌دار بر تعداد شاخه فرعی، وزن خشک اندام هوایی، قطر ساقه و بهره‌وری مصرف آب در سطح احتمال پنج درصد بود.

تعداد برگ و تعداد شاخه فرعی

بیشترین تعداد برگ (شکل ۲- الف) و تعداد شاخه فرعی (شکل ۲- ب) در تیمار آبیاری با آب شهری به ترتیب با ۶۲/۳ عدد در تک بوته و ۹/۳ عدد در تک بوته و کمترین مقدار با ۳۸/۷ عدد در تک بوته و ۵/۳ عدد در تک بوته در تیمار استفاده از آب‌شور در کل دوره مشاهده شد. از طرفی تیمار آبیاری زیرسطحی آب‌شور نسبت به سه تیمار دیگر استفاده از آب‌شور اثر منفی کمتری بر روی گیاه ایجاد کرد که دلیل آن می‌تواند توسعه بیشتر ریشه برای جذب آب در مقایسه با تیمارهای آبیاری سطحی باشد. از طرفی نتایج نشان داد که بین تیمارهای یک‌درمیان و آبیاری زیرسطحی اختلاف معنی‌دار آماری در

در این پژوهش، از گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۱۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر استفاده شد. گلدان‌ها بر روی زمین قرار گرفته و در تاریخ ۱۰ دی ۱۳۹۶ ده بذر گیاه دارویی کینوا رقم Titicaca کاشته شد و پس از مرحله ۴ برگی تراکم بوته در گلدان به ۳ گیاه تقلیل یافت. پس از استقرار کامل گیاه در گلدان‌ها، تیمارهای آبیاری اعمال شد. دور آبیاری در این طرح متغیر و عمق آبیاری ثابت بوده که با استفاده از روش وزنی تعیین شد، به طوری که در ابتدا ۳ گلدان که از خاک مرکب پر شده بود توزین و سپس اشباع شده و روزانه توزین شد و پس از اینکه وزن گلدان ثابت گردید، اختلاف بین وزن تر خاک و خشک بیانگر میزان آبی که جهت رسیدن به حد ظرفیت زراعی نیاز است، بوده و به گلدان‌های تحت کشت کینوا داده شد.

در این طرح با توجه به اینکه از آب‌شور و لب‌شور استفاده شده میزان نیاز آبیاری برابر با ۲۰ درصد در نظر گرفته شد. تا مرحله استقرار گیاه، آبیاری تمام تیمارها با استفاده از آب شهری و به میزان حد ظرفیت زراعی (FC) انجام شد و سپس اعمال تیمارها صورت پذیرفت. دور آبیاری بر اساس رطوبت موجود در خاک که با استفاده از دستگاه TDR تعیین شد، اعمال گردید. وجین علف‌های هرز با دست و در طی ۴ مرحله انجام شد. در انتهای آزمایش و پس از اینکه گیاهان وارد مرحله گلدهی شدند بوته‌ها برداشت شده و از طرفی با توجه به اینکه گیاه کینوا به صورت خام نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد (Abd El-Samad et al., 2018)، در این پژوهش در تاریخ ۲۰ اسفند ۱۳۹۶ گیاهان کف بری شده و به آزمایشگاه منتقل شد.

صفات فیزیولوژیکی و زراعی برداشت شده برای تمامی گیاهان (۳ بوته در هر گلدان) شامل تعداد برگ در بوته، به این صورت که برگ‌های موجود در هر بوته جدا شده و به صورت جداگانه شمارش شد و در انتها برای هر گلدان میانگین سه بوته ارائه گردید. تعداد شاخه فرعی، ارتفاع بوته (با استفاده از خط‌کش)، وزن تر و خشک اندام هوایی (با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱) اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و بعد از خشک شدن با ترازو توزین شد، شاخص سبزی‌نگی با

حفظ فعالیت‌های متابولیکی خود نیازمند تولید حفاظت کننده‌های اسمزی و نیز تنظیم اسمزی به‌منظور حفاظت پروتئین‌های غشای سلولی و نیز حفاظت آنزیم‌ها از تخریب است و باید برای تعادل فشار اسمزی، یون‌ها در واکنش‌ها، سیتوسول و دیگر اندامک‌ها انباشته شوند (کافی و همکاران، ۱۳۸۹).

سطح احتمال ۵ درصد در صفات مذکور وجود نداشت (شکل ۲). با قرارگرفتن گیاه در محیط شور، سرعت رشد برگ‌های درحال توسعه کاهش یافته، ظهور برگ‌های جدید آهسته‌تر و در صورت ادامه تنش متوقف شده، هدایت روزنه‌ای، تعرق و فتوسنتز برگ‌ها کاهش یافته، پنجه‌ها، شاخه‌ها و شاخسارهای کمتری تشکیل می‌شود. در شرایط تنش شوری، گیاه به‌منظور

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده

pH	ترکیبات شیمیایی									SAR	کیفیت آب
	EC ₂₅ [#]	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Mg ²⁺	Ca ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Cl ⁻			
	(دسی زیمنس بر متر)				(میلی اکی والان بر لیتر)						
۸/۲	۱/۲۳	۷	۰/۷	۲/۸	۴/۴	۰/۴۸	۰/۲۷	۱	۲/۷۱	آب شهری	
۷/۹	۱۵	۱۱/۴	۳۴/۹	۱۳/۶	۲۶/۶	۰/۸۲	۴۶/۴	۴۱/۲	۷/۳۲	آب شور	

EC₂₅ هدایت الکتریکی آب در دما ۲۵ درجه سانتی‌گراد

جدول ۲- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

پتاسیم	فسفر	کربن آلی	نیترژن	pH	هدایت الکتریکی	چگالی ظاهری	ظرفیت زراعی	رس	سیلت	شن	بافت خاک
۱۰۶/۴	۱۰/۸	۰/۶۵	۰/۰۵۱	۷/۸۵	۱/۲	۱/۳۴	۲۶	۲۱	۵۳	۲۶	سیلتی لومی

(Munns et al., 1982). کاهش سطح برگ در اثر شوری، یا در نتیجه کاهش تعداد برگ در اثر کاهش مقدار فتوسنتز و یا کاهش اندازه برگ در اثر کاهش فشار تورژانس است (Rawson et al., 1988). دلیل مهم کاهش سطح برگ در تنش شوری می‌تواند کاهش آماس سلولی باشد که موجب کاهش تقسیم سلولی و تمایز زودرس می‌شود (Passioura and Gardner., 1990)، علاوه بر این تنش شوری با ایجاد مسمومیت یونی، صدمه به غشاءها و مولکول‌های پروتئینی بر روی گسترش برگ تأثیر می‌گذارد (Tanji., 1995).

تنش شوری در مراحل ابتدایی باعث ایجاد تنش اسمزی می‌شود که موجب کاهش محتوای آب سلول‌ها گشته و طولی شدن آن‌ها را با مشکل روبه‌رو می‌کند و حتی پس از ایجاد تعادل اسمزی و آماس مجدد سلول‌ها، گسترش و طولی شدن آن‌ها به‌کندی صورت می‌گیرد (Munns and Tester., 2008). نتایج این تحقیق با نتایج نورانی آزاد و حاجی باقری (۱۳۸۷) بر روی گیاه شوید مطابقت داشت. یکی از اثرات اولیه شوری کاهش مقدار آب بافت‌های گیاهی است. به‌عبارت‌دیگر، شوری میزان انرژی لازم برای حفظ حالت طبیعی سلول را افزایش داده و در نتیجه انرژی کمتری برای نیازهای رشدی باقی می‌ماند

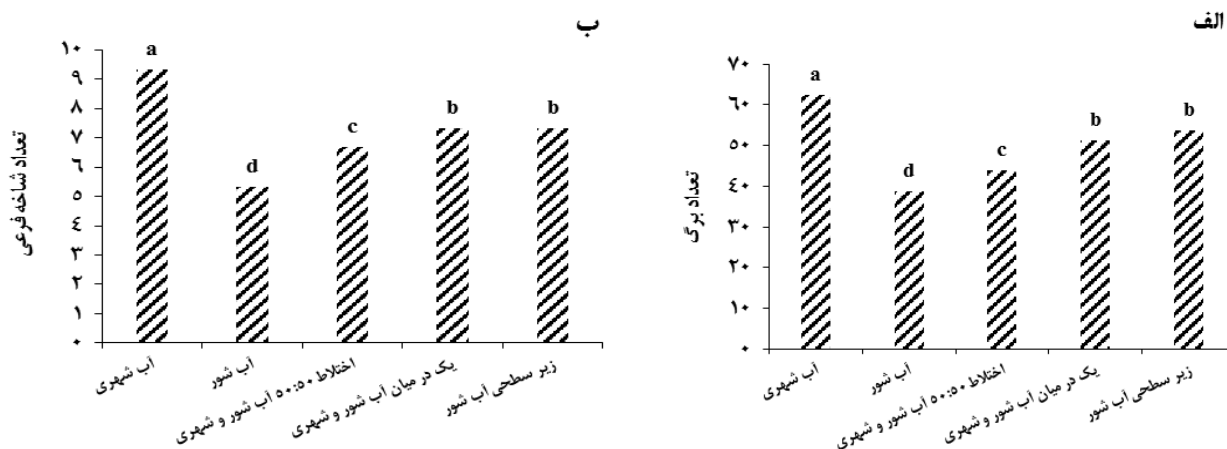
وانگ و همکاران عنوان کردند که افزایش شوری در محیط ریشه، میزان آب در دسترس کاهش یافته که این موضوع موجب محدود شدن تقسیم سلولی و کاهش تورم سلول‌های برگ می‌گردد (Wang et al., 2001).

تورژسانس) شده که در نهایت از گسترش سطح برگ می‌کاهد

جدول ۳- تجزیه واریانس شاخص‌های رشدی و عملکرد گیاه کینوا

میانگین مربعات										
منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد برگ	مقدار شاخه فرعی	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	ارتفاع	قطر ساقه	شاخص سبزیگی	سطح برگ	بهره‌وری مصرف آب
رژیم‌های تلفیقی آب شور	۴	۲۴۸/۸ **	۶/۳ *	۲۳/۷ **	۰/۳۴ *	۳۴۰/۹ **	۰/۰۲ *	۱۸/۴ **	۴۰۰/۶ **	۰/۳ *
خطا	۱۰	۳/۰۶	۱/۳۵	۰/۲۳	۰/۰۱	۰/۷	۰/۰۰۰۱	۰/۰۷	۱/۳	۰/۰۱
ضریب تغییرات		۳/۵	۱۶/۱	۴/۸	۴/۸	۲/۵	۳/۹	۲/۵	۲/۹	۹/۶

** : معنی‌داری در سطح ۱ درصد، * : معنی‌داری در سطح ۵ درصد، ns : غیر معنی‌دار



شکل ۲- اثر رژیم‌های تلفیقی آب شور بر الف) تعداد برگ، ب) تعداد شاخه جانبی در تک بوته گیاه دارویی کینوا

۰/۴۳ گرم در تیمار آبیاری با آب شور در کل دوره رشد مشاهده شد. از طرفی تیمار یک‌درمیان آب شور و شه‌ری و تیمار زیرسطحی آب شور نسبت به دو تیمار دیگر اثر منفی کمتری بر روی گیاه ایجاد کرد. آبیاری زیرسطحی با آب شور منجر به

وزن تر و خشک اندام هوایی

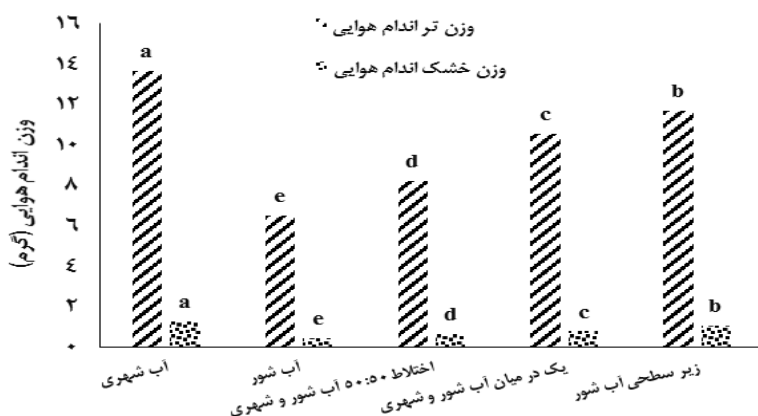
مقایسه میانگین‌ها بر اساس شکل ۳ نشان داد که بیشترین وزن تر و خشک اندام هوایی به ترتیب مربوط به تیمار آبیاری با آب شه‌ری با ۱۳/۶۴ گرم و ۱/۲۸ گرم و کمترین مقدار با ۶/۵ و

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 (Munns., 1993). از طرفی باگذشت 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 (Munns and Tester., 2008).

نتایج این تحقیق با نتایج جمالی و همکاران (۱۳۹۶- الف و ج) بر روی تره و جعفری مطابقت داشت؛ همچنین نتایج تحقیق حاضر با سانچز و همکاران بر روی کینوا مطابقت داشت (Sanchez et al., 2003). نتایج این تحقیق با نتایج نورانی آزاد و حاجی باقری (۱۳۸۷) مطابقت داشت.

کاهش وزن تر و خشک بوته به میزان ۱۴/۴ و ۱۷/۲ درصدی نسبت به تیمار آبیاری با آب شهری شد (شکل ۳). آبیاری یک‌درمیان با آب‌شور و شهری نیز منجر به کاهش وزن تر و خشک بوته به میزان ۲۲/۸ و ۳۹/۸ درصدی شد.

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 (Guo and Tang., 1999). کافی و همکاران (۱۳۸۸) اظهار داشتند که قرارگیری طولانی‌مدت گیاه در معرض شوری و هم‌زمانی آن با افزایش درجه حرارت در طول دوره رشد، سبب افزایش شوری در برگ و به دنبال آن تسریع پیری برگ در وارپته‌های حساس می‌شود. از طرفی ایشان بیان کردند که 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 (کافی و همکاران، ۱۳۸۸).



شکل ۳- اثر رژیم‌های تلفیقی آب‌شور بر وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه دارویی کینوا

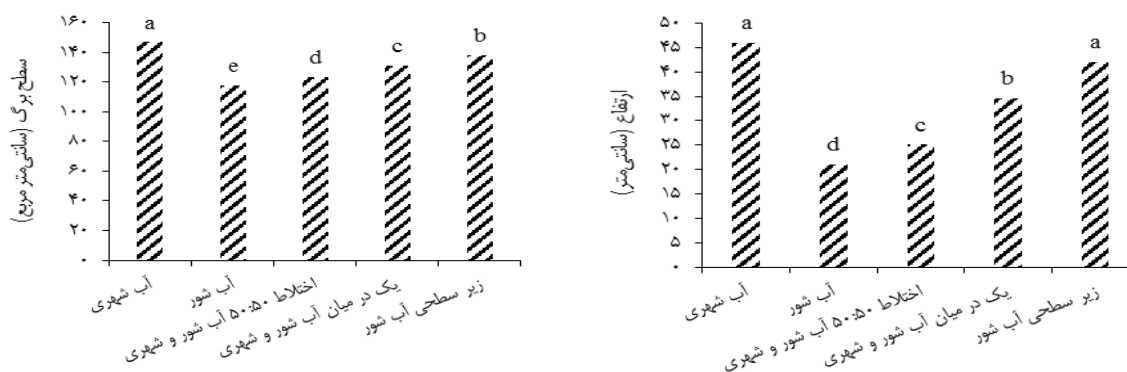
سانتی‌متر، ۱۱۷/۵ سانتی‌متر مربع در تیمار آبیاری با آب‌شور در کل دوره رشد بود (شکل ۴ و ۵). لازم به ذکر است که بین تیمارهای آب شهری و آبیاری زیرسطحی با آب‌شور از نظر آماری در صفت ارتفاع بوته و قطر ساقه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۴). از طرفی تیمار

ارتفاع، قطر ساقه و سطح برگ در تک بوته

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان ارتفاع بوته، قطر ساقه و سطح برگ مربوط به تیمار آبیاری با آب شهری به ترتیب با ۴۵/۹ سانتی‌متر، ۰/۳۶ سانتی‌متر، ۱۴۶/۷ سانتی‌متر مربع و کمترین مقدار به ترتیب با ۲۰/۹۷ سانتی‌متر، ۰/۲

نتیجه رسید که صدمه‌ی اسمزی، سمیت یون‌ها و تغییر در تعادل مواد غذایی قابل دسترس از جمله عوامل دخیل در کاهش ارتفاع در محیط شور هستند. از دلایل کاهش ارتفاع گیاه در اثر شوری به خشکی فیزیولوژیکی در محیط ریشه و رقابت بین یون‌های کلر، سولفات و نیترات اشاره شده است (زمانی و همکاران، ۱۳۸۸). تنش شوری از راه تأثیر بر چند مکانیسم مهم گیاه مانند فتوسنتز، تنظیم فشار اسمزی و فعالیت آنزیم‌ها رشد گیاه را کاهش می‌دهد (Ashraf., 2001). تنش شوری همانند بسیاری از تنش‌های غیرزیستی دیگر، رشد گیاه را محدود می‌کند. توقف رشد طولی ساقه و ریشه و کاهش ماده سازی از علائم معمول تنش اکسیداتیو است (Ruley et al., 2004). کاهش رشد یک نوع سازگاری برای زنده ماندن گیاه در شرایط تنش است (Zhu, 2001). نتایج این تحقیق با نتایج عیسی و همکاران، رزاقی و همکاران و سانچز و همکاران بر روی کینوا مطابقت داشت (Sanchez et al., 2003; Eisa et al., 2012; Razzaghi et al., 2012).

آبیاری زیرسطحی و یک‌درمیان آب‌شور و شهری نسبت به دو تیمار دیگر اثر منفی کمتری بر روی گیاه ایجاد کرد (شکل ۴). کاهش رشد گیاه تحت شوری ممکن است بر اثر اختلال جذب عناصر غذایی، بر هم زدن تعادل یونی یا کاهش پتانسیل آب در خاک و تنش اسمزی یا به علت تغییر فراهمی آنزیم‌های مؤثر در فعالیت دستگاه فتوسنتزکننده گیاه ایجاد شده باشد. طول ساقه و ریشه از مهم‌ترین پارامترهای رصد آثار تنش‌های محیطی، به‌ویژه تنش‌های شوری و خشکی محسوب می‌شوند؛ زیرا ریشه در تماس مستقیم با خاک بوده و آب و املاح را از خاک جذب می‌کند و ساقه آن را به سایر قسمت‌های گیاه منتقل می‌کند؛ بنابراین، تغییرات طولی این دو پارامتر (ساقه و ریشه)، نشانه مهمی برای پاسخ گیاهان به تنش شوری به حساب می‌آید (Jamil., 2005). 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 (Kerepesi and Galiba, 2000). بر اساس نتایج به‌دست‌آمده می‌توان به این



شکل ۴- اثر رژیم‌های تلفیقی آب‌شور بر ارتفاع بوته و سطح برگ گیاه دارویی کینوا

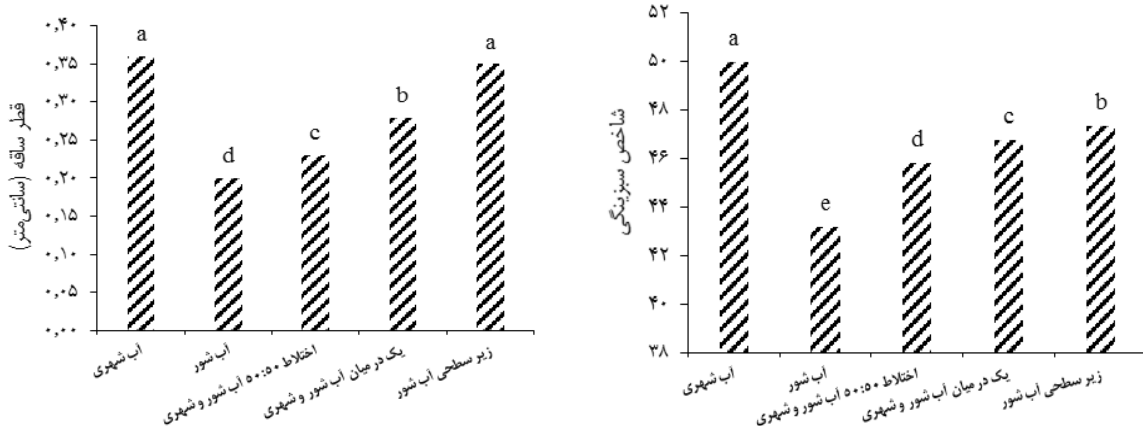
اثر منفی کمتری بر روی شاخص سبزی‌نگی ایجاد کرد. شاخص سبزی‌نگی برگ یکی از مهم‌ترین شاخص‌های نشان‌دهنده‌ی فشار محیطی وارد بر گیاه است، مقدار شاخص سبزی‌نگی برگ در گیاهان تحت تنش کاهش می‌یابد و باعث تغییر در نسبت جذب نور و در نتیجه کاهش کل جذب نور توسط گیاه می‌شود، تغییر سطوح کلروفیل نسبی برگ سبب تغییر ویژگی‌های جذب

شاخص سبزی‌نگی

مقایسه میانگین‌ها بر اساس شکل ۵ نشان داد که بیش‌ترین میزان شاخص سبزی‌نگی مربوط به تیمار آبیاری با آب شهری با ۴۹/۹۹ و کم‌ترین مقدار با ۴۳/۱۷ در تیمار آبیاری با آب‌شور مشاهده شد. از طرفی تیمارهای آبیاری زیرسطحی با آب‌شور و یک‌درمیان آب‌شور و شهری نسبت به تیمارهای دیگر

سلول است بنابراین در طی بروز تنش به دلیل وجود سلول‌های بیشتر در واحد وزن برگ میزان کلروفیل نیز افزایش می‌یابد (Nonami and Boyer, 1990).

نور شده و میزان جذب تشعشع و بازتابش نور تغییر می‌یابد. از طرفی به نظر می‌رسد افزایش میزان کلروفیل نسبی در اثر تنش به دلیل افزایش وزن مخصوص برگ باشد، وقوع تنش میزان سطح برگ را کاهش می‌دهد که ناشی از کاهش اندازه‌ی

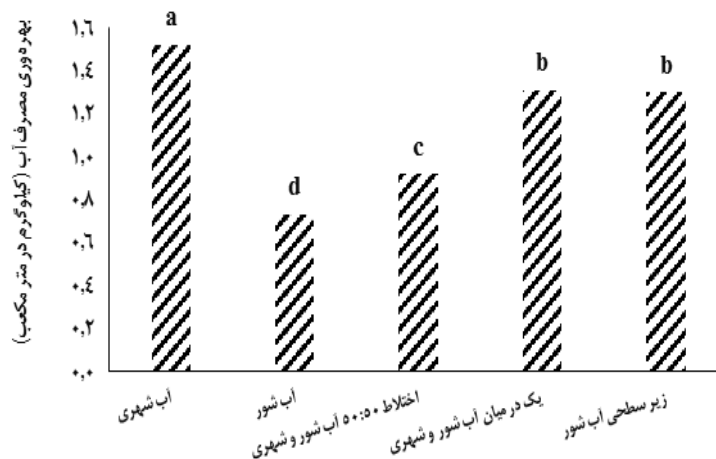


شکل ۵- اثر رژیم‌های تلفیقی آب‌شور بر قطر ساقه و شاخص سبزیگی گیاه دارویی کینوا

بر متمرکعب در تیمار آبیاری با آب‌شور در کل دوره رشد مشاهده شد. لازم به ذکر است که بین تیمارهای یک‌درمیان آب‌شور و شهری و تیمار آبیاری زیرسطحی با آب‌شور از نظر بهره‌وری مصرف آب اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

بهره‌وری مصرف آب

مقایسه میانگین‌ها بر اساس شکل ۶ نشان داد که بیش‌ترین میزان بهره‌وری آب مربوط به تیمار آبیاری با آب شهری با ۱/۵۲ کیلوگرم بر مترمکعب و کم‌ترین مقدار با ۰/۷۳ کیلوگرم



شکل ۶- اثر رژیم‌های تلفیقی آب‌شور بر بهره‌وری مصرف آب گیاه دارویی کینوا

نتیجه گیری

همان طور که نتایج بسیاری از تحقیقات نشان می‌دهد، شوری بر بسیاری از خصوصیات زیستی گیاهان اثر منفی و نامطلوبی دارد. در این تحقیق نیز مشخص شد که افزایش شوری آب آبیاری بر وزن تر و خشک اندام هوایی، سطح برگ، ارتفاع بوته، قطر ساقه، شاخص سبزی‌نگی، تعداد برگ، تعداد شاخه فرعی و بهره‌وری مصرف آب گیاه دارویی کینوا رقم Titicaca اثر منفی داشته است. نتایج نشان داد که حداکثر وزن تر و خشک اندام هوایی مربوط به آبیاری با آب شهری به ترتیب به میزان ۲۴/۴ و ۲/۴۷ گرم بود. پس از تیمار شاهد، تیمار آبیاری زیرسطحی آب‌شور و یک‌درمیان آب‌شور در تمامی صفات بیشترین عملکرد را به خود اختصاص داده است. آبیاری زیرسطحی با آب‌شور منجر به کاهش وزن تر و خشک بوته به میزان ۱۴/۴ و ۱۷/۲ درصدی شد. آبیاری یک‌درمیان با آب‌شور و شهری نیز منجر به کاهش وزن تر و خشک بوته به میزان ۲۲/۸ و ۳۹/۸ درصدی شد. به‌طور کلی، چنانچه در آبیاری‌ها، ابتدا از آب‌شور برای خیس کردن زمین و سپس از آب شیرین جهت تکمیل آبیاری استفاده گردد، تلفات نفوذ عمقی آب، بیشتر از سهم آب‌شور خواهد بود و گیاه از آب شهری بیشتری بهره خواهد برد، لذا این روش می‌تواند به‌عنوان یک روش مدیریتی مؤثر در استفاده از آب‌های نامتعارف در کشاورزی استفاده گردد؛ بنابراین افت محصول و خطر شور شدن لایه‌های سطحی خاک نیز نسبت به استفاده کامل از آب‌شور به میزان قابل توجه کاهش می‌یابد. همچنین در پژوهش حاضر روی گیاه دارویی کینوا، نتایج نیز نشان داد که روش تناوبی بر گزینه اختلاط آب‌شور و شهری برتری داشته است. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که آبیاری به‌صورت زیرسطحی با آب‌شور بر آبیاری سطحی ارجحیت دارد. با توجه به این‌که آبیاری یک‌درمیان حجمی آب‌شور و شهری نسبت به تیمارهای دیگر (اختلاط و آبیاری با آب‌شور در کل دوره رشد) منجر به افت کمتر اکثر صفات اندازه‌گیری شده بود، لذا این تیمار جهت آبیاری گیاه کینوا در شرایط آبیاری سطحی با آب‌شور توصیه می‌شود، از طرفی در شرایط آبیاری به‌صورت زیرسطحی نیز این

روش آبیاری نسبت به سایر تیمارها در آبیاری این گیاه توصیه می‌شود. از طرفی بر اساس این نتایج، پیشنهاد می‌شود که اثر توأم سطوح مختلف آبیاری و مدیریت تلفیقی شوری نیز بر روی خواص بیوشیمیایی و عناصر گیاه کینوا مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

- جمالی، ص.، شریفان، ح. و سجادی، ف. ۱۳۹۶-الف. امکان‌سنجی استفاده از آب دریای خزر جهت آبیاری گیاه تره ایرانی. مدیریت آب و آبیاری. (۱)۷: ۲۹-۴۲.
- جمالی، ص.، شریفان، ح. و سجادی، ف. ۱۳۹۶-ب. اثر رژیم‌های تلفیقی آب دریا و آب شهری بر ویژگی‌های بیوشیمیایی و بهره‌وری مصرف آب گیاه شوید. مدیریت آب و آبیاری. (۱)۷: ۷۳-۸۶.
- جمالی، ص.، شریفان، ح. و سجادی، ف. ۱۳۹۶-ج. بررسی اثر آبیاری با روش تلفیق آب دریای خزر و آب شیرین بر خواص فیزیولوژیکی و بهره‌وری آب در گیاه جعفری. آبیاری و زهکشی ایران. (۶)۱۱: ۹۳۵-۹۴۶.
- جمالی، ص.، شریفان، ح.، هزارجریبی، ا. و سپهوند، ن. ع. ۱۳۹۵. بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری بر جوانه‌زنی و شاخص‌های رشد دو رقم گیاه کینوا (Chenopodium quinoa Willd). نشریه علمی پژوهشی حفاظت منابع آب‌و‌خاک. (۱)۶: ۸۷-۹۸.
- زمانی، ص. ع.، نظامی، م. ط.، حبیبی، د. و بایبوردی، ا. ۱۳۸۸. بررسی عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزای پاییزه در شرایط تنش شوری. مجله تنش‌های محیطی در علوم گیاهی. (۱)۱: ۶۹-۸۳.
- کافی، م.، برزویی، ا.، صالحی، م.، کمندی، ا.، معصومی، ع. و نباتی، ج. ۱۳۸۸. فیزیولوژی تنش‌های محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- کافی، م.، صالحی، م. و عشقی‌زاده، ح. ر. ۱۳۸۹. کشاورزی شورزیست. راهبردهای مدیریت گیاه، آب‌و‌خاک (تألیف). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- مولوی، ح. محمدی، م. و لیاقت، ع. م. ۱۳۹۱. اثر مدیریت آب‌شور طی دوره رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای و پروفیل شوری خاک. علوم و مهندسی آبیاری. ۳۵: (۳) ۱۱-۱۸.

- sustainable agriculture. Science of the total environment, 323(1): 1-19
- 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.
- Jacobsen, S.E., Mujica, A. and Jensen, C.R. 2003. The resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to adverse abiotic factors. Food Reviews International, 19(1-2): 99-109.
- 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.
- Jamil M., Lee, C.C., Rehman, S.U., Lee, D.B. Ashraf, M. and Rha, E.S. 2005. Salinity (NaCl) tolerance of Brassica species at germination and early seedling growth. Journal of Environ. Agric. Food Chem, 4: 970-976.
- Kerepesi, H. and Galiba, G. 2000. Osmotic and salt stress induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedling. Crop Science, 40: 482-487.
- 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.
- Munns R., Greenway, H., Delane, R. and Gibbs, R. 1982. Ion concentration and carbohydrate status of the elongating leaf tissue of *Hordeum Volgare* growing at high external NaCl. Journal of Experimental Botany, 33:574- 583.
- Munns, R. 1993. Physiological processes limiting plant growth in saline soil: some dogmas and hypotheses. Plant Cell Environment, 16: 15-24.
- Munns, R. and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, 59: 651-681.
- Nonami, H. and Boyer, J.S. 1990. Primary events regulating stem growth at low water potentials. Plant Physiology, 94: 1601-1609.
- Passioura, J.B. and Gardner, A. 1990. Control of leaf expansion in wheat seedlings growing in drying soil. Functional Plant Biology, 17(2): 149-157.
- Pulvento, C., Riccardi, M., Lavini, A., Iafelice, G., Marconi, E. and d'Andria, R. 2012. Yield and Quality Characteristics of Quinoa Grown in Open Field under Different Saline and
- نورانی آزاد، ح. و حاجی باقری، م. ۱۳۸۷. تأثیر تنش شوری بر روی برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه شوید. دانش نوین کشاورزی. ۱۲(۴): ۹۳-۱۰۰.
- نوشادی، م.، فهندژ سعدی، س. و شهرکی مجاهد، ر. ۱۳۹۲. تعیین اثر شوری و شیوه‌های مدیریتی آبیاری در روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی بر گیاه گوجه‌فرنگی. چهارمین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز: ۴۶۵-۴۷۲.
- Abd El-Samad, E.H., S.A. Hussin, A.M. El-Naggar, N.E. El-Bordeny and S.S. Eisa. 2018. The potential use of quinoa as a new non-traditional leafy vegetable crop. Bioscience Research, 15(4): 3387-3403.
- Adolf, V.I., S. Shabala, M.N. Andersen, F. Razzaghi and S.E. Jacobsen. 2012. Varietal differences of quinoa's tolerance to saline conditions. Plant and Soil, 357(1-2): 117-129.
- 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.
- Bonales-Alatorre, E., I. Pottosin, L. Shabala, Z.H. Chen, F. Zeng, S.E. Jacobsen and S. Shabala. 2013. Differential activity of plasma and vacuolar membrane transporters contributes to genotypic differences in salinity tolerance in a halophyte species, *Chenopodium quinoa*. International Journal of Molecular Sciences, 14(5): 9267-9285.
- Cocozza, C., C. Pulvento, A. Lavini, M. Riccardi, R. d'Andria and R. Tognetti. 2013. Effects of Increasing Salinity Stress and Decreasing Water Availability on Ecophysiological Traits of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Grown in a Mediterranean-Type Agroecosystem. Journal of agronomy and crop science, 199(4): 229-240.
- Eisa, S., Hussin, S., Geissler, N. and Koyro, H.W. 2012. Effect of NaCl salinity on water relations, photosynthesis and chemical composition of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as a potential cash crop halophyte. Australian Journal of Crop Science, 6(2): 357.
- Fuentes, F. and A. Bhargava. 2011. Morphological analysis of quinoa germplasm grown under lowland desert conditions. Journal of Agronomy and Crop Science, 197(2): 124-134.
- Qadir, M. and Oster, J. 2004. Crop and irrigation management strategies for saline-sodic soils and waters aimed at environmentally

- Non-Saline Irrigation Regimes. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 198(4): 254-263.
- Rawson, H.M., Iong, M.J. and Munns, R. 1988. Growth and development in NaCl treated plants. *Journal of Plant Physiology*, 15:519-527.
- 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.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 198(3):173-184.
- Ruiz-Carrasco, K., Antognoni, F., Coulibaly, A.K., Lizardi, S., Covarrubias, A., Martínez, E.A. Molina-Montenegro, M.A., Biondi, S. and Zurita-Silva, A. 2011. Variation in salinity tolerance of four lowland genotypes of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as assessed by growth, physiological traits, and sodium transporter gene expression. *Plant Physiology and Biochemistry*, 49:1333-1341.
- Ruley, A.T., Sharma, N.C. and Sahi, S.V. 2004. Antioxidant defense in a lead accumulation plant, *Sesbania drummondii*. *Plant Physiology and Biochemical*, 42: 899-906.
- Sanchez, H.B., Lemeur, R., Damme, P.V. and Jacobsen, S.E. 2003. Ecophysiological analysis of drought and salinity stress of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Reviews International*, 19(1-2): 111-119.
- 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. *Journal of plant physiology*, 170(10): 906-914.
- Tanji, K. K. 1995. *Agricultural salinity assessment and management*. Scientific Publisher, Jodhpur.
- Wang, W. X., Vinocur, B., Shoseyov, O. and Altman, A. 2001. Biotechnology of plant osmotic stress tolerance: Physiology and molecular considerations. *Acta Horticulture*, 560: 258-292.
- Zhu, J.K. 2001. Plant salt tolerance. *Trends in Plant Science*, 6(2): 66-71.

Investigation the Effect of Different Saline Water Regimes on Morphologic and Growth Properties of Quinoa

S. Jamali¹ and H. Ansary^{2*}

Abstract

In this study, five qualities of water are evaluated on morphological properties and water productivity of Quinoa (CV. Titicaca). The research was done based on a completely randomized design, including 3 replications as pot planting in the Ferdowsi University of Mashhad in Greenhouse conditions, during 2017-2018. In this study, five irrigation regimes existed (freshwater, saline water, alternate saline water, and freshwater, a mixture of 50:50 saline and freshwater, subsurface irrigation of saline water). The seeds of Quinoa were planted at a depth of 2.5 centimeters in the soil of each pot and were irrigated with tap water. Plants harvested after 70 days, shoot fresh and dry weight, leaf number, plant height, SPAD index, leaf area, branch number, stem diameter, and water productivity were measured. The obtained data analyzed using statistical software of SAS (Ver. 9.0) and the means were compared using the LSD test at 5% percent levels. The results showed that the effect of different irrigation regimes on leaf number, shoot fresh weight, plant height, SPAD index, and leaf area were significant at the 1 percent level ($P < 0.01$), but branch's number, shoot dry weight, stem diameter, and water productivity was significant at the 5 percent level ($P < 0.05$). In this study, all of these parameters decreased significantly with irrigated by saline water. Subsurface irrigation has resulted in decreasing shoot fresh and dry weight by 14.4 and 17.2 percent, respectively. Alternate treatment has resulted in decreasing shoot fresh and dry weight 22.8 and 39.8 percent, respectively. So, results showed that Quinoa has good tolerance to elevated levels of salinity and it seems that a good stand establishment in saline soils and water conditions could be insured if proper management is exerted in farms.

Keywords: Alternate, Conjunctive Saline and Fresh Water, Greenhouse Conditions, Quinoa, Unconventional Water

¹ PhD Candidate, Water Science and Engineering Department, Faculty of Agricultural, Ferdowsi University of Mashhad (FUM), Mashhad, Iran

² Professor, Water Science and Engineering Department, Faculty of Agricultural, Ferdowsi University of Mashhad (FUM), Mashhad, Iran (* Corresponding Author Email: Ansary@um.ac.ir)

Received: 12 January 2020

Accepted: 21 February 2021

