اثرات شوری ناشی از سدیم کلرید بر محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی و آنتوسیانین برگ‌های پسته در بستر بدون خاک

پگاه بهزادی‌راد، محمودرضا روزبان*، سهیل کریمی
گروه باغبانی پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران
*نویسنده مسئول: mroozban@ut.ac.ir

چکیده

شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که رشد و عملکرد گیاهان را محدود می‌کند. در آزمایشی گلخانه‌ای، تأثیر شوری ناشی از سدیم کلرید بر میزان کلروفیل و کاروتنوئید دانهال‌های پسته (رقم کله بزی، قرمز پسته و بنه) مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و سه تکرار در گلخانه‌ای با شرایط کنترل شده اجرا شد. در این پژوهش سه سطح شوری شامل تیمار شاهد (آب غیر شور گلخانه)، تنش متوسط (۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم کلراید) و تنش شدید (۲۰۰ میلی‌مولار سدیم کلرید) اعمال گردید. تنش شوری روی نهال‌های چهارماهه، اعمال و به مدت ۳ ماه ادامه یافت. برای آبیاری گلدان‌ها، از محلول غذایی هوگلند نیم غلظت استفاده شد. نتایج نشان داد که با افزایش سطح شوری، میزان کلروفیل کل و غلظت آنتوسیانین کاهش می‌یابد؛ ولی در رابطه با کاروتنوئیدها بیش‌ترین میزان در سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم مشاهده شد. همچنین بیش ترین میزان کلروفیل، کارتنوئیدها و آنتوسیانین مربوط به رقم کله‌بزی و کمترین میزان آن‌ها در بنه مشاهده گردید.

کلمات کلیدی: **پسته، تنش شوری، هوگلند، کلروفیل، کاروتنوئیدها**

مقدمه

تنش شوری یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولیدات کشاورزی است که بر قدرت تندش و رویش گیاهان تأثیر معکوس دارد (Munns and Tester, 2008) . شوری همچنین موجب بروز تغییراتی در فرآیندهای فیزیولوژیک و متابولیک گیاهان می‌شود که بسته به‌شدت و مدت تنش، منجر به توقف تولید محصول (Rozema and Flowers, 2008) و توقف رشد گیاهان به دلیل سمیت یونی و بروز تنش اسمزی می‌گردند (James *et al*., 2011).

یکی از اثرات نامطلوب شوری، تجمع یون‌ها، به‌ویژه سدیم و کلر در بافت‌های گیاهی است. ورود سدیم و کلر به داخل سیتوسول موجب بر هم خوردن تعادل یونی می‌گردد که می‌تواند بروز اختلالات فیزیولوژیک را در پی داشته باشد. از طرفی، غلظت بالای سدیم، مانع از جذب پتاسیم که یک عنصر ضروری برای رشد و توسعه گیاه است، می‌شود و این پدیده منجر به کاهش عملکرد و حتی مرگ گیاه خواهد شد (James *et al*., 2011).

شوری همچنین بسیاری از فرایندهای رشد گیاه ازجمله ارتفاع، وزن‌تر و خشک اندام‌های گیاه، سطح برگ و همچنین فرایندهای بیوشیمیایی گیاه مانند رنگیزه‌های فتوسنتزی، فعالیت آنزیم‌ها، بیان ژن‌ها و پروتئین‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Kamiab *et al*., 2012, Zinati *et al*., 2015).

در شرایط شور، غلظت سدیم و کلر معمولاً بیش از غلظت عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف بوده و این امر موجب می‌شود که در گیاهان تحت تنش شوری، عدم تعادل تغذیه‌ای از جنبه‌های گوناگون بروز کند (Mozafari, 1384). مطالعات نشان داده است که شوری در گیاهان میزان کلروفیل را کاهش می‌دهد Chartzoulakis *et al*.,

(2002). یکی از دلایل کاهش کلروفیل در اثر تنش شوری، افزایش کلروفیلاز است که کلروفیل را تجزیه می‌کند (Dubey, 1997).

در پژوهشی تأثیر منگنز و شوری بر پسته رقم بادامی زرند موردمطالعه قرار گرفت و نتایج نشان داد که با افزایش سطح کلرید سدیم، میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل کاهش می‌یابد. همچنین کارتنوئیدها با افزایش سطح شوری کاهش معنی‌داری یافتند (Mozafari *et al*., 2011).

در پژوهشی دیگر تأثیر روی و شوری بر دانهال‌های پسته رقم بادامی انجام گرفت. نتایج نشان داد که افزایش شوری خاک در زمان کمبود روی موجب کاهش فعالیت آنیدراز کربنیک، محتوای پروتئین و کلروفیل a و b شد. همچنین با افزایش شوری نسبت کلروفیل a/b افزایش یافت (Tavallali *et al*., 2009).

آزمایشی گلخانه‌ای به‌منظور بررسی تأثیر سدیم و منیزیم بر میزان کلروفیل نهال‌های پسته رقم بادامی زرند در محیط پرلیت انجام گرفت و با افزایش سدیم، غلظت کلروفیل a به‌صورت معنی‌داری کاهش یافت (Zadsalehi *et al*., 2011).

مطالعات زیادی در خصوص اثرات تنش شوری روی پسته اهلی انجام شده است اما کمتر مطالعه‌ای به ارزیابی تحمل به شوری واریته‌های پسته اهلی و گونه‌های وحشی به‌ویژه در شرایط بدون خاک، در بلندمدت پرداخته است. بنابراین در پژوهش حاضر تلاش گردید تا تحمل به شوری گونه‌های اهلی و بنه در شرایط کنترل شده ارزیابی گردد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور اجرای این آزمایش بذور واریته کله بزی، قرمز پسته و بنه در بستر کوکوپیت و پرلیت به نسبت حجمی ۱:۲ داخل گلدان‌های ۶ لیتری کشت شدند. پس از تندش بذور، گیاهچه‌ها به مدت ۶۰ روز با محلول غذایی هوگلند نیم غلظت تغذیه شدند تا به اندازه موردنظر برای شروع تیمارهای آزمایشی برسند.

آزمایش‌های مربوط به این پژوهش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. فاکتور اول این آزمایش واریته در سه سطح شامل واریته کله بزی، قرمز پسته و بنه؛ و فاکتور دوم، تیمارهای شوری در سه سطح شامل شاهد (آب غیر شور گلخانه)، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم بود. اعمال تیمارهای شوری از طریق انحلال مقادیر مناسب کلرید سدیم در محلول غذایی هوگلند نیم غلظت اعمال گردید.

گیاهان در طول فصل رشد به مدت ۹۰ روز با تیمارهای یاد شده آبیاری شدند و بسته به نیاز غذایی هر هفته حداقل یک‌بار با محلول هوگلند نیم غلظت تغذیه شدند. در پایان آزمایش، غلظت انواع رنگیزه‌ها (کلروفیل و کارتنوئیدها) مورد ارزیابی قرار گرفت.

به این منظور از هر نمونه برگی ۱۰ دیسک تهیه گردید و مقدار پنج میلی‌لیتر استون ۹۰ درصد به هر نمونه اضافه گردید و سپس به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در حمام آب گرم و در تاریکی نگه‌داری شدند. سپس میزان جذب در طول‌موج‌های ۴۷۰، ۶۴۷ و ۶۶۴ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (PerkinElmer, Lambda 25,USA) قرائت و در نهایت غلظت کارتنوئیدها و کلروفیل a، b و کل مطابق رابطه زیر محاسبه گردید.

$$C\ (Chl\ a)=12.25A_{664}-2.79_{647}$$
$$C\ (Chl\ b)=21.51A_{647}-510A_{664}$$
$$C\ (Chl\ t)=Chl\ a+Chl\ b$$
$$C\ (X+C)=(1000A_{470}-1.8ca-85.02cb)/198$$

در این فرمول Chl a، Chl b، Chl t و (X+C) به ترتیب غلظت کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و غلظت کارتنوئیدها شامل بتاکاروتن و گزانتوفیل و نیز A عدد طیف‌سنج نوری در طول‌موج‌های مشخص شده می‌باشد.

غلظت آنتوسیانین‌ها مطابق روش Wagner (۱۹۷۹) مورد ارزیابی قرار گرفت بدین منظور، ۵۰۰ میلی‌گرم از بافت تازه گیاهی به‌وسیله نیتروژن مایع پودر شد و سپس به آن ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی شده به همراه هیدروکلریک

اسید یک درصد اضافه گردید. نمونه‌ها در ظروف درب دار به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و تاریکی نگه‌داری شدند و میزان جذب آن‌ها در طول‌موج ۵۵۰ نانومتر ثبت گردید. غلظت آنتوسیانین‌ها در محلول با در نظر گرفتن ضریب جذب بر اساس رابطه زیر محاسبه گردید

$A=\epsilon BC$

ϵ= ضریب خاموشی ۳۳۰۰۰ سانتی‌متر بر مول

B= عرض کووت برابر ۱ سانتی‌متر

C= غلظت برحسب میکروگرم بر گرم وزن تر ماده گیاهی

نتایج با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن با رویه LS MEANS در سطح احتمال پنج درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

کاهش غلظت کلروفیل در شرایط تنش شوری، با تحریک فعالیت آنزیم کلروفیلاز در ارتباط است. به نظر می‌رسد یکی از اثرات مهم شوری بر گیاه، تسریع پیری برگ باشد و عامل مهم در این میان، کاهش میزان کلروفیل است (Ashraf, 1989).

نتایج حاصل از بررسی جدول ۱ نشان داد که بیش‌ترین میزان کلروفیل کل مربوط به رقم کله بزی می‌باشد که در هر سه سطح شوری (۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) نیز بیش‌ترین میزان کلروفیل کل در این رقم مشاهده گردید. همچنین کمترین میزان کلروفیل کل مربوط به رقم بنه می‌باشد.

در تحقیقات سایر پژوهشگران نیز نتایج مشابهی به‌دست‌آمده که عنوان می‌کند افزایش شدت تنش شوری منجر به کاهش میزان کلروفیل در برگ پسته می‌گردد (Karimi *et al.*, 2009).

جدول ۱- اثر سطوح مختلف شوری بر محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی در دو واریته پسته اهلی و بنه

سطح شوری	واریته	کلروفیل کل	کارتنوئیدها	آنتوسیانین
۰	قرمز پسته	۰/۴۲^{ab}	۱/۹۹^{dc}	۲۰۷/۳^{abc}
	بنه	۰/۳۷^{bc}	۱/۷۱^{dc}	۲۰۶/۶^{dc}
	کله بزی	۰/۴۵^{a}	۲/۲۶^{a}	۲۱۹/۶^{ab}
۱۰۰	قرمز پسته	۰/۴۳^{ab}	۲/۱۳^{ab}	۲۰۳/۳۳^{a}
	بنه	۰/۳۵^{b}	۱/۷۳^{dc}	۲۰۲/۳^{d}
	کله بزی	۰/۴۸^{a}	۲/۳۶^{ab}	۲۱۲/۶^{bcd}
۲۰۰	قرمز پسته	۰/۴۴^{ab}	۱/۸^{ab}	۲۰۰/۳۳^{a}
	بنه	۰/۳۲^{c}	۱/۵۶^{c}	۲۰۰^{abc}
	کله بزی	۰/۴۴^{a}	۲/۲۶^{a}	۲۰۹/۶^{d}

*حروف یکسان میانگین‌ها در هر ستون نشان‌دهنده عدم معنی‌دار بودن است

در مورد بررسی کارتنوئیدها می‌توان بیان کرد که بیش‌ترین میزان کارتنوئیدها مربوط به رقم کله بزی و کمترین میزان آن مربوط به رقم قرمز پسته می‌باشد. همچنین در سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، افزایش میزان کارتنوئیدها در هر سه رقم در مقایسه با دو سطح دیگر شوری (صفر و ۲۰۰) مشاهده گردید.

با توجه به نتایج مربوط به آنتوسیانین نیز می‌توان نتیجه گرفت که افزایش سطح شوری موجب کاهش غلظت آنتوسیانین می‌شود که در هر سه رقم، این روند کاهشی مشاهده می‌گردد که با نتایج کار (Mirfatahi *et al.*, 2016)

مطابقت دارد. همچنین بیش‌ترین غلظت آنتوسیانین در هر سه سطح شوری در رقم کله بزی در مقایسه با دو رقم دیگر مشاهده می‌شود.

منابع

Chartzoulakis, K., A. Patakas, G. Kofidis, A. A. Bosabalidis and A. Nastou. 2002. Water stress affects leaf anatomy, gas exchange, water relations and growth of two avocado cultivars. Hort. Sci. 95: 39-50.

Dubey, R. S. 1997. Photosynthesis in plants under stressful conditions. PP. 859-875. In: M. Pessarakli (Ed.), Handbook of Photosynthesis, Marcel Dekker Publ., NewYork.

Flowers, T. J. (2004). Improving crop salt tolerance. Journal of Experimental botany, 55(396), 307-319.

Karimi, S., Rahemi, M., Maftoun, M., & Tavallali, V. (2009). Effects of long-term salinity on growth and performance of two pistachio (Pistacia L.) rootstocks. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3(3), 1630-1639.

Kamiab, F., Talaie, A., Javanshah, A., Khezri, M., and Khalighi, A. (2012). Effect of long-term salinity on growth, chemical composition and mineral elements of pistachio (Pistacia vera cv. Badami-Zarand) rootstock seedlings. Annals of Biological Research, 3, 5545-5551.

Mozafari, V., Asadolahi, Z., Tajabadipour, A., and Akhgar, A. (2013). Effect os salinity and manganese on some physiological and ecophysyological characters of pistacia vera L. (in Persian).

Munns, R., and Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. Annu. Rev. Plant Biol., 59, 651-681.

Tavallali, V., Rahemi, M., Maftoun, M., Panahi, B., Karimi, S., Ramezanian, A., and Vaezpour, M. (2009). Zinc influence and salt stress on photosynthesis, water relations, and carbonic anhydrase activity in pistachio. Scientia horticulturae, 123(2), 272-279 (in Persian).

Zadsalehi, F., Mozafari, V., Tajabadipour, A., and Hokmabadi, H. (2011). The interplay of sodium and magnesium on some growth characteristics and Chlorophyll Pistachio in perlite. Science and Technology of Greenhouse Culture, 23-34 (in Persian).

The Effects of Sodium Chloride induces Salinity on Photosynthetic Pigments and Anthocyanins in Pistachios under soilless Culture

P. Behzadi Rad, M.R. Roozban*, S.Karimi
* Department of Horticulture, College of Aburaihan, University of Tehran, Pakdasht, Tehran, Iran.
*Corresponding Author: mroozban@ut.ac.ir

Abstract

Salinity is one of the most important environmental stresses that limit plant growth and yield. In a greenhouse study effect of sodium chloride on the amount of chlorophyll and carotenoid pistachio seedlings (the head of a goat, red and pistachio nuts) under salt stress were studied. This factorial experiment in a completely randomized design with three treatments and three replications was conducted in a climate-controlled greenhouse. In this study, three levels of salinity control (distilled water), moderate stress (100 mM sodium chloride) and severe stress (200 mM sodium chloride) were applied. When the seedlings are 15-20 cm in size were applied salinity and continued for 3 months. The half Hoagland solution concentration was used for watering pots. The results showed that with increasing levels of salinity, chlorophyll and anthocyanin concentration is reduced, but in conjunction with the highest amount of carotenoids in 100 mM sodium chloride salt level can be seen. The maximum amount of chlorophyll, carotenoids and anthocyanins on the goat's head.

***Keywords*: Pistachio, salinity, Hoagland Solution, chlorophyll, carotenoids.**