نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۴، جلد ۱۷، مهر - آبان ۱۴۰۲، ص. ۷۴۲-۷۳۵

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.4, Vol. 17, Oct.-Nov. 2023, p. 735-742

مقاله علمی-پژوهشی

تعیین آستانه تحمل به شوری و برخی ویژگی‌های رشدی گیاه خرفه (*Portulaca oleracea* L) در شرایط گلدانی

رستم یزدانی بیوکی[1*]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۲۴

چکیده

در حال حاضر با توجه به خشکسالی‌های اخیر آب شیرین قابل استفاده برای کشت و کار گیاهان در حال کاهش می‌باشد، بنابراین نیاز است تا نسبت به بررسی آستانه تحمل به شوری گیاهان مطالعات کافی انجام شود. گیاه خرفه یکی از گیاهان ارزشمند و مغذی می‌باشد که در سال‌های اخیر اقدامات زیادی در توسعه کاشت آن اقدام شده است. برای بررسی آستانه تحمل به شوری و برخی ویژگی‌های کمی خرفه در پاسخ به سطوح مختلف تنش شوری آزمایش حاضر در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در محیط گلدان در گلخانه‌ی مرکز ملی تحقیقات شوری انجام شد. تیمارهای شوری عبارت بودند از ۰/۴، ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۵ و ۱۸ دسی زیمنس بر متر بودند. در این مطالعه برخی صفات رشدی از جمله ارتفاع بوته، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، سطح برگ، محتوای نسبی آب، نشت یونی، پتاسیم و سدیم اندام هوایی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که افزایش شوری از تیمار شاهد تا شوری ۱۸ دسی زیمنس بر متر سبب کاهش ۴۹ درصد در ارتفاع بوته، ۷۸ درصد وزن تر برگ، ۷۱ درصد وزن خشک اندام هوایی و ۱۶ درصد محتوای آب نسبی و همچنین افزایش ۵۶ و ۶ درصدی به ترتیب در میزان نشت یونی و مقدار سدیم گیاه خرفه شد. نتایج آستانه تحمل به شوری حاکی از آن بود که میزان شوری آب آبیاری که سبب کاهش عملکرد ۵۰ درصدی و ۱۰۰ درصدی شد به ترتیب برابر با ۱۲/۹۷ و ۲۶/۲۴ دسی‌زیمنس بر متر محاسبه شد. براساس نتایج بدست آمده گیاه خرفه جزء گیاهان متحمل به شوری طبقه بندی شد.

واژه‌های کلیدی: شورپسند، گیاه دارویی، محتوای نسبی آب، نشت یونی

مقدمه

شوری از جمله مهم‌ترین عامل محدودکننده تولیدات زراعی در بیشتر مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان به شمار می‌آید (Poustini et al., 2020) به‌طوری‌که ۱۹/۵ درصد اراضی فاریاب به طور مستقیم تحت تأثیر شوری قرار دارند (Sonia et al., 2019). تخمین زده می‌شود حدودا ۲۷ میلیون هکتار از اراضی کشور با مشکل شوری مواجه می‌باشد که چیزی در حدود ۱۵-۱۰ درصد کل اراضی کشور را تشکیل می‌دهد (Mahlooji et al., 2018). شوری از طریق تنش اسمزی (کاهش آب قابل دسترس گیاه)، سمیت یون‌های سدیم و کلر، تولید اتیلن و مداخله در فتوسنتز، رشد و توسعه‌ی گیاهان را کاهش می‌دهد (گرامی و همکاران، ۱۳۹۸). برهم خوردن تعادل عناصر غذایی به واسطه حضور مقادیر فراوان سدیم و کلر در محیط ریشه می‌تواند منجر به تغییرات زیادی در فرآیندهای متابولیسمی گیاهان گردد. کاهش بیوماس تولیدی، کم شدن کارایی فتوسنتز و تغییر در میزان آماس برگ از اثرات اولیه شوری در گیاهان است (Munns, 2002).

باتوجه به اینکه حدود ۲۷ میلیون هکتار از اراضی کشور ما تحت تأثیر شدت‌های مختلف شوری قرار دارند شناخت گیاهان مقاوم به شوری و تعیین حد تحمل آن‌ها اعم از درخت و درختچه و بوته می‌تواند منجر به استفاده بهینه از اراضی شور و نیمه‌شور در کشور شود. با در نظر گرفتن اینکه کشور ما از دو مشکل شوری و خشکی در بیشتر اراضی خود رنج می‌برد و این تنش‌ها می‌توانند بر جذب عناصر غذایی در گیاهان تأثیر سوء داشته باشند، بنابراین ارزیابی گیاهان و یافتن مکانیسم‌های مقاومت در آن‌ها جهت حصول عملکرد بالا ضروری به نظر می‌رسد.

خرفه (*Portulaca oleracea* L) که در ایران بنام پرپین نیز نامیده می‌شود (حسینی و همکاران، ۱۳۹۴). گیاهی شورپسند، علفی و یک ساله از خانواده Portulacaceae می‌باشد. گونه‌های مختلف گیاه

۱- استادیار پژوهشی، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران
(* - نویسنده مسئول: (Email:r.yazdani@areeo.ac.ir
DOR: 20.1001.1.20087942.1402.17.4.10.0

خرفه تحت نام‌های متفاوت حتی در مناطق خشک، شور و کمبود مواد غذایی نیز رشد می‌کند. این گیاه یک سبزی بسیار مغذی و خوراکی هست (صالح آبادی و همکاران، ۱۳۹۹).

خرفه از جمله گیاهان متحمل به شرایط شوری است. بذور خرفه در شوری‌های بالا جوانه زده و می‌تواند به چرخه زندگی خود ادامه و بذر تولید کند. این محصول به عنوان یک محصول نسبتاً متحمل به نمک با مقدار آستانه ۶/۳ دسی زیمنس بر متر رتبه بندی شد و توانست ظرفیت تولیدی خود را حفظ کند (Samet and Çıkılıb, 2019).

پژوهش‌های مختلفی در مورد تحمل بالای گیاه خرفه به تنش شوری انجام شده است. رحیمی و همکاران (۱۳۹۰) با مطالعه‌ی چهار سطح شوری ۰/۶، ۷، ۱۴ و ۲۱ دسی زیمنس بر متر نمک طعام بر برخی ویژگی‌های مرفوفیزیولوژیک گیاه خرفه نشان دادند که وزن تر برگ و ساقه، وزن خشک برگ، تعداد برگ و شاخه فرعی در بوته، شاخص سطح برگ، ارتفاع ساقه تا سطح شوری ۱۴ دسی زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند، و گیاهان تحت تیمار ۲۱ دسی زیمنس بر متر کلرید سدیم کاهش معنی‌داری نشان دادند. همچنین آن‌ها نشان دادند که این گیاه تا حد قابل‌توجهی به شوری مقاومت دارد و می‌تواند در مناطق تحت تنش شوری به عنوان گیاه دارویی مورد توجه قرار گیرد. مرادی و همکاران (۱۳۹۷) گزارش نمودند که افزایش تنش شوری از ۰/۵ تا ۲۵ دسی زیمنس بر متر، منجر به کاهش مقدار پتاسیم و افزایش میزان سدیم در گیاه خرفه شد. آن‌ها بالاترین و پایین‌ترین غلظت عنصر سدیم در بخش هوایی خرفه را به ترتیب در تیمار شوری ۲۵ دسی زیمنس بر متر و ۰/۵ دسی زیمنس بر متر گزارش کردند. خرفه تقریباً هیچ کاهش عملکردی را در محیط‌های با شوری متوسط نشان نمی‌دهد. همچنین نتایج سایر مطالعات نشان داد که شوری اثرات منفی و کاهشی بر اکثر صفات مورفولوژیکی و محتوای نسبی آب گیاه خرفه دارد (Fathi et al., 2019). هی و همکاران با مطالعه سطوح مختلف شوری ۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار نمک طعام گزارش کردند که گیاهانی که با ۱۰۰ میلی‌مولار نمک طعام رشد کردند، بالاترین بهره‌وری و سریع‌ترین رشد برگ‌ها را داشتند و پس از آن گیاهانی با غلظت‌های ۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار NaCl قرار دارند (He et al., 2021).

در پژوهش حاضر هدف تعیین آستانه و بررسی برخی ویژگی‌های کمی گیاه دارویی خرفه در پاسخ به سطوح مختلف شوری بود.

مواد و روش

به منظور ارزیابی تحمل به شوری گیاه خرفه، پژوهشی به صورت گلدانی و به مدت هفت ماه در گلخانه تحقیقاتی مرکز ملی تحقیقات شوری در سال ۱۳۹۸ انجام شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل تیمار شوری در ۷ سطح آب شهر (۰/۴۴ دسی‌زیمنس بر متر) و شوری‌های ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۵ و ۱۸ دسی زیمنس بر متر بود. کشت بذورگیاهان در گلدان‌های ۷ کیلوگرمی (ارتفاع ۲۰/۵ و قطر ۲۰ سانتی‌متر) پس از تهیه بذر خرفه از شرکت پاکان بذر در آبان ماه ۱۳۹۸ انجام شد. ویژگی‌های خاک مورد آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک مورد آزمایش

هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	پتاسیم قابل جذب ($mg\ kg^{-1}$)	فسفر قابل جذب ($mg\ kg^{-1}$)	کربن آلی (%)	اسیدیته
۴/۵۰	۲۰/۲۲	۳۵/۶۲	۴۴/۱۶	۸۵	۴/۹	۰/۰۴	۷/۳۶

تیمارهای شوری از طریق رقیق‌سازی آب بسیار شور از منطقه اطراف اردکان با آب شرب تهیه شد (جدول ۲). برای اندازه‌گیری و رسیدن به شوری مورد نظر از دستگاه شوری‌سنج استفاده شد.

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده در آزمایش

هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	pH	Ca2+ (meq l-1)	Mg2+ (meq l-1)	CO_3^{2-} (meq l-1)	HCO_3^- (meq l-1)	Na+ (meq l-1)	K+ (meq l-1)	Cl- (meq l-1)	SO_4^{2-} (meq l-1)	نسبت جذب سدیم
۱۰	۸/۰۰	۳/۲۶	۱۲/۸۸	۰	۲/۷۷	۸۰/۷۳	۰/۲۱	۸۶/۴۸	۷/۸۲	۲۸/۸۳

منبع آب شور اصلی به میزان ۵۰ برابر رقیق شده است.

در ابتدای کاشت تمامی گلدان‌ها با آب شهر تا زمان استقرار و سبز شدن آبیاری شدند و سپس به فاصله ۴ روز به ترتیب سطوح

شوری افزایش داده شد تا به شوری مورد نظر رسانده شود. تیمارهای شوری بعد از سبز شدن تا زمان اتمام فصل رشد گیاهان (حدوداً ۷ ماه) اعمال شد. بذور به صورت پر در حدود ۱۴ نقطه از گلدان کاشته شدند و به تدریج تنک شدند و در نهایت تعداد چهار بوته در هر گلدان نگه داشته شد.

پس از هر نوبت آبیاری، میزان شوری زهاب هر گلدان (EC_{dw}) با دستگاه هدایت‌سنج اندازه‌گیری شد تا برای اطلاع از وضعیت شوری گلدان‌ها و ثبات نسبی شوری خاک ناحیه ریشه در طول فصل رشد مورد استفاده قرار گیرد. ویژگی‌های کمی مانند ارتفاع بوته (برحسب سانتی‌متر و با استفاده از خط کش)، وزن تر ساقه (با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱)، سطح برگ (با استفاده از دستگاه Windias 3) انجام شد. در پایان آزمایش اندام هوایی و ریشه به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد درون آون قرار داده شد و بعد از آن وزن خشک ساقه، وزن خشک ریشه، وزن خشک برگ، وزن خشک کل اندام هوایی توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ (RWC) به روش ریچی و همکاران انجام شد (Ritchi and Nguyen, 1990). جهت تعیین نشت پذیری غشا ابتدا نیم گرم بافت گیاه را پس از شستشو با آب مقطر در ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر در قوطی‌های فیلم استریل شده در دمای اتاق به مدت دو ساعت شناور کرده و در پایان دو ساعت، هدایت الکتریکی آب توسط EC متر در دمای اتاق سنجیده شد. سپس نمونه‌ها به آون با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد منتقل خواهد شد و به مدت ۲۰ دقیقه در این شرایط قرار گرفت. پس از خنک شدن نمونه‌ها، مجدداً هدایت الکتریکی نمونه‌ها را اندازه گرفته و از رابطه ۱ نشت پذیری غشا بر حسب درصد اندازه‌گیری شد:

(۱) نشت پذیری غشا سلولی =(E1/E2) ×۱۰۰

E1: هدایت الکتریکی آب قبل از آون

E2: هدایت الکتریکی آب بعد از آون

برای اندازه‌گیری عناصر سدیم و پتاسیم عصاره نمونه‌ها توسط هضم به روش سوزاندن خشک و ترکیب با اسیدکلریدریک اندازه گیری شد (Chapman and Pratt, 1961; Waling et al., 1989).

برای تعیین آستانه تحمل به تنش شوری و کاهش ۵۰ درصد عملکرد از مدل موس–هافمن استفاده شد. همچنین جهت تعیین شاخص تحمل به تنش شوری (STI) از رابطه ۲ استفاده شد (آناقلی، ۱۳۸۷):

(۲) $STI_1 = eC50+(S\times eC50)$

eC50= میزان شوری که در آن ۵۰ درصد عملکرد کاهش می‌یابد.

S= میزان شیب معادله

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS Ver 9.2 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه نشان داد که تمامی صفات مورد بررسی به طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح مختلف شوری قرار گرفتند ($p<0/01$) (جدول ۳).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که ارتفاع بوته گیاه خرفه با افزایش شوری کاهش یافت، به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین ارتفاع بوته با اختلاف ۱۶/۶۶ سانتی‌متر در سطوح ۰/۴۴ و ۱۸ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد (جدول ۴).

وزن تر ساقه گیاه با افزایش شوری از تیمار شاهد تا شوری ۱۸ دسی زیمنس بر متر به میزان حدوداً ۸۳ درصد کاهش یافت. وزن خشک ساقه نیز با افزایش شوری به طور معنی‌داری کاهش یافت که میزان کاهش آن از شاهد تا بالاترین سطح شوری برابر با ۷۵ درصد مشاهده شد (جدول ۴).

وزن تر ریشه گیاه در تیمار شاهد دارای بالاترین مقدار و در تیمار ۱۸ دسی زیمنس بر متر با کاهش ۰/۴ گرم در بوته (۷۱ درصد) پایین‌ترین مقدار را داشت (جدول ۴). وزن خشک ریشه نیز با افزایش شوری کاهش یافت به طوری که این کاهش وزن از تیمار شاهد تا ۱۸ دسی زیمنس بر متر برابر با ۸۰ درصد بود (جدول ۴). وزن تر و خشک برگ خرفه نیز با افزایش شوری کاهش معنی‌داری را نشان داد به طوری که این کاهش از تیمار شاهد تا شوری ۱۸ دسی زیمنس بر متر به ترتیب در وزن تر و خشک برگ برابر با ۷۸/۲۲ و ۶۷/۸۵ درصد بود (جدول ۴).

سطح برگ گیاه نیز با افزایش شوری به طوری معنی‌داری کاهش یافت، به گونه‌ای که کاهش سطح برگ گیاه از تیمار ۰/۴۴ دسی زیمنس بر متر تا شوری ۱۸ دسی زیمنس بر متر برابر با ۳۰۷/۵۹ سانتی‌مترمربع بود (جدول ۴). بالاترین وزن خشک گیاه با ۰/۷۶ گرم در بوته در تیمار شاهد و پایین‌ترین وزن خشک با کاهش ۰/۵۴ گرم در بوته (۷۱ درصد) در شوری ۱۸ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد (جدول ۴). گیاهان تیمار شده با شوری ۳ و ۹ دسی زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری از لحاظ وزن خشک با یکدیگر نداشتند (جدول ۴).

نتایج پژوهش حاضر حاکی از مقاومت بالای خرفه به شوری بود به طوری تا شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر کاهش ارتفاع بوته و وزن تر برگ در حدود ۲۸ درصد مشاهده شد. در حالی که رحیمی و همکاران (۱۳۹۰) با مطالعه‌ی چهار سطح شوری ۰/۶، ۷، ۱۴ و ۲۱ دسی زیمنس بر متر نمک طعام بر برخی ویژگی‌های مرفوفیزیولوژیک گیاه خرفه نشان دادند که وزن تر برگ و ساقه، وزن خشک برگ،

1 - Salinity Tolerance index

تعداد برگ و شاخه فرعی در بوته، شاخص سطح برگ، ارتفاع ساقه تا سطح شوری ۱۴ دسی زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند، و گیاهان تحت تیمار ۲۱ دسی زیمنس بر متر کلرید سدیم کاهش معنی‌داری نشان دادند. همچنین آن‌ها نشان دادند که این گیاه تا حد قابل‌توجهی به شوری مقاومت دارد و می‌تواند در مناطق تحت تنش شوری به عنوان گیاه دارویی مورد توجه قرار گیرد.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تنش شوری بر برخی صفات گیاه خرفه

منابع تغییرات	میانگین مربعات	خطا	ضریب تغییرات
درجه آزادی	(٦)	(١٤)	
ارتفاع بوته	۱۳۷/۰۷**	۱/۰۹	۴/۰۶
وزن تر ساقه	۱۷/۵۰**	۰/۰۳۴	۳/۶۸
وزن خشک ساقه	۰/۰۴**	۰/۰۰۰۲	۵/۲۹
وزن تر ریشه	۰/۰۷**	۰/۰۰۰۲	۴/۷۱
وزن خشک ریشه	۰/۰۰۰۶**	–	۱۵/۳۳
وزن تر برگ	۹/۵۰**	۰/۰۲	۳/۰۱
وزن خشک برگ	۰/۰۱**	۰/۰۰۰۱	۶/۵۶
سطح برگ	۳۳۶۷۲/۱۶**	۴۴/۴۸	۲/۵۷
وزن خشک کل اندام هوایی	۰/۱۰**	۰/۰۰۰۴	۴/۳۴
محتوای آب نسبی	۹۱/۴۱**	۲۰/۴۴	۶/۰۸
نشت یونی	۷۰۰/۶۵**	۴/۶۱	۴/۹۴
پتاسیم	۸/۷۷**	۰/۵۳	۸/۵۰
سدیم	۱۲/۱۲**	۰/۶۲	۱۴/۹۰

** نشان دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات رشدی، عملکرد و فیزیولوژیکی گیاه خرفه

صفات مورد آزمایش	تیمارهای شوری (دسی زیمنس بر متر)						
	./٤٤	٣	٦	٩	١٢	١٥	١٨
ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	۳۳/۶۶^{a*}	۲۸/۳۳^{b}	۲۶/۳۳^{c}	۲۴/۶۶^{cd}	۲۴/۰۰^{d}	۲۱/۳۳^{e}	۱۷/۰۰^{f}
وزن تر ساقه (گرم در بوته)	۸/۷۶^{a}	۶/۸۹^{b}	۶/۰۱^{c}	۴/۸۰^{d}	۳/۷۴^{e}	۳/۴۲^{e}	۱/۵۱^{f}
وزن خشک ساقه (گرم در بوته)	۰/۴۸^{a}	۰/۴۲^{b}	۰/۴۰^{b}	۰/۲۹^{c}	۰/۲۴^{d}	۰/۲۱^{d}	۰/۱۲^{e}
وزن تر ریشه (گرم در بوته)	۰/۵۶^{a}	۰/۵۳^{b}	۰/۳۷^{c}	۰/۲۸^{d}	۰/۲۵^{e}	۰/۲۳^{e}	۰/۱۶^{f}
وزن خشک ریشه (گرم در بوته)	۰/۰۵^{a}	۰/۰۴^{b}	۰/۰۳^{bc}	۰/۰۲^{c}	۰/۰۲^{c}	۰/۰۲^{c}	۰/۰۱^{d}
وزن تر برگ (گرم در بوته)	۶/۹۸^{a}	۶/۳۴^{b}	۵/۵۳^{c}	۵/۱۴^{d}	۵/۰۱^{d}	۴/۰۴^{e}	۱/۵۲^{f}
وزن خشک برگ (گرم در بوته)	۰/۲۸^{a}	۰/۲۴^{b}	۰/۲۲^{b}	۰/۱۹^{c}	۰/۱۸^{c}	۰/۱۴^{d}	۰/۰۹^{es}
سطح برگ (سانتی‌مترمربع)	۳۹۹/۰۰^{a}	۳۶۱/۶۶^{b}	۲۹۰/۵۶^{c}	۲۶۹/۰۲^{d}	۲۲۰/۰۳^{e}	۱۷۸/۳۵^{f}	۹۱/۴۱^{g}
وزن خشک کل اندام هوایی (گرم در بوته)	۰/۷۶^{a}	۰/۶۷^{b}	۰/۶۳^{b}	۰/۴۹^{c}	۰/۴۳^{d}	۰/۳۶^{e}	۰/۲۲^{f}
محتوای نسبی آب (درصد)	۷۵/۴۷^{a}	۷۹/۴۶^{a}	۷۲/۳۷^{a}	۷۷/۶۴^{a}	۷۹/۱۵^{a}	۷۲/۹۱^{a}	۶۳/۶۰^{b}
نشت یونی (درصد)	۳۴/۰۳^{d}	۳۵/۵۹^{cd}	۳۹/۲۶^{bc}	۳۸/۳۹^{bc}	۳۷/۱۵^{cd}	۴۱/۹۰^{b}	۷۷/۵۹^{a}
پتاسیم (درصد)	۱۱/۲۷^{a}	۱۰/۷۱^{a}	۸/۲۷^{b}	۷/۷۸^{b}	۷/۳۵^{b}	۷/۴۲^{b}	۷/۰۹^{b}
سدیم (درصد)	۱/۶۵^{d}	۳/۵۲^{c}	۵/۶۵^{b}	۶/۰۸^{ab}	۶/۹۴^{ab}	۶/۱۵^{ab}	۷/۲۱^{a}

* حروف مختلف در هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف آماری در سطح ۱٪ است.

از عوامل کاهش رشد گیاه در شرایط شور می‌توان به تجمع یون‌های سمی مثل سدیم و کلر در بافت‌های گیاهی اشاره کرد که باعث کاهش فعالیت‌های آنزیمی و تغییر در توزیع کربوهیدرات‌ها می‌شود (طبایی عقدایی، ۱۳۷۹). اما هالوفیت‌ها با داشتن مکانیسم‌هایی مثل تقسیم‌بندی یون‌ها در واکوئل تا مقدار زیادی از کاهش رشد در شرایط شور جلوگیری کرده و حتی برخی از آن‌ها در این شرایط به حداکثر رشد خود خواهند رسید (He et al., 2021). در مطالعه‌ی حاضر نیز کاهش اندک ارتفاع بوته و وزن برگ تا شوری ۱۲

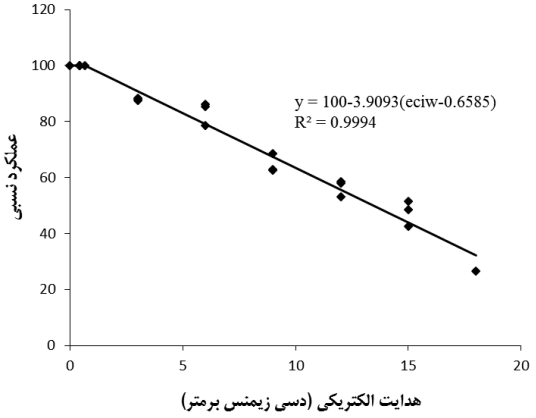
دسی زیمنس بر متر مؤید مقاومت بالای این هالوفیت دارویی می‌باشد.

مقدار نشت یونی گیاه با افزایش شوری به طور معنی‌داری زیاد شد، به طوری با افزایش شوری از گیاهان تیمار شاهد تا شوری ۱۸ دسی‌زیمنس بر متر میزان نشت یونی ۴۳/۵۶ درصد افزایش یافت (جدول ۴). همچنین محتوای نسبی آب گیاه با افزایش شوری از تیمار شاهد تا سطح ۱۵ دسی زیمنس بر متر بدون اختلاف معنی‌دار بود، اما گیاهان تیمار شده با شوری ۱۸ دسی زیمنس بر متر نسبت به سایر تیمارها با کاهش معنی‌داری مواجه شد (جدول ۴). به نظر می‌رسد با توجه به اینکه گیاه خرفه جزو گیاهان هالوفیت می‌باشد محتوای نسبی آب با افزایش شوری تغییری نداشت.

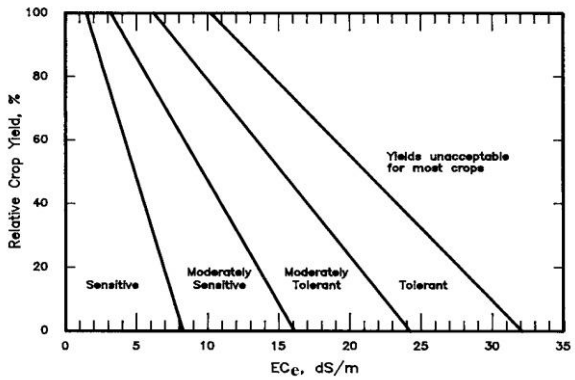
میزان پتاسیم اندام هوایی گیاه با افزایش شوری از تیمار شاهد تا شوری ۶ دسی زیمنس بر متر کاهش یافت و مقدار پتاسیم در گیاهان تحت تیمار ۶، ۹، ۱۲، ۱۵ و ۱۸ دسی زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۴). در خصوص میزان سدیم نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش شوری میزان سدیم گیاه به طور معنی‌داری افزایش یافت، به طوری که بالاترین مقدار در تیمار شوری ۱۸ دسی زیمنس بر متر و کمترین آن در تیمار شاهد مشاهده شد. مرادی و همکاران (۱۳۹۷) با تأثیر سطوح شوری ۰/۵، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ دسی زیمنس بر متر، کاهش مقدار پتاسیم و افزایش میزان سدیم را با افزایش شوری در گیاه خرفه گزارش کردند. آن‌ها بالاترین و پایین‌ترین غلظت عنصر سدیم در بخش هوایی خرفه را به ترتیب در تیمار شوری ۲۵ دسی زیمنس بر متر و ۰/۵ دسی زیمنس بر متر گزارش کردند. یکی از اصلی‌ترین اثرات شوری بروز اثرات افزایش سدیم در داخل گیاه می‌باشد. عنصر سدیم در محیط خارج از ریشه و همچنین در بخش داخلی گیاه بیش‌ترین اثرات را در تغذیه معدنی گیاه به وجود می‌آورد. پتانسیل اسمزی پایین محلول خاک و غلظت بالای املاح خاک به‌ویژه سدیم و کلر برای گیاهان مضر هستند (Green and Munns, 1998). مطابق با نتایج پروژه حاضر، در تحقیقی با تأثیر سطوح تنش شوری ۰/۶۵، ۳/۵، ۵ و ۶/۵ دسی زیمنس بر متر بر روی خرفه نشان داده شد که افزایش شوری سبب افزایش درصد سدیم گیاه شد (Kilic et al., 2008). در مطالعات مرادی و همکاران (۱۳۹۷) نیز افزایش جذب سدیم با افزایش شوری در گیاه خرفه گزارش شد که با نتایج این پروژه مطابقت دارد. نیکولوا و همکاران با کاربرد سطوح شوری ۱۰۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار نمک طعام بر گیاه خرفه گزارش کردند که شوری در شوری ۱۰۰ میلی‌مولار نمک طعام پتانسیل آب برگ گیاه بدون تغییر ماند اما با افزایش شوری تا سطح ۳۰۰ میلی‌مولار سبب کاهش پتانسیل آب گیاه شد (Hnilickova et al., 2021).

آستانه تحمل به شوری بر اساس عملکرد اندام هوایی خرفه

حد آستانه شوری گیاه بر اساس شوری آب آبیاری و برای ماده خشک اندام هوایی معادل ۰/۶۵ دسی‌زیمنس بر متر به دست آمد (شکل ۱). همچنین شیب کاهش عملکرد ماده خشک اندام هوایی به ازای هر واحد افزایش شوری بر حسب دسی‌زیمنس بر متر برابر با ۳/۹۰ درصد برآورد شد (شکل ۱). میزان شوری آب آبیاری که سبب کاهش عملکرد ۵۰ درصدی و عملکرد صفر شد به ترتیب برابر با ۱۲/۹۷ و ۲۶/۲۴ دسی‌زیمنس بر متر محاسبه شد (شکل ۱). مقدار شاخص تحمل به شوری (ST-index) معادل ۱۳/۶۰ دسی‌زیمنس بر متر برآورد گردید (رابطه ۲).



شکل ۱- واکنش عملکرد نسبی خرفه به تنش شوری بر اساس مدل ماس-هافمن



شکل ۲- گروهبندی گیاهان از نظر تحمل به شوری (Ayers and Wescot, 1989).

با توجه به اینکه نتایج تحقیق حاضر حاکی از مقاومت ۵۰ درصدی گیاه به شوری تا سطح ۱۲ دسی زیمنس بر متر بوده و همچنین باتوجه به شکل ۲ و بادر نظرگرفتن میزان شوری آب آبیاری که سبب عملکرد صفر شد (۲۶/۲۴ دسی‌زیمنس بر متر)، گیاه خرفه در این مطالعه جزو گیاهان مقاوم به شوری قرار گرفت. همچنین نتایج تحقیقات رحیمی و همکاران (۱۳۹۰)، مرادی و همکاران (۱۳۹۷)، کیلیک و همکاران و نیکولوا و همکاران نیز مؤید مقاومت نسبی خرفه به شوری هستند، بنابراین می‌توان این گیاه را جزو گیاهان مقاوم به شوری معرفی کرد (Kilic et al., 2008; Hnilickova et al., 2021).

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که افزایش شوری از تیمار شاهد تا شوری ۱۸ دسی زیمنس بر متر سبب کاهش ارتفاع بوته، وزن تر برگ، وزن خشک اندام هوایی و محتوای آب نسبی و همچنین افزایش در میزان نشت یونی و مقدار سدیم گیاه شد. اما براساس نتایج آستانه تحمل به شوری که حاکی از کاهش عملکرد با شیب ملایم (به ازای هر واحد افزایش شوری بر حسب دسی‌زیمنس بر متر برابر با ۳/۹۰ درصد) بود به طوری که کاهش ۵۰ درصدی ۱۰۰ درصدی عملکرد به ترتیب در ۱۲/۹۷ و ۲۶/۲۴ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. بنابراین مطابق نتایج بدست آمده از این پژوهش، گیاه خرفه جزء گیاهان متحمل به شوری طبقه بندی شد. هرچند که نمی‌توان به طور قطع نتایج را جهت شرایط مزرعه‌ای پیشنهاد داد و بر این اساس جهت حصول نتایج کاربردی نیاز است تا مطالعات به صورت میدانی و در شرایط مزرعه‌ای نیز انجام شود.

منابع

آناقلی، ا. ۱۳۸۷. شاخص‌های تحمل به شوری در سه رقم زراعی پنبه (*Gossypium hirsutum* L.). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۵ (۳): ۹۰-۹۷.

حسینی، س.ز.، علیپور، ب. و محبی، ز. ۱۳۹۴. خرفه؛ غذای برتر آینده. مجله‌ی طب سنتی اسلام و ایران. ۶ (۳): ۲۶۵-۲۵۷.

رحیمی، ز، کافی، م، نظامی، ا. و خزاعی، ح.ر. ۱۳۹۰. تأثیر سطوح شوری و سیلیسیم بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک گیاه دارویی خرفه (*Portulaca oleracea* L.). فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات دارویی و معطر ایران. ۲۷ (۳): ۳۷۴-۳۵۹.

صالح آبادی، م.ر.، آرمین، م. و جامی معینی، م. ۱۳۹۹. اثر مقادیر مصرف پتاسیم بر کاهش اثرات تنش شوری در گیاه دارویی خرفه (*Portulaca oleracea* L.). مجله پژوهشهای به زراعی. ۱۲ (۱): ۸۲-۵۹.

طبایی عقدایی، س.ر. ۱۳۷۹. بررسی بیان ژن در واکنش به تنش‌های محیطی در سه گونه گراس مرتعی. پژوهش و سازندگی. ۱۳ (۱): ۴۷-۴۴.

گرامی، م.، اکبرپور، و. و محمدیان، ا. ۱۳۹۸. بررسی اثر پوترسین و اسید سالیسیلیک بر برخی از خصوصیات در شرایط شوری (*Stevia rebaudiana* B.)فیزیولوژیکی و آنتیاکسیدانی گیاه استویا. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی. ۱۱ (۲۹): ۵۴-۴۰.

مرادی، س، گلچین، ا.، سپهر، ا. و وفایی، م. ۱۳۹۷. تأثیر شوری ناشی از کلرید سدیم و میزان بور آب آبیاری بر عملکرد و غلظت عناصر غذایی پر مصرف در گیاه خرفه. تحقیقات کاربردی خاک. ۶ (۴): ۱۰۸-۹۷.

Ayers R.S. and Westcot, D.W., 1989. Water quality for agriculture. FAO irrigation and drainage paper. No. 29. FAO Press. Italy.

Chapman, H. D. and Pratt, P. F. 1961. Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, Division of Agricultural Science.

contrasting barley genotypes. Photosynthetica. 56 (2): 549-556.

Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment. 25(2): 239-250.

Poustini, K., Esmaeili, A.R., Abbasi, A.R. and Sadeghpour, A. 2020. Ion concentration and energy response of two wheat cultivars to salt stress. Journal of Plant Nutrition. 43(10): 1-11

Ritchie, S.W. and Nguyen, H.T. 1990. Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Science. 30: 105-111.

Sameta, H. and Y. Çıkılıb. 2019. Response of Purslane (*Portulaca oleracea* L.) to Excess Boron and Salinity: Physiological Approach. Russian Journal of Plant Physiology. 66 (2): 316-325.

Sonia, R., Manoj, K.S., Neeraj, K. and Neelam, N. 2019. Impact of salinity and zinc application on growth, physiological and yield traits in wheat. Current Science. 116(8): 1324-1330.

Waling, I., Van Vark, W., Houba, V.J.G. and Vander Lee, J.J. 1989. Soil and plant analysis, a series of syllabi, Part 7, Plant Analysis Procedures, Wageningen Agriculture University.

Fathi, Sh, Kharazmi, M. and Najafian, Sh. 2019. Effects of salicylic acid foliar application on morpho-physiological traits of purslane (Portulaca olaracea L.) under salinity stress conditions. Journal of Plant Physiology and Breeding. 9 (2):1-9.

Green H. and Munns R. 1998. Mechanisms of salt tolerance in non-halophytes. Annual Review of Plant Physiologhy. 81: 149-190.

He, Jie, Xueli You. and Lin Qin. 2021. "High Salinity Reduces Plant Growth and Photosynthetic Performance but Enhances Certain Nutritional Quality of C4 Halophyte Portulaca oleracea L. Grown Hydroponically Under LED Lighting." Frontiers in Plant Science 12.

Hnilickova, H, Kraus, k., Vachova, P. and Hnilicka, F. 2021. Salinity Stress Affects Photosynthesis, Malondialdehyde Formation, and Proline Content in *Portulaca oleracea* L. Plants. 10 (5):845.

Kilic, C.C., Kukul, Y.S. and Anac, D. 2008. Performance of purslane (*Portulaca oleracea* L.) as a salt removing crop. Agricultural Water Management. 95: 854-858.

Mahlooji, M., Seyed Sharifi, R., Razmjoo, J., Sabzalian, M.R. and Sedghi, M. 2018. Effect of salt stress on photosynthesis and physiological parameters of three

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.4, Vol. 17, Oct.-Nov. 2023, p. 735-742

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۴، جلد ۱۷، مهر - آبان ۱۴۰۲، ص. ۷۴۲-۷۳۵

Determination of the Salinity Tolerance Threshold and Some Quantitative Characteristics of Purslane (*Portulaca oleracea* L) in Pot Conditions

R.Yazdani-Biouki[1]*

Recived: Mar.06, 2023 Accepted: Jun.14, 2023

Abstract

Currently, according to the recent droughts, the fresh water that can be used for the cultivation of plants is decreasing, therefore, there is a need to conduct sufficient studies regarding the threshold of tolerance to salinity of plants. Purslane plant is one of the valuable and nutritious plants, which in recent years, many measures have been taken in the development of its cultivation. In order to evaluate the salinity tolerance and some quantitative characteristics of Purslane, an experiment was conducted in a completely randomized design with 3 replications in a pot in the greenhouse of the National Salinity Research Center. Experimental treatment includes 5 levels 0.4 (control), 3, 6, 9 and 12 dSm^{-1}. In this study, some growth traits such as plant height, fresh and dry weight of shoots and roots, leaf area, relative water content, ion leakage, potassium and sodium of shoots were measured. The results showed that the increase in salinity from the control treatment to a salinity of 18 dSm^{-1} caused a 49% decrease in plant height, 78% leaf fresh weight, 71% shoot dry weight and 16% relative water content, also, an increase of 56 and 6% was observed in the amount of ion leakage and sodium content of purslane plant, respectively. The results of salinity tolerance threshold indicated that the salinity level of irrigation water which caused a 50% and 100% yield reduction was calculated as 12.97 dSm^{-1} and 26.24 dSm^{-1}, respectively. Based on the obtained results, purslane was classified as a salinity tolerant plant.

Keywords: Halophyte, Ion leakage, Medicinal plant, Relative water content

1- Assistant Professor, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran
(*-Cprresponding Author Email: r.yazdani@areeo.ac.ir)