تأثیر برهمکنش تنش شوری و پوترسین بر برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی ریحان (*Ocimum basilicum* L. cv. Genove)

لیلا مهدی زاده[۱]، سارا فرسرایی[۱]، محمد مقدم[۲*]

[۱] دانشجوی دکترای تخصصی، رشته علوم و مهندسی باغبانی، گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

[۲]دکترای تخصصی رشته علوم و مهندسی باغبانی، گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

نویسنده مسئول: *m.moghadam@um.ac.ir; moghaddam75@yahoo.com*

چکیده

به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی پوترسین بر بیومس اندام هوایی، خصوصیات فیزیولوژیکی و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی ریحان رقم ژنو (*Ocimum basilicum* L. cv. Genove) تحت تنش شوری، آزمایشی گلدانی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۴ سطح شوری آب آبیاری (۰، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) و ۳ سطح محلول‌پاشی پوترسین (۰، ۱ و ۲ میلی‌مولار) در ۳ تکرار بود. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل شوری و پوترسین بر همه صفات موردمطالعه معنی‌دار شد. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین بیومس اندام هوایی و شاخص سبزینگی در تیمار بدون شوری و کاربرد ۲ میلی‌مولار پوترسین مشاهده شد. همچنین بیشترین میزان کربوهیدرات محلول، فنل کل، پرولین، پروتئین محلول، نشت الکترولیت، فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و گایاکول پراکسیداز در بالاترین سطح تنش شوری (۱۲۰ میلی‌مولار) و عدم کاربرد پوترسین ثبت گردید؛ بنابراین، در شرایط تنش شوری کاربرد پوترسین به‌ویژه در غلظت ۲ میلی‌مولار در تمامی سطوح تنش شوری موجب بهبود اثرات مضر شوری گردید.

واژه‌های کلیدی: آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، بیومس اندام هوایی، پلی‌آمین ها، شاخص سبزینگی، محلول‌پاشی

مقدمه

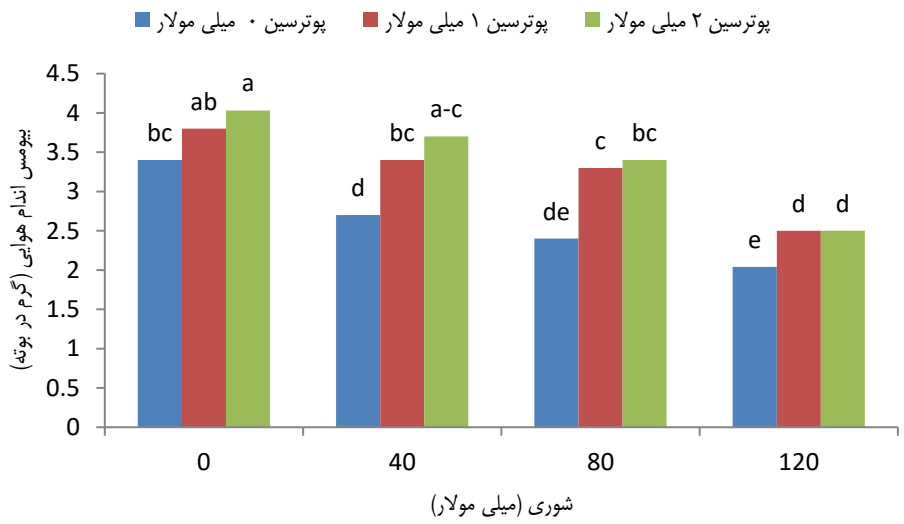
تنش شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیر زیستی، خصوصاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک به شمار می‌آید که موجودات زنده در طول تکامل خود با آن مواجه می‌شوند و مهم‌ترین عوامل کاهنده رشد گیاهان می‌باشد. شوری از طریق تولید گونه‌های فعال اکسیژن (سوپر اکسید، پراکسید هیدروژن و رادیکال‌های اکسیژن) می‌تواند سبب ایجاد تنش اکسیداتیو شود که این ترکیبات باعث آسیب سلول‌های گیاه می‌شوند. گیاهان در هنگام مواجه‌شدن با تنش‌ها گاهی در جهت کاهش خسارات وارده، میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی را افزایش می‌دهند که ازجمله این آنزیم‌ها می‌توان به کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز، گایاکول پراکسیداز و... اشاره نمود که نقش مهمی در غیرفعال کردن رادیکال‌های آزاد اکسیژن در گیاه دارند. نتایج حاصل از پژوهش قبلی نشان دادند که افزایش سطح شوری موجب افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز و کاهش غلظت پروتئین در گیاه دارویی آویشن دنائی شد (Harati *et al*., 2015). پلی آمین‌ها گروهی از ترکیبات آلی پلی کاتیونی با وزن مولکولی کم و دارای دو یا چند گروه آمینی می‌باشند و تقریباً در تمام موجودات زنده یافت می‌شوند و باعث تنظیم فعالیت آنزیم‌ها می‌شوند (Asthir *et al*., 2010). در سال‌های اخیر استفاده از ترکیبات پلی آمینی در جهت کاهش اثرات تنش شوری در گیاهان رواج یافته است. در مطالعه‌ای کاربرد پوترسین در گیاه همیشه‌بهار سبب بهبود ویژگی‌های رشدی، بیوشیمیایی و انگیزه‌های فتوسنتزی تحت تنش شوری شد (Baniasadi *et al*., 2015). ریحان با نام علمی *Ocimum basilicum* L. گیاهی یک‌ساله و علفی با کاربرد دارویی، ادویه‌ای و سبزی متعلق به خانواده نعناعیان (Lamiaceae) می‌باشد. با توجه به اهمیت مسئله تنش شوری و خسارات ناشی از آن، امروزه تلاش محققین بر این است تا راهکارهایی جهت کاهش این خسارات پیدا کنند؛ بنابراین به علت اهمیت گیاه ریحان و اثرات مفید پوترسین در کاهش اثرات تنش شوری، هدف از انجام این تحقیق، بررسی اثر پوترسین بر میزان بیومس خشک اندام هوایی، خصوصیات فیزیولوژیکی و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی ریحان رقم Genove تحت تنش شوری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر پوترسین بر بیومس خشک اندام هوایی، خصوصیات فیزیولوژیکی و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی گیاه ریحان تحت تنش شوری آزمایشی گلدانی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد در انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل ۴ سطح شوری آب آبیاری (۰، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ میلی‌مولار NaCl) و ۳ سطح پوترسین به‌صورت محلول‌پاشی برگی (۰، ۱ و ۲ میلی‌مولار) در ۳ تکرار بود. در مرحله ۵-۶ برگی تیمارهای شوری به همراه آب آبیاری اعمال شد. محلول‌پاشی برگی با پوترسین در دو مرحله قبل از گلدهی و بعد از گلدهی انجام شد. اندازه‌گیری صفات در مرحله تمام گل انجام شد. صفات مورداندازه‌گیری شامل بیومس اندام هوایی، میزان فنل کل، کربوهیدرات محلول، پرولین، پروتئین محلول، آنزیم‌های آنتی-اکسیدانتی (کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز، گایاکول پراکسیداز) بودند. برای اندازه‌گیری صفات موردمطالعه از روش‌های متداول استفاده گردید. داده‌ها پس از نرمال کردن، توسط نرم‌افزار Minitab 17 آنالیز شدند و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون Bonnferroni در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تنش شوری و کاربرد پوترسین بر تمامی صفات فیزیولوژی اندازه‌گیری شده در گیاه ریحان در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و پوترسین نشان داد که بیشترین بیومس اندام هوایی (۴/۰۳ گرم در بوته) و شاخص سبزینگی (۴۰/۴۱) در تیمار بدون شوری و کاربرد ۲ میلی‌مولار پوترسین مشاهده شد که نشان‌دهنده یک افزایش نسبت به تیمار شاهد بود (شکل ۱). کاربرد پوترسین سبب افزایش بیومس اندام هوایی و شاخص سبزینگی در تمام سطوح تنش شوری موردمطالعه نسبت به عدم مصرف آن گردید (شکل ۱، جدول ۱). همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان داد که به‌طورکلی با افزایش سطح شوری، میزان کربوهیدرات محلول، فنل کل، پرولین، پروتئین محلول، نشت الکترولیت، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند کاتالاز و گایاکول پراکسیداز روند صعودی پیدا کرد؛ بدین‌صورت که میزان کربوهیدرات محلول در بیشترین سطح تنش شوری (۱۲۰ میلی‌مولار) نسبت به تیمار شاهد (عدم اعمال تنش شوری و کاربرد پوترسین)، به میزان ۱۵۰/۲۹ درصد افزایش نشان داد (جدول ۱). بیشترین مقدار فنل کل (۱۸/۲۷ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر)، پرولین (۰/۰۴ میکرو مول پروتئین بر گرم وزن خشک)، پروتئین محلول (۰/۰۱۵ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر)، نشت الکترولیت (۹۴/۲٪)، فعالیت آنزیم کاتالاز (۰/۰۷۵ واحد بین‌المللی در میلی‌گرم پروتئین) و گایاکول پراکسیداز (۰/۰۱۵ واحد بین‌المللی در میلی‌گرم پروتئین) در بالاترین سطح تنش شوری (۱۲۰ میلی‌مولار) و عدم کاربرد پوترسین ثبت گردید (جدول ۱). کاربرد پوترسین، در غلظت‌های ۱ و ۲ میلی‌مولار، در تمامی سطوح تنش شوری موجب کاهش صفات فیزیولوژیکی موردمطالعه نسبت به عدم مصرف آن گردید (جدول ۱).



شکل ۱. اثر متقابل پوترسین و تنش شوری بر بیومس اندام هوایی گیاه ریحان

در هنگام تنش شوری، گونه‌های فعال اکسیژن افزایش می‌یابد که این افزایش موجب ایجاد اختلال در سیستم انتقال الکترون شده و به این صورت از رشد گیاه می‌کاهد و سبب کاهش بیومس اندام هوایی را در پی دارد (Dogan, 2011) پوترسین از طریق افزایش تقسیم و توسعه سلولی باعث افزایش رشد و درنتیجه افزایش بیومس اندام هوایی خواهد شد. علاوه براین پوترسین می‌تواند به‌عنوان یک منبع نیتروژن عمل کرده و به این طریق رشد رویشی گیاه را افزایش دهد و افزایش بیومس اندام هوایی گردد (Mahros *et al*., 2011). به‌طورکلی مقدار کلروفیل با افزایش شوری کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد کاهش در پروتئین‌های غشایی، افزایش در فعالیت آنزیم کلروفیلاز و پراکسیداز از عوامل مؤثر در کاهش کلروفیل در شرایط تنش شوری باشد و همچنین کاهش سبزینگی برگ ممکن است تا حدودی به خاطر کاهش جریان نیتروژن به بافت‌ها و تغییر در فعالیت آنزیم‌هایی مثل نیترات‌ریداکتاز باشد(Dogan, 2011). کاربرد خارجی پوترسین مانع از فعالیت پروتئاز در فرایند پیری و از دست دادن کلروفیل می‌گردد و باعث القای داخلی سیتوکنین می‌شود که باعث تحریک بیوسنتز کلروفیل و تمایز کلروپلاست می‌گردد (Davodifard *et al*., 2012). بررسی‌های انجام‌شده نشان داده است که گیاه در زمان تنش به علت تضعیف سیستم ایمنی، ترکیبات فنلی را افزایش می‌دهد. ترکیبات فنلی از اجزاء سیستم دفاعی غیر آنزیمی و آنتی‌اکسیدانی سلول‌های گیاهی می‌باشند که مهار اتو اکسیداسیون لیپیدها، تجزیه رادیکال‌های آزاد اکسیژن و پر اکسیدها را به عهده‌دارند (Momeni *et al*., 2013). در پاسخ به فشار اسمزی در محیط‌های شور، تجمع قندهای محلول در گیاه صورت می‌گیرد و پاسخی مهم از طرف گیاه در برابر کمبود آب است. افزایش قند در اندام‌های هوایی احتمالاً نتیجه‌ی هیدرولیز نشاسته در شرایط تنش، کمبود آب بافت‌ها و افت پتانسیل آبی خاک است (Dogan, 2011) پلی آمین‌ها با از بین بردن گونه‌های اکسیژن فعال و افزایش تحمل گیاه، می توانند گیاهان را از صدمات ناشی از تنش محافظت کنند و کاهش قندهای محلول در این شرایط را می‌توان به دلیل مصرف منابع قند برای افزایش ترکیبات فنلی مانند فنل و آنتوسیانین‌ها جهت افزایش تحمل در گیاهان تحت تنش نسبت داد (Khosroshahi *et al*., 2018). همچنین تنش شوری باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و گایاکول پراکسیداز می‌شود. فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز که نقش جاروب کنندگی پراکسید هیدروژن رادارند با افزایش شوری، افزایش می‌یابند تا بدین طریق ترکیبات مضر گیاه را از بین برده و مقاومت گیاه به شرایط شوری بالا را افزایش دهند (Caverzan *et al*., 2016).

جدول ۱- اثر متقابل کاربرد پوترسین و اعمال تنش شوری بر خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه ریحان

شوری (میلی-مولار)	پوترسین (میلی-مولار)	شاخص سبزینگی	فنل کل (mg g^{-1}FW)	کربوهیدرات محلول (mg g^{-1}FW)	پرولین (µMpro/gDW)	پروتئین (mg g^{-1} FW)	نشت الکترولیت (٪)	کاتالاز (unit mg^{-1} protein)	گایاکول پراکسیداز (unit mg^{-1} protein)
۰	۰	۳۳/۸۳$^{a-d}$	۹/۱۲^{ef}	۱۵/۴۱ ^{cd}	۰/۰۰۳^{g}	۰/۰۱۱^{b}	۴۳/۹^{g}	۰/۰۲۱^{bc}	۰/۰۰۰۵^{bc}
	۱	۳۴/۰۷$^{a-d}$	۸/۸۵^{ef}	۴/۵۶ ^{f}	۰/۰۰۲^{g}	۰/۰۱۰^{bc}	۲۸/۲^{h}	۰/۰۱۷^{c}	۰/۰۰۵^{bc}
	۲	۴۰/۴۱^{a}	۶/۹۸^{f}	۱۱/۲۳ ^{cde}	۰/۰۰۱^{g}	۰/۰۰۹^{c}	۲۵/۵^{h}	۰/۰۰۷^{d}	۰/۰۰۳^{c}
۴۰	۰	۳۰/۷$^{b-d}$	۱۳/۲۱^{bc}	۱۶/۹۳ ^{c}	۰/۰۰۸^{de}	۰/۰۱۳^{bcd}	۵۶/۱^{ef}	۰/۰۲۵^{bc}	۰/۰۰۵^{bc}
	۱	۳۷/ ۰۰$^{a-c}$	۱۲/۷۸^{cd}	۹/۶۱ ^{def}	۰/۰۰۴^{fg}	۰/۰۱۱^{b}	۵۲/۲^{efg}	۰/۰۱۵^{c}	۰/۰۰۴^{bc}
	۲	۳۸/۲۱^{ab}	۱۰/۴۳^{de}	۷/۰۵ ^{ef}	۰/۰۰۲^{g}	۰/۰۰۹^{c}	۴۸/۶^{fg}	۰/۰۱۳^{cd}	۰/۰۰۳^{c}
۸۰	۰	۲۹/۲۷^{cd}	۱۴/۵۰^{bc}	۲۴/۳۱ ^{b}	۰/۰۱۶^{b}	۰/۰۱۴^{a}	۶۷/۷^{cd}	۰/۰۳۵^{b}	۰/۰۰۹^{b}
	۱	۳۰/۲۰$^{b-d}$	۱۴/۳۴^{bc}	۶/۵۹ ^{ef}	۰/۰۱۳^{bc}	۰/۰۱۳^{ab}	۶۱/۵^{de}	۰/۰۲۵^{bc}	۰/۰۰۸^{b}
	۲	۳۲/۹۷$^{a-d}$	۱۴/۲۳^{bc}	۸/۵۲ ^{ef}	۰/۰۰۲^{g}	۰/۰۱۱^{b}	۶۰/۱^{de}	۰/۰۱۶^{c}	۰/۰۰۴^{bc}
۱۲۰	۰	۲۷/۳۲^{d}	۱۸/۲۷^{a}	۳۸/۵۷ ^{a}	۰/۰۴^{a}	۰/۰۱۵^{a}	۹۴/۲^{a}	۰/۰۷۵^{a}	۰/۰۱۵^{a}
	۱	۲۸/۱^{d}	۱۵/۷۳^{ab}	۱۲/۴۷ ^{cde}	۰/۰۱۱^{cd}	۰/۰۱۳^{ab}	۸۱/۰۷^{b}	۰/۰۵۵^{ab}	۰/۰۱۱^{ab}
	۲	۲۸/۴۴^{d}	۱۵/۴۸^{bc}	۲۴/۴۶ ^{b}	۰/۰۰۱^{g}	۰/۰۰۸^{c}	۷۳/۱^{bc}	۰/۰۴۳^{b}	۰/۰۰۵^{bc}

در هر ستون اعداد دارای حداقل یک حرف مشابه تفاوت معناداری باهم ندارند.

پلی آمین‌ها با ایجاد پیوند با مولکول‌های آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی به آنها اجازه می‌دهند که بخش‌های فعال سلول‌های درونی تحت تنش اکسیداتیو را جذب کنند. پلی آمین‌ها ممکن است اثرات مضر تنش اکسیداتیو را در گیاه از طریق تغییر تولید گونه‌های فعال اکسیژن و تنظیم سیستم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی بهبود ببخشند (Mohammadi *et al*., 2018).

منابع

بنی اسدی، ف.، صفاری و.ر؛ و مقصودی مود علی‌اکبر. ۱۳۹۴. اثر پوترسین بر برخی خصوصیات بیوشیمیایی گیاه همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.)تحت تنش شوری. مجله علوم و تکنولوژی باغبانی ایران. ۱۵: ۴۵۷-۴۶۸.

Asthir, B., Koundal, A., Bains, N.S., Mann, S.K. 2010. Stimulation of antioxidative enzymes and polyamines during stripe rust disease of wheat. Biologia Plantarum, 54: 329-333.

Caverzan, A., Casassola, A., Brammer, S.P. 2016. Antioxidant responses of wheat plants under stress. Genetic Molecular and Biology. 39(1):16-26.

Davodifard, M., Habibi, D., Davodifard, F. 2012. Effect of plant growth promoting rhizobacteria and foliar application of amino acids and silicic acid on some physiological traits of wheat (*Triticum aestivum*) under drought stress. Agronomy and Plant Breeding, 8(1): 101-114.

Dogan, M., 2011. Antioxidative and proline potentials as a protective mechanism in soybean plants under salinity stress. African Journal of Biotechnology, 10(32):5972-5978.

Harati, E., Kashefi, B., Matinizadeh, M. 2015. Investigation of reducing detrimantal effects of salt stress on morphological and physiological traits of (*Thymus daenensis* Celak.) through salicylic acid application. Plant Production Technology. 16(2): 111-125.

Khosroshahi, Z.T., Salehi-Lisar, S.Y., Ghassemi-Golezani, K., Motafakkerazad, R., Javanmard, A. 2018. Effect of foliar application of putrescine on free proline, soluble and insoluble carbohydrates in spring safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under water deficit. Medbiotech Journal, 2(4): 167-171.

Mahros, K. M., Badawy, E. M., Mahgoub, M. H., Habib, A. M., El-Sayed, I. M. 2011. Effect of putrescine and uniconazole treatments on flower characters and photosynthetic pigments of (*Chrysanthemum indicum* L.) Plant. Journal of South American Earth Sciences, 7: 399-408.

Mohammadi, H., Ghorbanpour, M., Brestic, M. 2018. Exogenous putrescine changes redox regulations and essential oil constituents in field-grown *Thymus vulgaris* L. under well-watered and drought stress conditions. Industrial Crops and Products, 122: 119-132.

Momeni, N., Arvin, M.J., Khagoei Negad, Gh., Keramat, B. 2013. Effects sodium chloride and salicylic acid on some photosynthetic parameters and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) plants. Journal of Biolology, 15: 15-30.

Interaction effect of putrescine and salinity on some physiological characteristics of *Ocimum basilicum* L. cv. Genove

Leila Mehdizadeh, Sara Farsaraei, Mohammad Moghaddam*
Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
*Corresponding author: Mohammad Moghaddam
E-mail address: m.moghadam@um.ac.ir; moghaddam75@yahoo.com

Abstract

In order to evaluate the effect of foliar application of putrescine on biomass of the aerial parts, physiological characteristics and antioxidant enzyme activities of sweet basil (*Ocimum basilicum* L. cv. Genove) under salinity stress, a pot factorial experiment based on a completely randomized design was performed at Ferdowsi University of Mashhad. The experimental treatments included four levels of salinity with irrigation water (0, 40, 80 and 120 mM NaCl) and three levels of putrescine (0, 1 and 2 mM) in three replications. The results of analysis of variance this study showed that the interaction effects of salinity and putrescine were significant on all the studied traits.The mean comparison indicated that the highest biomass of the aerial parts and spad were observed in the treatment without salinity and application of 2 mM putrescine. Also, the highest amount of soluble carbohydrate, total phenol, proline, soluble protein, electrolyte leakage, catalase and guaiacol peroxidase activities were recorded at the highest salinity levels (120 mM) without using putrescine. Therefore, application of putrescine especially at 2 mM concentration under salinity levels in all salinity stress levels causes to improve the harmful effects of salinity.

Keywords: Antioxidant enzymes, biomass of the aerial parts, Polyamines, Spad, Foliar application