نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۵، جلد ۱۷، آذر - دی ۱۴۰۲، ص. ۹۴۱-۹۳۱

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.5, Vol. 17, Dec.-Jan. 2023, p. 931-941

مقاله علمی-پژوهشی

اثر رژیم‌های اختلاط آب دریا و آب زیرزمینی بر خواص مورفولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه دارویی خرفه (Portulaca oleracea L.)

صابر جمالی[۱]، هانیه مصری[۲]، محمدعلی غلامی سفیدکوهی[۳]، مجتبی خوش‌روش[۳*]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۱۳

چکیده

به‌منظور بررسی اثر اختلاط آب دریا و زیرزمینی بر خواص مورفولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه دارویی خرفه، آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان اجرا گردید. تیمارهای منبع آب شامل آب زیرزمینی کامل (GW100-SW0) شاهد، اختلاط ۵۰ درصد آب دریا و آب زیرزمینی (GW50-SW50)، نیم در میان آب دریا و آب زیرزمینی (0.5-GW-SW) و یک در میان آب دریا و آب زیرزمینی (1-GW-SW) بود. نتایج نشان داد استفاده از این منابع آب در سطح یک درصد بر وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی، ارتفاع، کلروفیل کل، ویتامین ث و قند محلول کل معنی‌دار شد. همچنین این تیمارها بر مقدار کلروفیل a و b، کارتنوئید و پرولین در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد. بیشترین میزان وزن تر اندام هوایی، وزن تر ریشه، ارتفاع و ویتامین ث به‌ترتیب در تیمار شاهد با ۶۱/۵ گرم، ۴۷/۵ گرم، ۳۳/۲ سانتی‌متر و ۷۴/۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر نمونه بود. یافته‌ها نشان داد که در اکثر صفات، تیمار (0.5-GW-SW) اختلاف معنی‌داری با شاهد ندارد. لذا با توجه به محدودیت منابع آب شیرین، تیمار اخیر به عنوان منبع مناسب برای آبیاری گیاه خرفه پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پرولین، تناوب آبیاری، قند محلول کل، کلروفیل، ویتامین ث

مقدمه

تنش یکی از علل اصلی کاهش رشد و عملکرد محصول در زمین‌های کشاورزی می‌باشد و در این بین تنش شوری و خشکی از جمله زیان‌بارترین این تنش‌هاست که با ایجاد استرس اسمزی و سمیت یونی منجر به کاهش رشد و عقب‌ماندگی در گیاهان می‌شود (Yasmeen and Siddiqui., 2018; Kolnec et al., 2016; Sai et al., 2016; Pourgholam-Amiji et al., 2020 a). شوری باعث کاهش بهره وری بسیاری از محصولات کشاورزی در سراسر جهان شده است (Sabra et al., 2012)؛ به‌طوری‌که در سطوح مختلف شوری آسیب‌دیدگی گیاه متفاوت می‌باشد و بسته به میزان شوری می تواند باعث کاهش عملکرد تا نابودی کامل گیاه شود. بروز تنش شوری علاوه بر تاثیر در کاهش جذب آب توسط گیاه، امکان تجمع برخی یون ها در غلظت بالا در بافت گیاهان را فراهم می سازد که می تواند منجر به ایجاد سمیت و یا عدم تعادل یونی شود (Hajiboland and Cheraghvareh., 2014; Pourgholam-Amiji et al., 2020b).

پژوهش سلیمی و همکاران (۱۴۰۱) بر روی گیاه خرفه نشان داد که گیاه خرفه در سطح شوری ۲۵ دسی‌زیمنس بر متر رشد مساعد و در سطح شوری ۳۵ دسی‌زیمنس بر متر کاهش رشد داشت. همچنین شوری باعث افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز، پراکسیداز، پلی فنل اکسیداز و فلاونوئید شده و محتوای آنتوسیانین را کاهش می‌دهد. نتایج پژوهش راهداری و همکاران بر روی گیاه دارویی خرفه نشان داد که شوری بر محتوی کلروفیل و پرولین در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد و صفات کلروفیل a و b و پرولین در اثر افزایش شوری دارای روند صعودی بود. همچنین آن‌ها اظهار داشتند که در صفت پرولین بیشترین میزان در تیمار ۲۰۰ مگامول، شوری حاصل از انحلال نمک مشاهده شد. از طرفی بین تیمارهای شاهد، ۵۰ و ۱۰۰

۱- دانشجوی دکتری، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۲- دانشجوی دکتری، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۳- دانشیار، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: khoshravesh_m24@yahoo.com)

مگامول در این صفت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (Rahdari et al., 2012). در پژوهشی دیگر که به‌منظور بررسی اثر شوری بر روی گیاه خرفه اجرا شده بود، نتایج نشان داد که از یک گونه هالوفیت، گیاهان جوان تحت سطوح بسیار بالایی از تنش شوری بیش از ۲۰ دسی زیمنس بر متر زنده ماندند (Silva et al., 2023). نتایج پژوهش عالم و همکاران نشان داد که میزان کلروفیل، فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای در گیاه خرفه با افزایش شوری صفات کلروفیل و فتوسنتز افزایش داشته ولی صفت هدایت روزنه‌ای با کاهش مواجه شد. بیشترین میزان کلروفیل در شوری ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر با میزان ۱۹/۷ درصد مشاهده شد (Alam et al., 2015). اگامبردیوا و همکاران در تحقیقی بر روی گیاه دارویی خرفه نشان دادند که ۲٪ بیوچار به طور مثبت بر رشد گیاه خرفه تأثیر می‌گذارد و می‌تواند برای استفاده بالقوه در احیای خاک شور تخریب شده در نظر گرفته شود (Egamberdieva et al., 2022). در پژوهشی تانگ و همکاران بر روی گیاه خرفه نشان دادند که افزایش غلظت NaCl، غلظت CO_2 بین سلولی خرفه و مقادیر کلروفیل a/b افزایش یافت در حالی که سرعت تعرق، سرعت خالص فتوسنتز، هدایت روزنه و محتوای کلروفیل کاهش یافت (Tang et al., 2020).

رفیعی و همکاران (۱۳۹۹) نشان دادند که کلرید سدیم و آلودگی به کادمیوم سبب کاهش رشد گیاه خرفه شد اما به‌نظر می رسد در این گیاه با انباشتگی مقدارهای قابل توجه سدیم و کادمیوم در ریشه از انتقال بیش از حد آن‌ها به اندام هوایی و کاهش بیشتر رشد گیاه جلوگیری می شود. جمالی و همکاران (۱۳۹۶) در تحقیقی به‌منظور بررسی اثر رژیم‌های تلفیقی آب دریا (آبیاری متناوب نیم در میان، یک در میان 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 احتمال یک درصد و بر وزن خشک اندام هوایی و طول ریشه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. تیمار آبیاری متناوب نیم در میان، متناوب یک در میان و اختلاط آب شور دریا به کاهش ۱۲/۱، ۲۴/۹ و ۳۳/۷ درصدی عملکرد انجامید. آن‌ها اظهار کردند که تیمار آبیاری نیم در میان به دلیل اعمال شوری خاک کمتر و امکان دستیابی بیشتر به آب معمولی در لایهٔ سطحی، بهترین عملکرد را در مقایسه با تیمارهای شوری مورد بررسی داشت. در تحقیقی دیگر جمالی و همکاران (۱۳۹۶) بر روی گیاه شوید نشان دادند که اثر آبیاری تلفیقی آب دریا منجر به کاهش مقدار شاخص سبزینگی کل، پتاسیم برگ و بهره وری مصرف آب شد؛ ولی مقادیر کلر و سدیم افزایش یافت که باعث مسمومیت یونی به ویژه در سطوح بالای شوری شد. نتایج نشان داد که در میان پنج رژیم آبیاری (یک سوم در میان، نیم در میان، یک در میان 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 داشته است. تیمار یک‌سوم در میان، نیم در میان، یک در میان و اختلاط آب شور دریا و آب شهری منجر به کاهش ۲۷/۶، ۵۰/۴، ۵۹/۱ و ۶۸/۱ درصدی بهره‌وری مصرف آب شد.

با گسترش پدیده کم‌آبی و محدودیت منابع آب شیرین و همچنین رشد روز افزون جمعیت، همگام با گسترش فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی برای تامین مواد غذایی از یک سو و خشکسالی‌های پی در پی در سال‌های اخیر از سوی دیگر موجب شده است که منابع موجود آب‌های شیرین به اوج بهره‌برداری خود برسد. از این‌رو برای کاهش فشار به منابع آب موجود، نیاز به استفاده از آب‌های نامتعارف از جمله آب دریا به شدت احساس می‌شود. خرفه هشتمین گیاه پرکاربرد در دنیاست که در اغلب نقاط کره زمین از جمله در مناطق معتدل و گرمسیری از اروپا گرفته تا آفریقا، آسیا، آمریکا و استرالیا به صورت خودرو رشد می‌کند. خرفه به دلیل وجود ترکیبات مغذی مختلف مثل انواع ویتامین‌ها، مواد معدنی، اسیدهای چرب ضروری، آنتی‌اکسیدان‌های همچون فلاونوئیدها، گلوتاتیون و بتاکاروتن به‌عنوان اکسیر جهانی شناخته می‌شود. از آنجایی‌که تحقیقات محدودی در زمینه استفاده از آب دریا بر روی گیاه خرفه با نام علمی *Portulaca oleracea* L. از خانواده *Portulacaceae* انجام شده است (Jin et al., 2015; Uddin et al., 2014)، پژوهش حاضر به بررسی اثر تیمارهای مختلف اختلاط آب دریا و آب چاه بر عملکرد و خواص بیوشیمیایی گیاه دارویی خرفه پرداخته است.

مواد و روش‌ها

محل انجام آزمایش

این پژوهش با هدف بررسی اثر مدیریت تلفیقی آب دریا و آب زیرزمینی بر خواص مورفولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه دارویی خرفه در گلخانه تحقیقاتی گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار بر پایه‌ی کشت گلدانی در سال ۱۳۹۵ بر روی گیاه خرفه با نام علمی (*Portulaca oleracea* L.) اجرا شد.

آماده‌سازی بستر و آزمایشات قبل از انجام پژوهش

با توجه به اینکه پژوهش مذکور بر پایه ی کشت گلدانی بود، ابتدا ۱۲ گلدان به قطر ۲۰ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر که دارای زهکش انتهایی بودند، تهیه شد. پس از تهیه محیط کشت مرکب (۵۰ درصد خاک، ۳۰ درصد کود دامی و ۲۰ درصد پرلیت)، آن را به گلدان‌های

پلاستیکی انتقال داده و وزن گلدان ها با ترازو اندازه‌گیری شد تا شرایط یکسان باشد. در کف گلدان ها به‌صورت یکسان لایه‌ای از سنگ‌ریزه به‌عنوان فیلتر جهت بهبود زهکشی و تهویه قرار داده شد و ۵ سانتی‌متر بالایی گلدان‌ها به‌منظور اعمال آبیاری خالی از خاک در نظر گرفته شد و بقیه حجم خالی گلدان‌ها از خاک مرکب پر شدند. به منظور جلوگیری از نشست خاک در گلدان و رسیدن به چگالی ظاهری خاک مزرعه، پر کردن خاک گلدان به‌صورت تدریجی و در لایه‌های پنج سانتی‌متری همراه با عملیات تراکم انجام شد. به‌منظور آبشویی اولیه، محیط کشت گلدان ها را با آب چاه اشباع شد تا آب از زهکش‌های آن خارج شود. برای تعیین توزیع اندازه ذرات خاک از روش هیدرومتری استفاده شد. هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع به‌وسیله‌ی هدایت‌سنج الکتریکی و اسیدیته خاک در گل اشباع با استفاده از اسیدیته سنج، چگالی ظاهری خاک به روش استوانه‌ای (در مزرعه)، نیتروژن با استفاده از روش کجلدال، سدیم و پتاسیم با استفاده از روش فلیم‌فتومتری اندازه‌گیری شد. به‌دلیل اینکه هدایت الکتریکی و نیتروژن نیتراتی کود گاوی مورد استفاده بالا بوده، کود مورد نظر با آب مقطر و با نسبت ۱۰:۱ شسته شد. خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک در جدول ۱ و خصوصیات شیمیایی کود مورد استفاده در جدول ۲ ارائه شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

بافت خاک	رطوبت حجمی (٪)		چگالی ظاهری	EC	pH	نیتروژن	فسفر	پتاسیم
	ظرفیت زراعی	پژمردگی دائم	$gr.cm^{-3}$	$dS.m^{-1}$		%	10^{-6} g	
سیلتی رسی	۳۶	۱۷	۱/۶۲	۰/۶	۷/۵۳	۰/۲۳	۷/۸	۳۷۱

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی کود دامی مورد استفاده

نوع کود	pH	EC	N	P	K
		$dS.m^{-1}$	درصد		
کود گاوی	۸/۰۵	۳/۰۸	۲/۰۹	۰/۴۸	۱/۹۸

مراحل کاشت، داشت و برداشت

تیمارهای منبع آب شامل آب زیرزمینی کامل (GW100-SW) شاهد، اختلاط ۵۰ درصد آب دریا و آب زیرزمینی (GW50-SW50)، نیم در میان آب دریا و آب زیرزمینی (0.5-GW-SW) و یک در میان آب دریا و آب زیرزمینی (1-GW-SW) بود. اعمال تیمارها از مرحله‌ی چهار برگی شدن بوته‌ها شروع شد. خصوصیات شیمیایی آب دریا و آب زیرزمینی در جدول ۳ ارائه شده است. در اول آبان، ۱۰ عدد بذر گیاه خرفه که از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شده بود، در هر گلدان و در عمق ۲ سانتی‌متری کشت شد. پس از رسیدن به مرحله ۴ برگچه‌ای، تراکم بوته‌ها در هر گلدان به ۴ بوته کاهش یافت. دور آبیاری در این طرح ثابت بوده و عمق آبیاری نیز با استفاده از روش وزنی تعیین شد (توزین گلدان‌ها در روز آبیاری و اختلاف با FC به‌عنوان میزان آبیاری در نظر گرفته شد). تا ۲۰ روز پس از کشت گیاه، آبیاری تمام گلدان ها بصورت یکنواخت و تا حد رطوبت ظرفیت زراعی (FC) انجام شد و پس از آن تیمارها اعمال شد. در این پژوهش برای اندازه‌گیری میزان آب آبیاری، گلدان‌های شاهد (سه گلدان به‌صورت شاهد و بدون گیاه برای تعیین میزان آب آبیاری در نظر گرفته شد) در روز آبیاری توزین شده و اختلاف وزن گلدان با ظرفیت زراعی به عنوان میزان آب آبیاری در نظر گرفته شد. پس از برداشت بوته‌ها، صفات مورفولوژیک گیاه خرفه شامل پارامترهای وزن تر و خشک ریشه و بوته، ارتفاع بوته، کلروفیل a، b و کل، کارتنوئید کل، ویتامین ث، پرولین و قند محلول کل اندازه‌گیری شد.

جدول ۳- خصوصیات شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده

منبع آب	pH	$^{\#}EC_{25}$ (dS/m)	HCO_3 (meq/L)	SO_4 (meq/L)	Mg (meq/L)	Ca (meq/L)	K (meq/L)	Na (meq/L)	Cl (meq/L)	SAR
آب زیرزمینی	۷/۰۵	۰/۵	۷	۰/۷	۲/۸	۴/۴	۰/۴۸	۰/۲۷	۱	۰/۱۴
آب دریا	۸	۲۵/۴	۳۱/۵	۲۴/۵	۶۱/۷۱	۲۵/۲	۸/۲۱	۲۳۷/۹	۲۲۱	۳۶

EC_{25} هدایت الکتریکی آب در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد

برای این منظور اندام‌های هوایی بوته‌ها پس از اتمام فصل رشد قطع و ریشه گیاه با خارج کردن خاک گلدان‌ها به‌صورت یکجا خارج شد. ریشه‌های هر گلدان پس از چندین بار شستشو از خاک جدا شدند. برای اندازه‌گیری وزن ریشه‌ها در حالت تر و خشک از روش توزین با ترازوی دیجیتالی دارای دقت ۰/۰۰۱ گرم استفاده شد. برای این منظور ریشه‌ها درون پاکت قرار داده شد و وزن ریشه‌های تر به‌دست آمد. در گام بعدی پاکت‌ها با قرار گرفتن در درون آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شده و وزن ریشه‌های خشک به‌دست آمد. برای اندازه‌گیری کلروفیل و کارتنوئید از روش دی متیل سولفوکسید اسید (DMSO) استفاده شد (آتشی و مشایخی، ۱۳۹۵). مقدار کلروفیل a، b، کل و کارتنوئید کل با استفاده از روابط ۱ تا ۴ بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر یا خشک نمونه محاسبه شد. برای نمونه شاهد نیز از DMSO خالص استفاده شد.

$$a\text{ کلروفیل} = \frac{(12.7\times O.D_{663})-(2.69\times O.D_{645})\times \text{حجم} \times \text{میزان رقیق سازی}}{\text{وزن نمونه}\times 1000} \quad (۱)$$

$$b\text{ کلروفیل} = \frac{(22.7\times O.D_{645})-(4.68\times O.D_{645})\times \text{حجم} \times \text{میزان رقیق سازی}}{\text{وزن نمونه}\times 1000} \quad (۲)$$

$$\text{کلروفیل کل} = \frac{(20.2\times O.D_{645})+(8.02\times O.D_{663})\times \text{حجم} \times \text{میزان رقیق سازی}}{\text{وزن نمونه}\times 1000} \quad (۳)$$

$$\text{کارتنوئید کل} = \frac{(7.6\times O.D_{480})-(1.49\times O.D_{510})\times \text{حجم} \times \text{میزان رقیق سازی}}{\text{وزن نمونه}\times 1000} \quad (۴)$$

که در آن:

O.D 645: میزان جذب محلول در طول موج ۶۴۵ نانومتر

O.D 663: میزان جذب محلول در طول موج ۶۶۳ نانومتر

O.D 480: میزان جذب محلول در طول موج ۴۸۰ نانومتر

O.D 510: میزان جذب محلول در طول موج ۵۱۰ نانومتر

مقدار کل قندهای محلول به روش فنل-اسید سولفوریک اندازه گیری شد (آتشی و مشایخی، ۱۳۹۵). برای اندازه‌گیری ویتامین ث از روش تیتراسیون با محلول ۲-۶- دی کلروفنل ایندوفنل استفاده شد (Ting and Russeff., 1981). مقدار پرولین نیز با استفاده از روش رنگ‌سنجی اندازه‌گیری شد (Aspinall and Paleg., 1981).

شکل ۱- اندازه‌گیری صفات بیوشیمیایی مورد بررسی

نتایج و بحث

صفات مورفولوژیکی

مطابق نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴)، اثر منبع آبیاری بر ارتفاع، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی در جدول ۵ ارائه شد. یافته‌ها نشان داد که تیمار شاهد یا همان استفاده از آب زیرزمینی (چاه)، بیشترین میزان وزن تر و خشک اندام هوایی به‌ترتیب با ۶۱/۵ و ۴/۹ گرم را به همراه دارد. کمترین میزان صفات مذکور نیز در تیمار (GW50-SW50) با ۳۱/۲ و ۲/۵ گرم مشاهده شد. یافته‌ها نشان داد، افزودن آب دریا و استفاده از روش‌های تلفیقی منجر به کاهش وزن تر و خشک اندام هوایی شد بطوری که تیمارهای (0.5-GW-SW)، (1-GW-SW) و (GW50-SW50) باعث کاهش ۱۳/۸، ۲۴/۹ و ۴۹/۳ درصدی وزن تر اندام هوایی شد. این تیمارها به‌ترتیب منجر به کاهش ۱۶/۳، ۳۴/۷ و ۴۹ درصدی صفت وزن خشک اندام هوایی شد. نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد که تیمار (0.5-GW-SW) در مقایسه با سایر تیمارها، کمترین اثر منفی را بر وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه دارویی خرفه دارد.

جدول ٤- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی گیاه دارویی خرفه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		ارتفاع	وزن تر اندام هوایی	وزن تر ریشه	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه
منبع آبیاری	۳	**۷۹/۹	**۴۹۲/۴	**۱۰۰/۲	**۳/۱	**۲/۵
خطا	۸	۰/۷	۰/۴	۰/۲۵	۰/۰۸	۰/۰۲
ضریب تغییرات		۳/۲	۱/۳	۱/۲	۷/۵	۴

** بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی گیاه دارویی خرفه

منبع آبیاری	ارتفاع	وزن تر اندام هوایی	وزن تر ریشه	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه
	cm	gr			
GW100-SW0	a۳۳/۲	a۶۱/۵	a۴۷/۵	a۴/۹	a۴/۲
0.5-GW-SW	b۲۷/۹	b۵۳/۰	b۴۵/۹	b۴/۱	b۳/۳
1-GW-SW	b۲۵/۸	c۴۶/۲	c۴۱/۸	c۳/۲	c۲/۸
GW50-SW50	c۲۱/۲	d۳۱/۲	d۳۴/۶	d۲/۵	d۲/۱
LSD (0.05)	۲/۶	۱/۲	۰/۹	۰/۵	۰/۲

حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

نتایج نشان داد که در صفت ارتفاع بین تیمارهای (0.5-GW-SW) و (1-GW-SW) تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود ندارد. بیشترین میزان ارتفاع، وزن تر و خشک ریشه نیز در تیمار (GW100-SW0) به‌ترتیب با ۳۳/۲ سانتی‌متر، ۴۷/۵ و ۴/۲ گرم و کمترین میزان آن نیز در تیمار (GW50-SW50) به‌ترتیب با ۲۱/۲ سانتی متر، ۳۴/۶ و ۲/۱ گرم مشاهده شد. افزایش شوری آب آبیاری منجر به کاهش توسعه ریشه و کاهش آب در دسترس گیاه خواهد شد و از این‌رو مواد غذایی و شیره پرورده کمتری نیز در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. گیاه جهت مقابله با تنش شوری از مکانیسم‌های متفاوتی استفاده می‌کند که می‌توان به کاهش سطح برگ و ریزش برگ‌ها جهت کاهش سطح تعرق اشاره کرد. بطوری که افزایش شوری در این پژوهش باعث ریزش برگ‌ها و کوچک شدن سطح برگ و کاهش تولید شاخه جانبی شد که خود منجر به کاهش فتوسنتز و متعاقب آن کاهش ماده غذایی تولیدی برای گیاه را به همراه داشت و نهایتا سبب کاهش وزن تر اندام های مختلف شد. شوری با مختل کردن تعادل تغذیه و سمیت یونی منجر به کاهش رشد اندام های گیاه می شود (Gou and Tang, 1999). تحمل شوری یک ویژگی پیچیده بوده و به مجموعه‌ای از مکانیزم‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی وابسته است. این مکانیسم‌ها به محدودیت‌های عمده شوری در رشد گیاه (اثرات اسمزی، محدود کردن مبادله گاز CO_2، سمیت یونی و عدم تعادل غذایی) مرتبط هستند (Hussain et al., 2015; Hussain et al., 2017). 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 سلول های برگ (تورژسانس) شده که در نهایت از گسترش سطح برگ می‌کاهد (Wang et al., 2001).

صفات بیوشیمیایی و کیفی

مطابق نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۶)، اثر منبع آبیاری بر مقدار میانگین کلروفیل کل، ویتامین ث و قند محلول کل در سطح احتمال یک درصد معنی دار شده و بر صفت کلروفیل a، کلروفیل کل، کارتنوئید و پرولین در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد.

جدول ٦- تجزیه واریانس صفات رشدی گیاه دارویی خرفه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئید	ویتامین C	پرولین	قند محلول کل
منبع آبیاری	۳	۰/۰۰۳*	۰/۰۰۶*	۰/۰۲۳**	۰/۰۰۱*	۵۲۶/۸**	۰/۳۱*	۷۰۹/۸**
خطا	۸	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰۵	۰/۹	۰/۰۲	۰/۲
ضریب تغییرات		۶/۵	۵/۱	۴/۴	۱۲/۲	۱/۷	۶	۰/۸۵

**، * و ns به‌ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و عدم معنی‌داری می‌باشد.

مطابق جدول (۷) نتایج نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل a، b و کل و کارتنوئید کل به ترتیب با ۰/۰۹، ۰/۱۸، ۰/۲۶ و ۰/۰۷۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر مربوط به تیمار آبیاری با (GW100-SW0) بوده و کمترین میزان صفات مذکور نیز در تیمار آبیاری (GW50-SW50 با ۰/۰۳، ۰/۰۷، ۰/۰۶ و ۰/۰۳۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر مشاهده شد. نتایج حاصل از این پژوهش مطابق جدول (۷) نشان داد که در صفات مذکور بین تمامی تیمارهای مورد بررسی در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (به جز در صفت کارتنوئید کل که بین تیمارهای (GW100-SW0) و (0.5-GW-SW) و بین تیمارهای (1-GW-SW) و (GW50-SW50) عدم معنی داری مقایسه میانگین ها مشاهده شد)، به‌عبارت دیگر نتایج گویای این موضوع است که شوری بر روی صفات مزبور دارای اثر منفی معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بوده است. تیمارهای (0.5-GW-SW)، (1-GW-SW) و (GW50-SW50) به‌ترتیب منجر به کاهش ۳۴/۶، ۶۵/۴ و ۷۶/۹ درصدی صفت کلروفیل کل شد، از طرفی تیمارهای مذکور به‌ترتیب منجر به کاهش ۱۶/۳، ۳۴/۷ و ۴۹ درصدی صفت کارتنوئید کل در سطح احتمال ۵ درصد شد. در مقایسه با سایر تیمارها، تیمار (0.5-GW-SW) کمترین اثر منفی را نسبت به سایر تیمارها بر روی کلروفیل کل و کارتنوئید کل گیاه دارویی خرفه داشت.

مطابق جدول (۷) نتایج نشان داد که بیشترین میزان ویتامین C با ۷۴/۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر مربوط به تیمار آبیاری (GW100-SW0) بوده و کمترین میزان صفات مذکور نیز در تیمار آبیاری (GW50-SW50) با ۴۳/۴ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم وزن تر مشاهده شد. در صفات مذکور بین تمامی تیمارهای مورد بررسی در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری مشاهده شد؛ به‌عبارت دیگر نتایج گویای این موضوع است که شوری بر روی صفات مزبور دارای اثر منفی معنی داری در سطح ۵ درصد بوده است. تیمارهای (0.5-GW-SW)، (1-GW-SW) و (GW50-SW50) به‌ترتیب منجر به کاهش ۲۰/۲، ۳۰/۴ و ۴۱/۸ درصدی ویتامین ث شد. در مقایسه با سایر تیمارها، تیمار (0.5-GW-SW) کمترین اثر منفی را نسبت به سایر تیمارها بر روی ویتامین ث گیاه دارویی خرفه داشت.

جدول ۷- مقایسه میانگین صفات بیوشیمیایی و کیفی گیاه دارویی خرفه

تیمار	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کارتنوئید کل	ویتامین C	پرولین	قند محلول
	Mg/g وزن تر				Mg/100g وزن تر	µmol/g وزن تر	mmol/l
GW100-SW0	a۰/۰۹	a۰/۱۸	a۰/۲۶	a۰/۰۷۶	a۷۴/۶	d۱/۳۸	d۳۲/۷
0.5-GW-SW	b۰/۰۷	b۰/۱۴	b۰/۱۷	a۰/۰۶۶	b۵۹/۵	c۱/۶۱	c۵۳/۰
1-GW-SW	c۰/۰۴	c۰/۱۱	c۰/۰۹	b۰/۰۴۷	c۵۱/۹	b۱/۸۱	b۵۸/۱
GW50-SW50	d۰/۰۳	d۰/۰۷	d۰/۰۶	b۰/۰۳۶	d۴۳/۴	a۲/۱۳	a۶۹/۵
LSD (0.05)	۰/۰۰۷	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱۲	۱/۷۵	۰/۲	۰/۹

مطابق جدول ۵ نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای مختلف نشان داد که در صفت پرولین و قند محلول کل بین تمامی تیمارها تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد مشاهده شد. بیشترین میزان پرولین و قند محلول کل نیز در تیمار آبیاری (GW50-SW50) به‌ترتیب با ۲/۱۳ میکرومول بر گرم وزن تر و ۶۹/۵ میلی مول بر لیتر) و کمترین میزان آن نیز در تیمار آبیاری (GW100-SW0) به ترتیب با ۱/۳۸ میکرومول بر گرم وزن تر و ۳۲/۷ میلی‌مول بر لیتر مشاهده شد. نتایج حاکی از آن است که تیمارهای (0.5-GW-SW)، (1-GW-SW) و (GW50-SW50) بر روی پرولین به ترتیب منجر به افزایش معنی‌دار ۱۶/۷، ۳۱/۲ و ۵۴/۳ درصدی این صفت شد. تحقیقات مختلف بر روی گیاهان نشان داد که مقدار کلروفیل با افزایش شوری کاهش می‌یابد، به‌طوری‌که کاهش مقدار کلروفیل به احتمال زیاد ناشی از تأثیر مزمن تجمع یون‌ها در کلروپلاست می‌باشد. شوری از طریق تنش‌های اکسیداتیو باعث تخریب کلروفیل می‌شود. افزایش سطح شوری، از طریق افزایش املاح منجر به کاهش تولید کلروفیل می گردد. از آنجایی‌که گلوتامات ترکیب اولیه پرولین و کلروفیل می‌باشد، به‌نظر می‌رسد که بیشتر به تولید پرولین اختصاص می‌یابد و به همین دلیل در مقدار کلروفیل کل کاهش مشاهده می شود. علاوه بر این تنش شوری باعث تحریک آنزیم لیگاز گلوتامات و تبدیل گلوتامات به پرولین می شود. دیگر دلیل کاهش کلروفیل، افزایش استفاده از نیتروژن برای سنتز پرولین می‌باشد (Bybordi., 2012). شوری گرچه مقدار کلروفیل را کاهش می‌دهد اما گاهی اوقات نیز انتظار می‌رود باعث افزایش مقدار کلروفیل a و b برگ شود، یعنی با افزایش غلظت املاح، مقدار کلروفیل a و b افزایش یابد. دلیل اصلی افزایش مقدار کلروفیل برگ تحت تنش شوری، در نتیجه افزایش کلروپلاست برگ است که برای حفظ فتوسنتز گیاه رخ می دهد و از نشانه های مقاومت گیاه به استرس های محیطی است. افزایش مقدار کلروفیل در شرایط تنش بیان‌کننده مقاومت گیاه در مقابل آسیب‌های نوری کلروپلاست است. در حالی‌که رابطه مثبتی بین آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و سرعت حفظ کلروفیل گزارش شده است. همچنین ایشان اظهار داشتند که به علاوه اثر منفی شوری بر روی کلروفیل، شوری با ایجاد سمیت یونی و صدمه به غشاها، از گسترش سطح برگ جلوگیری می کند. دلیل افزایش سطح پرولین در شرایط تنش شوری می تواند، این باشد که پرولین اسمولیت سازگاری برای حذف اکسیژن‌های آزاد در طول تنش‌های محیطی بوده و از مولکول‌های بزرگ حفاظت می‌نماید (Rahdari et al., 2012). تجمع پرولین در بسیاری از گونه‌های گیاهی، اثر سمیت نداشته، بلکه به‌عنوان محافظی تحت شرایط تنش شوری از گیاه محافظت می نماید. علاوه بر سازگاری گیاه در شرایط شوری که اساسی‌ترین وظایف پرولین در گیاهان می‌باشد، پرولین ظرفیت حفظ فعالیت‌های آنزیمی در شرایط شوری را نیز دارا می‌باشند (Ozturk et al., 2012). تجمع پرولین تحت شرایط تنش شوری از طریق تعادل قدرت اسمزی سیتوزول با واکوئل و آپوپلاست از سلول محافظت می کند. پرولین همچنین باعث پایداری ساختار و عملکرد ماکرومولکول‌های مختلف است. پرولین تحت شرایط تنش گونه‌های اکسیژنی فعال (ROS) از جمله رادیکال سوپراکسید، اکسیژن آزاد و پراکسیدهیدروژن و رادیکال‌های هیدروکسیل می توانند، در مقادیر زیادی تولید شوند. پراکسیدهیدروژن و رادیکال های سوپراکسید نسبتا غیرواکنشی هستند، اما می توانند با تشکیل رادیکال های هیدروکسیل برای پروتئین، چربی ها و DNA خطرناک باشند. تنظیم اسمز و اجتناب از تنش شوری از جمله وظایف پرولین به شمار می رود. در بسیاری از گیاهان جهت پاسخ به تنش شوری تجمع پرولین اتفاق افتاده که نقش مهمی در حفاظت از گیاه در مقابل تنش شوری دارند. تجمع املاح سازگار در غلظت‌های بالا در گیاه برای کاهش عدم فعالیت آنزیم ها یا ثبات غشاء سلولی ناشی از تنش آب می‌باشد (Farkhondeh et al., 2012). پرولین نقش کلیدی در برقراری فشار اسمزی، حفاظت غشای سلولی و آنزیم‌های سیتوپلاسمی ناشی از آسیب های وارده را داشته که از طریق جذب رادیکال‌های آزاد نقش خود را انجام می‌دهد (Bybordi., 2012). استدلال برخی از محققان این است که سطوح بسیار بالایی از تجمع پرولین به احتمال زیاد می تواند پاسخی از آسیب به برگ و یا نشانه‌ای از تنش در زمانی که گیاهان در معرض غلظت بالایی از املاح قرار گرفته، باشد. سطوح بالایی از تجمع پرولین مرتبط با گیاهان حساس به نمک می‌باشد. تجمع پرولین در پاسخ به غلظت کم املاح به احتمال زیاد تاثیر مثبتی در تحمل حد مجاز نمک دارد و در حالی که در غلظت های بالا در بافت برگ تحت شرایط تیمار شوری ناشی از آسیب به بافت برگ می‌باشد (Heidari et al., 2011). با افزایش شوری آب آبیاری مقدار پرولین نیز افزایش می یابد، پرولین ترکیبی است که در پاسخ به تنش شوری تمایل به افزایش دارد (Cushman., 2001). البته این مساله برای تنظیم و تعدیل فشار اسمزی در گیاهان تحت تنش بسیار مهم است (Di martino et al., 1991). سارانی و همکاران مشاهده نمودند که شوری سبب کاهش مقادیر کلروفیل a و b در دو جنس با وزن تر و خشک بخش هوایی همبستگی معنی‌دار و مثبتی در بابونه شد و بین مقادیرکلروفیل a و b به‌دست آمد؛ به‌طوری‌که نتایج این تحقیق و نتایج فوق باهم مطابقت داشت (Sarani et al., 2013). یک از دلایل کاهش کلروفیل تحت تنش شوری تخریب کلروپلاست و عدم پایداری ترکیبات رنگیزه، پروتئین می‌باشد (Amira and Qados., 2014). همچنین از دیگر اثرات تنش شوری تولید آنتوسیانین های تولید شده در شرایط تنش در گیاه می باشد که موجب کاهش کلروفیل و کاهش ظرفیت فتوسنتزی می‌گردد (Tari et al., 2002). علاوه بر تخریب کلروفیل در سطوح

بالای شوری افزایش ضخامت برگ در اثر شوری نیز باعث کاهش مقدار کلروفیل در واحد سطح می‌گردد (Shah et al., 2017). همچنین، هنگامی‌که گیاهان تحت تاثیر تنش‌ها قرار می‌گیرند، غلظت اسمولیت‌هایشان را افزایش می دهند تا جذب آب تحت شرایط تنش ادامه یابد. در بین اسمولیت‌های آلی، پرولین احتمالا فراوان‌ترین و عمومی‌ترین ماده حل‌شده سازگار است که تجمع می‌یابد. یکی از مکانیسم های مقاومت به شوری در گلیکوفیت ها، تجمع مواد اسمزی سازگار در سیتوپلاسم آن ها است. محلول های سازگار توسط همه گیاهان در پاسخ به تعدادی از عوامل محیطی تجمع می یابند که احتمالا یکی از محلول های سازگار قندهای احیا کننده است. تحت شرایط تنش شوری، کربوهیدرات ها از نظر تنظیم اسمزی، در نقاط رشدی از جمله برگ‌ها ایفای نقش می‌کنند (Orcutt and Nilsen,, 2000). گیاه برای حفظ تورژسانس در تنش شوری، مواد اسمولیت می سازد که باعث منفی تر شدن پتانسیل آبی درون سلول می‌شود، یکی از این اسمولیت‌ها، قندها هستند که باعث منفی‌تر کردن پتانسیل اسمزی در سیتوپلاسم می‌شود (Wu et al., 2014; Wu et al., 2016). با افزایش تنش شوری، مقدار قند محلول در اندام هوایی به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاه شاهد افزایش یافت (Gengmao et al., 2015). افزایش محتوای قند در شرایط شوری در گیاهانی مانند آفتابگردان و مریم‌گلی گزارش شده است (Ebrahimian et al., 2011; Gengmao et al., 2014). متراکم شدن قند در بافت گیاهی در شرایط تنش برای تنظیم اسمزی حائز اهمیت است (Ahmad et al., 2010). تحت تنش شوری تجمع قندها به همراه محلول‌های سازگار دیگر به پایداری غشای سلولی و پروتئین ها کمک می کند (Hosseini et al., 2010). نتایج این پژوهش با نتایج راهداری و همکاران، اودین و همکاران و تکسیرا و کراولهو بر روی خرفه مطابقت داشت (Teixeira and Carvalho, 2009; Uddin et al., 2012; Rahdari et al., 2012).

نتیجه‌گیری

همان‌طور 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 صفات وزن تر و خشک اندام هوایی و ویتامین ث اثر منفی داشته است. نتایج نشان داد که تیمارهای نیم در میان(0.5-GW-SW) ، یک در میان(1-GW-SW) و اختلاط ۵۰ درصدی آب دریا و آب زیرزمینی (GW50-SW50) به ترتیب منجر به کاهش ۱۳/۸، ۲۴/۹ و ۴۹/۳ درصدی صفت وزن تر اندام هوایی شد، از طرفی تیمارهای مذکور به‌ترتیب منجر به کاهش ۱۶/۳، ۳۴/۷ و ۴۹ درصدی و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد صفت وزن خشک اندام هوایی شد. در مقایسه با سایر تیمارها تیمار نیم در میان آب دریا و زیرزمینی (0.5-GW-SW) کمترین اثر منفی را نسبت به سایر تیمارها بر روی وزن تر اندام هوایی گیاه دارویی خرفه داشت. تیمارهای نیم در میان(0.5-GW-SW)، یک در میان(1-GW-SW) و اختلاط ۵۰ درصدی آب دریا و آب زیرزمینی (GW50-SW50) به‌ترتیب منجر به کاهش ۲۰/۲، ۳۰/۴ و ۴۱/۸ درصدی صفت ویتامین ث شد. نتایج حاکی از آن است که تیمارهای نیم در میان (0.5-GW-SW)، یک در میان(1-GW-SW) و اختلاط ۵۰ درصدی آب دریا زیرزمینی (GW50-SW50) بر روی پرولین به‌ترتیب منجر به افزایش معنی دار ۱۶/۷، ۳۱/۲ و ۵۴/۳ درصدی این صفت شد. به‌طور کلی، چنان‌چه در آبیاری‌ها، ابتدا از آب شور برای خیس کردن زمین و سپس از آب شیرین جهت تکمیل آبیاری استفاده گردد، تلفات نفوذ عمقی آب بیشتر از سهم آب شور خواهد بود و گیاه از آب شیرین بیشتری بهره خواهد برد؛ لذا این روش می‌تواند به‌عنوان یک روش مدیریتی موثر در استفاده از آب‌های نامتعارف در کشاورزی استفاده گردد. بنابراین افت محصول و خطر شور شدن لایه های سطحی خاک نیز نسبت به استفاده کامل از آب شور به میزان قابل توجه کاهش می‌یابد. هم‌چنین در پژوهش حاضر روی گیاه دارویی خرفه، نتایج نیز نشان داد که روش تناوبی بر گزینه اختلاط آب شور و زیرزمینی برتری داشته است. با توجه به این‌که آبیاری نیم در میان حجمی آب شور و شهری نسبت به تیمارهای دیگر (اختلاط (GW50-SW50) و یک در میان (1-GW-SW)) منجر به افت کمتر اکثر صفات اندازه گیری شده بود، لذا این تیمار جهت آبیاری گیاه خرفه در شرایط آبیاری سطحی با آب شور توصیه می‌شود.

منابع

آتشی، ص. و مشایخی، ک. ۱۳۹۵. راهنمای آزمایشات فیزیولوژی گیاهی (بررسی های قبل و پس از برداشت گیاهان). تحقیقات آموزش کشاورزی. ۳۱۸ صفحه.

جمالی، ص.، شریفان، ح. و سجادی، ف. ۱۳۹۶. امکان سنجی استفاده از آب دریای خزر جهت آبیاری گیاه تره ایرانی. مدیریت آب و آبیاری. ۷(۱): ۴۲-۲۹.

جمالی، ص.، شریفان، ح. و سجادی، ف. ۱۳۹۶. اثر رژیم های تلفیقی آب دریا و آب شهری بر ویژگی های بیوشیمیایی و بهره‌وری مصرف آب گیاه شوید. مدیریت آب و آبیاری. ۷(۱): ۸۶-۷۳.

سلیمی، ا.، خسروی، ا.، چاوشی، م. و زیدی، ه. ۱۴۰۱. نقش کیتوزان بر کاهش اثرات تنش شوری از طریق آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی و غیر آنزیمی در گیاه خرفه. پژوهش‌های گیاهی. ۳۵(۴): ۷۹۸-۷۸۶.

رفیعی، م.، مداح حسینی، ش.، حمید پور، م. و محمـدی میریـک، ع.ا. ۱۳۹۹. برهمکنش شوری و کادمیوم بر برخـی صـفات رویشـی و فیزیولوژیک و جذب و تجمع سدیم و کـادمیوم در ریشـه و انـدام هوایی خرفه. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار. ۸(۴): ۶۰-۴۳.

Ahmad, P., Jaleel, C. A. and Sharma, S. 2010. Antioxidant defence system, lipid peroxida-tion, praline metabolizing enzymes and Biochemical activity in two genotypesof Morus alba L. subjected to NaCl stress. Russian Journal of Plant Physiology. 57: 509–517.

Alam, M., Juraimi, A. S., Rafii, M. Y. and Abdul-Hamid, A. 2015. Effect of salinity on biomass yield and physiological and stem-root anatomical characteristics of Purslane (Portulaca oleracea L.) accessions. BioMed research international. 1-15.

Amira, M. S. and Qados, A. 2014. Effect of Ascorbic Acid antioxidant on Soybean (Glycine max L.) plants grown under water stress conditions. Iternational Journal of Advanced Research in Biological Sciences. 1: 189-205.

Aspinall, D. and Paleg, L. G. 1981. Phsiology and biochemistry of drought and salinity resistances in plant. American Press. New York. 386.

Bybordi, A. 2012. Study effect of salinity on some physiologic and morphologic properties of two grape cultivars. Life Science Journal. 9(4): 1092-1101.

Cushman, J. C. 2001. Osmoregolation in plants: lmplications for agriculture. American Zoologist. 41(4): 758-769.

Di martino, C., Sebastiano, D., Pizzuto, R., Loreto, F. and Fuggel, A. 1991. Free amino acid and glycine betaine in leaf osmoregulation of spinach responding to increasing salt stress. New phytologist. 158(3): 455-463.

Ebrahimian, E. and Bybordi, A. 2011. Influence of different proportion of nitrate, ammonium and silicium on activity of antioxidant enzymes and some physio-logical traits in sunflower under conditions of salt stress. Journal of Food, Agriculture and Environment. 9: 1052–1058.

Egamberdieva, D., Ma, H., Shurigin, V., Alimov, J., Wirth, S. and Bellingrath-Kimura, S. D. 2022. Biochar Additions Alter the Abundance of P-Cycling-Related Bacteria in the Rhizosphere Soil of Portulaca oleracea L. under Salt Stress. Soil Systems. 6(3): 64.

Farkhondeh, R., Nabizadeh, E. and Jalilnezhad, N. 2012. Effect of salinity stress on proline content, membrane stability and water relations in two sugarbeet cultivars. International Journal of Agricultural Science. 2(5): 385-392.

Gengmao, Z., Quanmei, S., Yu, H., Shihui, L. and Changhai, W. 2014. The physiological and bio-chemical responses of a medicinal plant (Salvia miltiorrhiza L.) to stress causedby various concentrations of NaCl. PLoS One. 9(2): e89624.

Gengmao, Z., Yu, H., Xing, S., Shihui, L., Quanmei, S. and Changhai, W. 2015. Salinity stress increases secondary metabolites and enzyme activity in safflower. Industrial Crops and Products. 64: 175-181.

Guo, F. and Z. C. Tang. 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.

Hajiboland, R. and Cheraghvareh, L. 2014. Influence of Si supplementation on growth and some physiological and biochemical parameters in salt-stressed tobacco (Nicotiana rustica L.) plants. Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran. 25(3): 205-217.

Heidari, A., Toorchi, M., Bandehagh, A. and Shakiba, M.R. 2011. Effect of NaCl stress on growth, water relations, organic and inorganic osmolytes accumulation in sunflower (Helianthus annuus L.) lines. Universal Journal of Environmental Research and Technology. 1: 351-362.

Hosseini, T., Shekari, F. and Ghorbanli, M. 2010. Effect of salt stress on ion content, pro-line and Antioxidant enzymes of two safflower cultivars (Carthamus tinctoriusL.). Journal of Food, Agriculture and Environment. 8: 1080–1086.

Hussain, M. I. and Reigosa, M. J. 2015. Characterization of xanthophyll pigments, photosystem II photochemistry, heat energy dissipation, reactive oxygen species generation and carbon isotope discrimination during artemisinin-induced stress in Arabidopsis thaliana. PLoS One. 10: e0114826.

Hussain, M. I. and Reigosa, M. J. 2017. Evaluation of photosynthetic performance and carbon isotope discrimination in perennial ryegrass (Lolium perenne L.) under allelochemicals stress. Ecotoxicology. 26: 613–624.

Jin, R., Shi, H., Han, C., Zhong, B., Wang, Q. and Chan, Z. 2015. Physiological changes of purslane (Portulaca oleracea L.) after progressive drought stress and rehydration. Scientia Horticulturae. 194: 215-221.

Kolenc, Z., Vodnik, D., Mandelc, S., Javornik, B., Kastelec, D. and Čerenak, A. 2016. Hop (Humulus lupulus L.) response mechanisms in drought stress: proteomic analysis with physiology. Plant Physiology and Biochemistry. 105: 67–68.

Orcutt, D. M. and Nilsen, E. T. 2000. Physiology of plant under stress: soil and biotic factors. Wiley Inc.

Halophyte Species. Phenomics. 3(1): 1-21.

Tang, N., Zhang, B., Chen, Q., Yang, P., Wang, L. and Qian, B. 2020. Effect of salt stress on photosynthetic and antioxidant characteristics in purslane (Portulaca oleracea). International Journal of Agriculture and Biology. 24(5): 1309-1314.

Tari, I., Csiszár, J., Szalai, G., Horváth, F., Pécsváradi, A., Kiss, G., Szepesi, A., Szabó, M. and Erdei, L. 2002. Acclimation of tomato plants to salinity stress after a salicylic acid pre-treatment. Acta Biologica Szegediensis. 46(3-4): 55-56.

Teixeira, M. and Carvalho, I. S. D. 2009. Effects of salt stress on purslane (Portulaca oleracea) nutrition. Annals of Applied Biology. 154(1): 77-86.

Ting, S. U. and L. Russeff. 1981. Citrus fruit and their products analysis technology. Marcel Dekker, Inc. New York. Basel. 124-125.

Uddin, M. K., Juraimi, A. S., Anwar, F., Hossain, M. A. and Alam, M. A. 2012. Effect of salinity on proximate mineral composition of purslane ('Portulca oleracea'L.). Australian Journal of Crop Science. 6(12): 1732-1736.

Uddin, M., Juraimi, A. S., Hossain, M. S., Un, A., Ali, M. and Rahman, M. M. 2014. Purslane weed (Portulaca oleracea): a prospective plant source of nutrition, omega-3 fatty acid, and antioxidant attributes. The Scientific World Journal. 2014: 1-6.

Wang, W. X., B. Vinocur, O. Shoseyov and A. Altman. 2001. Biotechnology of plant osmotic stress tolerance: Physiology and molecular considerations. Acta Horticulturae. 560: 285-292.

Wu, S. W., Hu, C. X., Tan, Q. L., Nie, Z. J. and Sun, X. C. 2014. Effects of molybdenum onwater utilization, antioxidative defense system and osmotic-adjustmentability in winter wheat (Triticum aestivum) under drought stress. Plant Physiology and Biochemistry. 83: 365–374.

Wu, X., Yuan, J., Luo, A., Chen, Y. and Fan, Y. 2016. Drought stress and re-watering increase secondary metabolites and enzyme activity in Dendrobium moniliforme. Industrial crops and products. 94: 385-393.

Yasmeen, R. and Siddiqui, Z. S. 2018. Ameliorative effects of Trichoderma harzianum on monocot crops under hydroponic saline environment. Acta Physiologiae Plantarum. 10: 1-14.

New York.

Ozturk, L., Demir, Y., Unlukara, A., Karatas, I., Kurunc, A. and Duzdemir, O. 2012. Effects of long-term salt stress on antioxidant system, chlorophyll and proline contents in pea leaves. Romanian Biotechnological Letters. 17(3): 7227-7236.

Pourgholam-Amiji, M., Liaghat, A., Ghameshlou, A., Khoshravesh, M. and Waqas, M. M. 2020a. Investigation of the yield and yield components of rice in shallow water table and saline. Big Data in Agriculture. 2(1): 36-40.

Pourgholam-Amijia, M., Khoshravesh, M., Waqasc, M. M. and Mirzaei, S. M. J. 2020b. Study of combined magnetized water and salinity on soil permeability in north of Iran. Big Data in Agriculture. 2(2): 60-64.

Rahdari, P., Tavakoli, S. and Hosseini, S. M. 2012. Studying of salinity stress effect on germination, proline, sugar, protein, lipid and chlorophyll content in Purslane (Portulaca oleracea L.) Leaves. Journal of Stress Physiology and Biochemistry. 8(1): 182-193.

Sabra, A., Daayf, F. and Renault, S. 2012. Differential physiological and biochemical responses of three Echinacea species to salinity stress. Scientia horticulturae. 135: 23-31.

Sai, S. K. P. V., Sandya, V., Manjari, S., Ali, S. 2016. Enhancement of drought stresstolerance in crops by plant growth promoting rhizobacteria. Microbiological Research. 184: 13–24.

Sarani, S., Heidari, M., Glavi, M. and Siahsar, B.A. 2013. Effects of salinity and iron on growth, photosynthetic pigments and electrophoresis bands in two genus chamomiles (Matricaria chamomilla L. and Anthemis nobilis L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 29(4): 732-746.

Shah, S. H., Houborg, R. and McCabe, M. F. 2017. Response of Chlorophyll, Carotenoid and SPAD-502 Measurement to Salinity and Nutrient Stress in Wheat (Triticum aestivum L.). Agronomy. 7(3): 1-21.

Silva, V. N. B., Da Silva, T. L. C., Ferreira, T. M. M., Neto, J. C. R., Leão, A. P., De Aquino Ribeiro, J. A. and Júnior, M. T. S. 2023. Multi-omics Analysis of Young Portulaca oleracea L. Plants' Responses to High NaCl Doses Reveals Insights into Pathways and Genes Responsive to Salinity Stress in this

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.5, Vol. 17, Dec.-Jan. 2023, p. 931-941

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۵، جلد ۱۷، آذر - دی ۱۴۰۲، ص. ۹۴۱-۹۳۱

Effect of Sea Water and Underground Water Mixing Regimes on Morphological and Biochemical Properties of Purslane Medicinal Plant (Portulaca Oleracea L.)

S. Jamali[1], H. Mesri[2], M.A. Gholami[3], M. Khoshravesh[3*]
Recived: Apr.13, 2023 Accepted: Aug.04, 2023

Abstract

In order to investigate the effect of mixing sea and underground water on the morphological and biochemical properties of the purslane medicinal plant, an experiment was conducted in the form of a completely randomized design with three replications in the research greenhouse of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. The water source treatments included full groundwater (GW100-SW0) as a control, mixing 50% seawater and groundwater (GW50-SW50), half between seawater and groundwater (0.5-GW-SW), and one-half between seawater and Groundwater was (1-GW-SW). The results showed that the use of these water resources at the level of 1% was significant on the fresh and dry weight of root and shoot, height, total chlorophyll, vitamin C and total soluble sugar. Also, these treatments were significant on the amount of chlorophyll a and b, carotenoid and proline at the probability level of 5%. The highest amount of shoot fresh weight, root fresh weight, height and vitamin C were respectively in the control treatment with 61.5 grams, 47.5 grams, 33.2 cm and 74.6 mg per 100 grams of sample fresh weight. The findings show that in most traits, the treatment (0.5-GW-SW) has no significant difference with the control. Therefore, considering the limitation of fresh water sources, the latter treatment is suggested as a suitable source for watering purslane.

Keywords: Chlorophyll content, Conjunctive and Mixture of water regimes, Proline content, Purslane, Seawater, Total soluble carbohydrate content, Vitamin C

1- Ph.D. Student, Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
2- Ph.D. Student, Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
3- Associate Professor, Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
(*- Corresponding Author Email: khoshravesh_m24@yahoo.com)