ارزیابی رشد و برخی فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی سیاه شور (*Suaeda fruticosa*) تحت تنش شوری و گلایسین بتائین

رستم یزدانی بیوکی*[1]، حمید سودایی‌زاده[2] و میلاد دوست حسینی[2]

[1]مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران، [2] دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد، یزد، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۲۷، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۸/۱۰/۲۵)

چکیده

تنش شوری یکی از مهم ترین دلایل کاهش تولیدات کشاورزی است، که به طور روزافزون خطر جدی برای کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک به شمار می رود. به‌منظور بررسی تأثیر گلایسین بتائین بر افزایش مقاومت به تنش شوری گیاه سیاه شور (*Suaeda fruticosa*)، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل سطوح شوری در چهار سطح ۳، ۱۰، ۳۰ و ۶۰ دسی زیمنس بر متر و گلایسین بتائین در دو سطح محلول‌پاشی با آب مقطر و غلظت ۵۰ میلی‌مولار گلایسین بتائین بود. نتایج حاکی از تاثیر معنی‌دار سطوح شوری و تیمار گلایسین بتائین بر همه صفات مورد بررسی به‌جز تاثیر گلایسین بتائین بر میزان کاتالاز بود. همچنین تاثیر متقابل تنش شوری و گلایسین بتائین بر تمامی صفات به جز کاتالاز و پراکسیداز معنی دار بود. کاربرد گلایسین بتائین در تمامی سطوح تنش سبب افزایش طول ساقه، طول ریشه، نسبت طول ریشه به ساقه، عملکرد گیاه و سطح برگ گیاه نسبت به عدم کاربرد گلایسین بتائین شد، به طوری که در خصوص وزن خشک اندام هوایی بیش‌ترین وزن خشک گیاه در تیمار گلایسین بتائین در سطوح ۳ و ۱۰ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد که نسبت به حالت بدون کاربرد گلایسین بتائین به ترتیب سبب افزایش ۵۸/۴۸ و ۴۷/۲۵ درصد در وزن خشک گیاه شد. ترکیبات پرولین، مالون دی آلدهید، کاتالاز و پراکسیداز با افزایش سطح تنش از ۳ به ۶۰ دسی زیمنس بر متر افزایش یافت. تولید ترکیبات آنتی اکسیدانی پرولین، مالون دی آلدهید و پراکسیداز در گیاهان تحت تیمار گلایسین بتائین نسبت به عدم کاربرد گلایسین بتائین به طور معنی‌داری کاهش یافت. به طور کلی نتایج بیانگر نقش مثبت گلایسین بتائین در کاهش اثرات ناشی از تنش شوری بر گیاه سیاه شور بود.

واژه‌های کلیدی: کاتالاز، مالون دی آلدهید، وزن خشک، هالوفیت

مقدمه

یکی از بزرگ‌ترین تنش‌های غیرزیستی و از عوامل اصلی محیطی محدودکننده رشد و عملکرد گیاه، شوری منابع آب و خاک است و این مشکل به دلیل شیوه‌های کشاورزی افزایش یافته است (Roohi *et al*., 2011). تنش شوری یکی از عوامل مهم افت شدید عملکرد در ایران می‌باشد (چم‌حیدر و فرهودی، ۱۳۹۸). هالوفیت‌ها گیاهانی سازگار به خاک شور (Kearl *et al*., 2019) دارای پتانسیل بالقوه اقتصادی هستند که علاوه بر کمک شایانی که به ترمیم و تجدید محیط‌زیست می‌کنند به‌عنوان ذخیره منابع دارویی هم استفاده شوند (Qasim

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: r.yazdani@areeo.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.16.9]

et al., 2011). افزایش علاقه به مطالعه در مورد هالوفیت‌ها نشان‌دهنده‌ی شناخت پتانسیل عظیم آن‌ها به‌عنوان یک منبع ارزشمند و ارزش‌افزوده محصولات آن است (Khan *et al*., 2009; Hussain *et al*., 2003; Loconsole *et al*., 2019).

سیاه شور *Suaeda fruticosa* (L.) Forssk. گیاهی از خانواده اسفناج (Chenopodiaceae) چندساله، درختچه‌ای، به ارتفاع ۱٦۰ سانتی متر و قطر تاج ۳ متر می باشد. پراکنش این گیاه از شرق مصر، لبنان، اردن، پاکستان و مرکز و جنوب ایران (بافق) است. در پاکستان به طور محلی اهمیت زیادی دارد چرا که توسط شترها چرا می‌شود، مردم این گیاه را به عنوان سوخت می‌سوزانند و برای تهیه نوعی ماده شوینده که برای شستن لباس است استفاده می‌کنند (Schutze *et al*., 2003). از نظر پزشکی این گیاه برای درمان زخم‌ها استفاده می شود، این گیاه ملین، ادرارآور و استفراغ آور است (Shutze *et al*., 2003). (Hameed *et al*., 2012) با کابرد پراکسید هیدروژن و اسید اسکوربیک در سطوح شوری ۰، ۳۰۰ و ٦۰۰ میلی‌مولار نمک طعام بر فعالیت آنزیمی و رشد سیاه شور نشان دادند که با افزایش شوری رشد گیاه کاهش یافت به طوری که کاربرد پراکسید هیدروژن در این سطح شوری تنها سبب افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی شد و نتوانست از کاهش عملکرد جلوگیری کند، اما کابرد اسید اسکوربیک با افزایش فعالیت اسمزی و آنزیمی از کاهش عملکرد ممانعت کرد.

باتوجه به مشاهدات Haraguchi و Matsuda (۲۰۱۸) بر روی گونه *Suaeda japonica* حاکی از آن بود که این هالوفیت قادر به جوانه زنی در شوری ۱۲۰ میلی مولار می‌باشد، هر چند که درصد قابل توجه‌ای از درصد جوانه زنی آن کاهش یافت.

کاربرد خارجی گلایسین بتائین به عنوان متداولترین محلول آلی سازگار است که در برابر تنش باعث تثبیت ساختارهای سلولی و پروتئین های کارکردی شده و تمامیت غشای سلول را در مقابل عوامل تنش زا حفظ می‌کند (Nawaz and Ashraf, 2010). در شرایط تنش، گلایسین بتائین می‌تواند از فعالیت های فتوسنتزی شامل آنزیم های فتوسنتزی، پروتئین ها و لیپیدها در غشاهای تیلاکوئیدی در ترکیب فتوسیستم دو محافظت کند (Papageorgiou *et al*., 1991). همچنین وظیفه حفاظت از غشاهای سلولی در مقابل تنش های اسمزی درون گیاه را بر عهده دارد (Laurie and Stewart, 1990). تاثیر گلایسین بتائین بر تحمل به شوری بسیاری از گیاهان گزارش شده است (Salama 2009; Shalata and Athar *et al*. 2008; Neumann 2001).

تاثیر غلظت‌های ۵، ۱۰۰، ۲۰۰، ٤۰۰ و ٦۰۰ میلی‌مول بر لیتر نمک طعام بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک سه گونه از هالوفیت سالیکورنیا حاکی از آن بود که با افزایش غلظت نمک در محیط ریشه، هر سه گونه با تجمع پرولین و گلایسین بتائین و از طریق کاهش پتانسیل اسمزی، در غلظت‌های بالای نمک زنده ماندند (طیبی و قنبری، ۱۳۹۸).

همچنین مطالعه گلایسین بتائین بر سالیکورنیا تحت تنش شوری حاکی از اثر مثبت گلایسین بتائین بر گیاه بود (آب شناس، ۲۰۱۷).

کاربرد جیبرلیک اسید در سطوح مختلف تنش شوری بر گیاه سیاه شور حاکی از آن بود که با افزایش شوری تا ٦۰۰ میلی مولار رشد گیاه کاهش یافت اما کاربرد جیبرلیک اسید در این سطح تنش سبب جلوگیری از کاهش رشد گیاه شد (Khan *et al*., 2000).

با توجه به بررسی های به عمل آمده تاکنون مطالعه ای در زمینه اثر بر هم کنش الیسیتور زیستی گلایسین بتائین و شوری بر رشد و فعالیت آنزیمی سیاه شور صورت نگرفته است، بنابراین هدف از انجام این تحقیق بررسی ویژگی‌های کمی و آنزیمی سیاه شور تحت تاثیر کاربرد گلایسین بتائین بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۷-۱۳۹٦ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل اثر چهار سطح شوری ۳، ۱۰، ۳۰ و ٦۰ دسی زیمنس بر متر و اثر گلایسین بتائین (عدم محلول پاشی و غلظت ۵۰ میلی مولار محلول پاشی) بر گونه سیاه شور

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.16.9]

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته	کربن آلی (%)	فسفر (%)	پتاسیم (%)	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)
۳/۸۱	۷/۴۸	۰/۰۱	٦/٦٤	۱۵۵	۸۰/۳٦	۸/٦٤	۱۱

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی آب آبیاری

تیمار	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH	Ca^{2+}	Mg^{2+}	CO_3^{2-}	HCO_3^-
			($meq\ l^{-1}$)			
منبع آب غیر شور	۳	۸/۰۵	۹/۷	۸/۴۲	۰	۲/۸۹
منبع آب شور رقیق شده $\frac{1}{50}$	۱۰	۸/۰۰	۳/۲۶	۱۲/۸۸	۰	۲/۷۷

تیمار	Na^+	K^+	Cl^-	SO_4^{2-}	نسبت جذب سدیم SAR
		($meq\ l^{-1}$)			
منبع آب غیر شور	۱۱/۷۴	۰/۱	۱۷/۳۱	۹/۷۵	۳/۹
منبع آب شور رقیق شده $\frac{1}{50}$	۸۰/۷۳	۰/۲۱	۸۶/۴۸	۷/۸۲	۲۸/۸۳

بررسی شد. جهت انجام آزمایش بذرهای این گونه از مناطق شهرستان بافق یزد جمع آوری شد و توسط موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور شناسایی شد. سپس بذرها به مدت ۲٤ ساعت در آب خیسانده شده و به مدت ۲٤ ساعت دیگر در پارچه کنفی خیس قرار داده شد و بعدا در داخل کیسه‌های پلاستیکی دو کیلویی کشت و با آب سه دسی زیمنس بر متر آبیاری شد. جهت پر نمودن کیسه نشا از مخلوط خاک (دوسوم) و به میزان مساوی مخلوط کود و ماسه (یک سوم) استفاده شد. وقتی سن نهال ها به یکماه رسید، در گلخانه مرکز ملی تحقیقات شوری (با دمای روز ۲۵ درجه حرارت سانتی‌گراد و دمای شب ۱۵ درجه سانتی‌گراد و میزان نور ۸ ساعت) در گلدان هایی با حجم ۲۱ کیلوگرم خاک منتقل شد (جدول ۱) و تیمارهای شوری بر گیاهان به مدت چهار ماه اعمال شد.

جهت آماده سازی تیمارهای مختلف شوری از آب چاه مرکز ملی تحقیقات شوری به عنوان آب غیر شور و آب چشمه‌های کویر عقدا (اردکان) با شوری ۵۰۰ دسی زیمنس استفاده شد (جدول ۲)، به این منظور قبل از آبیاری سطوح مختلف شوری با رقیق سازی آب شور تهیه و با توجه به نیاز آبیاری گلدان‌ها استفاده شد.

ارزیابی شوری هر نوبت بعد از آبیاری که ۳۰ درصد زهکشی داشت توسط قیف ها به شیشه هدایت و جمع آوری شد، و سپس میزان شوری با دستگاه EC متر مدل WTW اندازه گیری شد تا از حد ۱/۵ برابر شوری تجاوز نکند. اولین محلول‌پاشی گلایسین بتائین ۱۰ روز بعد از اعمال تنش انجام گرفت و سپس به فاصله یک هفته تا زمان برداشت محلول پاشی تکرار شد. برای این منظور گلایسین بتائین با آب کاملا مخلوط شد و به وسیله سمپاش دستی به طور کامل روی بوته اسپری گردید به گونه ای که سطوح اندام هوایی گیاه، ساقه و برگ به طور کامل پوشش داده شد (Vadizadeh *et el*., 2017).

پس از اتمام آزمایش صفات مورفولوژیک از قبیل سطح برگ (با استفاده از دستگاه Windias 3)، طول ساقه، طول ریشه، نسبت طول ریشه به ساقه، وزن خشک ساقه و ریشه محاسبه شد. به منظور اندازه گیری طول ساقه و ریشه ابتدا از محل یقه ساقه و ریشه از هم جدا گردید، سپس نمونه‌ها با خط‌کش با دقت میلی‌متر اندازه‌گیری شدند. جهت تعیین وزن خشک اندام هوایی و ریشه، نمونه‌ها به مدت ٤۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد درون آون قرار گرفتند و بعد از آن

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.16.9]

وزن خشک توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری شد.

برای تعیین ویژگی‌های آنزیمی این گیاه ابتدا عصاره آنزیمی در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد تهیه و بررسی فعالیت آنزیم‌ها به روش اسپکتروفتومتری در دمای آزمایشگاه (۲±۲۵) و با استفاده از اسپکتروفتومتر مدل Specord 210plus اندازه-گیری شد به طوری که فعالیت آنزیم کاتالاز به روش (Aebi, 1984)، محتوای پرولین با استفاده از روش (Bates et al., 1973)، سنجش مالون دی آلدئید و فعالیت آنزیم پراکسیداز به روش (Heath and Packer 1968) ارزیابی شد.

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS Ver. 9.2 صورت پذیرفت. مقایسه میانگین با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. رسم نمودارها با استفاده از محیط نرم‌افزار MS Excel Ver. 13 انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده تیمارهای شوری و گلایسین بتائین بر همه صفات مورد بررسی به جز تاثیر گلایسین بتائین بر آنزیم کاتالاز معنی‌دار بود (جدول ۳). اثر متقابل شوری و گلایسین بتائین نیز بر تمامی صفات به جز کاتالاز و پراکسیداز معنی‌دار بود (جدول ۳).

طول ساقه و طول ریشه: نتایج مقایسه میانگین نشان داد که افزایش تنش شوری سبب کاهش طول ساقه در هر دو حالت کاربرد و عدم کاربرد گلایسین بتائین شد (شکل ۱).

گوان و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی تأثیر تنش شوری بر رشد گونه *Suaeda salsa* نشان دادند که ارتفاع بوته به طور معنی‌داری تحت تنش شوری قرار گرفت. همچنین ذاکری اصل و همکاران (۱۳۹۳) با اعمال تیمارهای شوری در سطوح ۱۰، ۲۰، ٤۰، ٦۰ و ۸۰ دسی زیمنس بر متر بیان کردند که ارتفاع گیاه سیاه شور مصری بطور معنی‌داری با افزایش میزان شوری، کاهش پیدا می‌کند. در واقع باتوجه به اینکه سیاه شور جزو هالوفیت ها محسوب می شوند اما در عین حال افزایش شوری بیش از حد نهایی تحمل هالوفیت‌ها باعث کاهش عملکرد ماده خشک آن‌ها می‌گردد (Flowers and Colmer, 2008). تحقیقات حاکی از آن است که علت کاهش فرآیندهای رشدی در گیاه سیاه شور با افزایش تنش شوری، به سبب ممانعت از فعالیت های اسید جیبرلیک و کینتین می‌باشد (Khan *et al.*, 2000). گزارشات حاکی از آن است که محدودیت روزنه‌ای فتوسنتز عامل مهمی در کاهش رشد هالوفیت‌ها در شرایط شور است (Zhao *et al.*, 2017).

در مطالعه حاضر کاربرد گلایسین بتائین در تمامی سطوح تنش سبب افزایش طول ساقه گیاه نسبت به عدم کاربرد گلایسین بتائین شد (شکل ۱). بیشترین طول ساقه (۱۰۵/۷٦ سانتی‌متر) در تیمار شوری ۳ دسی زیمنس بر متر و کاربرد گلایسین بتائین مشاهد شد که با افزایش ٤۰/۷٦ درصدی نسبت به کمترین طول ساقه که در تیمار شوری ٦۰ دسی زیمنس و عدم مصرف گلایسین بتائین بود، مشاهد شد. کاربرد گلایسین بتائین نسبت به عدم مصرف آن به ترتیب سبب افزایش معنی‌دار ۲۹/۷۱، ۲۹/۳۳، ۲۸/۱۲ و ۱۷/۷۰ درصد در تیمارهای شوری ۳، ۱۰، ۳۰ و ٦۰ دسی زیمنس بر متر شد (شکل ۱).

با افزایش سطوح مختلف شوری در هر دو تیمار کاربرد و عدم کاربرد گلایسین بتائین، طول ریشه کاهش یافت، به طوری این کاهش در تیمار گلایسین بتائین در شوری ۱۰ و ۳۰ دسی زیمنس بدون اختلاف معنی‌دار بود ($p<0.05$) (شکل ۲). همچنین مصرف گلایسین بتائین نیز به طور معنی‌داری سبب افزایش این صفت شد. به ترتیب بیشترین و کمترین طول ریشه با اختلاف ۹۲/٤٦ درصد در تیمار شوری ۳ (کاربرد گلایسین بتائین) و ٦۰ دسی زیمنس بر متر (عدم کاربرد گلایسین بتائین) مشاهده شد (شکل ۲). کاربرد گلایسین بتائین نسبت به عدم کاربرد آن در تیمارهای ۳، ۱۰، ۳۰ و ٦۰ دسی‌زیمنس سبب افزایش طول ریشه به ترتیب به میزان حدودا ۲۷، ۲۳، ۲٤ و ۲۱ سانتی‌متر شد (شکل ۲).

مطالعات مختلف نقش گلایسین بتائین در کاهش اثرات منفی تنش بر روی گیاهان مختلف نظیر پنبه (Gorham *et al.*, 2000) و سورگوم (کدخدائی و همکاران، ۱۳۹۵) و ذرت

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.16.9]

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس تیمارهای مختلف اثر شوری و گلایسین بتائین بر برخی ویژگی‌های *Suaeda fruticosa*

منابع تغییرات		میانگین مربعات				
	درجه آزادی	طول ساقه	طول ریشه	نسبت طول ریشه به ساقه	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه
شوری	۳	۱۵۶/۳۲**	۱۶۸/۶۰**	۰/۰۰۳**	۳۹/۵۱**	٤/۲۰**
گلایسین بتائین	۱	۲۵۷۵/۰۸**	۳٤۳۲/۰٤**	۰/۰۸**	۸٤۳/۱۲**	۱۲/۳۸**
شوری×گلایسین بتائین	۳	۳۷/۸۹**	۹/۰٦**	۰/۰۰۱*	۱۲/۱۰**	۰/۸۰**
خطا	۱٦	۲/۲۳	۰/۸۵	۰/۰۰۰۲	۰/۹۳	۰/۰۲
ضریب تغییرات (%)		۱/٦۸	۱/٦۱	۲/٦۰	۲/۹٦	۱/۹٦
منابع تغییرات		میانگین مربعات				
	درجه آزادی	سطح برگ	پرولین	مالون دی آلدهید	کاتالاز	پراکسیداز
شوری	۳	۰/۰۲**	۲/۷۵**	۱٤٦۲٤/٦٦**	۰/٤۷**	۰/۵۱**
گلایسین بتائین	۱	۰/۲٦**	۰/۲۷*	۳٦۲٤/۵٦**	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۳۸**
شوری×گلایسین بتائین	۳	۰/۰۰۵**	۰/٤۹**	۳۷/۷۳*	۰/۰۲^{ns}	۰/۰٦^{ns}
خطا	۱٦	۰/۰۰۰۳	۰/۰۵	۸/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۳
ضریب تغییرات (%)		۰/۷۳	٦/۱۳	۰/۵۰	۱۹/۲۰	۱۷/٦۲

***، ** و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵، ۰/۰۱ و عدم معنی‌داری.**

(میری و ضمانی مقدم، ۱۳۹۳) گزارش شده است.

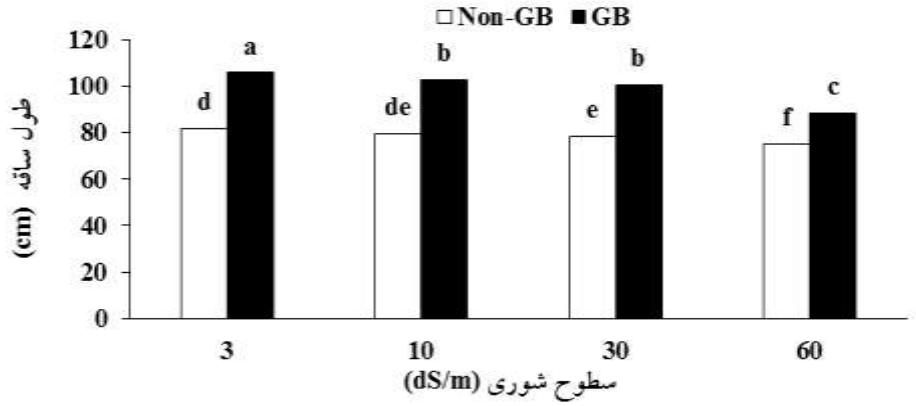
کاربرد غلظت‌های ۰، ۱۰، ۳۰ و ٦۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین بر روی گلرنگ تحت سطوح تنش شوری ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم نشان داد که گیاهان تحت تنش شوری ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و ۳۰ و ٦۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین در مقایسه با تیمار شاهد سبب افزایش طول گیاه شد (Alasvandyari *et al*. 2017).

بطورکلی گلایسین بتائین در گیاهان باعث افزایش پتانسیل اسمزی شده و در نتیجه با جذب آب توسط گیاه آماس سلول ها افزایش پیدا می کند. ازآنجا که رشد و نمو گیاهان بستگی به سرعت تولید و بزرگ شدن سلول های جدید دارد و گیاهان فقط در حالت آماس، قادر به تقسیم سلولی هستند، با ایجاد حالت آماس توسط گلایسین بتائین تقسیم سلولی افزایش پیدا کرده و رشد گیاه در حالت محلول پاشی این ماده را سبب شده است (کدخدائی و همکاران، ۱۳۹۵). به نظر می رسد در این مطالعه نیز گلایسین بتائین با افزایش آماس سلولی سبب افزایش رشد ساقه و ریشه شده است.

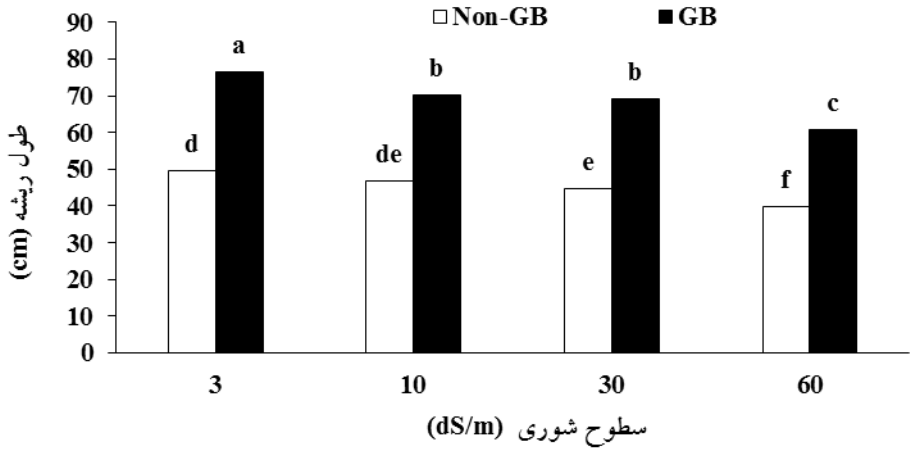
نسبت طول ریشه به ساقه: با افزایش تنش شوری نسبت طول ریشه به ساقه در تیمار بدون گلایسین بتائین به طور معنی داری کاهش یافت اما در تیمار کاربرد گلایسین بتائین به جز کاهش این صفت از تیمار ۳ به ۱۰ دسی زیمنس بر متر، در سایر تیمارهای شوری ۱۰، ۳۰ و ٦۰ تیمار گلایسین بتائین سبب حفظ این نسبت شد (شکل ۳).

کاربرد گلایسین بتائین به ترتیب در سطوح شوری ۳، ۱۰، ۳۰ و ٦۰ دسی زیمنس بر متر سبب افزایش معنی‌دار ۲۰، ۱۵، ۱۹ و ۳۰ درصد نسبت طول ریشه به ساقه شد (شکل ۳). نسبت طول ریشه به ساقه که با نام ضریب آلومتریک نیز شناخته می‌شود، این ضریب با کاهش آب قابل استفاده برای گیاه در ارتباط است و نمایانگر نوعی از تحمل به خشکی است. این نسبت اگرچه تحت کنترل ژنتیکی است ولی به طور

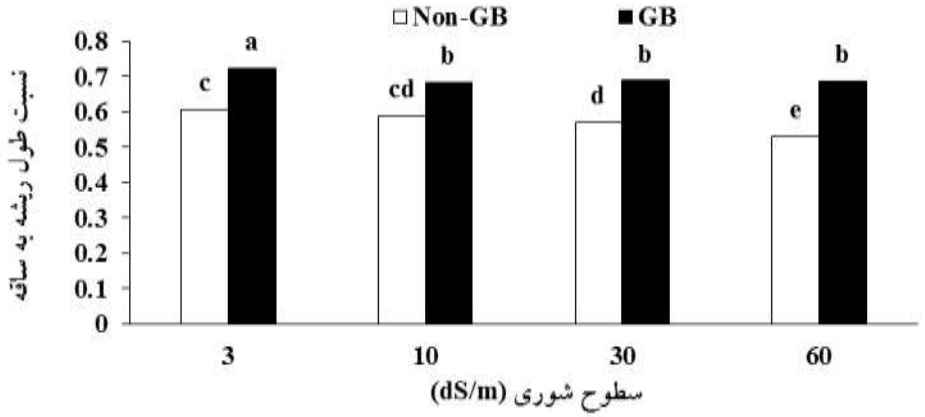
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.16.9]



شکل ۱- تاثیر گلایسین بتائین (GB) بر طول ساقه گیاه سیاه شور (*Suaeda fruticosa*) در سطوح مختلف تنش شوری (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌دار ندارند).



شکل ۲- تاثیر گلایسین بتائین (GB) بر طول ریشه گیاه سیاه شور (*Suaeda fruticosa*) در سطوح مختلف تنش شوری (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌دار ندارند).



شکل ۳- تاثیر گلایسین بتائین (GB) بر نسبت طول ریشه به ساقه گیاه سیاه شور (*Suaeda fruticosa*) در سطوح مختلف تنش شوری (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌دار ندارند).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.16.9]

شدیدی تحت تاثیر محیط هم می باشد (جعفریان جلودار و روخ‌فیروز، ۱۳۹۱). نتایج مطالعه حاضر حاکی از تاثیر مثبت گلایسین بتائین در افزایش نسبت طول ریشه به ساقه می باشد، باتوجه به بنابراین به نظر می رسد در این مطالعه گلایسین بتائین با حفظ فعالیت های فیزیولوژیکی گیاه در شرایط تنش منجر به بهبود رشد گیاه شده است (Gorham *et al*., 2000).

وزن خشک اندام هوایی و وزن خشک ریشه: نتایج تیمار عدم کاربرد گلایسین بتائین نشان داد که با افزایش میزان شوری تا ۳۰ دسی زیمنس بر متر وزن خشک اندام هوایی سیاه شور به‌طور معنی‌داری افزایش و پس از آن با افزایش شوری کاهش یافت (شکل ٤).

تیمار ٦۰ دسی زیمنس بر متر وزن خشک اندام هوایی را نسبت به تیمار ۳ دسی زیمنس بر متر ۸ درصد کاهش داد. بر اساس نتایج بدست آمده می‌توان برداشت کرد که این گونه می‌تواند به سطح تنش شوری تا ۳۰ دسی زیمنس بر متر مقاومت و نیز بیش‌ترین عملکرد را داشته باشد. خان و همکاران (۲۰۰۰) نتیجه گرفتند که بیش‌ترین بیوماس تولیدی سیاه شور در ۲۰۰ مول بر متر مکعب کلرید سدیم اتفاق می افتد. ذاکری اصل و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی اثر شوری بر رشد هالوفیت سیاه شور مصری نتیجه گرفتند که با افزایش شوری تا سطح ۲۰ دسی زیمنس بر متر وزن خشک اندام هوایی افزایش یافت و با افزایش بیشتر شوری وزن خشک کاهش یافت.

کاربرد گلایسین بتائین نسبت به عدم کاربرد آن سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک اندام هوایی گیاه سیاه شور شد، به طوری که بیش‌ترین وزن خشک گیاه در تیمار کاربرد گلایسین بتائین در سطوح ۳ و ۱۰ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد که نسبت به حالت بدون کاربرد گلایسین بتائین سبب افزایش ٥۸/٤۸ و ٤۷/۲٥ درصد در وزن خشک گیاه شد (شکل ٤).

با کابرد اسید اسکوربیک در سطوح شوری ۰، ۳۰۰ و ٦۰۰ میلی مولار بر فعالیت آنزیمی و رشد سیاه شور مشاهده شد که با افزایش شوری رشد گیاه کاهش یافت به طوری که کابرد اسید اسکوربیک با افزایش فعالیت اسمزی و آنزیمی از کاهش عملکرد ممانعت کرد (Hameed *et al*., 2012).

در تیمار بدون گلایسین بتائین مانند وزن خشک اندام هوایی، با افزایش شوری تا سطح ۳۰ دسی زیمنس بر متر، افزایش وزن خشک ریشه مشاهده شد و سپس با افزایش شوری کاهش یافت، به طوری که بیشترین و کمترین وزن خشک ریشه به ترتیب در تیمار ۳۰ و ٦۰ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد.

مطالعات در رشد هالوفیت *Crithmum maritimum* حاکی از رشد ریشه گیاه به طور معنی داری در سطح نمک متوسط ٥۰ میلی مولار نمک طعام بوده است اما در شوری ۲۰۰ میلی مولار به شدت کاهش داشته، به طوری که افزایش تولید زیست توده در سطح تنش ٥۰ میلی مولار نمک طعام افزایش طول ریشه گزارش شده است (Amor *et al*., 2005).

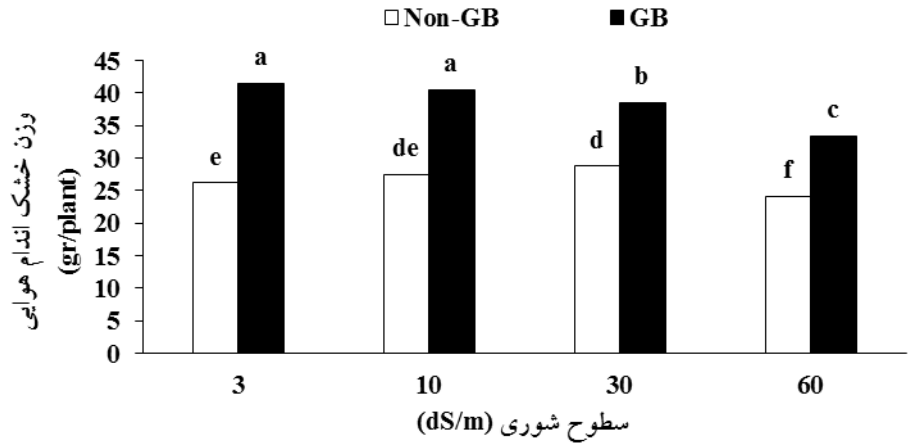
پور اسماعیل و همکاران (۱۳۸٤) نیز در بررسی سیاه شور *Suaeda fruticose* به نتایج مشابهی دست یافتند. با توجه به مطالعه حاضر و نتایج سایر محققان (Amor *et al*., 2005؛ پور اسماعیل و همکاران، ۱۳۸٤) به نظر می رسد گیاهان هالوفیت با خاصیت نمک دوستی خود، افزایش عملکرد را در سطوح اولیه تنش (۲۰ و ۳۰ دسی زیمنس) نشان می دهند.

نتایج مقایسات میانگین حاکی از تاثیر مثبت و معنی‌دار کاربرد گلایسین بتائین در افزایش وزن خشک ریشه در سطوح مختلف شوری بود، به طوری که به ترتیب در سطوح ۳، ۱۰، ۳۰ و ٦۰ دسی زیمنس بر متر افزایش ۲/٤٥، ۱/٥، ۱ و ۰/۸۱ گرم در بوته وزن خشک ریشه نسبت حالت بدون تیمار گلایسین بتائین مشاهد شد (شکل ٥).

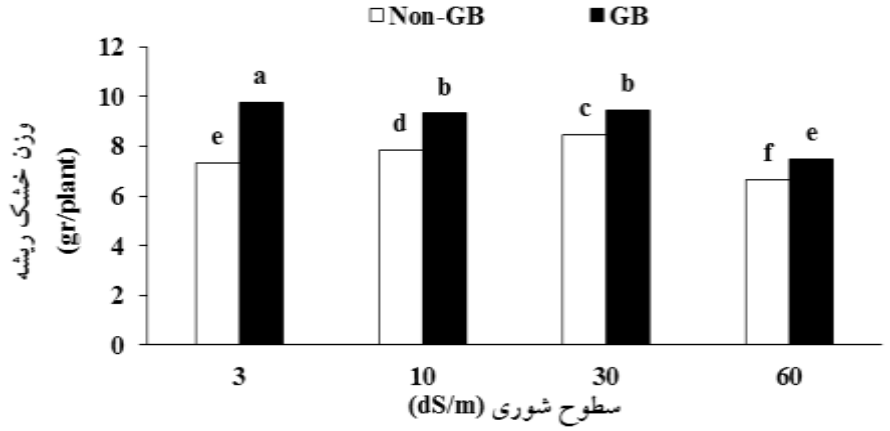
در این مطالعه به نظر می رسد به سبب استعمال خارجی گلایسین بتائین از فعالیت های آنتی اکسیدانی خود گیاه جلوگیری شده است و در نتیجه انرژی گیاه جهت مقابله با تنش استفاده نشده است و لذا افزایش رشد اندام هوایی و ریشه گیاه مشاهده شده است، همچنین گلایسین بتائین با تاثیر بر جذب یون‌ها می‌تواند وضعیت تغذیه‌ای گیاه و تنظیم اسمزی را تحت تاثیر قرار دهد (Hassanein *et al*., 2009). از طرف دیگر در افزایش سرعت فتوسنتز نقش مهمی ایفا می‌کند

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.16.9]



شکل ٤- تاثیر گلایسین بتائین (GB) بر وزن خشک اندام هوایی گیاه سیاه شور (*Suaeda fruticosa*) در سطوح مختلف تنش شوری (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌دار ندارند).



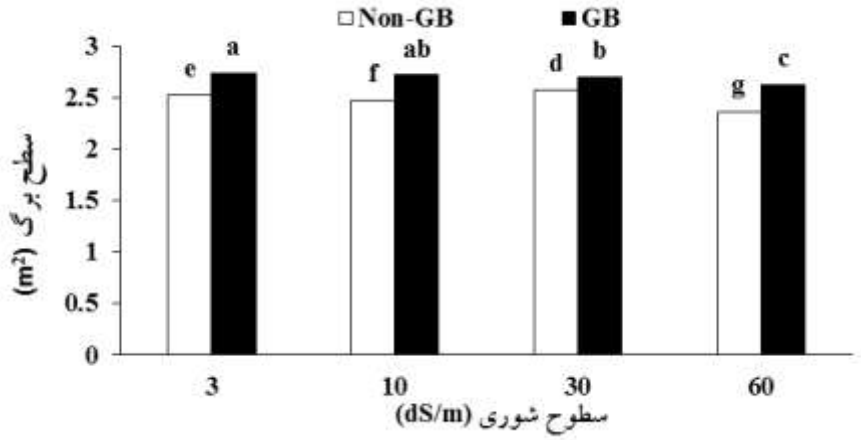
شکل ۵- تاثیر گلایسین بتائین (GB) بر وزن خشک ریشه گیاه سیاه شور (*Suaeda fruticosa*) در سطوح مختلف تنش شوری (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌دار ندارند).

و موجب بهبود تولید و انتقال مواد آسیمیله می‌گردد (Chen *et al.*, 2000) که همه این موارد می‌توانند از دلایل افزایش پارامترهای رشد باشد.

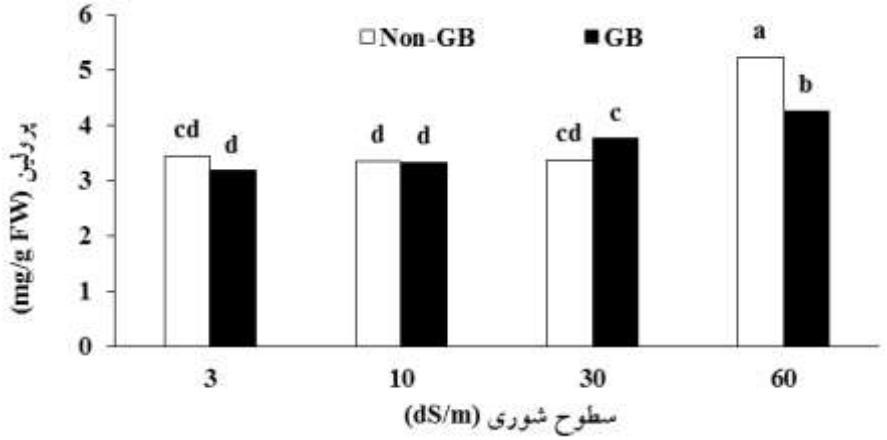
سطح برگ: با افزایش تنش شوری در تیمار بدون گلایسین بتائین سطح برگ تا سطح شوری ۳۰ دسی زیمنس بر متر افزایش و سپس کاهش یافت (شکل ٦). کمترین مقدار این صفت در شوری ٦۰ دسی زیمنس بر متر بدست آمد که نسبت به تیمار ۳، ۱۰ و ۳۰ دسی زیمنس بر متر کاهش معنی‌داری را نشان داد (شکل ٦). انتظار می رود باتوجه به اینکه وزن خشک اندام هوایی سیاه شور تا شوری ۳۰ دسی زیمنس بر متر افزایش یافت، لذا سطح برگ گیاه نیز افزایش می‌یابد. Amor *et al.* (۲۰۰۵) افزایش تعداد برگ های گیاهان هالوفیت *Crithmum maritimum* را در سطوح شوری اولیه (۵۰ میلی مولار) گزارش کردند و کاهش ۵۰ درصد کاهش سطح برگ را در شوری ۱۵۰ میلی مولار نمک طعام به سبب عدم تعادل یونی دانستند.

در تمامی سطوح شوری استفاده از گلایسین بتائین سبب افزایش معنی دار سطح برگ گیاه شد، به طوری که گلایسین بتائین سبب افزایش ۰/۲۱، ۰/۲٤، ۰/۱۲ و ۰/۲۵ مترمربع سطح برگ به ترتیب در سطوح ۳، ۱۰، ۳۰ و ٦۰ دسی زیمنس بر متر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.16.9]



شکل ٦- تاثیر گلایسین بتائین (GB) بر سطح برگ گیاه سیاه شور (*Suaeda fruticosa*) در سطوح مختلف تنش شوری (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌دار ندارند).



شکل ۷- تاثیر گلایسین بتائین (GB) بر میزان پرولین گیاه سیاه شور (*Suaeda fruticosa*) در سطوح مختلف تنش شوری (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌دار ندارند).

شد (شکل ٦).

یکی از راهکارهای گیاه در برابر تنش، کاهش سطح برگ گیاه می باشد، که در واقع گیاه سطح تعرق خود را کاهش می دهد اما کاهش سطح برگ سبب کاهش میزان فتوسنتز و در نتیجه کاهش عملکرد خواهد شد (Michelbart *et al.*, 2006). مطالعات حاکی از آن است که گلایسین بتائین از کاهش سطح برگ در شرایط تنش جلوگیری می کند (محمد زمانی و همکاران، ۱۳۹۱). افزایش غلظت نمک تا ۳۰۰ میلی‌مولار سبب کاهش محتوای سبزینه‌ها در هالوفیت *Atriplex lentiformis* شد (Benjamin, 2017). به نظر می‌رسد اسمولیت گلایسین بتائین با خاصیت تنظیم کنندگی اسمزی و تاثیر بر افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی از کاهش میزان آب برگ و کاهش سطح آن جلوگیری کرده است و لذا موجب افزایش سطح برگ گیاه می شود.

پرولین: در سطوح شوری ۳، ۱۰ و ۳۰ دسی زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری در میزان پرولین سیاه شور در تیمارهای کاربرد گلایسین بتائین و عدم کاربرد گلایسین بتائین مشاهده نشد، اما در شوری ٦۰ دسی زیمنس بر متر گیاهان بدون گلایسین بتائین ۲۳ درصد پرولین بیشتری نسبت به تیمار گلایسین بتائین داشتند (شکل ۷).

میزان پرولین با افزایش شوری، افزایش می‌یابد که نشان-دهنده تنظیم اسمزی سلول در تنش شوری است

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.16.9]

(Vendruscolo *et al.*, 2007). پور اسماعیل و همکاران (۱۳۸٤) در بررسی تنش شوری بر گونه سیاه شور دریافتند که میزان پرولین با افزایش سطوح شوری افزایش می‌یابد، ولی این افزایش فقط در تیمارهای ٤۰۰ و ۵۰۰ میلی مولار معنی‌دار بوده و به این نتیجه رسیدند که تا غلظت ۳۰۰ میلی مولار نمک طعام تنش اسمزی به این گیاه وارد نشده است. در مطالعه‌ای بر روی دو گونه هالوفیت *Salicornia prostrata* Pall. و *Suaeda prostrata* Pall. نسبت به شوری در محیط طبیعی گزارش شده است که سطح پرولین گیاه افزایش یافت و آن را به عنوان یک مکانیزم جهت تحمل به شوری در هالوفیت‌ها بیان کردند (Akcin and Yalcin, 2016). افزایش غلظت نمک از ۵۰ به ۳۰۰ میلی‌مول سبب افزایش میزان پرولین هالوفیت Atriplex lentiformis به میزان حدودا ٦ برابر شد (Benjamin, 2017). در مطالعه حاضر به نظر می‌رسد باتوجه به نقش مثبت گلایسین بتائین در افزایش هورمون های رشد، در تنش شوری ٦۰ دسی زیمنس بر متر رشد گیاه نسبت به حالت بدون کاربرد گلایسین بتائین بیشتر شد و لذا افزایش پرولین در این حالت ضروری به نظر نمی رسد، در واقع تجمع پرولین در اثر تنش یک واکنش عمومی است و در عین حال غلظت بالای پرولین در بسیاری از موارد برای حیات گیاهان لازم بوده و همچنین در مواردی نیز بر روی متابولیسم های حیاتی گیاهان اثرات منفی و جبران ناپذیری را بر جای می گذارد و باعث مهار رشد می شود (درویژه و همکاران، ۱۳۹٦).

مالون دی آلدهید: در هر دو تیمار گلایسین بتائین و بدون گلایسین بتائین، افزایش سطح تنش شوری از ۳ تا ٦۰ دسی زیمنس سبب افزایش غلظت مالون دی آلدهید بود، اما در تمامی سطوح شوری میزان مالون دی آلدهید به طور معنی داری در گیاهان تیمارشده با گلایسین بتائین از تیمار بدون گلایسین بتائین کمتر بودند، به طوری کاربرد گلایسین بتائین به ترتیب در سطوح شوری ۳، ۱۰، ۳۰ و ٦۰ دسی زیمنس بر متر سبب کاهش معنی دار ۳/۸۷، ۵/۷۳، ۳/۸۹ و ۳/۵۹ درصد در میزان مالون دی آلدهید گیاه شد (شکل ۸). تنش شوری به دلیل برهم زدن تعادل متابولیکی، کمبود مواد غذایی، تنش اسمزی و کم آبی و القای بستن روزنه‌ها موجب تولید گونه‌های فعال اکسیژن و تنش اکسیداتیو می‌گردد. رادیکال‌های آزاد تولید شده در طی تنش شوری می‌توانند باعث پراکسیداسیون لیپیدها شده و موجب تولید مالون‌دی‌آلدهید به عنوان یک محصول تجزیه‌ی اسیدهای چرب غیر اشباع گردند (Noreen *et al.*, 2010).

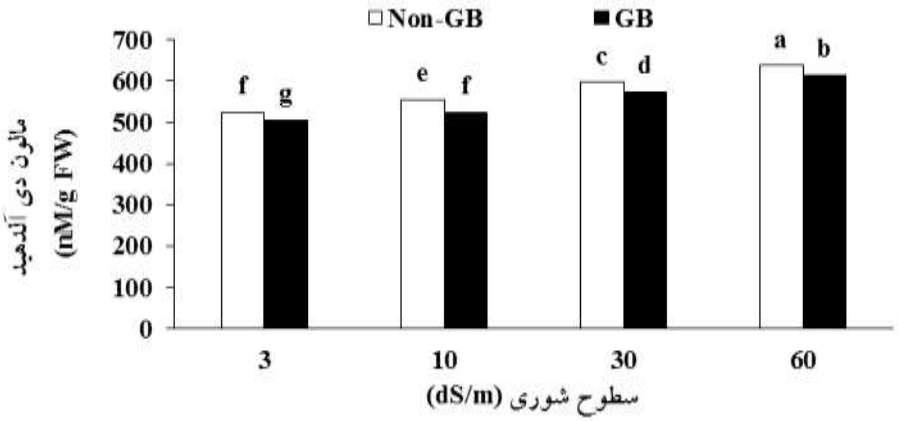
افزایش اسمولیت گلایسین بتائین در کنار افزایش هیدرات‌های کربن از پاسخ‌های مهم فیزیولوژیک گیاهان تحت شرایط افزایش غلظت نمک می باشد (طیبی و قنری، ۱۳۹۸). به نظر می رسد در این مطالعه باتوجه به تاثیر مثبت گلایسین بتائین نسبت به عدم کاربرد گلایسین بتائین در رشد گیاه، تولید کمتر مالون دی آلدهید در تیمارهای گلایسین بتائین نسبت به گیاهان بدون گلایسین بتائین قابل توجیه باشد.

کاتالاز: نتایج مقایسات میانگین نشان داد که میزان آنزیم کاتالاز با افزایش سطوح شوری از ۳ تا ٦۰ دسی زیمنس بر متر به طور معنی‌داری افزایش یافت، به طوری که این افزایش حدود ۲ برابر بود (شکل ۹). گیاهان تحت تیمار در سطوح شوری ۱۰ و ۳۰ دسی زیمنس بر متر از لحاظ میزان کاتالاز اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۹).

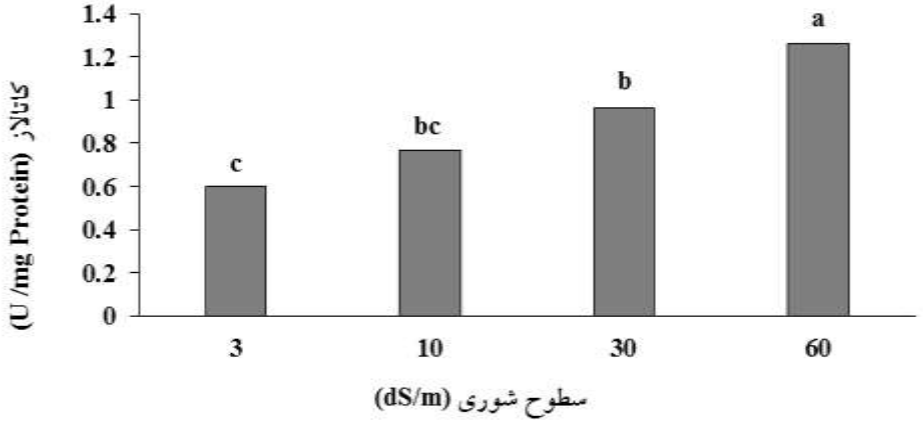
چم حیدر و فرهودی (۱۳۹۸) گزارش کردند که افزایش شوری سبب افزایش میزان آنزیم کاتالاز شد و این افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی سبب کاهش تخریب غشا سلولی ناشی از اثرات منفی رادیکالاهای آزاد اکسیژن می‌شود. در واقع آنزیم کاتالاز یکی از آنزیم‌های مهم در گیاهان است برای پی بردن به میزان فعالیت این آنزیم از میزان اکسیژن آزاد شده استفاده می-کنیم. اگر اکسیژن آزاد شده زیاد باشد فعالیت آنزیم بیشتر خواهد بود. افزایش رادیکال‌های فعال اکسیژن باعث می شود سازوکارهای متنوعی برای کاهش اثرات سمی تنش اکسیداتیو در گیاه فعال شود. در این شرایط ممکن است میزان آنتی-اکسیدان‌ها و آنزیم‌های مهار کننده ROS افزایش یابد که میتوانند تنش اکسیداتیو را خنثی نموده و یا تخفیف دهند. افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی به عنوان سریع ترین واحدهای مقابله کننده در برابر حمله اکسیژن‌های فعال در تنش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.16.9]



شکل ۸- تاثیر گلایسین بتائین (GB) بر مالون دی آلدهید گیاه سیاه شور (*Suaeda fruticosa*) در سطوح مختلف تنش شوری (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌دار ندارند).



شکل ۹- تاثیر سطوح مختلف شوری بر مقدار کاتالاز گیاه سیاه شور (*Suaeda fruticosa*) (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌دار ندارند).

شوری توسط محققان متعدی گزارش شده است (Parida and Das, 2005).

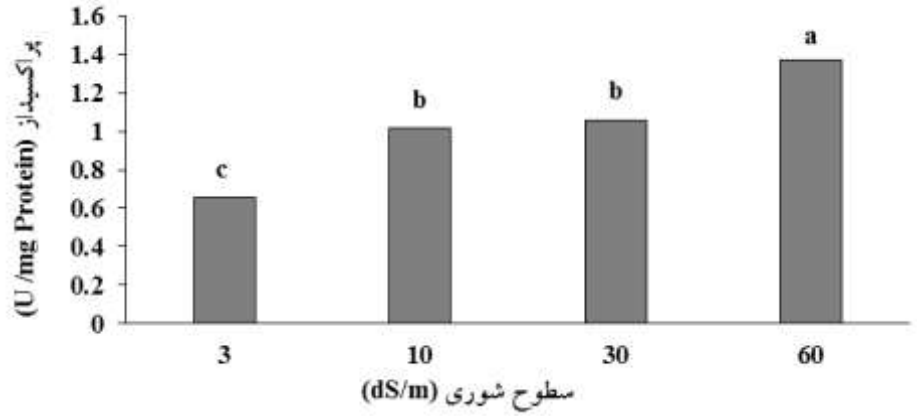
پراکسیداز: آنزیم پراکسیداز نیز مانند آنزیم پرولین با افزایش سطوح شوری، افزایش یافت ($p<0.01$) (شکل ۱۰). با افزایش شوری از ۳ تا ۶۰ دسی زیمنس بر متر میزان افزایش پراکسیداز گیاه برابر با ۰/۷۲ واحد بر میلی گرم پروتئین بود (شکل ۱۰). دو سطح تنش ۱۰ و ۳۰ دسی زیمنس بر متر تاثیر معنی‌داری بر مقدار پراکسیداز سیاه شور نداشتند (شکل ۱۰).

مرادیان و همکاران (۱۳۹۸) با بررسی فعالیت آنزیم‌های گایاکول پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز و میزان سدیم، پتاسیم و محتوای رنگدانه در گیاه هالوفیت اسفناج (*Spinacia pleracea* L.) نسبت به تنش کلرید سدیم گزارش کردند که اثر تنش شوری بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی آسکوربات پراکسیداز و گایاکول پراکسیداز معنی دار بودند. گیاهان برای پالایش انواع اکسیژن فعال سازوکارهای مختلفی را به کار می‌گیرند که می‌توان به تولید کاتالاز و پراکسیداز اشاره کرد (Tiryakioglu *et al.*, 2006).

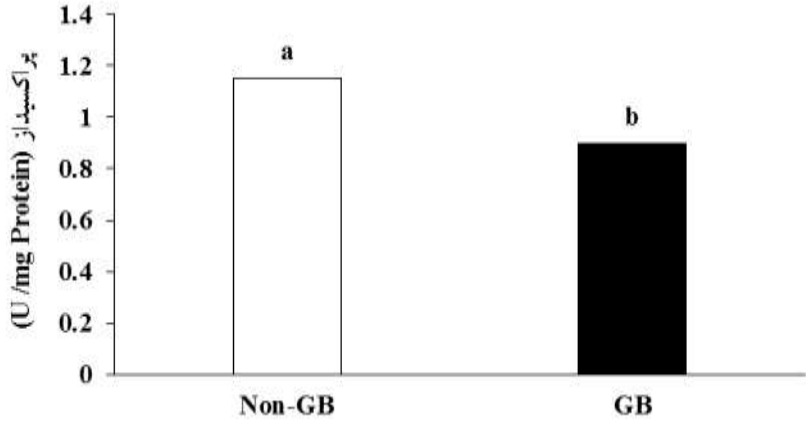
گیاهان محلول پاشی با گلایسین بتائین نسبت به گیاهان بدون کاربرد گلایسین بتائین از میزان پراکسیداز پایین‌تری برخوردار بودند، به طوری که کاربرد گلایسین بتائین سبب کاهش معنی‌داری ۲۲/۶۰ درصد پراکسیداز شد (شکل ۱۱).

باتوجه به نقش پراکسیداز در فرآیند زدودن رادیکال های

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.16.9]



شکل ۱۰- تاثیر سطوح مختلف شوری بر میزان پراکسیداز گیاه سیاه شور (*Suaeda fruticosa*) (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌دار ندارند).



شکل ۱۱- تاثیر گلایسین بتائین (GB) بر مقدار پراکسیداز گیاه سیاه شور (*Suaeda fruticosa*) (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌دار ندارند).

آزاد اکسیژن و دفاع از گیاه در برابر تنش های شوری، انتظار می رود باتوجه به نقش مثبت گلایسین بتائین در جهت از بین بردن رادیکال‌های آزاد (Papageorgiou and Murata, 1995)، در این مطالعه به نظر می‌رسد گلایسین بتائین نقش پراکسیداز را انجام داده و لذا مقدار تولید پراکسیداز در گیاهان تیمار شده با گلایسین بتائین کمتر از گیاهان بدون کاربرد گلایسین بتائین بود.

نتیجه‌گیری

نتایج اثرات ساده تیمار شوری و کاربرد گلایسین بتائین نشان داد که همه صفات مورد بررسی بجز آنزیم کاتالاز در گیاهان تیمار شده با گلایسین بتائین، معنی دار شد؛ همچنین اثرات متقابل شوری و گلایسین بتائین بجز دو صفت کاتالاز و پراکسیداز، برای بقیه صفات مورد مطالعه معنی‌دار شد. افزایش سطح تنش از ۳ به ٦۰ دسی زیمنس بر متر باعث کاهش ویژگی های رشدی سیاه شور از جمله طول ساقه و ریشه، نسبت ریشه به ساقه، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه و سطح برگ شد، به طوری که گیاهان تیمار شده با گلایسین بتائین در هر یک از سطوح شوری به طور معنی داری نسبت به گیاهان بدون محلول‌پاشی با گلایسین بتائین برتری داشتند. تاثیر تنش شوری بر ویژگی‌های آنتی اکسیدانی حاکی از افزایش پرولین، مالون دی آلدهید، کاتالاز و پراکسیداز بود، به طوری در گیاهان تحت تیمار گلایسین بتائین میزان پرولین و مالون دی آدهید کمتری نسبت به گیاهان بدون

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.16.9]

گلایسین بتائین تولید شد. همچنین تولید پراکسیداز در گیاهان اسپری شده با گلایسین بتائین به میزان ۰/۲۶ میلی‌گرم پروتئین/واحد کمتر از گیاهان بدون گلایسین بتائین بود. به نظر می رسد گلایسین بتائین به عنوان یک تنظیم کننده اسمزی ایفای نقش داشته که با افزایش عملکرد رشدی گیاه توان گیاه را در مقابل تنش شوری بهبود بخشیده باشد و لذا می توان از این الیسیتور زیستی به عنوان آنتی اکسیدان موثر برای بهبود رشد گیاهان در تنش شوری استفاده کرد.

منابع

پوراسماعیل، م.، قربانلی، م.، و خاوری نژاد، ر. (۱۳۸٤). اثر شوری بر روی جوانه زنی، وزن خشک و تر، محتوای یونی، پرولین، قندمحلول و نشاسته گیاه *Suaeda fruticosa*. بیابان، ۱۰ : ۲٦٥-۲٥۷.

جعفریان جلودار، ز.، و روخ فیروز گ. (۱۳۹۱) اثر تنش شوری بر جوانه زنی بذر دو اکوتیپ علف باغ (*Dactylis glomerata*) . گیاه و زیست بوم، ۸ : ۳۹-۳۰.

چم‌حیدر، ه. و فرهودی، ر. (۱۳۹۸) بررسی واکنش فیزیولوژیکی ارقام کلزا به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی و استقرار گیاه. تنش های محیطی در علوم زراعی ۱۲: ۹۲۱-۹۰۷.

درویژه، ح.، زواره، م.، و قاسم نژاد، م. (۱۳۹٦). تاثیر محلول پاشی پرولین بر ویژگی های بیوشیمیایی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) در شرایط تنش آبی. نشریه تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی، ٤ : ٦۰-۳٥.

ذاکری اصل، م.، بلندنظر، ص.، اوستان، ش.، و طباطبایی، س.ج. (۱۳۹۳). تاثیر سطوح کلرید سدیم و نیتروژن بر رشد، غلظت ویتامین C و نیترات سبزی هالوفیت *Suaeda aegyptiaca*. نشریه دانش آب و خاک، ۲٤: ۲۳۹-۲٥۰.

طیبی، ب. و قنبری، ا. (۱۳۹۸) تاثیر غلظت‌های نمک طعام بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک سه گونه سالیکورنیا (*Salicornia* spp.) در شرایط کشت بدون خاک. نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی ۲: ۲۸٦-۲٦۹.

کدخدایی، ه.، سودائی زاده، ح.، مصلح آرانی، ا.، و حکیم زاده، م.ع. (۱۳۹٥). بررسی نقش گلایسین بتائین در افزایش مقاومت به خشکی گیاه سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) در شرایط مزرعه. تنش های محیطی در علوم زراعی، ۹: ۱٤۷-۱۳۹.

محمدزمانی، م.، ربیعی، و.، و نجاتیان، م.ع. (۱۳۹۱) تاثیر کاربرد پرولین و گلایسین بتائین بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی انگور تحت شرایط تنش خشکی. مجله علوم باغبانی ایران، ٤۳: ٤۰۱-۳۹۳.

مرادیان، ف.، محسنی، ز. و راهداری، پ. (۱۳۹۸) بررسی فعالیت آنزیم‌های گایاکول پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز و میزان سدیم، پتاسیم و محتوای رنگدانه در گیاه هالوفیت اسفناج (*Spinacia oleracea* L.) نسبت به تنش کلریدسدیم. مجله پژوهشهای گیاهی ۳۲: ۷۱۲-٦۹۸.

میری، ح.ر.، و ضمانی مقدم، ع. (۱۳۹۳) کاربرد خارجی گلایسین بتائین به منظور کاهش اثرات تنش خشکی در ذرت (*Zea mays* L.). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۲: ۷۱۷-۷۰٤.

Aebi, H. (1984) Catalase in vitro. Methods in Enzymology. Academic press, Orlando, 105: 121-126.

Akcin, A., and E. Yalcin. (2016) Effect of salinity stress on chlorophyll, carotenoid content, and proline in *Salicornia prostrata* Pall. and *Suaeda prostrata* Pall. subsp. *prostrata* (Amaranthaceae). Brazilian Journal of Botany 39(1): 101-106.

Alasvandyari, F., Mahdavi, B., and Madah Hosseini, S. (2017) Glycine betaine affects the antioxidant system and ion accumulation and reduces salinity-induced damage in safflower seedlings. Archives of Biological Sciences 69(1), 139-147.

Amor, N.B., Hamed, K.B., Debez, A., Grignon, C., and Abdelly, C. (2005) Physiological and antioxidant responses of the perennial halophyte Crithmum maritimum to salinity. Plant Science 168, 889-899.

Athar H.R., Khan, A., and Ashraf, M. (2008) Exogenously applied ascorbic acid alleviates salt-induced oxidative stress in wheat. Environmental and Experimental Botany 63:224-231.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.16.9]

Bates, L., Waldren, R.P., Teare, I.D. (1973) Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil 39:205-207.

Benjamin, S. (2017) Growth and physiological responses of Atriplex lentiformis to variable levels of salinity. International Journal of Botany Studies 2(5): 56-62.

Bo Guan, B., Yu, J., Wang, X., Fu, Y., Kan, X., Lin, Q., Han, G., and Lu, Z. (2011) Physiological Responses of Halophyte Suaeda salsa to Water Table and Salt Stresses in Coastal Wetland of Yellow River Delta. Clean-Soil, Air, Water 39 (12), 1029-1035.

Chen, W.P., Li, P.H., Chen, T.H.H.H. (2000) Glycinebetaine increases chilling tolerance and reduces chilling-induced lipid peroxidation in *Zea mays* L. Plant Cell Environ 23, 609- 618.

Flowers, T.J., Colmer, T.D. (2008) Salinity tolerance in halophytes. New Phytologist, 179, 945-963.

Gorhan, J., Jokinen, K., Malik, M.N.A., Khan, I.A. (2000) Glycine betaine treatment improves cotton yields in field trials in Pakistan. Proceedings of the World Cotton Research Conference II, Athens, Greece. Pp. 624-627.

Hameed, A., Hussain, T., Gulzar, S., Aziz, I., Gul, B., Khan, M.A. (2012) Salt tolerance of a cash crop halophyte Suaeda fruticosa: biochemical responses to salt and exogenous chemical treatments. Acta Physiologiae Plantarum 34(6): 2331-2340.

Haraguchi, A. and Matsuda, T. (2018) Effect of salinity on seed germination and seedling growth of the halophyte *Suaeda japonica* Makino. Plant Species Biology 33, 229-235.

Hassanein, R. A., Hassanein, A.A., Haider, A. S., Hashem, H. A. (2009) Improving salt tolerance of (*Zea mays* L.) plants by presoaking their grains in glycine betaine. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 3, 928-942.

Heath, R.L., and Packer, L. (1968) Photoperoxidation in isolated chloroplast I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Archives of Biochemistry and Biophysics 125: 189-198.

Hussain. N, A., R. Naseem, G. Sarwar, F. Mujeeb and M. Jamil. (2003) Domestication/cultivation scope of medicinal crops on salt-affected soils. Conservation and sustainable uses of medicinal and aromatic plants of Pakistan 2-4: 37-43.

Kearl1, J., McNary, C., Lowman, J. S., Mei, C., T. Aanderud, Z., T. Smith, S., West, J., Colton, E., Hamson, M. and L. Nielsen, B. (2019) Salt-Tolerant Halophyte Rhizosphere Bacteria Stimulate Growth of Alfalfa in Salty Soil. frontiers in microbiology 10: 1-11.

Khan, M. A., R. Ansari, H. Ali, B. Gul and B. L. Nielsen. (2009) *Panicum turgidum*, apotentially sustainable cattle feed alternative to maize for saline areas. Agriculture, Ecosystems and Environment 129: 542–546.

Khan, M.A., Ungar, I.A., and Showalter, A.M. (2000) The effect of salinity on the growth, water status, and ion content of a leaf succulent perennial halophyte, *Suaeda fruticosa* (L.) Forssk. Journal of Arid Environments 45: 73-84.

Laurie, S., and Stewart, G. R. (1990) The effects of compatible solutes on the heat stability of glutamine syntheses from chickpeas grown under different nitrogen and temperature regimes. Journal of Experimental Botany 41: 1415-1422.

Loconsole, D., Cristiano, G., and De Lucia, B (2019) Glassworts: From Wild Salt Marsh Species to Sustainable Edible Crops Agriculture 9(14): 1-12.

Mickelbart, M., Chapman, P., and Collier-Christian, L. (2006) Endogenous levels and exogenous application of glycinebetaine to grapvines. Scientia Horticulturae 111, 7-16.

Nawaz, K., and Ashraf, M. (2010) Exogenous application of glycinebetaine modulates activities of antioxidants in maize plants subjected to salt stress. Journal of Agronomy and Crop Science 196: 28-37.

Noreen, S., and Ashraf, M. (2010) Modulation of salt (NaCl)-induced effects on oil composition and fatty acid profile of sunflower (*Helianthus annuus* L.) by exogenous application of salicylic acid. Journal of the Science of Food and Agriculture 90: 2608-2616.

Papageorgiou, G. C., and Murata, N. (1995) The unusually strong stabilizing effects of glycine betaine on the structure and functi on of the oxygen-evolving Photosystem II complex. Photosynthesis Research 44, 243-252.

Papageorgiou, G.C., Fujimara, Y., and Murata, Y. N. (1991) Protection of the oxygen-volving photosystem II complex by glycine betaine. Biochimica et Biophysica Acta 1057: 361-366.

Parida, A. K., Das, A. B. (2005) Salt tolerance and salinity effect on plants: a review. Ecotoxicology and Environmental Safety 60: 324-349.

Qasim, Muhammad., Gulzar, Salman., Khan, M. Ajmal., Halophytes as Medicinal Plants, Chapter 21, Ozturk, M., Mermut, A. R., Celik, A. (2011) Urbanisation, Land Use, Land Degradation and Environment. Daya Publishing House, Karachi-75270, Pakistan.

Roohi, A., Nazish, B., e-Amen, Nabgha, E., Maleeha, M., and Waseem, S. (2011) A critical review on halophytes: Salt tolerant plants. Journal of Medicinal Plants Research 5: 7108-7118.

Salama, K. H. A. (2009) Amelioration of Nacl-induced alterations on the plasma membrane of Allium Cepa L. by ascorbic acid. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 3: 990-994.

Schutze, p., Freitag, h., weising, k. (2003) An integrated molecular and morphological study of the subfamily Suaedoideae Ulbr. (Chenopodiaceae), plant systematics and evolution, printed in Austria.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.16.9]

Shalata, A., and Neumann, P.M. (2001) Exogenous ascorbic acid (vitamin C) increases resistance to salt stress and reduces lipid peroxidation. Journal of Experimental Botany 52: 2207-2211.

Tiryakioglu, M., Eker, S., Ozkutlu, F., Husted, S., and Cakmak, I. (2006) Antioxidant defense system and cadmium uptake in barley genotypes differing in cadmium tolerance. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology 20(3):181-189.

Vadizadeh, P., Sarajoughi, M., Mir Taheri, S. M. (2017) Study of Salicylic Acid and Glycine Effect on Some Agronomic Traits of Alfalfa under Wet Stress Conditions. Journal of Agronomy and Plant Breeding 13(2): 2-14.

Vendruscolo, A.C.G., Schuster, I., Pileggi, M., Scapim, C.A., Molinari, H.B.C., Marur, C.J., and Vieira, L.G.C. (2007) Stress-induced synthesis of proline confers tolerance to water deficit in transgenic wheat. Journal of Plant Physiology 164, 1367-1376.

Zhao, L., Yang, Z., Guo, Q., Mao, S., Li, S., Sun, F., Wang, H. and Yang, C. (2017) Transcriptomic Profiling and Physiological Responses of Halophyte Kochia sieversiana Provide Insights into Salt Tolerance. Frontiers in Plant Science 24: 1-13.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.16.9]

An investigating of growth and some antioxidant activities of *Suaeda fruticosa* under salinity stress and glycine betaine

[1*]Rostam Yazdani Biouki, [2]Hamid Sodaeeizadeh and [2]Milad Dosthoseini

1, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran
2 Natural Resources, Yazd University, Yazd, Iran
(Received: 18/03/2019, Accepted: 15/01/2020)

Abstract

Salt stress, as one of the most important factors reducing agricultural production, increasingly threatens arid and semi-arid regions. In order to investigate the effect of glycine betaine (GB) on increasing of salinity tolerant of *Suaeda fruticosa*, a factorial experiment was conducted based on a completely randomized design with 3 replications during the 2017-18 growing season. The treatments included four levels of salinity stress: 3, 10, 30 and 60 dS.m and 2 levels spraying with 50 mM GB. The results revealed the significant effect of salinity stress and GB on all of the studied characteristics except the effect of GB on catalase. Also, the interactions effects of salinity stress and GB were significant on all of the characteristics except catalase and peroxidase. The application of GB at all levels of salinity stress increased stem length, root length, ratio of root to shoot, plant yield and leaf area compared to the non-application of GB, so that, in shoot dry weight, the highest dry weight was observed in GB application at levels of 3 and 10 dS.m, which increased the plant dry weight by 58.48 and 47.25 percentage rather than non-application of GB, respectively. Proline, malondialdehyde, catalase and peroxidase compounds increased by increasing stress level from 3 to 60 dS.m. The production of proline, malondialdehyde and peroxidase in treated plants with GB was significantly reduced compared to non-application of GB. Generally, the results showed the positive role of GB in decreasing the effects of salinity stress on *Suaeda fruticosa*.

Keywords: Catalase, Dry weight, Halophyte, Malondialdehyde

Corresponding author, Email: * r.yazdani@areeo.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.16.9]