اثر محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک در کنترل اثرات شوری Nacl بر برخی صفات کمی، کیفی و رشد گیاه جعفری (*Petroselinum hortense* Hoffm.)

الهام دانائی

۱- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران، dr.edanaee@yahoo.com

Effect of Salicylic acid in salt stress on some quantitative, qualitative and growth in Parsley (*Petroselinum hortense* Hoffm.)

Elham Danaee

1- Assistant Professor, Department of Horticulture, Agriculture college, Garmsar branch, Islamic Azad University, Garmsar, Iran, dr.edanaee@yahoo.com

چکیده

به منظور مطالعه تأثیر اسیدسالیسیلیک در کنترل تنش شوری ناشی از نمک Nacl، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۹ تیمار شامل دو سطح کلرید سدیم ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، اسیدسالیسیلیک در دو سطح ۱ و ۲ میلی‌مولار و همچنین اثر متقابل آنها در ۳ تکرار انجام گردید. بذر جعفری پس از کشت در بستر مناسب، حدود ۳ هفته زمان برای جوانه‌زنی نیاز دارد. سپس در هفته پنجم پس از کشت، آبیاری خاکی با محلول کلرید سدیم به مدت یک هفته هر دو روز یک‌بار انجام گردید. محلول‌پاشی با اسیدسالیسیلیک (۲۰۰ میلی‌لیتر برای هر گلدان) نیز به مدت یک هفته هر دو روز یک‌بار انجام شد. گلدان بدون آبیاری با کلرید سدیم و محلول‌پاشی با اسیدسالیسیلیک به عنوان شاهد استفاده شد. صفات کمی، کیفی و آنزیمی گیاه مانند وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، کلروفیل کل برگ، پرولین و فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که تیمار اسیدسالیسیلیک ۲ میلی‌مولار بیشترین تأثیر را کنترل عوارض ناشی از تنش شوری داشت و نتایج آنالیز آماری تمام صفات، در سطح ۱ درصد معنی‌دار شدند.

کلمات کلیدی: اسیدسالیسیلیک، تنش شوری، جعفری، سوپراکسید دیسموتاز.

Abstract

To study the effect of salicylic acid in control Nacl salinity stress factorial experiment in a completely randomized design with 9 treatments included two levels of 50 and100 mg of sodium chloride also Salicylic acid on two levels 1 and2 mM and as well as their interactions in 3 replications were conducted. Parsley seeds after planting it in context, about 3 weeks for germination needs. Then in the fifth week after planting, irrigation the soil with sodium chloride solution was conducted for one week every two days. Salicylic acid spraing(200 ml per pot) was conducted one week every two days. No watering pot with sodium chloride and sprayed with salicylic acid were used as controls. Quantitative and qualitative traits such as plant fresh weight and dry weight of shoot and root, total chlorophyll content, proline and superoxide dismutase activity was evaluated. The results showed that the treatment of Salicylic acid 2 mM had the greatest effect on salinity control and result at 1% statistical level had significant effect.

Keywords: Parsley, Salicylic acid, Salt Stress, Superoxide dismutase.

فصلنامه زیست شناسی سلولی و مولکولی گیاهی

سال ۱۳۹۴، دوره ۱۰، شماره ۱ و ۲، صص ۵۹-۵۱

مقدمه و کلیات

گیاه جعفری (Parsley) با نام علمی *Petroselinum hortense* Hoffm. یکی از مهمترین گیاهان متعلق به خانواده چتریان (Umblifereae) است. جعفری گیاهی است دو ساله که در سال اول تولید برگ‌های روزت نموده و از آنها به عنوان سبزی استفاده می‌شود. در سال اول طول بوته آن از ۳۰ تا ۴۰ سانتیمتر تجاوز نمی‌کند. جعفری در سال دوم، تولید شاخه گلدهنده نموده که طول بوته آن به بیش از ۶۰ تا ۷۰ سانتیمتر نمی‌رسد. در انتهای ساقه گلدهنده گل‌ها به صورت چتر در آمده که تولید بذر می‌نمایند. بذر جعفری دارای اندازه کوچکی است که می‌تواند قوه نامیه خودر را ۳ تا ۴ سال حفظ کند. این گیاه یکی از مهمترین گیاهان غذایی و دارویی تیره جعفری است که بومی مناطق مدیترانه‌ای اروپای جنوبی است. سه نوع جعفری تاکنون شناسایی شده است شامل جعفری برگ ساده یا جعفری برگ پهن (*Petroselinum crispum* var. vulgar) به نام جعفری ایتالیایی یا هامبورگ که از برگ‌های آن استفاده غذایی می‌شود، جعفری برگ مجعد (*Petroselinum crispum* var. hortens) برگ‌های این واریته به عنوان سبزی استفاده شده و جعفری ریشه‌ای (*Petroselinum crispum* var. tuberosum) که علاوه بر برگ ریشه‌های این نوع جعفری نیز به عنوان سبزی استفاده می‌گردد (پیوست، ۱۳۷۷). تمام نمک‌هایی که در لیتوسفر و هیدروسفر وجود دارند در اصل از هوادیدگی سنگ‌های مادری خود بوجود آمده‌اند. در طی دوره‌های زمین شناسی کانی‌های اولیه بر اثر واکنش با آب، اکسیژن و گاز کربنیک به کانی‌های ثانویه و نمک‌ها تبدیل شده‌اند که اینها نیز به همراه جریانات آبی یا به دریاها و اقیانوس‌ها راه یافته و یا در سطح زمین تجمع یافته است. غرقاب شدن بخش وسیعی از اراضی بوسیله آب شور اقیانوس‌ها منجر به برجای ماندن رسوباتی گردیده که اکنون منبع عمده نمک در مناطق خشک و نیمه خشک به‌شمار می‌آیند. حدود چهار پنجم مساحت زمین‌های جهان در محدوده مناطق خشک و نیمه خشک قرار دارد، در این مناطق شوری خاک و آب آبیاری محدود کننده تولیدات گیاهی است و این محدودیت موجب شده است که تولیدات خاص گیاهان کاهش یابد. آبیاری بیش از حد با آب شور و زهکش نامناسب خاک‌ها نیز موجب افزایش شوری خاک می‌گردد، زیرا پس از تبخیر و تعرق آب خالص از سطح خاک و گیاه، غلظت املاح خاک افزایش یافته و این امر موجب کاهش پتانسیل آب می‌گردد. شوری از طریق کاهش پتانسیل آب و سمیت یون‌های خاص و کاهش عناصر غذایی مورد نیاز، بر عملکرد گیاه تأثیر منفی می‌گذارد. یکی از شاخص‌های مؤثر در تحمل به شوری حفظ آماس سلولی است که از این طریق گیاه با کاهش رشد در اثر شوری مقابله می‌نماید (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). اسیدسالیسیلیک برای اولین بار در سال ۱۸۳۸ از سالیکس استخراج شد. در طول قرن نوزدهم از برخی از گیاهان سالیسیلات‌های دیگری مثل متیل استرها و گلوکوزیدها استخراج شده‌اند که به آسانی به اسیدسالیسیلیک تبدیل می‌شوند. اسیدسالیسیلیک یا ارتوهیدروکسی بنزوئیک یک ترکیب فنلی است که در طبیعت وجود داشته و در برخی بافت‌های گیاهی هم به فراوانی یافت می‌شود و معمولاً در آب و حلال‌های قطبی آلی به صورت محلول هستند. اسیدسالسیلیک در برگ‌ها و ساختمان‌های زایشی گیاهان یافت شده است و روی فرآیندهای مختلفی از جمله خمیدگی ساقه در اثر زمین‌گرایی، کاهش اثر سمیت فلزات سنگین در گیاهان، توسعه تحمل گیاهان در شرایط تنش آبی از جمله خشکی یا غرقابی و تنش دمایی دارد (Hayat *et al,* 2010). شوری خاک از مشکلات اساسی مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان می‌باشد. تنش‌های محیطی همواره محدود کننده رشد و عملکرد گیاه می‌باشند. که به مرور زمان موجب بروز مشکلات اقتصادی و اجتماعی می‌شوند. گیاه شاهی به عنوان سبزی برگی و دارویی همواره مورد توجه تولیدکنندگان در مناطق مختلف ایران از جمله نواحی شمال غرب کشور می‌باشد ولی با توجه به افزایش تدریجی شوری آب و خاک در منطقه

آذربایجان کشت آن همواره با مشکلات عدیده‌ای همراه بوده است. لذا گرانپایه و همکاران، ۱۳۹۳ به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی شاهی، آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار شامل غلظت‌های صفر،۵۰،۱۰۰،۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مول نمک کلرید سدیم در سه تکرار به منظور حصول به آستانه تحمل این گیاه به شوری انجام شد. نتایج آزمایش نشان داد که با افزایش شوری، نسبت پتاسیم به سدیم، میزان کلروفیل a و b کاهش و میزان پرولین، قندهای محلول و کارتنوئیدها افزایش یافت. تنش شوری تأثیر معنی‌داری بر RWC نسبت کلروفیل a به b و کلروفیل a+b نداشت. با توجه به روند افزایشی توسعه اراضی شور و کمبود اراضی زراعی مطلوب برای کشاورزی، شناسایی گیاهان مقاوم به شوری از جمله شنبلیله، که یکی از گیاهان مهم دارویی محسوب می‌شود، از اهمیت زیادی برخوردار است. بدین منظور آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی روی سه توده شیرازی، هندی و یزدی گیاه شنبلیله با پنج سطح شوری کلرید سدیم (صفر،۴۰،۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌مولار) و ۳ تکرار به صورت هیدروپونیک در گلخانه انجام شد. نتایج حاصل حاکی از کاهش ارتفاع بوته، طول ریشه، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه و تعداد برگ با افزایش غلظت شوری بود. همچنین با افزایش سطح شوری، میزان یون سدیم در اندام هوایی گیاه افزایش یافت، در صورتی که میزان یون‌های Ca^{2+} و K^{+}نسبت‌های K^{+}/Na^{+} و Ca^{2+}/Na^{+} در اندام هوایی کاهش نشان دادند. توده یزدی دارای بیشترین مقدار ارتفاع بوته (۲۰/۱ سانتی‌متر)، وزن خشک اندام هوایی (۱/۹۴ گرم در بوته) و تعداد برگ (۳/۴ عدد در بوته) بود. حال آن که بیشترین میانگین یون‌های Ca^{2+} وK^{+} و همچنین نسبت‌های K^{+}/Na^{+} و Ca^{2+}/Na^{+} به توده شیرازی تعلق گرفت. بر اساس نتایج پژوهش حاضر، به نظر می‌رسد بتوان از توده شیرازی به عنوان توده حاوی ژن‌های مقاومت به شوری برای اصلاح ارقامی با پتانسیل عملکرد زیاد استفاده کرد (آرچنگی و همکاران، ۱۳۹۱). شوری یکی از مهمترین عوامل اقلیمی محدود کننده رشد در گیاهان زراعی است. به منظور بررسی اثر تنش شوری ناشی از کلرید سدیم بر وضعیت گلدهی ارقام بادمجان پرورش یافته در هوای آزاد، پژوهشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تکرار انجام شد. تیمارهای شوری در ۷ سطح شامل غلظت‌های ۰، ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم بود. مقادیر مختلف نمک کلرید سدیم به آب آبیاری (با هدایت الکتریکی ۲۱۹ میکروموس بر سانتی‌متر) اضافه گردیدند. نشاهای آماده شده سه رقم بادمجان (محلی جهرم، قلمی دزفول و دلمه هندی) در کیسه‌های پلاستیکی حاوی ۹ کیلوگرم خاک غالب منطقه خنج کشت گردید. تیمارهای شوری به مدت ۵ ماه اعمال شد. نتایج نشان داد که بطورکلی شوری موجب کاهش تعداد گل در هر بوته در مقایسه با تیمار شاهد شده و زمان گلدهی را به تأخیر انداخت، اما بر تعداد گل‌های باز شده اثر معنی‌داری نداشت. در بین ارقام مورد بررسی بر اساس صفات مطالعه شده، رقم محلی جهرم به عنوان رقمی با تحمل بیش‌تر و رقم قلمی دزفول به عنوان حساس‌ترین رقم در برابر شوری ناشی از کلرید سدیم ارزیابی گردید (صادقی و همکاران، ۱۳۹۲). تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی یک آزمون قابل اطمینان در ارزیابی تحمل بسیاری ازگونه‌ها است. از این رو، این پژوهش برای ارزیابی میزان تحمل به شوری دو رقم رایج گوجه‌فرنگی استان خراسان (خرم و موبیل) در مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه در ۶ سطح شوری صفر، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰، ۱۶۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. نتایج بدست آمده نشان داد، دو رقم از نظر تحمل به شوری با هم اختلاف معنی‌داری داشتند، به طوری که رقم خرم نسبت به رقم موبیل نسبت به شوری متحمل‌تر بود. رقم خرم تا غلظت ۲۰۰ میلی‌مولار جوانه‌زنی داشت، در حالیکه جوانه‌زنی رقم موبیل در غلظت نمک بیش از ۱۲۰ میلی‌مولار کاملاً متوقف شد. تنش شوری بر تمام صفات مورد بررسی در هر دو

رقم اثر معنی‌داری داشت، به طوری که با افزایش غلظت شوری متوسط زمان جوانه‌زنی افزایش و سایر صفات مانند درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بطور معنی‌داری کاهش نشان دادند (سبک‌خیز و همکاران، ۱۳۹۳). به منظور بررسی خصوصیات رویشی و میزان کلروفیل برگ دو گونه گیاه اسطوخودوس، رزماری آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، به شکل فاکتوریل، انجام شد. تیمارهای آبیاری در سطح آبیاری با آب معمولی بعنوان شاهد و آب با سطوح شوری ppm ۱۰۰ و ۲۰۰ مورد استفاده قرارگرفتند. در پایان این بررسی، ارتفاع بوته، ارتفاع بوته تا آخرین گره، قطر ساقه، کلروفیل برگ و تعداد شاخه جانبی بوته اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که شوری تأثیر معنی‌داری بر تمام صفات مورد بررسی داشت. تمام صفات به غیر از جذب کلروفیل برگ، تحت تأثیر نوع گیاه قرار گرفتند. اثر متقابل شوری و گیاه بر ارتفاع تا آخرین گره عداد شاخه جانبی و وزن خشک بوته معنی‌دار بود (ولی‌زاده و همکاران،۱۳۹۲). وحدتی و همکاران در سال ۱۳۹۲ به منظور پاسخ‌های رشدی سه نوع شبدر شامل شبدر سفید، شبدر قرمز ایرانی و شبدر قرمز خارجی در قالب آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۴ سطح شوری سدیم کلرید (۰ و ۷۵ و ۱۵۰ و ۲۲۵ میلی‌مولار) و ۴ تکرار و پتانسیل استفاده در فضای سبز، مورد بررسی قرارگرفت. شبدر قرمز خارجی در صفاتی مانند، سطح برگ، طول ریشه و ساقه، وزن تر وخشک ساقه، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و پرولین و شبدر سفید در صفات، وزن تر و خشک ریشه نسبت به انواع دیگر، برتری نشان دادند. افزایش تنش شوری نیز تأثیر معنی‌داری در کاهش تمامی صفات اندازه‌گیری شده نشان داد. این کاهش به ترتیب در صفات مورفولوژیک، بیوشیمیایی و فیزیولوژیک، بارزتر بود. تحقیقی برای بررسی اثر اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شوری بر برخی خصوصیات فیزیولوژی گیاه اسطوخودوس توسط حاجی‌حسنی و همکاران در سال ۱۳۹۲ انجام شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با دو تیمار اسیدسالیسیلیک در ۴ سطح ppm صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ و NaCl در ۴ سطح صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار در سه تکرار انجام شد. اسیدسالیسیلیک به صورت محلول‌پاشی برگی و در ۳ مرحله به فواصل ۷ روز یکبار و یک هفته پس از استقرار گیاهان در بستر جدید انجام شد. نتایج نشان داد که تنش شوری در سطح ۳ و یک میلی‌مولار بر افزایش مقدار پرولین و نشت الکترولیت برگ بیشتر از سایر غلظت‌ها اثر گذاشته و اسیدسالیسیلیک نیز در غلظت ppm ۳۰۰ بیشتر از سایر غلظت‌ها موجب افزایش پرولین و کاهش نشت الکترولیت شد ولی تیمار شوری و اسیدسالیسیلیک تأثیر معنی‌داری روی محتوای نسبی آب برگ نداشتند. در مجموع نتایج حاصل نشان داد که محلول‌پاشی برگی اسیدسالیسیلیک در مناطق مستعد به شوری می‌تواند موجب مقاومت گیاه اسطوخودوس در برابر تنش شود. قاسمی‌گلعذانی و لطفی در سال ۱۳۹۵ به منظور بررسی اثر اسیدسالیسیلیک بر محتوای نسبی آب و شاخص سطح برگ گیاه ماش تحت تنش شوری، آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام دادند. تیمارها ۴ سطح شوری کلرید سدیم (۰، ۳، ۶ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر) و ۴ سطح اسیدسالیسیلیک (۰، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی‌مولار) بودند. محتوای نسبی آب و شاخص سطح برگ به طور معنی‌داری با افزایش شوری کاهش یافتند. کمترین محتوای نسبی آب برگ و شاخص سطح برگ از گیاهان تحت تنش شدید شوری (۹ دسی‌زیمنس بر متر) به دست آمدند. محلول‌پاشی گیاهان با سطوح مختلف اسیدسالیسیلیک منجر به افزایش محتوای نسبی آب و در نتیجه شاخص سطح برگ گیاهان ماش تحت هر دو شرایط شور و غیرشور گردید. غلظت ۱ میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک بیشترین اثر بهبود دهندگی روی عملکرد ماش تحت تمام شرایط را داشت. تحقیقات نشان داده است که اسیدسالیسیلیک موجب ایجاد مقاومت در گیاهان نسبت به تنش‌های محیطی می‌شود. در این تحقیق اثر اسیدسالیسیلیک بر پراکسیداسیون لیپیدها، قندها، عناصر

سدیم و پتاسیم در برگ و ریشه گیاه ریحان سبز تحت تنش شوری بررسی شد. گیاهان مورد آزمایش پس از کاشت در گلدان و رسیدن به مرحله ۴ برگی با اسیدسالیسیلیک (صفر، ۰/۱ و ۰/۰۱ میلی‌مولار) به مدت ۵ روز و شوری کلرید سدیم (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار) به مدت ۵ روز، تیمار شدند. مقدار پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء برگ و ریشه در تیمار با اسیدسالیسیلیک و شوری ۱۰۰ میلی‌مولار کاهش معنی‌داری داشت. در تیمار با شوری ۲۰۰ میلی‌مولار مقدار مالون دی آلدئید ریشه، افزایش معنی‌داری داشت و با افزایش میزان تنش شوری، مقدار قند نیز در برگ افزایش معنی‌داری نشان داد. تیمار همزمان شوری و اسیدسالیسیلیک موجب کاهش معنی‌دار میزان سدیم و پتاسیم برگ و ریشه گیاه ریحان شد که نشان دهنده بهبود اثر تنش شوری در حضور اسیدسالیسیلیک است (دلاوری‌پاریزی و همکاران، ۱۳۹۱).

فرآیند پژوهش

به منظور مطالعه اثر محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک بر کنترل اثرات شوری ناشی از نمک Nacl بر برخی صفات کمی، کیفی و رشد گیاه جعفری، آزمایشی به صورت طرح آماری کاملاً تصادفی با ۹ تیمار، ۳ تکرار و هر تکرار حاوی ۳ گیاه اجرا گردید. بذر جعفری پس از کشت در بستر مناسب، حدود ۳ هفته زمان برای جوانه‌زنی نیاز دارد. سپس در هفته پنجم پس از کشت، آبیاری خاکی با محلول کلرید سدیم به مدت یک هفته هر دو روز یک‌بار انجام گردید. محلول‌پاشی با اسیدسالیسیلیک (۲۰۰ میلی‌لیتر برای هر گلدان) نیز به مدت یک هفته هر دو روز یک‌بار انجام شد. گلدان بدون آبیاری با کلرید سدیم و محلول‌پاشی با اسیدسالیسیلیک به عنوان شاهد استفاده شد. سپس در مرحله مناسب برداشت، نمونه‌برداری و ارزیابی صفات مورد نظر انجام شد. صفات مورد ارزیابی نیز شامل:

وزن تر اندام هوایی و ریشه: در روز معین توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ توزین گردید (Clicle, 2002).

وزن خشک اندام هوایی و ریشه: در روز معین پس از ۷۲ ساعت قرارگیری در دمای ۶۰ درجه‌سانتیگراد، توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ توزین گردید (Clicle, 2002).

کلروفیل کل برگ: برای سنجش کلروفیل برگ از روش Arnon در سال ۱۹۴۹ استفاده شد. ابتدا قطعات ۰/۳ گرمی از برگ را جدا و در حلال استون ۸۰ درصد در داخل هاون چینی سائیده و ترکیب حاصل به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه‌سانتیگراد قرار داده شد. سپس جذب در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ قرائت گردید و برای محاسبه محتوای کلروفیل از فرمول زیر انجام و در نهایت بصورت میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بیان شد.

20/2(A645 nm) + 8/02 (A645 nm)

پرولین: اندازه‌گیری پرولین از روش (Bates *et al*, 1973) انجام شد. استانداردهای پرولین محلول در فاز تولوئن را به اندازه لازم در کووت دستگاه اسپکتروفتومتر ریخته و مقدار پرولین را در صول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت و منحنی استاندارد رسم گردید. سپس میزان جذب در نمونه‌های گیاهی را قرائت و با قرار دادن در معادله خط، مقدار پرولین بدست آمد.

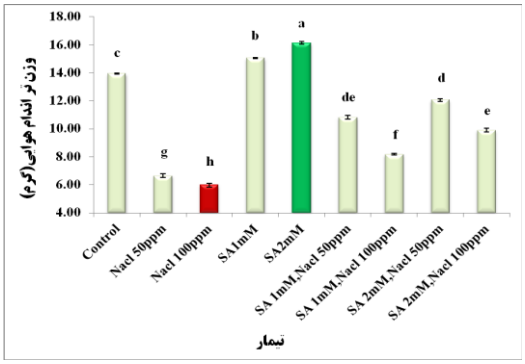
آنزیم سوپراکسید دیسموتاز: ابتدا تهیه عصاره آنزیم بر اساس روش Ezhilmathi و همکاران در سال ۲۰۰۷ از یک گرم گلبرگ انجام گرفت و سپس فعالیت این آنزیم بر اساس بازداشتن احیاء فتوشیمیایی Nitro-blue tetrazolium(NBT) به روش Bayer and Fridovich در سال ۱۹۸۷ اندازه‌گیری شد. فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز بر اساس واحد آنزیم بر گرم وزن تر گلبرگ بیان شد. یک واحد آنزیم سوپراکسید دیسموتاز تعریف می‌شود به مقداری از آنزیم که نیاز است ۵۰٪ بازدارندگی احیاء NBT را در طول موج ۵۶۰ نانومتر در دستگاه اسپکتروفتومتر انجام دهد.

اطلاعات مورد نظر پس از اندازه‌گیری وارد نرم‌افزار Excel شده و توسط نرم‌افزار آماری SPSS آنالیز داده‌ها انجام گردید. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون

چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱٪ و ۵٪ ارزیابی شد. برای رسم نمودار از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

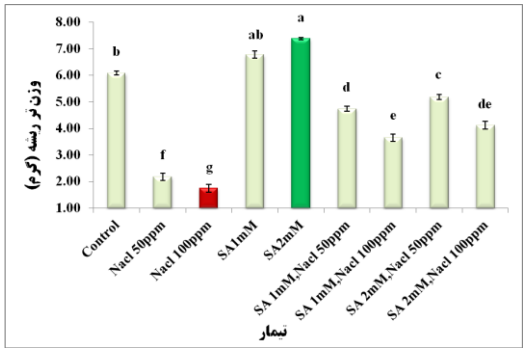
وزن تر اندام هوایی: تیمار SA 2mM با ۱۶/۱۴ گرم، بیشترین و تیمار Nacl 100ppm با ۵/۹۸ گرم، کمترین وزن تر اندام هوایی را دارند (نمودار ۱).



نمودار ۱: تغییرات وزن تر اندام هوایی

Table 1: Shoot fresh weight changes

وزن تر ریشه: تیمار SA 2mM با ۷/۳۹ گرم، بیشترین و تیمار Nacl 100ppm با ۱/۷۵ گرم، کمترین وزن تر ریشه را دارند (نمودار ۲).

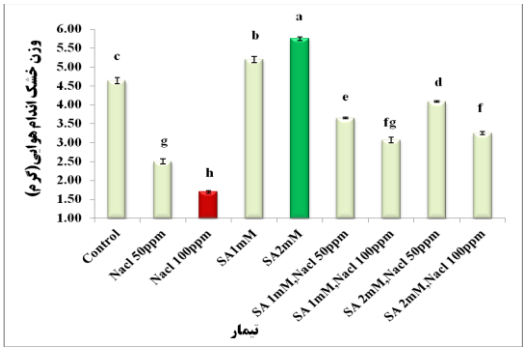


نمودار ۲: تغییرات وزن تر ریشه

Table 2: Root fresh weight changes

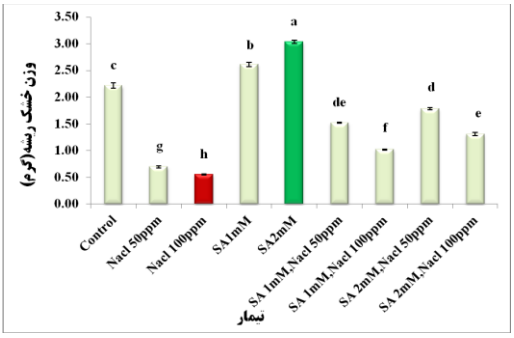
وزن خشک اندام هوایی: تیمار SA 2mM با ۵/۷۵ گرم، بیشترین و تیمار Nacl 100ppm با ۱/۷۰ گرم، کمترین وزن خشک اندام هوایی را دارند (نمودار ۳).

وزن خشک ریشه: تیمار SA 2mM با ۳/۰۴ گرم، بیشترین و تیمار Nacl 100ppm با ۰/۵۵ گرم، کمترین وزن خشک ریشه را دارند (نمودار ۴).



نمودار ۳: تغییرات وزن خشک اندام هوایی

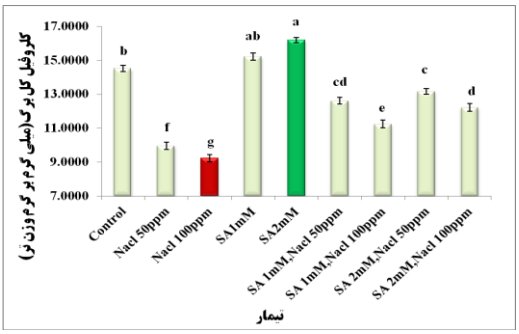
Table 3: Shoot dry weight changes



نمودار ۴: تغییرات وزن خشک ریشه

Table 4: Root dry weight changes

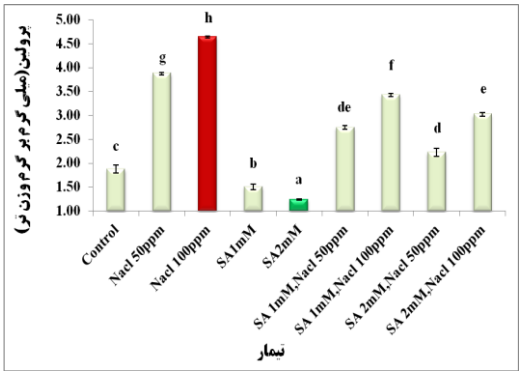
کلروفیل کل برگ: تیمار SA 2mM با ۱۶/۲۰۳۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر، بیشترین و تیمار Nacl 100ppm با ۹/۲۳۱۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر، کمترین کلروفیل کل برگ را دارند (نمودار ۵).



نمودار ۵: تغییرات کلروفیل کل برگ

Table 5: Leaf total chlorophyll changes

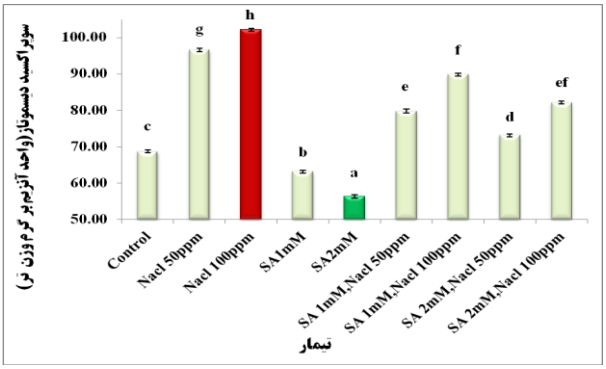
پرولین: تیمار Nacl 100ppm با ۴/۶۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر، بیشترین و تیمار SA 2mM با ۱/۲۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر، کمترین پرولین را دارند (نمودار ۶).



نمودار ۶: تغییرات پرولین

Table 6: Prolien changes

آنزیم سوپراکسید دیسموتاز: تیمار Nacl 100ppm با ۱۰۲/۱۶ واحد آنزیم بر گرم وزن تر، بیشترین و تیمار SA 2mM با ۵۶/۳۲ واحد آنزیم بر گرم وزن تر، کمترین فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز را دارند (نمودار ۷).



نمودار ۷: تغییرات فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز

Table 7: Superoxide dismutase enzym activity Changes

شوری میزان انرژی لازم برای حفظ شرایط طبیعی سلول را افزایش می‌دهد و در نتیجه مقدار انرژی کمتری برای رشد باقی می‌ماند. بنابراین گیاهان در شرایط شوری بطورکلی ضعیف‌تر بوده و برگ‌های کوچکتری نسبت به گیاه معمولی دارند. در شرایط شوری با افزایش فشار اسمزی محیط، رشد رویشی گیاهان کاهش می‌یابد. کاهش سطح برگ در اثر شوری یا در نتیجه کاهش تعداد برگ در اثر کاهش مقدار فتوسنتز و یا کاهش اندازه برگ در اثر کاهش فشار تورژسانس است (قاسمی‌گلعذانی و لطفی، ۱۳۹۵). با استفاده از منحنی واکنش حاصل از رابطه بین عملکرد نسبی با شوری، آستانه تحمل گیاهان بدست می‌آید. اکثر گیاهان شوری را تا یک حد معین (آستانه) تحمل نموده و بعد از آن با افزایش شوری مقدار عملکرد تقریباً بصورت خطی (با شیب نسبتاً ثابت) کاهش می‌یابد. زمانی که مقدار شوری از حد معینی (آستانه شوری) تجاوز نکند، گیاه عملاً تحت تأثیر واقع نمی‌شود و میزان رشد کاهش نخواهد یافت. پس از گذشت از این آستانه با افزایش شوری مقدار محصول نیز مرتب کاهش پیدا می‌کند. افزایش تنش موجب افزایش رادیکال‌های آزاد اکسیژن و در نتیجه افزایش فعالیت آنتی اکسیدانت‌ها و در نتیجه موجب جمع‌آوری رادیکال‌های آزاد سمی می‌گردد (غلامی و همکاران، ۱۳۹۲).

اسیدسالیسیلیک یک تنظیم‌کننده رشد گیاهی مؤثر در بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی گیاهان می‌باشد. اسیدسالیسیلیک نقش کلیدی در تنظیم رشد گیاهی، توسعه و نمو، واکنش با سایر موجودات و نیز واکنش با سایر تنش‌های محیطی، جوانه‌زنی بذور، عملکرد میوه، گلیکولیز، گلدهی، جذب و انتقال یون‌ها، فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و تعرق دارد (Senaratna *et al*, 2000). اسیدسالیسیلیک موجب افزایش تولید رنگریزه‌های گیاهی مانند کلروفیل و به دنبال آن، افزایش میزان فتوسنتز، ساخت مواد غذایی و افزایش وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی می‌شود. افزایش میزان شوری موجب افزایش میزان پرولین می‌گردد، اما گاهی در بین گیاهان مختلف تفاوت‌هایی دیده می‌شود که ممکن است بدلیل تفاوت گیاهان مورد بررسی از نظر ژنتیکی، شرایط آب و هوایی کاشت و نگهداری آنها باشد (صادقی و همکاران، ۱۳۹۲). تجهیز گیاهان به سیستم‌های آنزیمی آنتی‌اکسیدانی خنثی‌کننده مانند سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و غیره ممکن است جهت کاهش اکسیداسیون توسط رادیکال‌های آزاد که در اثر تنش افزایش یافته است، کافی نباشد. به همین منظور از ترکیباتی مانند اسیدسالیسیلیک که قادر به تعدیل مقاومت در برابر تنش‌ها و کاهش عملکرد رادیکال‌های آزاد از طریق تقویت سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌باشند، استفاده می‌شود (Cevahir *et al*, 2005).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که تیمار اسیدسالیسیلیک ۲ میلی‌مولار بیشترین تأثیر را کنترل عوارض ناشی از تنش شوری داشت و نتایج از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار شدند.

منابع

۱- آرچنگی، آ. خدامباشی، م. محمدخانی، ع ر. ۱۳۹۱. تأثیر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیک و میزان عناصر سدیم، پتاسیم و کلسیم در گیاه دارویی شنبلیله تحت شرایط کشت هیدروپونیک. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. سال ۳. شماره ۱۰. ۴۰-۳۳.

۲- پیوست، غ. ع.۱۳۷۷. سبزیکاری. انتشارات ابریشم.

۳- دلاوری‌پاریزی، م. باقی‌زاده، ا. انتشاری، ش. منوچهری‌کلانتری، خ. ۱۳۹۱. مطالعه تأثیر اسیدسالیسیلیک بر مقاومت و القای تنش اکسیداتیو در گیاه ریحان تحت تنش شوری. زیست‌شناسی گیاهی، سال چهارم، شماره دوازدهم، تابستان ۱۳۹۱، صفحه ۳۶-۲۵.

۴- سبک‌خیز، م. ملک‌زاده شفارودی، س. میرشمسی کاخکی، ا. ۱۳۹۳. مطالعه جوانه‌زنی بذر ارقام خالص شده گوجه فرنگی (خرم و موبیل) تحت تنش شوری. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ۱۲، شماره ۴، صفحه ۸۴۰-۸۳۴.

۵- صادقی، ح. رسولی، ح. ۱۳۹۲. اثر شوری بر وضعیت گلدهی ارقام مختلف بادمجان. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی، سال ۵، شماره ۱۴.

۶- غلامی، ر. ۱۳۹۲. تأثیر محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک در کاهش اثرات تنش شوری بر صفات رشدی گیاه مریم گلی. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. سال پنجم. شماره پانزدهم. ص ۷۰-۶۵.

۷- قاسمی‌گلعذانی، ک. لطفی، ر. ۱۳۹۵. تغییرات محتوای نسبی آب و شاخص سطح برگ ماش در واکنش به شوری و اسیدسالیسیلیک. 5th International conference on economics management and agricultureal sciences.

۸- کافی، م. برزوئی، ا. صالحی، م. کمندی، ع. معصومی، ع. نباتی، ج.۱۳۸۸. فیزیولوژی تنش‌های محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، چاپ اول.

۹- گرانپایه، ع. عزیزپور، ک. وجودی، ل. ولیزاده‌کامران، ر. ۱۳۹۳. تأثیر تنش شوری بر تعدادی ازمتغیرهای فیزیولوژیک گیاه شاهی. دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی در علوم کشاورزی.

10- Arnon, DI., 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in vulgaris. Plant Physiol., 24(1):1–

11- Bates, L S. Waldren, R P. Teare, I D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil. Volume 39, pp 205–207.

12- Bayer, W.F and I. Fridovich. 1987. Assaying for superoxide dismutase activity: some large consequences of minor changes in condition. Annals Biochem. 161:559–566.

13- Celicel, F.G and M.S. 2002. Postharvest handling of stock(*Matthiola incana*). Hort. Sci. 37: 144-147.

14- Cevahir, G., Yentur, S and N, Yilmaze Fr. 2005. The effect of nitric oxide, salicylic acid and hydrogen peroxide on the pigment content in excited cotyledons of red cabbage. Freschius Env.Bulletin. 14: 591-598.

15- Ezhilmathi, K., singh, V., Arora, P and R. K, sairam. 2007. Effect of 5-sulfocalicylic acid on antioxidant in relation to vase life of gladiolus cut flower. Plant Growth Regul. 51: 99-108.

16- Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M and A, Ahmad. 2010. Effect of exogenous SA under changing environment. A review. Environmental and Experimental Botany. 68(1): 14-25.

17- Senaranta, T., Touchell, D., Bunn, E and K, Dixon. 2000. Acetyl salicylic acid and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Regul.30: 157-161.

✓ **Effect of different media on vegetative growth ornamental plant Gazanya (*Gazania splendes*)** 5
Elham Moltallebi

✓ **Willingness of farmers to financing of Agricultural private extension in the Garmsar Township** 15
Hosein Shasti and Mohama Sagegh Sabouri

✓ **The effect of polyamines spraying on some qualitative, quantitative and enzymic traits on rosa flower(*Rosa Hybrids*) cv.black baccarat on the plant** 25
Mohammad Reza Ismaeilkhan Zandi and Elham Danaee

✓ **Evaluation the effect of Salicylic acid on some quantitative, qualitative and growth on salt stress in Basil(*Ocimum basilicum L.*) *plant*** 35
Mehdi Afshar and Ali Reza Ladan Moghadam

✓ **Study on the application of municipal waste compost and leaf manure in production of *Spathiphyllum* spp.** 45
Hamid Reza Nikmaram and Farshid Esmaeili

✓ **Effect of Salicylic acid in salt stress on some quantitative, qualitative and growth in Parsley (*Petroselinum hortense* Hoffm.)** 51
Elham Danaee