



تأثیر نیتریک اکسید در کاهش صدمات ناشی از تنش شوری در گیاه خیار

مهری یوسفی*، وحید نصراله زاده اصل

هیأت علمی گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، ایران

*- ایمیل نویسنده مسئول: pnumehr_yousefi@yahoo.com

نتایج و بحث

همانطور که نتایج نشان می دهد (جدول ۱) تعداد برگ های بوته های خیار تحت تنش شوری کلرید سدیم کاهش یافت و اعمال تیمار نیتریک اکسید منجر به افزایش تعداد برگ های گیاهان تحت تنش گردید، کمترین تعداد برگ ها در گیاهان تحت کلرید سدیم ۶۰ میلی مولار بدون تیمار نیتریک اکسید و بیشترین تعداد برگ ها در گیاهانی با تیمار نیتریک اکسید بدون تنش مشاهده گردید که تفاوت معنی داری را با گیاهان تیمار شده نیتریک اکسید تحت تنش ۳۰ میلی مولار کلرید سدیم نشان داد که نشان می دهد اعمال تیمار نیتریک اکسید منجر به افزایش رشد گیاه می شود، چون با افزایش تعداد برگ ها، فتوسنتز بیشتر و پارامترهای رشدی بهبود می یابند. با افزایش غلظت کلرید سدیم تحت تنش شوری نیز افزایش یافت، بیشترین میزان نشت الکترولیت در برگ های گیاهان تحت تنش کلرید سدیم ۶۰ میلی مولار بدون اعمال نیتریک اکسید مشاهده شد، کمترین نشت الکترولیت با کاربرد نیتریک اکسید در گیاهان بدون تنش کلرید سدیم مشاهده شد (جدول ۱). تنش شوری کلرید سدیم (جدول ۱) به طور معنی داری منجر به کاهش RWC در برگ های بوته های خیار گردید و اعمال تیمار نیتریک اکسید از کاهش RWC در برگ ها جلوگیری نمود و منجر به حفظ محتوای نسبی آب برگ ها شد. RWC در گیاهان تحت تنش کلرید سدیم با کاربرد نیتریک اکسید تفاوت معنی داری با گیاهان تحت تنش بدون تیمار NO داشتند. بر اساس نتایج حاصل شوری تأثیر معنی داری بر میزان کلروفیل نسبی داشت و کاربرد تیمار نیتریک اکسید با بهبود پارامترهای فیزیولوژیکی گیاه با کاهش نشت الکترولیت و افزایش محتوای نسبی آب برگ تأثیر معنی داری بر افزایش کلروفیل نسبی نشان داد. تنش کلرید سدیم منجر به کاهش میزان پروتئین در برگ های خیار گردید و اعمال تیمار نیتریک اکسید به طور معنی داری منجر به حفظ محتوای پروتئین در برگ ها شده و از کاهش محتوای آن در برگ های گیاهان در معرض تنش جلوگیری نمود. کمترین محتوای پروتئین در گیاهان تحت تنش کلرید سدیم ۶۰ میلی مولار و بیشترین محتوای آن در گیاهان با اعمال تیمار نیتریک اکسید بدون تنش نمک و یا سطح پایین تنش نمک مشاهده شد (جدول ۱). Fan و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که کاربرد ۱۰۰ میکرومولار نیتریک اکسید بازدارندگی رشد دانهال های خیار تحت تنش ۵۰ میلی مولار کلرید سدیم را کاهش داد و منجر به افزایش رشد روشنی گیاهان تحت تنش کلرید سدیم گردید. در گیاهان توت فرنگی تحت تنش شوری کلرید سدیم اعمال تیمار نیتریک اکسید منجر به افزایش پارامترهای رشدی گیاه گردید (Kaya et al., 2019). در این آزمایش نیز تیمار نیتریک اکسید در غلظت ۰/۱ میلی مولار از طریق ریشه های بوته های خیار در معرض شوری، منجر به افزایش تعداد برگ گیاهان گردید و نشان داده شد که کاربرد نیتریک اکسید خارجی اثرات زیان آور تنش شوری را کاهش داد که مطابق با یافته های سایر محققین می باشد.

نیتریک اکسید می تواند اثرات مضر شوری روی رشد دانهال های خیار را بوسیله کاهش تولید رادیکال آزاد ناشی از شوری و آسیب غشاء کاهش دهد که در نتیجه تحمل تنش شوری را بهبود می بخشد (Fan et al., 2007). که موافق با نتایج این آزمایش است. کاربرد تیمار نیتریک اکسید در گیاهان خیار تحت تنش شوری کلرید سدیم ۱۰۰ میلی مولار با افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان از تخریب پروتئین در گیاهان خیار جلوگیری نمود و منجر به افزایش تحمل گیاهان تحت تنش شوری گردید (Shi et al., 2007). محتوای پروتئین برگ های توت فرنگی در گیاهان تحت تنش کاهش یافت و اعمال تیمار سدیم نیتروپروساید منجر به افزایش محتوای پروتئین در برگ های گیاهان توت فرنگی در معرض کلرید سدیم گردید (Jamali et al., 2014). نیتریک اکسید در گیاهان مرکبات تحت تنش کلرید سدیم منجر به حفظ محتوای پروتئین و از اکسیداسیون پروتئین در گیاهان مرکبات تحت تنش جلوگیری کرد که متعاقباً منجر به افزایش ترکیبات آنتی اکسیدان و کاهش آسیب های ناشی از شوری شد (Tanou et al., 2012). بر طبق نتایج این آزمایش تیمار نیتریک اکسید در غلظت ۰/۱ میلی مولار منجر به کاهش آسیب های ناشی از شوری در گیاهان گردید.

جدول ۱- تأثیر نیتریک اکسید خارجی بر تعداد برگ ها، محتوای نسبی آب برگ (RWC)، نشت الکترولیت (EL) و محتوای پروتئین برگ ها در گیاهان خیار

گیاهان خیار	تعداد برگ ها	EL(%)	RWC(%)	تغییرات (SPAD)	تغییرات FW(%)
NaCl + mM					
SNP - mM	۴۵/۳۳ ab	۵۸/۹۴ d	۷۹/۹۶ ab	۲۵/۳۳ b	۱۲۲/۸۳ bc
SNP -۱ mM	۴۹ a	۵۰/۸۷ d	۸۲/۹۱ a	۳۳/۱۰۳ a	۱۳۳/۹۰ a
NaCl ۳۰ mM					
SNP -mM	۴۵/۳۳ bc	۵۸/۹۴ b	۷۹/۹۶ cd	۲۵/۳۳ c	۱۲۲/۸۳ d
SNP -۱ mM	۴۹/۳۳ ab	۵۵/۸۷ c	۷۲/۹۷ bc	۳۲/۱۰۸ ab	۱۲۸/۸۳ ab
NaCl ۶۰ mM					
SNP -mM	۴۷ c	۶۲/۹۰ a	۶۲/۹۵ d	۲۲/۱۰۱ e	۱۲۲/۸۳ e
SNP -۱ mM	۴۵/۳۳ b	۵۵/۸۷ c	۷۲/۹۶ bc	۳۲/۱۰۵ d	۱۲۸/۸۳ d

میانگین سه تکرار به همراه خطای استاندارد در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن.

منابع

Fan, H.-F., Du, C.-X., Guo, S.-R., 2013. Nitric oxide enhances salt tolerance in cucumber seedlings by regulating free polyamine content. *Environmental and Experimental Botany*, 86, 52-59.
Hayat, S., Yadav, S., Nasser Alyemni, M., Irfan, M., Wani, A.S. and Ahmad, A., 2013. Alleviation of salinity stress with sodium nitroprusside in tomato. *International journal of vegetable science*, 19(2):164-176.
Jamali, B., Eshghi, S. and Kholdebari, B., 2014. Response of strawberry "Selva" plants on foliar application of sodium nitroprusside (nitric oxide donor) under saline conditions. *Journal of Horticultural Research*, 22(2).
Kaya, C., Akram, N.A. and Ashraf, M., 2019. Influence of exogenously applied nitric oxide on strawberry (*Fragaria × ananassa*) plants grown under iron deficiency and/or saline stress. *Physiologia plantarum*, 165(2), pp.247-263.
Tanou, G., Filippou, P., Belghazi, M., Job, D., Diamantidis, G., Fotopoulos, V. and Molassiotis, A., 2012. Oxidative and nitrosative based signaling and associated post translational modifications orchestrate the acclimation of citrus plants to salinity stress. *The Plant Journal*, 72(4):585-599.

چکیده

نیتریک اکسید (NO) یک مولکول سیگنالدهی گازی است که در فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف از جمله در تنش های زیستی و غیر زیستی نقش مهمی دارد. براین اساس آزمایشی روی گیاهان خیار (*Cucumis sativus*) اجرا شد تا کاربرد سدیم نیتروپروساید (SNP) به عنوان رهاکننده نیتریک اکسید بر تعداد برگ، آسیب های نشت الکترولیت (EL)، محتوای نسبی آب برگ ها (RWC)، میزان کلروفیل نسبی و محتوای پروتئین برگ های آن تحت تنش شوری کلرید سدیم مورد بررسی قرار گیرد. در این تحقیق پس از رشد گیاهچه های خیار، گیاهان با اعمال نیتریک اکسید در سطوح صفر و ۰/۱ میلی مولار و کلرید سدیم در غلظت های صفر، ۳۰ و ۶۰ میلی مولار از طریق سیستم ریشه ای همراه با محلول غذایی هوکلند تیمار شدند. کاربرد نیتریک اکسید بطور معنی داری منجر به افزایش تعداد برگ و محتوای نسبی آب برگ ها گردید. تیمار نیتریک اکسید آسیب نشت الکترولیت غشای سلول های برگ گیاهان خیار تحت شرایط تنش کلرید سدیم را کاهش داد و به طور معنی داری منجر به افزایش میزان کلروفیل نسبی و محتوای پروتئین در برگ های گیاهان در معرض تنش شوری گردید. در نتیجه اعمال تیمار نیتریک اکسید در غلظت ۰/۱ میلی مولار با حفظ محتوای پروتئین برگ ها، منجر به افزایش محتوای نسبی آب برگ، کاهش نشت الکترولیت و نهایتاً منجر به کاهش آسیب های ناشی از تنش شوری کلرید سدیم گردید.

واژه های کلیدی: تنش، پروتئین، خیار، کلرید سدیم، نیتریک اکسید.

مقدمه

مسائل شوری ممکن است تحت شرایط بخصوصی شامل کشت در مناطق ساحلی و با استفاده از آبیاری کودآبیاری افزایش یابد، آب های شور می تواند برای آبیاری بخصوص در مناطقی با کمبود آب های شیرین برای پرورش گیاهان استفاده گردد. افزایش میزان رادیکال های فعال اکسیژن در گیاه باعث می شود که برای کاهش اثرات سمی تنش اکسیداتیو ناشی از شوری، مکانیسم های متنوعی در گیاه فعال شود. در این شرایط میزان آنتی اکسیدان ها افزایش یافته و آنزیم های مهارکننده ROS ها افزایش پیدا می کنند. در گیاهان، شوری منجر به آسیب پروتئین ها، لیپیدها و اسیدهای نوکلئیک و تغییر در فتوسنتز و تنفس می شود که رشد و نمو گیاهان را متاثر می سازد. برای غلبه بر آسیب پروتئین ها، گیاهان مکانیسم حفاظتی متنوعی در مقابل تنش شوری شامل تعادل یونی، بیوسنتز اسمولیت ها، حذف گونه های اکسیژن فعال، تغییر در ساختار غشا و ابقاء فعالیت های آنتی اکسیدان دارند (Noctor and Foyer, 1998).

نیتریک اکسید در حفاظت سلولی در مقابل سمیت گونه های اکسیژن فعال (ROS) به عنوان واکنش دفاعی و تحمل به تنش های غیر زیستی عمل می کند. به صورت دقیق تر نیتریک اکسید به عنوان پیام رسان ثانویه در گیاهان عمل می کند. استعمار خارجی نیتریک اکسید تحمل به شوری را در دانهال های خیار (Shi et al., 2007; Fan et al., 2013) و گوجه فرنگی (Hayat et al. 2012) افزایش می دهد. هدف از این تحقیق تأثیر تیمار نیتریک اکسید بر پارامترهای محتوای پروتئین، EL، RWC و کاهش آسیب های ناشی از تنش شوری کلرید سدیم بود.

مواد و روش ها

آزمایش به صورت فاکتوریل با دو فاکتور که فاکتور اول تیمار شوری کلرید سدیم در سطوح صفر، ۳۰ و ۶۰ میلی مولار و فاکتور دوم تیمار نیتریک اکسید در سطوح صفر و ۰/۱ میلی مولار همراه با محلول غذایی ۲/۱ هوکلند از طریق سیستم ریشه ای گیاهان خیار رقم استورم در سه تکرار اجرا شد. نشاها پس از ۱۰ روز به گلدان های پلاستیکی با قطر دهانه ۲۷ و ارتفاع ۲۶ سانتی متر محتوی محیط کشت پرلیت و ورمیکولیت به نسبت حجمی (۱:۱) تحت شرایط سیستم گلخانه هیدروپونیک انتقال داده شد. به منظور اعمال شوری، ۱۲ روز بعد از انتقال نشاها، تیمارهای سدیم نیتروپروساید (رها کننده نیتریک اکسید) و ۴۸ ساعت بعد تیمارهای شوری کلرید سدیم اعمال شد. طرح آزمایشی مورد استفاده در این پژوهش، به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای سدیم نیتروپروساید در سطوح صفر و ۰/۱ میلی مولار همراه با محلول غذایی، مرحله اول تیمار ۴۸ ساعت قبل از اعمال تیمار شوری و مراحل بعد با فاصله ۲ هفته ای در سه مرحله اعمال گردید. تیمارهای شوری کلرید سدیم در غلظت های صفر، ۳۰ و ۶۰ میلی مولار همراه با محلول غذایی ۴/۸ ساعت بعد از تیمار با سدیم نیتروپروساید اعمال و چهار تکرار آزمایشی اجرا شد.