

اثر آبیاری تلفیقی با آب شور و شیرین بر رشد و گل‌دهی آهار

The Effect of Integrated Irrigation with Saline and Fresh Water on Growth and Flowering of Zinnia

زهرا سپهوند^۱، عبدالحسین رضایی‌نژاد^{۲*} و صادق موسوی‌فرد^۳

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۰۲ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۱/۰۴

(مقاله پژوهشی)

چکیده

به منظور مطالعه اثر آبیاری تلفیقی با آب شور و شیرین بر رشد و گل‌دهی گیاه زینتی حساس به شوری آهار، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با نه تیمار به صورت آبیاری با آب شیرین به عنوان شاهد (۰، بدون کلرید سدیم) و یا تلفیق آب شیرین و شور با غلظت‌های ۴۰ و ۷۰ میلی‌مولار کلرید سدیم در هر بار آبیاری و سه تکرار انجام گرفت. آزمایش از طریق کشت بذر در گلدان‌های حاوی خاک زراعی، ماسه و کود دامی پوسیده در گلخانه طی دو فصل متوالی زمستان و بهار ۱ انجام شد. نتایج نشان داد که گیاهانی که همواره و یا دوبار در میان با آب ۷۰ میلی‌مولار کلرید سدیم (۷۰-۷۰-۷۰ و ۷۰-۷۰-۰) آبیاری شدند به طور کامل از بین رفتند. بر اساس نتایج، گیاهانی که یک بار در هر سه بار آبیاری یا یک بار در میان با آب حاوی ۷۰ میلی‌مولار کلرید سدیم (۷۰-۰-۰ و ۷۰-۰-۰) آبیاری شده بودند رشد و گل‌دهی بهتری نسبت به گیاهان همواره آبیاری شده با آب حاوی ۴۰ میلی‌مولار کلرید سدیم (۴۰-۴۰-۰) نشان دادند. هم‌چنین این گیاهان از نظر پراکسیداسیون غشای سلولی، میزان کلروفیل و کاروتنوئید و تجمع عناصر پتاسیم و سدیم وضعیت بهتری نسبت به گیاهان تیمار ۴۰-۴۰-۴۰ داشتند. براساس نتایج این مطالعه، آبیاری تلفیقی با آب شور و شیرین استفاده از آب‌های شور در فضاهای سبز و پرورش گیاهان زینتی را امکان‌پذیر می‌کند.

واژه‌های کلیدی: کلرید سدیم، غشای سلولی، کلروفیل، کاروتنوئید

۱، ۲ و ۳. به ترتیب دانشجوی کارشناسی‌ارشد، دانشیار و استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

* نویسنده مسئول Email: Rezaeinejad.h@lu.ac.ir

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد نویسنده اول تحت راهنمایی عبدالحسین رضایی‌نژاد می‌باشد.

آب سالم و محدودیت منابع آب شیرین، هدف از این پژوهش بررسی امکان استفاده تلفیقی از آب شور و شیرین بر روی رشد و گل‌دهی آهار بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش روی گیاه زینتی آهار به صورت طرح کاملاً تصادفی با نه تیمار [آبیاری کامل با آب شیرین (با هدایت الکتریکی ۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر) به‌عنوان شاهد و یا تلفیق آب شیرین و شور با غلظت‌های ۰، ۴۰ (۳/۶۵ دسی‌زیمنس بر متر) و ۷۰ (۶/۹۳ دسی‌زیمنس بر متر) میلی‌مولار کلریدسدیم در هر بار آبیاری] و سه تکرار انجام گرفت. آزمایش به‌صورت گلدانی در گلخانه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان در طی زمستان ۱۳۹۵ و بهار ۱۳۹۶ انجام شد. تیمارها شامل ۱. آبیاری کامل با آب شیرین و بدون کلریدسدیم به‌عنوان شاهد (۰-۰-۰)، ۲. آبیاری دوبار با آب شیرین و یک‌بار با آب حاوی ۴۰ میلی‌مولار کلریدسدیم (۰-۴۰-۰)، ۳. آبیاری یک‌بار با آب شیرین و دوبار با آب حاوی ۴۰ میلی‌مولار کلریدسدیم (۰-۴۰-۴۰)، ۴. آبیاری متناوب با آب شیرین و آب حاوی ۴۰ میلی‌مولار کلریدسدیم (۰-۴۰-۴۰)، ۵. آبیاری کامل با آب حاوی ۴۰ میلی‌مولار کلریدسدیم (۴۰-۴۰-۴۰)، ۶. آبیاری دو بار با آب شیرین و یک‌بار با آب حاوی ۷۰ میلی‌مولار کلریدسدیم (۰-۷۰-۷۰)، ۷. آبیاری یک‌بار با آب شیرین و دو بار با آب حاوی ۷۰ میلی‌مولار کلریدسدیم (۰-۷۰-۷۰)، ۸. آبیاری متناوب با آب شیرین و آب حاوی ۷۰ میلی‌مولار کلریدسدیم (۷۰-۷۰-۷۰) و ۹. آبیاری کامل با آب حاوی ۷۰ میلی‌مولار کلریدسدیم (۷۰-۷۰-۷۰) بودند. در این پژوهش دور آبیاری دو روز یکبار با مقدار مساوی برای تمام گلدان‌ها بود و حدود ۳۰ درصد آب آبیاری به صورت زه‌آب از گلدان خارج می‌شد.

ابتدا بذور گل آهار رقم مازلان اورنج^{۱۰} در گلدان‌های حاوی خاک زراعی، ماسه و کود دامی پوسیده به نسبت مساوی کشت شد. پس از جوانه‌زنی بذور و در مرحله دو برگ حقیقی تیمارها اعمال گردید و تا زمان باز شدن کامل گل‌ها ادامه پیدا کرد و سپس داده‌برداری انجام گرفت. ویژگی‌های مورفولوژیکی شامل ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد برگ، سطح برگ، تعداد شاخه‌های جانبی، طول شاخه‌های جانبی، زمان ظهور غنچه، زمان باز شدن کامل گل، قطر گل، طول ریشه، حجم ریشه، وزن تر و خشک برگ، وزن تر و خشک ساقه، وزن تر و خشک گل و وزن تر و خشک ریشه اندازه‌گیری شدند. ارتفاع گیاه از ناحیه طوقه، طول ریشه و طول شاخه‌های جانبی به‌وسیله خط‌کش اندازه‌گیری شد. قطر ساقه گیاه از میان‌گرمه سوم و قطر گل

شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزنده و محدودکننده تولیدات کشاورزی است و اکثر محصولات کشاورزی نسبت به شوری حساس می‌باشند (شرفی و رضایی‌نژاد^۱، ۲۰۱۸). مناطق خشک و نیمه‌خشک در سراسر جهان مستعد تجمع نمک به خاطر عدم بارش باران کافی و بالا بودن تبخیر و تعرق هستند. با وجود سازوکارهایی که گیاهان برای مقابله با شوری دارند، تنش شوری عملکرد را کاهش می‌دهد. بنابراین اطلاع از پاسخ گیاهان به تنش، شناسایی گیاهان متحمل به تنش، افزایش تحمل به تنش و القاء مکانیسم‌های تحمل به شوری روش پیشنهادی و حیاتی برای غلبه بر این چالش می‌باشند (شرودر^۲ و همکاران، ۲۰۱۳).

از آنجایی که منابع آب در مقیاس جهانی به‌سرعت در حال کاهش می‌باشند، در دسترس بودن آب آبیاری با کیفیت خوب، به موضوعی مهم و اساسی در سراسر جهان تبدیل شده است (نیو^۳ و همکاران، ۲۰۱۰). به دلیل این‌که آب‌های بازیافتی معمولاً دارای عناصر بالایی هستند، درصد نمک در آن‌ها نسبت به آب آشامیدنی بالا می‌باشد (نیو و همکاران، ۲۰۱۰؛ پارسونز^۴ و همکاران، ۲۰۱۰). رقابت برای آب سالم در مناطق خشک و نیمه‌خشک موجب تشویق پرورش‌دهندگان گل و گیاه به استفاده از منابع آب بازیافتی به‌عنوان منابع آب جایگزین گردیده است (پسرکلی^۵، ۲۰۱۶). برای کاهش تأثیر شوری در مزرعه می‌توان به راهکارهایی مانند استفاده از آب مطلوب در مراحل ابتدایی رشد گیاه، مخلوط کردن آب زهکشی کشاورزی با آب با کیفیت خوب، توسعه ارقام متحمل به نمک و تناوب استفاده از آب با کیفیت خوب و آب شور نام برد که مدنظر تعداد زیادی از پژوهشگران می‌باشد (فیضی^۶ و همکاران، ۲۰۱۰). آهار^۷ یکی از گیاهان زینتی مهم فصلی است که در فضای سبز بیش‌تر نقاط کشور ایران کشت می‌شود. پژوهش‌های قبلی نشان‌دهنده حساس بودن گیاه آهار به شوری است (آدینه‌وند^۸ و همکاران، ۲۰۱۶؛ ویلارینو و ماتسون^۹، ۲۰۱۱). هم‌چنین افزایش پراکسیداسیون غشای سلولی (آدینه‌وند و همکاران، ۲۰۱۶)، نشت یونی، کاهش تعداد و سطح برگ در اثر افزایش سطوح شوری در آهار مشاهده گردیده است (بیژنی و همکاران، ۲۰۱۳). با توجه به رقابت برای

1. Ashrafi and Rezaei Nejad
2. Schroeder
3. Niu
4. Parsons
5. Pessaraki
6. Feizi
7. Zinnia elegans L.
8. Adinehvand
9. Villarino and Mattson

شدند. محلول تهیه شده با آب مقطر حجم عصاره به ۱۰۰ سی سی رسانده شد. برای اندازه گیری این عناصر از عصاره آماده شده به روش فوق استفاده گردید و با استفاده از دستگاه طیف سنج جذب اتمی^۵ مقدار عناصر برحسب میلی گرم در کیلوگرم قرائت شد.

اندازه گیری پرکسیداسیون لیپیدهای غشاء براساس غلظت مالون دی آلدئید تولید شده در اثر آسیب به غشاء و واکنش آن با تیوباربیتریک اسید که تشکیل ترکیب رنگی تیوباربیتریک اسید- مالون دی آلدئید می دهد اندازه گیری شد. در این روش نیم گرم از بافت تازه برگ استفاده شد. برای حذف اثر ترکیبات اضافی، جذب نمونه ها در طول موج ۶۰۰ نانومتر (A600) قرائت شد و از مقدار جذب آن ها در طول موج ۵۳۲ نانومتر (A532) کم شد. در نهایت میزان مالون دی آلدئید از رابطه ۷ محاسبه شد (باگ و آست، ۱۹۷۸):

$$\text{MDA } (\mu\text{mol/g FW}) = [(A532 - A600) / 155.5] \times 1000 \quad (7)$$

برای استخراج آنزیم کاتالاز ۰/۳ گرم از نمونه برگی تیمارهای مختلف توزین شد و کاملاً پودر شد. میزان یکونیم میلی لیتر بافر استخراج آنزیم به آن اضافه شد. سوسپانسیون حاصل در میکروتیوب ریخته و در دستگاه سانتریفیوژ با دور ۱۴۰۰۰ در دقیقه سانتریفیوژ شد. برای سنجش آنزیم کاتالاز ۴۰۰ میکرولیتر بافر فسفات پتاسیم ۲۵ میلی مولار، ۳۰۰ میکرولیتر پراکسید هیدروژن و در نهایت ۲۰ میکرولیتر از محلول عصاره استخراج شده از برگ به کیووت ریخته شد. بلافاصله تغییرات جذب نور با دستگاه اسپکتروفتومتر، قرائت و اندازه گیری شد. در نهایت، مقدار فعالیت آنزیم برحسب میزان آب اکسیژنه غیرفعال شده در یک دقیقه در هر گرم وزن تازه بافت بیان شد (چنس و مهلی، ۱۹۹۶).

برای استخراج آنزیم پراکسیداز ۰/۳ گرم از نمونه برگ ها را وزن نموده و کاملاً پودر می کنیم. در ادامه میزان یکونیم میلی لیتر بافر فسفات پتاسیم به آن اضافه شد. سوسپانسیون حاصل در میکروتیوب ریخته شد و در دستگاه سانتریفیوژ با دور ۱۴۰۰۰ در دقیقه قرار گرفت. برای سنجش فعالیت آنزیم ۱۲۰۰ میکرولیتر بافر فسفات پتاسیم با ۵۰ میکرولیتر پراکسید هیدروژن و ۵۰ میکرو لیتر گایاکول، در داخل کیووت ریخته شد. در نهایت ۵۰ میکرولیتر از عصاره استخراج شده از برگ را که قبلاً تهیه شده بود به مخلوط واکنش اندازه گیری فعالیت پراکسیداز اضافه گردید. بلافاصله تغییرات جذب نور با

توسط کولیس دیجیتالی اندازه گیری شد. در زمان برداشت وزن تر برگ و ساقه و گل و ریشه با ترازوی دیجیتالی اندازه گیری شد. برای اندازه گیری سطح برگ، کل برگ های گیاه در هر تیمار جدا گردیده و پس از اسکن کردن برگ ها، تصاویر مربوطه جهت تعیین سطح برگ توسط نرم افزار ایمج تولز^۱ برحسب سانتی متر مربع قرائت شدند.

برای سنجش میزان کلروفیل و کاروتنوئید، ۰/۱ گرم برگ تازه توزین شد. میزان کلروفیل (Chl a) a، کلروفیل (Chl b) b، کلروفیل کل (Chl a+b) و کاروتنوئید (Car) برحسب میکروگرم در میلی گرم عصاره به ترتیب از طریق روابط ۱ تا ۴ محاسبه شدند (لیختن هالز، ۱۹۸۷).

$$\text{Chl a} = (11.24 \times A662) - (2.04 \times A645) \quad (1)$$

$$\text{Chl b} = (20.13 \times A645) - (4.19 \times A662) \quad (2)$$

$$\text{Chl a + b} = \text{Chl a} + \text{Chl b} \quad (3)$$

$$\text{Car} = (1000 \times A470 - 1.90 \text{ Chl a} - 63.14 \text{ Chl b}) / 214 \quad (4)$$

به منظور اندازه گیری محتوای نسبی آب برگ (RWC) از برگ های جوان توسعه یافته، نمونه ای انتخاب شد و محتوای نسبی آب برگ برحسب درصد از طریق رابطه ۵ محاسبه شد (غلام^۲ و همکاران، ۲۰۰۲).

$$\text{RWC } (\%) = [(FW - DW) / (MFW - DW)] \times 100 \quad (5)$$

برای تعیین نفوذپذیری غشاء سلولی، نشت یونی برگ اندازه گیری شد. بدین منظور از برگ های جوان، نمونه برداری انجام شد. نمونه های برگی در ابعاد یک سانتی متر مربع بریده شدند و سپس هدایت الکتریکی اولیه (EC1) با استفاده از دستگاه EC متر اندازه گیری شد. در مرحله بعد نمونه ها در اتوکلاو در دمای ۱۲۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۰ دقیقه قرار گرفته و پس از سرد شدن در دمای اتاق، هدایت الکتریکی ثانویه (EC2) اندازه گیری شد. در نهایت درصد نشت الکترولیت برگ (ELP) برحسب درصد از طریق رابطه ۶ محاسبه شد (لاتس^۴ و همکاران، ۱۹۹۶):

$$\text{P } (\%) = (EC1 / EC2) \times 100 \quad (6)$$

اندازه گیری عناصر غذایی Na و K با استفاده از روش خاکستری خشک انجام شد. در این روش یک گرم از نمونه گیاهی آسیاب شده در کوره الکتریکی قرار داده شد تا به خاکستر تبدیل شوند. سپس مواد خاکستر شده در اسید حل

1. UTHSCSA IMAGETOOL program (University of Texas Health Science Centre at San Antonio, TX, USA)
2. Lichtenthaler
3. Ghoulam
4. Lutts

5. Atomic Absorbption Spectro, Agilent, 240FS AA, USA
6. Buege and Aust
7. Chance and Maehly

سپهوند و همکاران: اثر آبیاری تلفیقی با آب شور و شیرین بر ...
دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید. در نهایت، مقدار فعالیت آنزیم بر حسب میزان آب اکسیژنه غیرفعال شده در یک دقیقه در هر گرم وزن تازه بافت بیان شد (مک/آدم^۱ و همکاران، 1992). آنالیز آماری و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Minitab انجام گرفت و برای مقایسه میانگین ویژگی‌ها مورد نظر از آزمون چند دامنه‌ای فیشر در سطح پنج درصد استفاده شد.

نتایج

نتایج نشان داد که گیاهانی که به‌طور کامل و یا دوبار در میان با آب ۷۰ میلی‌مولار کلرید سدیم (۷۰-۷۰-۷۰ و ۷۰-۷۰-۷۰) آبیاری شدند به‌طور کامل از بین رفتند. گیاهان تیمار ۷۰-۷۰-۷۰ میلی‌مولار کلرید سدیم قبل از مرحله باز شدن کامل گل و گیاهان تیمار ۷۰-۷۰-۷۰ میلی‌مولار کلرید سدیم در مرحله ظهور غنچه گل از بین رفتند. لذا نتایج برای هفت تیمار باقی‌مانده مورد ارزیابی قرار گرفت.

ویژگی‌های مورفولوژیکی و بیوماس

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تلفیق آب شور و شیرین روی ویژگی‌های ارتفاع ساقه، قطر ساقه، تعداد برگ، سطح برگ، طول ریشه، حجم ریشه، وزن تر و خشک ساقه، وزن تر و خشک برگ، وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک گل، در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار بوده است (جدول ۱).

مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۲) مشخص کرد که تیمارهای یک‌بار یا دو بار در میان با آب حاوی کلرید سدیم کاهش کم‌تری را در خیلی از ویژگی‌های مورفولوژیکی نسبت به تیمار ۴۰-۴۰-۴۰ نشان دادند. به‌طوری‌که بیش‌ترین کاهش در ارتفاع گیاه، تعداد برگ، سطح برگ، وزن تر گل، وزن خشک گل و طول ریشه در تیمار ۴۰-۴۰-۴۰ میلی‌مولار کلرید سدیم مشاهده گردید.

بیش‌ترین کاهش در قطر ساقه در تیمار ۴۰-۴۰-۴۰ میلی‌مولار کلرید سدیم به میزان ۳۲/۲۵ درصد و کم‌ترین مقدار آن در تیمار ۰-۴۰-۰-۴۰ به میزان ۶/۰۷ درصد نسبت به شاهد مشاهده گردید (جدول ۲). هم‌چنین بیش‌ترین کاهش سطح برگ در تیمار ۴۰-۴۰-۴۰ به میزان ۷۷ درصد و کم‌ترین کاهش سطح برگ در تیمار ۰-۴۰-۰-۴۰ با ۱۷ درصد کاهش نسبت به شاهد مشاهده گردید (جدول ۲). حجم ریشه بیش‌ترین کاهش را در تیمار ۴۰-۴۰-۴۰ به میزان ۷۸/۵ درصد و کم‌ترین کاهش را در تیمار ۰-۴۰-۰-۴۰ به میزان ۲۱/۴۵ درصد نشان داد (جدول ۲). از نظر طول ریشه بیش‌ترین میزان کاهش

در تیمار ۴۰-۴۰-۴۰ و کم‌ترین کاهش آن مربوط به تیمار ۰-۴۰-۰-۴۰ به ترتیب با ۵۷ و ۲۱/۲۳ درصد بود (جدول ۲).

هم‌چنین وزن تر و خشک ساقه بیش‌ترین کاهش را در تیمار ۴۰-۴۰-۴۰ به ترتیب به میزان ۷۶/۵ و ۷۶ درصد داشت. کاهش وزن تر ساقه نسبت به شاهد در تیمارهای ۰-۴۰-۰-۴۰، ۰-۴۰-۰-۴۰، ۰-۴۰-۰-۴۰ و ۰-۴۰-۰-۴۰ میلی‌مولار کلرید سدیم به ترتیب ۱۵/۹، ۴۰، ۴۰، ۵۶/۹ و ۵۹ درصد بود و کاهش وزن خشک ساقه نسبت به شاهد در تیمارهای ۰-۴۰-۰-۴۰، ۰-۴۰-۰-۴۰، ۰-۴۰-۰-۴۰ و ۰-۴۰-۰-۴۰ میلی‌مولار کلرید سدیم به ترتیب به میزان ۱۹/۷، ۳۶، ۳۹، ۵۳/۵ و ۵۴/۹ درصد بود (جدول ۲).

بیش‌ترین کاهش وزن تر و خشک برگ مربوط به تیمار ۴۰-۴۰-۴۰ بود (جدول ۲). هم‌چنین بیش‌ترین کاهش وزن تر و خشک ریشه در تیمارهای ۴۰-۴۰-۴۰ و ۰-۴۰-۰-۴۰ میلی‌مولار کلرید سدیم مشاهده شد و کاهش وزن تر و خشک ریشه نسبت به شاهد در تیمارهای ۰-۴۰-۰-۴۰، ۰-۴۰-۰-۴۰، ۰-۴۰-۰-۴۰ و ۰-۴۰-۰-۴۰ میلی‌مولار کلرید سدیم به ترتیب ۲۱/۹۷، ۲۵/۵، ۴۶/۶ و ۵۲ درصد (وزن تر ریشه) و ۳۶/۶، ۴۰، ۴۶/۶ و ۶۰ درصد (وزن خشک ریشه) مشاهده شد (جدول ۲).

ویژگی‌های گل

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تلفیق آب شور و شیرین بر ویژگی‌های زمان ظهور غنچه و باز شدن گل در سطح احتمال ۰/۰۵ و بر قطر گل و دمگل و وزن تر و خشک گل در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار بوده است (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان داد که در مورد ظهور غنچه گل بین شاهد و تیمارهای ۰-۴۰-۰-۴۰، ۰-۴۰-۰-۴۰، ۰-۴۰-۰-۴۰، ۰-۴۰-۰-۴۰ و ۰-۴۰-۰-۴۰ میلی‌مولار کلرید سدیم اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و زمان ظهور غنچه گل در این تیمارها نسبت به تیمار ۴۰-۴۰-۴۰ میلی‌مولار کلرید سدیم زودتر بود. هم‌چنین از نظر زمان باز شدن کامل گل بین شاهد و تیمارهای ۰-۴۰-۰-۴۰، ۰-۴۰-۰-۴۰، ۰-۴۰-۰-۴۰ و ۰-۴۰-۰-۴۰ میلی‌مولار کلرید سدیم اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

هم‌چنین قطر گل بیش‌ترین کاهش را در تیمار ۴۰-۴۰-۴۰ میلی‌مولار کلرید سدیم با میزان ۴۶/۰۵ درصد داشت و کم‌ترین مقدار کاهش آن در تیمار ۰-۴۰-۰-۴۰ میلی‌مولار کلرید سدیم به میزان ۱۴/۷۳ درصد بود. میزان کاهش قطر گل نسبت به شاهد در تیمارهای ۰-۴۰-۰-۴۰، ۰-۴۰-۰-۴۰، ۰-۴۰-۰-۴۰ و ۰-۴۰-۰-۴۰ به ترتیب ۱۸/۹۸، ۲۵/۰۸، ۳۰/۰۷ و ۳۲/۸۸ درصد بود. هم‌چنین بین قطر دمگل در تیمار ۰-۴۰-۰-۴۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و شاهد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و میزان

فناوری تولیدات گیاهی / جلد بیستم / شماره اول / صفحات ۹۹-۱۱۰ / بهار و تابستان ۹۹

کاهش قطر دمگل نسبت به شاهد در تیمارهای ۴۰-۰-۰، ۰-۰-۴۰، ۰-۴۰-۰، ۰-۷۰-۰، ۰-۷۰-۷۰ و ۴۰-۴۰-۴۰ به ترتیب ۱۱/۷۳، ۱۱/۷۳، ۱۳/۷۴، ۱۴/۲۹ و ۲۲/۴۵ درصد بود (جدول ۴).
 مشاهده گردید و کمترین کاهش در وزن تر و خشک گل را نسبت به شاهد در تیمارهای ۰-۰-۴۰، ۰-۴۰-۰ و ۰-۷۰-۰ میلی مولار وجود داشت که به ترتیب میزان آن برای وزن تر گل ۱۰/۷۱، ۲۵ و ۳۰ درصد و برای وزن خشک گل به ترتیب ۱۹، ۳۵/۷ و ۴۰ درصد بود (جدول ۴).

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس اثر آبیاری تلفیقی با آب شور و شیرین بر ویژگی‌های مورفولوژی گل آهار

Table 1: Analysis of variance of the effect of integrated irrigation with saline and fresh water on morphological characteristics of Zinnia

میانگین مربع‌ها Mean squares							درجه آزادی df	منابع تغییرات Sources of variations
وزن تر ساقه Stem fresh weight	حجم ریشه Root volume	طول ریشه Root length	سطح برگ Leaf area	تعداد برگ Number of leaves	قطر ساقه Stem diameter	ارتفاع گیاه Plant height		
11.56**	1.2**	127.27**	3924**	164.045**	1.15**	14.82**	6	تیمار Treatment
0.22	0.004	4.27	13.97	3.777	0.067	0.051	14	خطا Error
10.92	5.08	9.63	4.79	7.42	5.78	4.06		ضریب تغییرات (درصد) CV (%)

***: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱

***: Significant difference at 0.01 level of probability

ادامه جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس اثر آبیاری تلفیقی با آب شور و شیرین بر ویژگی‌های مورفولوژی گل آهار

Table 1 Continued: ANOVA of the effect of integrated irrigation with saline and fresh water on morphological characteristics of Zinnia

میانگین مربع‌ها Mean squares							درجه آزادی df	منابع تغییرات Sources of variations
وزن خشک کل Total dry weight	وزن تر کل Total fresh weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن تر ریشه Root fresh weight	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن تر برگ Leaf fresh weight	وزن خشک ساقه Stem dry weight		
1.47**	126.12**	0.018**	1.16**	0.37**	30.78**	0.096**	6	تیمار Treatment
0.089	1.37	0.00007	0.008	0.04	0.37	0.002	14	خطا Error
12.65	7.58	5.26	6.93	19.67	7.89	11.69		ضریب تغییرات (درصد) CV (%)

***: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱

***: Significant difference at 0.01 level of probability

جدول ۲: مقایسه میانگین ویژگی‌های مورفولوژی گل آهار تحت تأثیر آبیاری تلفیقی با آب شور و شیرین

Table 2: Mean comparison of morphological characteristic of Zinnia as affected by integrated irrigation with saline and fresh water

وزن تر ساقه (گرم در گیاه)	حجم ریشه (سانتی‌مترمربع)	طول ریشه (سانتی‌متر)	سطح برگ (سانتی‌مترمربع)	تعداد برگ (در گیاه)	قطر ساقه (میلی‌متر)	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	شوری (میلی‌مولار)
Stem fresh weight (g plant ⁻¹)	Root volume (cm ³)	Root length (cm)	leaf area (cm ²)	Number of leaves (plant ⁻¹)	Stem diameter (mm)	Plant height (cm)	Salinity [mM NaCl]
7.45a	2.33a	32.16a	132.6a	38.25a	5.27a	20.41a	0-0-0
6.26b	1.25c	25.33b	110.0b	30.00b	4.92ab	19.16ab	40-0-0
3.02d	0.78d	19.66c	54.8e	21.25c	4.09c	16.33c	40-40-0
4.45c	1.26c	20.50c	93.2c	29.91b	4.95ab	18.95b	40-0-40-0
1.75e	0.50e	13.66d	30.0f	16.25d	3.57d	13.87d	40-40-40
4.47c	1.83b	24.50b	74.2d	26.91b	4.60b	17.95b	70-0-0
3.21d	0.91d	14.33d	50.4e	20.66c	3.94cd	16.25c	70-0-70-0

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ بر اساس آزمون PLSD نمی‌باشند
In each column, means with at least one common letter have no significant difference at 0.05 level based on PLSD test

ادامه جدول ۲: مقایسه میانگین ویژگی‌های مورفولوژی گل آهار تحت تأثیر آبیاری تلفیقی با آب شور و شیرین

Table 2 Continued: Mean comparison of morphological characteristic of Zinnia as affected by integrated irrigation with saline and fresh water

وزن خشک کل (گرم در گیاه)	وزن ترکل (گرم در گیاه)	وزن خشک ریشه (گرم در گیاه)	وزن تر ریشه (گرم در گیاه)	وزن خشک برگ (گرم در گیاه)	وزن تر برگ (گرم در گیاه)	وزن خشک ساقه (گرم در گیاه)	شوری (میلی‌مولار)
Total dry weight (g plant ⁻¹)	Total fresh weight (g plant ⁻¹)	Root dry weight (g plant ⁻¹)	Root fresh weight (g plant ⁻¹)	Leaf dry weight (g plant ⁻¹)	Leaf fresh weight (g plant ⁻¹)	Stem dry weight (g plant ⁻¹)	Salinity [mM NaCl]
2.93a	25.48a	0.30a	2.23a	1.49a	12.7a	0.71a	0-0-0
2.53ab	21.56b	0.19b	1.74b	1.42a	12.8b	0.57b	40-0-0
1.27de	10.85d	0.07e	0.56d	0.69c	5.83d	0.32d	40-40-0
2.08bc	16.25c	0.16c	1.19c	1.19ab	8.29c	0.45c	40-0-40-0
0.94e	6.78e	0.07e	0.57d	0.56c	3.36e	0.17e	40-40-40
2.01bc	15.98c	0.18bc	1.66b	1.13ab	7.68c	0.43c	70-0-0
1.57cd	11.33d	0.12d	1.06c	0.91bc	5.60d	0.33d	70-0-70-0

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ بر اساس آزمون PLSD نمی‌باشند
In each column, means with at least one common letters have no significant difference at 0.05 level based on PLSD test

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس اثر آبیاری تلفیقی با آب شور و شیرین بر ویژگی‌های زایشی گل آهار

Table 3: ANOVA of the effect of integrated irrigation with saline and fresh water on flowering characteristics of Zinnia

وزن خشک گل Flower dry weight	وزن تر گل Flower fresh weight	میانگین مربع‌ها Mean squares		زمان باز شدن گل Time of anthesis	زمان ظهور غنچه Time of flower bud emergence	درجه آزادی df	منابع تغییرات Sources of variations
		قطر دمگل Pedicle diameter	قطر گل Flower diameter				
0.027**	1.67**	2.84**	247.61**	2.04*	1.52*	6	تیمار Treatment
0.001	0.04	0.17	11.01	1.19	0.90	14	خطا Error
12.65	10.67	4.30	7.04	2.14	2.65		ضریب تغییرات (درصد) CV (%)

* و **: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱
* and **: Significant difference at 0.05 and 0.01 level of probability

جدول ۴: مقایسه میانگین ویژگی‌ها زایشی گل آهار تحت تأثیر آبیاری تلفیقی با آب شور و شیرین

Table 4: Mean comparison of flowering characteristics of Zinnia as affected by integrated irrigation with saline and fresh water

وزن خشک گل (گرم در گیاه) Flower dry weight (g plant ⁻¹)	وزن تر گل (گرم در گیاه) Flower fresh weight (g plant ⁻¹)	قطر دمگل (میلی‌متر) Pedicle diameter (mm)	قطر گل (میلی‌متر) Flower diameter (mm)	زمان باز شدن گل (تعداد روز بعد از کاشت) Time of anthesis (days after sowing)	زمان ظهور غنچه (تعداد روز بعد از کاشت) Time of flower bud emergence (days after sowing)	شوری (میلی مولار) Salinity [mMNaCl]
0.42a	3.08a	10.9a	62.0a	50.7ab	35.3b	0-0-0
0.34b	2.75a	9.6b	50.2bc	51.0ab	36.0ab	40-0-0
0.19de	1.42c	9.6b	43.3d	50.0b	35.0b	40-40-0
0.27c	2.30b	11.3a	52.8b	50.0b	35.0b	40-0-40-0
0.16e	1.08c	8.5c	33.4e	52.0a	37.0 a	40-40-40
0.22cd	2.15b	9.4b	46.4cd	52.0a	36.0ab	70-0-0
0.18de	1.43c	9.4b	41.6d	51.0ab	36.0ab	70-0-70-0

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ براساس آزمون PLSD نمی‌باشند
In each column, means with at least one common letters have no significant difference at 0.05 level based on PLSD test

ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تلفیق آب شور و شیرین بر کلیه ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی شامل محتوای نسبی آب، نشت یونی، مالون‌دی‌آلدهید، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، کاروتنوئید، آنزیم کاتالاز، آنزیم پراکسیداز، پتاسیم و سدیم در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار بوده است (جدول ۵).

نتایج مقایسه میانگین (جدول ۶) نشان داد محتوای نسبی آب در تیمار شاهد بالاترین مقدار بود و بعد از آن تیمار ۰-۰-۴۰ قرار گرفت و سایر تیمارها در دسته سوم قرار گرفتند. درصد نشت یونی در تیمار ۰-۷۰-۰-۷۰ بالاترین مقدار بود ولی در تیمارهای ۰-۰-۷۰، ۰-۴۰-۴۰، ۰-۴۰-۴۰ و ۰-۴۰-۰-۴۰ اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند. کمترین مقدار نشت یونی در تیمار شاهد و به دنبال آن ۰-۰-۴۰ مشاهده شد. اما میزان مالون‌دی‌آلدهید در تیمار ۴۰-۴۰-۴۰ بالاترین مقدار بود ولی در تیمارهای ۰-۷۰-۰-۷۰، ۰-۷۰-۰-۷۰ و ۰-۴۰-۴۰ اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند و در دسته دوم قرار گرفتند. کمترین مقدار مالون‌دی‌آلدهید در تیمار شاهد به همراه ۰-۰-۴۰ و ۰-۴۰ مشاهده شد.

میزان کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید در تیمار ۰-۰-۷۰ کمترین درصد کاهش را نسبت به شاهد داشت. بیشترین کاهش در این ویژگی‌ها در تیمارهای ۴۰-۴۰-۴۰ و ۰-۷۰-۰-۷۰ نسبت به شاهد مشاهده شد. بیشترین میزان

آنزیم کاتالاز نسبت به شاهد در تیمار ۴۰-۴۰-۴۰ میلی‌مولار کلریدسدیم (۲۱۵/۸۱ درصد) مشاهده شد و مقدار آن در تیمارهای ۰-۰-۷۰، ۰-۰-۴۰، ۰-۰-۷۰ و ۰-۰-۴۰ میلی‌مولار کلریدسدیم نسبت به شاهد سیر افزایشی (به ترتیب ۴۱/۴۵، ۹۲/۷۳، ۱۲۰/۰۸، ۱۴۷/۴۳۵ و ۱۷۷/۳۵ درصد) داشت. علاوه بر این بیشترین مقدار آنزیم پراکسیداز نسبت به شاهد در تیمارهای ۰-۰-۷۰، ۰-۰-۴۰ و ۰-۷۰-۰-۷۰ میلی‌مولار کلریدسدیم (به ترتیب ۱۳۹/۷۶ و ۱۳۲/۷۴ و ۱۰۹/۹۴ درصد) مشاهده شد و این سه تیمار باهم اختلاف معنی‌داری نداشتند. هم‌چنین میزان آنزیم پراکسیداز شاهد، ۰-۴۰-۰-۴۰ و ۰-۰-۴۰ میلی‌مولار کلریدسدیم هم اختلاف معنی‌داری نداشتند. بیشترین میزان پتاسیم در تیمار ۰-۷۰-۰-۷۰ میلی‌مولار کلریدسدیم وجود داشت که نسبت به شاهد ۲۰/۹۸ درصد افزایش داشت. هم‌چنین بین تیمارهای ۰-۴۰-۴۰، ۰-۴۰-۰-۴۰ و ۰-۴۰-۴۰ میلی‌مولار کلریدسدیم از نظر میزان پتاسیم اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و بین شاهد و تیمار ۰-۰-۴۰ میلی‌مولار کلریدسدیم از این نظر اختلاف معنی‌داری نبود. هم‌چنین بیشترین میزان سدیم در تیمار ۴۰-۴۰-۴۰ میلی‌مولار کلریدسدیم نسبت به شاهد وجود داشت و بعد از آن تیمارهای ۰-۷۰-۰-۷۰، ۰-۴۰-۴۰، ۰-۰-۴۰ و ۰-۰-۴۰ میلی‌مولار کلریدسدیم از نظر سدیم تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و دارای کمترین میزان جذب سدیم بودند.

جدول ۵: نتایج تجزیه واریانس اثر آبیاری تلفیقی با آب شور و شیرین بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گل آهار

Table 5: Analysis of variance of the effect of integrated irrigation with saline and fresh water on physiological and biochemical characteristics of Zinnia

میانگین مربع‌ها Mean squares						درجه آزادی df	منابع تغییرات Sources of variations
کلروفیل کل Chl a + b	کلروفیل b Chl b	کلروفیل a Chl a	مالون‌دی‌آلدئید MDA	نشت یونی Ion leakage	محتوای نسبی آب Relative water content		
25.05**	2.51**	12.70**	2.69**	139.52**	78.15**	6	تیمار Treatment
0.34	0.06	0.20	0.12	4.60	3.52	14	خطا Error
5.82	9.20	6.20	8.26	5.56	2.42		ضریب تغییرات (درصد) CV (%)

***: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱

***: Significant difference at 0.01 level of probability

ادامه جدول ۵: نتایج تجزیه واریانس اثر آبیاری تلفیقی با آب شور و شیرین بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گل آهار

Table 5 Continued: Analysis of variance of the effect of integrated irrigation with saline and fresh water on physiological and biochemical characteristics of Zinnia

میانگین مربع‌ها Mean squares						درجه آزادی df	منابع تغییرات Sources of variations
سدیم به پتاسیم Na ⁺ / K ⁺	پتاسیم K ⁺	سدیم Na ⁺	پراکسیداز Proxidase	کاتالاز Catalase	کاروتنوئید Carotenoid		
0.011**	20.79.8**	1192.4**	3.22**	9.36**	1.51**	6	تیمار Treatment
0.0001	91.98	8.11	0.15	0.19	0.01	14	خطا Error
0.11	3.17	9.02	13.73	8.77	6.38		ضریب تغییرات (درصد) CV (%)

***: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱

***: Significant difference at 0.01 level of probability

جدول ۶: مقایسه میانگین ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گل آهار تحت تأثیر آبیاری تلفیقی با آب شور و شیرین

Table 6: Mean comparison of physiological and biochemical characteristics of Zinnia as affected by integrated irrigation with saline and fresh water

کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن تازه) Chl a + b (mg g ⁻¹ FW)	کلروفیل b (میلی‌گرم در گرم وزن تازه) Chl b (mg g ⁻¹ FW)	کلروفیل a (میلی) گرم در گرم وزن تازه) Chl a (mg g ⁻¹ FW)	مالون‌دی‌آلدئید (میکرومولار در گرم وزن تازه) MDA (μmol g ⁻¹ FW)	نشت یونی (درصد) Ion leakage (%)	محتوای نسبی آب (درصد) RWC (%)	شوری (میلی مولار) Salinity [mM NaCl]
15.03a	4.14a	10.88a	3.63c	26.24d	87.22a	0-0-0
9.97c	2.76cd	7.20c	3.38c	35.33c	81.38b	40-0-0
10.28bc	2.99c	7.28c	4.30b	42.16ab	73.03c	40-40-0
10.29bc	3.05bc	7.24c	3.50c	36.69bc	73.96c	40-0-40-0
6.79d	2.31d	4.47e	6.15a	40.90bc	75.96c	40-40-40
11.75b	3.49b	8.26b	3.98bc	40.38bc	76.30c	70-0-0
6.63d	1.24e	5.39d	4.39b	48.13a	74.27c	70-0-70-0

ادامه جدول ۶: مقایسه میانگین ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گل آهار تحت تأثیر آبیاری تلفیقی با آب شور و شیرین

Table 6 Continued: Mean comparison of physiological and biochemical characteristics of Zinnia as affected by integrated irrigation with saline and fresh water

سدیم به پتاسیم Na ⁺ / Ka ⁺	پتاسیم (میلی گرم در کیلوگرم) Ka ⁺ (mgkg ⁻¹)	سدیم (میلی گرم در کیلوگرم) Na ⁺ (mgkg ⁻¹)	پراکسیداز (واحد در گرم وزن تازه در دقیقه) Proxidase (unit g ⁻¹ FW min ⁻¹)	کاتالاز (واحد در گرم وزن تازه در دقیقه) Catalase (unit g ⁻¹ FW min ⁻¹)	کاروتنوئید (میلی گرم در گرم وزن تازه) Carotenoid (mg g ⁻¹ FW)	شوری (میلی مولار) Salinity [mM NaCl]
0.029d	284.9c	8.46e	1.71c	2.34f	3.09a	0-0-0
0.033d	286.4c	9.52e	2.31bc	4.51d	1.65cd	40-0-0
0.125b	303.8b	38.15c	2.67b	5.79bc	1.82c	40-40-0
0.086c	318.8b	27.5d	1.65c	6.49b	1.61d	40-0-40-0
0.198a	313.8b	62.1a	3.98a	7.39a	0.79f	40-40-40
0.096c	264.9d	25.3d	4.1a	3.13e	2.11b	70-0-0
0.144b	344.7a	49.8b	3.59a	5.15cd	1.37e	70-0-70-0

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ بر اساس آزمون PLSD نیستند
In each column, means with at least one common letters have not significant difference at 0.05 level based on PLSD test.

بحث

حاضر نشان داد با افزایش میزان کلریدسدیم و تناوب بیش‌تر آب شور در کنار آب شیرین طول ریشه نیز کاهش می‌یابد. شوری ممکن است سبب کلروز و کاهش فتوسنتز شود، بنابراین محدودیت تهیه مواد غذایی برای مقصدهایی مثل گل، شاخساره و ریشه به‌وجود می‌آید و باعث پایین آمدن رشد گیاه می‌شود (مانی و همکاران، 2011). محتوای نسبی آب برگ معیار مناسبی جهت بررسی وضعیت آبی گیاه است. نتایج پژوهش حاضر نشان داد با افزایش غلظت شوری و تناوب بیش‌تر آب شور در کنار آب شیرین، محتوای نسبی آب برگ کاهش پیدا می‌کند ولی در تیمارهای تلفیقی و تناوب آب شیرین در کنار آب شور این کاهش کم‌تر مشاهده گردید. در گیاه ستاره‌ای^۴ مشاهده شد که محتوای نسبی آب برگ با افزایش شوری از شاهد تا ۲۵ درصد نمک دریا از ۸۶ تا ۸۸ درصد افزایش یافت؛ ولی با افزایش میزان شوری رو به کاهش گذاشت (جیسلسر^۵ و همکاران، 2009). شاخص پایداری غشاء که به‌عنوان نشئت الکترولیتی تخمین زده می‌شود، تحت تنش شوری و تناوب بیش‌تر آب شور در کنار آب شیرین کاهش می‌یابد. افزایش نشئت یونی در اثر افزایش سطوح شوری در آهار مشاهده گردیده است (بیژنی و همکاران، 2013). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که میزان مالون‌دی‌آلدئید در تیمارهایی که دوبار آب شیرین در کنار یک‌بار آب شور و یا یک‌بار آب شیرین در کنار یک‌بار آب شور بودند کم‌تر از تیماری بود که کامل آب شور استفاده شده بود. پایداری کلروفیل به‌عنوان شاخصی از مقاومت گیاه به تنش است. نتایج این پژوهش نشان داد با افزایش میزان کلریدسدیم و تناوب بیش‌تر آب شور در کنار آب شیرین میزان کلروفیل و کاروتنوئید کاهش می‌یابد. در شرایط تنش شوری

در پژوهش حاضر گیاهان تحت تأثیر تیمارهای ۷۰-۷۰-۷۰ و ۷۰-۷۰-۰ از بین رفتند. هم‌چنین با افزایش شوری و تناوب کمتر آب شیرین در کنار آب شور ارتفاع، وزن تر و خشک گیاه کاهش یافت. کاهش در وزن خشک و ارتفاع گیاهان تحت تأثیر شوری قبلاً توسط برخی پژوهشگران برای آهار گزارش شده است (بیژنی^۱ و همکاران، 2013). کاهش در ارتفاع گیاه، قطر گل، وزن تر و خشک برگ و ساقه و ریشه و گل اشاره به اثرات شوری روی رشد و گل‌دهی گیاهان دارد. قبلاً نشان داده شده است که شوری اثر نامطلوبی روی جذب آب و مواد معدنی دارد که منجر به کاهش رشد غالب گیاهان می‌شود (اودین^۲ و همکاران، 2010). نتایج پژوهش حاضر نشان داد شوری بیش‌تر و تناوب بیش‌تر آب شور در کنار آب شیرین تعداد برگ و سطح برگ را در آهار کاهش داده است که با نتایج برخی پژوهشگران بر روی آهار مطابقت دارد (بیژنی و همکاران، 2013). در این پژوهش میزان کاهش ارتفاع گیاه در تیمارهای تلفیقی ۴۰-۴۰-۰، ۴۰-۴۰-۰، ۰-۴۰-۰، ۰-۷۰-۰ و ۰-۷۰-۰ نسبت به شاهد به ترتیب ۶/۱، ۱۹/۹، ۷/۱۵، ۱۲/۰۵ و ۲۰/۳۸ درصد بود. کاهش سطح برگ یک استراتژی برای رهایی از این اثر می‌باشد زیرا اتلاف آب را کاهش می‌دهد (مانی^۳ و همکاران، 2011). بر اساس نتایج این پژوهش بیش‌ترین میزان کاهش سطح برگ نسبت به شاهد در تیمار ۴۰-۴۰-۴۰ میلی‌مولار کلریدسدیم مشاهده شد و میزان کاهش سطح برگ در تیمارهای تلفیقی نسبت به شاهد کم‌تر بود. نتایج پژوهش

4. *Aster tripolium* L.
5. Geissler

1. Bizhani
2. Uddin
3. Mane

سپهوند و همکاران: اثر آبیاری تلفیقی با آب شور و شیرین بر ...

کاهش کلروفیل با اکسیداسیون کلروفیل توسط گونه‌های فعال اکسیژن و یا کمبود منیزیم در ارتباط است (اودین، 2012). تحت شرایط تنش شوری افزایش در آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز که جاروب‌کننده‌ی رادیکال‌های آزاد هستند مشاهده می‌شود. این آنزیم‌ها ساختارها و غشای سلولی را از اثرات نامطلوب رادیکال‌های آزاد محافظت می‌کنند (مانی و همکاران، 2011). نتایج این پژوهش نشان داد که در تیمار ۴۰-۴۰-۴۰ میلی‌مولار کلرید سدیم فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز افزایش بیش‌تری نسبت به شاهد پیدا کرد. نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش میزان کلرید سدیم و تناوب بیش‌تر آب شور در کنار آب شیرین میزان سدیم افزایش می‌یابد. تاکنون مکانیزم‌های بیولوژیک و مولکولی در گیاهان مقاوم به شوری به‌خوبی شناخته نشده‌اند، اما معلوم شده که تحمل به شوری تا حد زیادی مربوط به تجمع کم سدیم در بافت گیاه است. افزایش توانایی در جذب انتخابی پتاسیم از محیطی که دارای

مقادیر زیاد سدیم است ممکن است اهمیت زیادی در تحمل به شوری داشته باشد (شرفی و رضایی‌نژاد، 2018؛ بایوردی و طباطبایی، 2009).

نتیجه‌گیری کلی

آبیاری با آب شور و بدون تلفیق با آب شیرین باعث کاهش رشد و افزایش پراکسیداسیون غشای سلولی در گل آهار شد. اما زمانی که آب شور در تلفیق و تناوب با آب شیرین قرار گرفت رشد گل آهار بهبود پیدا کرد و پراکسیداسیون غشای سلولی کاهش پیدا کرد. لذا با توجه به حساس بودن گیاهان به شوری و این‌که مخرب‌ترین نوع شوری در خسارت به گیاهان شوری ناشی از کلرید سدیم می‌باشد، نتایج این پژوهش نشان‌دهنده‌ی امکان استفاده از آب‌های شور در تلفیق با آب شیرین در تولید و نگهداری گیاهان به‌خصوص گیاهان زینتی و فضای سبز می‌باشد. اما پژوهش‌های بیش‌تری در خصوص نوع شوری و گونه‌های گیاهی لازم می‌باشد.

منابع

- Adinehvand, F., Rezaei Nejad, A. and Hosseini S. Z. 2016. Effects of exogenous application of ascorbic acid and salicylic acid on biochemical characteristics of *Zinnia* (*Zinnia elegans* cv. Dreamland) under salinity stress. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, 16(4):435-446.
- Ashrafi, N. and Rezaei Nejad, A. 2018. *Lisianthus* response to salinity stress. *Photosynthetica*, 56 (2): 487-94.
- Bizhani, S., Jowkar, A. and Abdolmaleki, M. 2013. Growth and antioxidant response of *Zinnia elegans* under salt stress conditions. *Technical Journal of Engineering and Applied Sciences*, 3: 1285-1292.
- Buege, JA. and Aust, SD. 1978. Microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzymology*, 52: 302-310.
- Bybordi, A. and Tabatabaei, J. 2009. Effect of salinity stress on germination and seedling properties in canola cultivars (*Brassica napus* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 37 (2): 71-76.
- Chance, B. and Maehly, AC. 1995. Assay of catalase and peroxidase. In: Colowick SP and Kaplan ND (eds.). *Methods in Enzymology*. Academic Press, New York, 2: 764-791.
- Feizi, M., Hajabbasi, MA. and Mostafazadeh-Fard, B. 2010. Saline irrigation water management strategies for better yield of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in an arid region. *Australian Journal of Crop Science*, 4 (6): 408-414.
- Geissler, N., Hussin, S. and Koyro, HW. 2009. Interactive effects of NaCl salinity and elevated atmospheric CO₂ concentration on growth, photosynthesis, water relations and chemical composition of the potential cash crop halophyte *Aster tripolium* L. *Environmental and Experimental Botany*, 65 (2-3): 220-31.
- Ghoulam, C., Foursy, A. and Fares, K. 2002. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. *Environmental and experimental Botany*, 47 (1): 39-50.
- Lichtenthaler, HK. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*, 148: 350-382.
- Lutts, S., Kinet, J. and Bouharmont, J. 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Annals of Botany*, 78: 389-398.
- MacAdam, JW., Nelson, CJ. and Sharp, RE. 1992. Peroxidase activity in the leaf elongation zone of tall fescue: I. Spatial distribution of ionically bound peroxidase activity in genotypes differing in length of the elongation zone. *Plant Physiology*, 99 (3): 872-878.
- Mane, AV., Deshpande, TV., Wagh, VB., Karadge, BA. and Samant, JS. 2011. A critical review on physiological changes associated with reference to salinity. *International Journal of Environmental Sciences*, 1 (6): 1192-1216.
- Niu, G., Rodriguez, DS. and Starman, T. 2010. Response of bedding plants to saline water irrigation. *HortScience*, 45 (4): 628-636.
- Parsons, LR., Sheikh, B., Holden, R. and York, DW. 2010. Reclaimed water as an alternative water source for crop irrigation. *HortScience*, 45 (11): 1626-1629.
- Pessaraki, M. 2016. *Handbook of Plant and Crop Stress*. CRC Press. USA. 973 pp.

- Schroeder, JI., Delhaize, E., Frommer, WB., Guerinot, ML., Harrison, MJ., Herrera-Estrella, L., Horie, T., Kochian, LV., Munns, R., Nishizawa, NK. and Tsay, YF. 2013. Using membrane transporters to improve crops for sustainable food production. *Nature*, 497 (7447): 60-66.
- Uddin, M., Juraimi, AS., Ismail, M., Hossain, M., Othman, R. and Abdul Rahim, A. 2012. Physiological and growth responses of six turfgrass species relative to salinity tolerance. *The Scientific World Journal*, p 1-10.
- Villarino, GH. and Mattson, NS. 2011. Assessing tolerance to sodium chloride salinity in fourteen floriculture species. *HortTechnology*, 21 (5): 539-545.

The Effect of Integrated Irrigation with Saline and Fresh Water on Growth and Flowering of Zinnia

Sepahvand¹, Z., Rezaei Nejad^{2*}, A. and Mousavi-Fard³, S.

Abstract

In order to study the effects of integrated irrigation with saline and fresh water on growth and flowering of Zinnia (*Zinnia elegans* L.), a sensitive plant to salinity, an experiment was carried out in greenhouse during two successive seasons of winter and spring. The experiment was performed in greenhouse by sowing seeds in plastic pots containing equal proportion of soil, sand and manure compost. The experiment was arranged based on a completely randomized design with nine treatments and three replications. The treatments included irrigation with fresh water (0, no NaCl) as control and integrated irrigation with fresh water and water containing 40 or 70 mM NaCl. The results showed that plants that were repeatedly irrigated with 70 mM NaCl (70-70-70) and plants that were irrigated two out of three times with 70 mM NaCl (0-70-70), died. Plants that were irrigated once in between or one out of three times with 70 mM NaCl (0-70-0-70 or 0-0-70) showed better growth and flowering compared to those repeatedly irrigated with 40 mM NaCl (40-40-40). Furthermore, these plants showed improved cell membrane stability, higher chlorophyll and carotenoids contents and higher potassium/sodium content compared to 40-40-40 treated plants. According to the results of the present study, integrated irrigation with saline and fresh water makes it possible to use saline water for landscaping and ornamental plants cultivation.

Keywords: Sodium chloride, Cell membrane, Chlorophyll, Carotenoid

1, 2 and 3. MSc Student, Associate Professor and Assistant Professor, Respectively, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran

*: Corresponding author Email: Rezaeinejad.h@lu.ac.ir

This paper has been extracted from the first author's MSc thesis under the guidance of Abdolhossein Rezaei Nejad.