بهبود تنظیم اسمزی در توت‌فرنگی در شرایط تنش شوری با کاربرد منابع مختلف استات در کشت هیدروپونیک

زهرا میرفتاحی[۱]، سعید عشقی[۲*]
[۱] دانشجوی دکتری علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز
[۲] استاد بخش علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز
*نویسنده مسئول: eshghi@shirazu.ac.ir

چکیده

توت‌فرنگی از جمله محصولات حساس به شوری است و با توجه به شور شدن زمین‌های کشاورزی و کاهش کیفیت آب-های آبیاری در سال‌های اخیر تولید این محصول را دچار مشکل کرده است. استات از جمله مواد شیمیایی شناخته شده است که می‌تواند آسیب‌های ناشی از تنش‌ها به‌ویژه تنش شوری را کاهش دهد. بدین منظور پژوهش حاضر به بررسی حضور استات در دو شرایط طبیعی و تنش شوری انجام شد. نشاءهای توت‌فرنگی در مرحله ۵-۶ برگی در معرض تیمارهای مختلف از قبیل شاهد، شوری، آمونیوم کربنات (۰/۵ میلی‌مولار)، آمونیوم استات (۱ میلی‌مولار) و اسید استیک (۱ میلی‌مولار) به‌صورت جداگانه و همراه با تنش شوری (۴۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) به‌مدت ۳ ماه قرار گرفتند. بیشترین میزان سطح برگ در شرایط تنش شوری در تیمار اسید استیک ا همراه با تنش شوری مشاهده شد (۴۰۵/۶ mm^2) که تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت. بیشترین میزان پرولین در تیمار اسید استیک همراه با شوری (۹۳/۲۰mg/ g^{-1} DW) و کمترین آن در تیمار شاهد مشاهده شد، که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای آمونیوم استات و آمونیوم کربنات همراه با تنش شوری مشاهده شد. همچنین بیشترین میزان کربوهیدرات محلول نیز در تیمارهای استات مشاهده شد. از سوی دیگر بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی نیز در تیمار آمونیوم استات همراه با تنش شوری (۳۵/۶٪) و کمترین آن در تیمار تنش شوری به تنهایی (۱۵/۴۹٪) مشاهده شد. در نتیجه مشخص شد که تیمار استات در قالب ماده اسید استیک در غلظت ۱ میلی‌مولار در شرایط تنش شوری می‌تواند اثرات مثبت داشته باشد.

کلمات کلیدی: آمونیوم استات، اسید استیک ، کلرید سدیم، کربوهیدرات محلول

مقدمه

تنش‌های غیرزیستی مانند تنش شوری و خشکی، از جمله مهمترین تهدیدهای جدی برای کشاورزی و محیط زیست محسوب می‌شوند. این تهدیدها به‌صورت غیرمستقیم به‌وسیله گرم شدن زمین و رشد بی‌رویه جمعیت روز به روز در حال افزایش است (Koyoro *et al.*, 2011). حدود ۲۰ درصد از ۲۳۰ میلیون هکتار اراضی کشاورزی دنیا، تحت تاثیر شوری است (Isayenkov and Maathuis, 2019). ایران از جمله مناطقی است که سطح وسیعی از آن در مناطق خشک و نیمه خشک قرار دارد و میزان کم بارندگی، کاهش کیفیت آب‌های موجود، بالا بودن میزان تبخیر، شور بودن خاک‌ها، تغییر ناگهانی آب و هوا و افزایش دمای هوا از جدی‌ترین مسائل و مشکلات کشاورزی در این مناطق به شمار می‌رود (Cheraghi, 2004).

در میان انواع مختلف بری‌ها، توت فرنگی (*Fragaria* × *ananassa*) یکی از بزرگترین میوه‌های مصرفی از نظر دارا بودن اهمیت اقتصادی در سراسر جهان محسوب می‌شود. توت فرنگی به صورت گسترده در گلخانه کشت و کار می‌شود ولی هر ساله به دلیل عوامل مختلفی میزان تولیدات آن کاهش می‌یابد. در بین این عوامل تنش شوری به عنوان یکی از مهمترین تنش‌های غیر زیستی، از جمله مهمترین عاملی می‌باشد که میزان عملکرد را در این محصول تحت تاثیر قرار می‌دهد (Yildirim *et al.*, 2009). از این رو می‌توان با انتخاب ارقام متحمل به شوری تا حدودی از آسیب‌های ایجاد شده به‌وسیله تنش شوری مقابله کرد. افزون برانتخاب گیاهان متحمل به شوری، می‌توان از راهکارهای دیگر از جمله تغییر در الگوی تغذیه‌ای گیاهان استفاده نمود، تا بدین وسیله قابلیت تحمل به شرایط تنش‌هایی مانند تنش شوری را افزایش داد. استات، به‌وسیله حضور در فرآیندهای مهم سلولی مانند تنظیم اسمزی و همچنین شرکت در مسیر پیغام رسانی برخی از هورمون‌ها مانند جاسمونات‌ها،

IrHC2019

این قابلیت را دارد که بتواند گیاه را در برابر تنش‌های شوری و خشکی متحمل‌تر کند. استات در حالت عادی نمی‌تواند به فرم آزاد وجود داشته باشد، از این رو تحت تاثیر آنزیم استیل کوآنزیم A سنتتاز به یک پروتئین گوگرد دار به وسیله پیوند تیواستر متصل شده و تولید استیل کوآنزیم A می‌کند. استیل کوآنزیم A سنتز شده در بسیاری از فرآیندها مانند تولید اسیدهای چرب، اسیدهای آمینه، ترکیبات فنولیک و آلکالوئیدها، سنتز برخی آنتی اکسیدان‌های غیرآنزیمی مانند بتاکاروتن و همچنین تولید هورمون‌های پاسخ دهنده در تنش مانند اسید آبسزیک و براسنواستروئیدها شرکت دارد که به این وسیله می‌توانند تحمل گیاهان را در شرایط تنش شوری افزایش دهند (Kim *et al.*, 2017).

از این رو پژوهش حاضر، با هدف ارزیابی گیاهان توت فرنگی در شرایط تنش شوری و پیدا نمودن بهترین ترکیب استات مورد استفاده جهت بهبود ویژگی‌های مورفولوژی و عملکرد در توت فرنگی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار که هر تکرار شامل دو گلدان بود، در گلخانه تحقیقاتی بخش علوم باغبانی دانشگاه شیراز طی پاییز و زمستان ۱۳۹۶ انجام شد. برای این منظور، نشاهای ریشه‌دار شده توت فرنگی "پاروس" در گلدان‌های پلاستیکی ۳ لیتری حاوی کوکوپیت و پرلیت با نسبت حجمی ۱:۱ کشت شدند. به‌منظور تغذیه نشاها از محلول هوگلند (Hogland and Arnon, 1950)، به میزانی که از انتهای گلدان‌ها به میزان ۲۰ درصد خروج محلول غذایی را داشته باشیم، استفاده شد. برای اعمال تنش شوری از نمک کلرید سدیم در دو غلظت ۰ و ۴۰ میلی‌مولار که به صورت محلول در ترکیب غذایی و همراه با آن در گیاهان استفاده شد. جهت بررسی اثر استات به تنهایی در تنش شوری و یا اثر آن همراه با ترکیب آمونیوم، تیمارهای مختلف استیک اسید (۱ میلی‌مولار) (فقط دارای استات و فاقد آمونیوم)، آمونیوم استات (۱ میلی-مولار) (دارای استات و آمونیوم) و آمونیم کربنات (۰/۰۵ میلی‌مولار) (بدون حضور استات و فقط حضور آمونیوم) استفاده شد. تیمارها هم به‌صورت هفته‌ای یک مرتبه همزمان با اعمال تنش شوری از زمان ۶-۵ برگی به‌صورت محلولپاشی در اختیار گیاهان قرار گرفتند. از زمان آغاز تیمارها تا پایان انجام آزمایش، حدود ۳ ماه بود. در پایان آزمایش برخی از ویژگی‌های مورفولوژیکی و کیفی میوه مانند میانگین سطح برگ، محتوای پرولین (Bates *et al.*,1973)، میزان کربوهیدرات‌های محلول (Borji *et al.*, 2017) و میزان فعالیت آنتی اکسیدانی (Shekhar and Anju, 2014) ارزیابی شد.تجزیه آماری داده‌ها نیز با استفاده از نرم افزار SPSS-21 انجام گرفته و مقایسه میانگین داده‌ها نیز به وسیله آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

بیشترین میزان سطح برگ در تیمار اسید استیک مشاهده شد که البته تفاوت معنی‌داری با تیمارهای شاهد نداشتند (جدول ۱). از سوی دیگر میانگین سطح برگ تفاوت معنی‌داری با تیمارهای استیک اسید در شرایط شوری نداشتند اگرچه این میزان کاهش در دیگر تیمارها در شرایط تنش شوری مشاهده شد.

میزان کربوهیدرات‌های محلول برگ در شرایط تنش شوری کاهش یافت و بشترین میزان کاهش در تیمارهای آمونیوم کربنات همراه با تنش شوری و تنش شوری به‌تنهایی بود (جدول ۱). از سوی دیگر بیشترین میزان کربوهیدرات‌های محلول در تیمارهای استات مشاهده شد.

همچنین در شرایط تنش شوری محتوای پرولین برگ‌ها افزایش یافت و بیشترین میزان آن در تیمارهای استات بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار آمونیوم کربنات همراه با تنش شوری نداشت. اگرچه در تیمارهای دیگر در هر دو شرایط تنش شوری و طبیعی کمترین میزان پرولین مشاهده شد (جدول ۱).

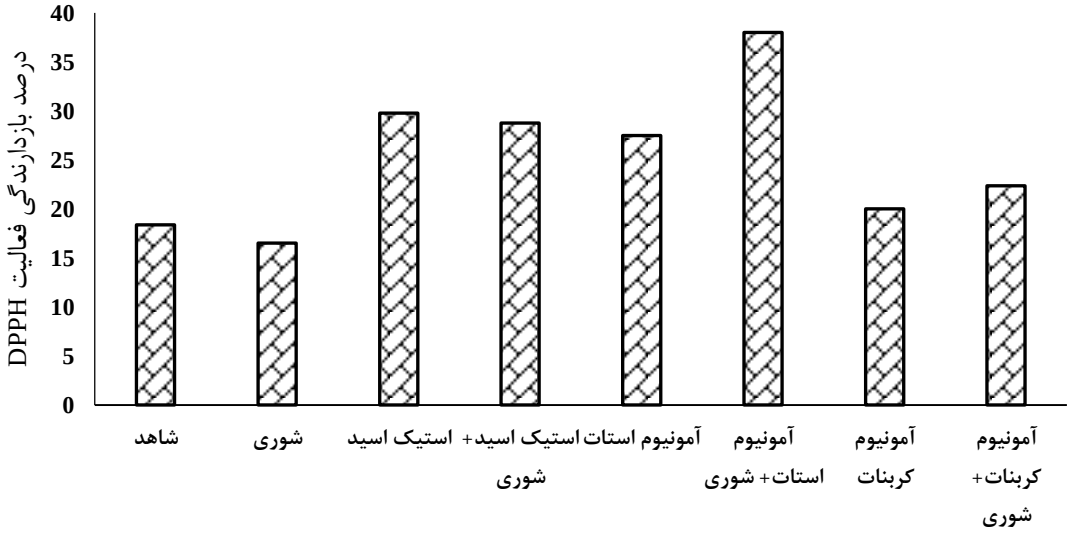
IrHC2019

جدول ۱. بررسی اثر استات بر ویژگی‌های میانگین سطح برگ، پرولین و کربوهیدرات‌های محلول توت‌فرنگی در دو شرایط طبیعی و تنش شوری

تیمارها	میانگین سطح برگ (میلی متر مربع)	کربوهیدرات‌های محلول (میلی گرم در گرم وزن خشک برگ)	پرولین (میلی گرم در گرم وزن خشک برگ)
شاهد	۴۵۶۳/۹^{ab}	۷/۸۰^{ab}†	۲۵/۷۸^{d}
شوری (۴۰ mM)	۲۷۱۷/۰^{c}	۴/۷۰^{c}	۳۱/۱۰^{cd}
اسید استیک (۱ mM)	۵۳۶۶/۴۸^{a}	۸/۳۷^{ab}	۴۹/۷۷^{bc}
اسید استیک (۱ mM) + شوری (۴۰ mM)	۴۰۵۰/۶۰^{b}	۶/۳۷^{bc}	۹۳/۲۰^{a}
آمونیوم استات (۱ mM)	۴۲۰۶/۵۰^{b}	۹/۶۷^{a}	۵۰/۹۳^{bc}
آمونیوم استات (۱ mM) + شوری (۴۰ mM)	۲۸۹۴/۳۰^{c}	۸/۸۱^{ab}	۳۲/۶۰^{cd}
آمونیوم کربنات (۰/۰۵ mM)	۴۰۳۳/۴۰^{b}	۷/۸۰^{ab}	۳۰/۱۴^{cd}
آمونیوم کربنات (۰/۰۵ mM) + شوری (۴۰ mM)	۱۸۷۸/۶۰^{c}	۴/۹۱^{c}	۷۰/۰۰^{b}

●میانگین‌های با حروف مشابه از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد آزمون دانکن ندارند.

شکل ۱ نشان دهنده میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در گیاه توت‌فرنگی است که به‌صورت معنی‌داری در شرایط تنش شوری کاهش یافت، در حالی که میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در تیمارهای استات افزایش یافت. بیشترین میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در تیمار آمونیوم استات همراه با تنش شوری مشاهده شد.



شکل ۱. اثر تیمارهای استات بر غلظت پرولین برگ در دو شرایط بدون و با تنش شوری

●میانگین‌های با حروف مشابه از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد آزمون دانکن ندارند.

افزایش در میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در بسیاری از گیاهان در شرایط تنش‌های مختلف مشاهده شده است که می‌توانند تحمل به تنش‌ها را در گیاهان از این راه افزایش دهند. افزایش میزان تحمل به تنش شوری در گیاهان در بسیاری از پژوهش-ها گزارش شده است (Kasote *et al.*, 2015). تجمع اسمولیت‌های محلول از قبیل پرولین و کربوهیدرات‌های محلول در شرایط تنش به‌عنوان پاسخ تنظیم کننده اسمزی در جهت محافظت از سلول‌ها و ماکرومولکول‌ها جهت جلوگیری از صدمات سلولی

IrHC2019

در شرایط تنش اتفاق می‌افتد. همچنین پرولین به‌عنوان جاروب کننده رادیکال‌های آزاد نقش کلیدی در محافظت سلول‌ها و آنزیم‌های سیتوپلاسمی برعهده دارند (Anjum *et al.*, 2017).

از این رو تجمع اسمولیت‌های محلول از قبیل پرولین و کربوهیدرات‌های محلول در شرایط تنش و محلولپاشی استات به‌صورت خارجی می‌تواند افزایش دهنده آماس سلولی در شرایط تنش باشد که از این طریق افزایش دهنده تحمل شرایط تنش عمل نماید.

منابع

Anjum, S. A., Ashraf, U., Tanveer, M., Khan, I., Hussain, S., Shahzad, B., ... and Wang, L. C. (2017). Drought induced changes in growth, osmolyte accumulation and antioxidant metabolism of three maize hybrids. Frontiers in plant science, 8.

Bates, L. S., Waldren, R. P. and Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil; 39(1): 205-207.

Borji, A., Borji, F., and Jourani, A. (2017). A New Method for the Determination of Sucrose Concentration in a Pure and Impure System: Spectrophotometric Method. International journal of analytical chemistry, 1-6.

Cheraghi, S. A. M. 2004. Institutional and scientific profiles of organizations working on saline agriculture in Iran. In: Prospects of saline agriculture in the arabian peninsula: proceedings of the international seminar on prospects of saline agriculture in the GCC Countries. Taha, F.K., Ismail, S., Jaradat, A. (Eds); 18-20 March 2001, Dubai, United Arab Emirates: 399-412.

Hoagland, D. R. and Arnon, D. I. (1950). The water-culture method for growing plants without soil. Circular. California Agricultural Experiment Station, 347 (2nd edit).

Isayenkov, S. V., and Maathuis, F. J. (2019). Plant Salinity Stress: Many Unanswered Questions Remain. Frontiers in plant science, 10.

Kasote, D. M., Katyare, S. S., Hegde, M. V., & Bae, H. (2015). Significance of antioxidant potential of plants and its relevance to therapeutic applications. International journal of biological sciences, 11(8), 982.

Kim, J. M., To, T. K., Matsui, A., Tanoi, K., Kobayashi, N. I., Matsuda, F., ... and Bashir, K. (2017). Acetate-mediated novel survival strategy against drought in plants. Nature Plants, 3(7), 17097.

Koyoro, H. W., Geissler, N., Seenivasan, R. and Huchzermeyer, B. (2011). Plant stress physiology: Physiological and biochemical strategies allowing plants/crops to thrive under ionic stress. Handbook of Plant and Crop Stress, 1052-1082.

Sekhar, R. S., Mehta, K., Kundu, S. & Ghosh, B. (2018). Effect of growth regulators on physiological parameters of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv. 'Chandler. International Journal Current Microbiology Applied. Science, 7(4), 2423-2428.

Yildirim, E., Karlidag, H., & Turan, M. (2009). Mitigation of salt stress in strawberry by foliar K, Ca and Mg nutrient supply. Plant Soil and Environmental, 55(5), 213-221.

IrHC2019

Improve Osmotic Adjustment an Strawberry under Salt Stress Condition by Using Various Source of Acetate in Hydroponic System

Zahra Mirfattahi and Saied Eshghi*
Department of Horticultural Science, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
**Author for correspondence: eshghi@shirazu.ac.ir; Tell/Fax: +98(71)32286133*

Abstract
Strawberry is one of the most susceptible products to salinity, and due to the salinity of agricultural land and the decline in the quality of irrigation water, the production of this product has suffered in recent years. Acetate is one of the known chemicals that can reduce the damage caused by stresses, especially salinity stress. For this purpose, the present study was conducted to investigate the presence of acetate in two natural conditions and salinity stress. Plants in 5-6 leaf stage were exposed to different treatments such as control, salinity, ammonium carbonate (0.5 mM), ammonium acetate (1 mM) and acetic acid (1 mM) and combined with salinity stress (40 mM sodium chloride) for 3 months. The highest leaf area was observed in acetic acid treatment with salt stress (405.6 mm^2), which had no significant difference with control treatment. The highest amount of proline was observed in acetic acid treatment with salinity (20.93 mg / g^{-1} DW) and the lowest in control treatment, which showed a significant difference with ammonium acetate and ammonium carbonate treatments with salinity stress. Also, the highest soluble carbohydrates were observed in acetate treatments. On the other hand, the highest amount of antioxidant activity was observed in ammonium acetate treatment with salinity stress (35.6%) and the lowest in salt stress alone (15.49%). As a result, it was found that acetate treatment in the form of acetic acid at a concentration of 1 mM in salt stress conditions could have positive effects.

Keywords: Ammonium acetate, Acetic acid, NaCl, Soluble carbohydrate

IrHC2019