تغذیه مناسب گیاهان؛ راهکاری برای مقابله با تنش‌ها

سعید عشقی* و زهرا میرفتاحی

به ترتیب استاد و دانشجوی دکتری بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

*نویسنده مسئول:eshghi@shirazu.ac.ir

چکیده

گیاهان در طول زندگی خود با انواع مختلف تنش‌های محیطی روبرو هستند و هر ساله عملکرد محصولات به‌دلیل تنش‌های زیستی و غیرزیستی کاهش می‌یابد، به گونه‌ای که این میزان کاهش در برخی از محصولات مهم به میزان ۵۰ درصد می‌رسد. گزارش شده است که بیش از ۶۰ درصد میزان کاهش محصولات تولید شده در سراسر جهان با اختلال در وضعیت تغذیه‌ای به خاطر تنش‌های محیطی در ارتباط است. نابسمانی در میزان تغذیه‌ای در گیاهان می‌تواند این وضعیت را پیچیده‌تر کند و کاهش بیشتری در میزان عملکرد محصولات اتفاق بیافتد. بنابراین بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاهان متناسب با نوع تنش‌های مختلفی که گیاهان با آن مواجه هستند می‌تواند اثر بزرگی در جهت افزایش تحمل و یا سازگار شدن به شرایط تنشی داشته باشد و اثر منفی تنش را کاهش دهد. در این مقاله بررسی‌های انجام شده در دانشگاه شیراز در ارتباط با اثرات برخی مواد غذایی و بهبود شرایط تغذیه‌ای در شرایط تنش‌های محیطی به منظور تخفیف اثرات تنش‌های مختلف به‌ویژه تنش شوری در برخی از میوه‌ها ارائه خواهد شد.

واژه‌های کلیدی : تغذیه؛ تنش‌های محیطی؛ توت فرنگی؛ شوری.

مقدمه

محصولات گیاهی معمولا تحت شرایط تنش‌های مختلف غیرزیستی قرار بگیرند که می‌توان به انواع مختلف آن از قبیل خشکی، شوری، قلیایی بودن خاک‌ها و دماهای بالا و پایین در گیاهان اشاره نمود. در سال‌های اخیر مشاهده شده است که بیش از ۶۰ درصد میزان محصولات تولید شده در سرتاسر جهان به وسیله ترکیب شدن تنش‌های محیطی با وضعیت تغذیه‌ای گیاهان در ارتباط است و اثرات آن‌ها را تشدید می‌کنند (Cakmak, 2002). از سوی دیگر حدود ۶۰ درصد از خاک‌های سرتاسر جهان که در آن محصولات کشت و کار می‌شوند، با مشکل کمبود و یا بیشبود مواد غذایی مواجه هستند. بنابراین بهبود وضعیت و شرایط تغذیه‌ای گیاهان، یکی از مهمترین برنامه‌ها برای پایداری در میزان تولید محصولات می‌باشد. در بیشتر گیاهانی که در شرایط نامناسب محیطی از قبیل شوری، خشکی، دماهای بالا و پایین کشت و کار می‌شوند، مقدار نور جذب شده در گیاهان بیشتر از حالتی است که گیاهان می‌توانند در زنجیره انتقال الکترون تثبیت کنند و CO_2 را تثبیت نمایند. در نتیجه میزان انرژی جذب شده در گیاهان افزایش یافته و باعث کاهش انرژی فوتونی و انرژی در کلروپلاست شده که همین امر منجر به فعال شدن مولکول O_2 شده و باعث ایجاد گونه‌های فعال اکسیژن ROS می‌شوند..

در شرایط تنش‌های محیطی، به دلیل نبود موادغذایی مناسب ضروری برای پایداری و حفظ زنجیره انتقال الکترون و متابولیسم کربن، کارایی عناصر غذایی در شرایط تنش‌های محیطی می‌تواند تشدید کننده این آسیب‌های ناشی از تنش اکسیداتیو و کاهش کارایی در گیاهان شود. (Egilla et al., 2001).

همچنین در بسیاری از پژوهش‌های انجام شده مشخص شد که مدیریت تغذیه مناسب می‌تواند یکی از روش‌های مدیریتی تولید گیاهی در شرایط تنش‌های مختلف محیطی باشد. بنابراین ارتباط بین تنش‌های غیرزیستی و عناصر غذایی در گیاهان بسیار پیچیده است و درک ارتباط و برهمکنش آن‌ها بسیار سخت است و نیاز به آشنایی و شناخت در

همه زمینه‌های مرتبط با آن‌ها است. این پیچیدگی‌ها شامل شناخت و رفتار عناصر غذایی و تنش‌های محیطی در شرایط مختلف مانند زمین‌های زراعی و یا گلخانه، کشت در خاک و یا کشت بدون خاک، تنش‌ها به صورت تک تنش و یا مجموعه‌ای از تنش‌ها و مدت زمان طولانی و یا در یک دوره کوتاه مدت بررسی می‌شوند، باشد.

پژوهش‌های انجام شده جهت افزایش تحمل به برخی از تنش‌ها با استفاده از روش‌های تغذیه‌ای در گیاهان

یکی از عوامل موثر در رشد و عملکرد توت‌فرنگی، کیفیت آب مصرفی و محیط کشت در این گیاه است. شوری سبب کاهش در جذب آب به‌وسیله گیاه از طریق افزایش پتانسیل اسمزی محیط کشت شده و در نتیجه کمبود آب منجر به از دست‌رفتن پروتوپلاسم می‌شود که در نتیجه اختلالات رشد را در پی خواهد داشت (Rawson et al., 1988). از آن‌جایی که توت‌فرنگی یک گیاه حساس به شوری است، بنابراین عملکرد آن متناسب با نوع رقم متفاوت خواهد بود. تنش شوری در توت‌فرنگی باعث ایجاد سوختگی حاشیه برگ‌ها، بافت مردگی بافت‌ها، نامتوازن بودن عناصر غذایی و یا سمیت خاص یونی، کاهش کیفیت و عملکرد میوه و احتمالا موجب مرگ‌ومیر در گیاه می‌شود. کربوهیدرات‌ها به‌عنوان محصول نهایی فتوسنتز، جهت آزادشدن انرژی موجود در آن‌ها، ابتدا طی فرآیندهای گلیکولیز به قندهای ساده‌تر سه کربنه، پیرووات تبدیل شده و وارد چرخه کربس می‌شوند. پیرووات هنگام ورود به ماتریکس میتوکندری، ابتدا به استات تبدیل می‌شود. استات در حالت عادی نمی‌تواند به فرم آزاد وجود داشته باشد، از این‌رو تحت تاثیر آنزیم استیل کوآنزیم A سنتتاز به یک پروتئین گوگرد دار (کوآنزیم A) به‌وسیله پیوند تیواستر متصل شده و تولید استیل کوآنزیم A می‌کند (Millerd and Bonner, 1954). استات یک ترکیب شیمیایی ساده و پایه‌ای است که نقش مهمی را به‌عنوان یک فاکتور اولیه که قابلیت زنده‌مانی را در گیاهان افزایش می‌دهد، شناخته شده است که افزون بر تنظیم متابولیسم‌های عملکردی، تنظیم کننده‌های اپی‌ژنتیک و سیگنال‌های هورمونی را جهت افزایش تحمل به خشکی در گیاهان می‌تواند داشته باشد و به عنوان یکی از مواد ارزان و راحت برای استفاده در جهت افزایش تحمل به تنش‌های غیرزیستی مطرح شود. . تاکنون گزارشی مبنی بر بررسی استیک اسید در شرایط تنش شوری در گیاهان باغبانی مشاهده نشده است. از این رو می‌تواند به عنوان گزینه مناسب برای ایجاد افزایش تحمل به تنش شوری در گیاهان پیشنهاد شود. از این رو پژوهش‌هایی با هدف بررسی نقش استیک اسید در شرایط تنش شوری مطرح شد. در پژوهش اولیه، منابع مختلف استات که در دو قالب استیک اسید و آمونیم استات بودند، در شرایط تنش شوری در گیاهان مورد بررسی قرار گرفتند. در این آزمایش مشخص شد که استات در قالب استیک اسید توانسته است تحمل به تنش شوری را در گیاه توت فرنگی افزایش دهد (Mirfattahi and Eshghi, 2020). پس از بررسی و انتخاب منبع مناسب جهت کاربرد استات در گیاهان، پژوهش دیگر جهت بررسی زمان مناسب کاربرد استیک اسید در شرایط تنش شوری در توت فرنگی طراحی شد که در این پژوهش مشخص شد که زمانی که استیک اسید به ویژه در غلظت یک میلی مولار زمانی که با تنش شوری در گیاه اعمال می‌شود، می‌تواند تحمل به تنش شوری را در گیاه افزایش دهد (میرفتاحی، ۱۳۹۷). آزمایش‌های دیگری نیز در جهت شناسایی هورمون‌ها و نقش ژن‌های مختلف در راستای افزایش تحمل به تنش شوری در گیاه توت فرنگی مورد بررسی و آزمایش قرار گرفت (میرفتاحی، ۱۳۹۷).

افزون بر تنش‌های ذکر شد، تنش وجود بی‌کربنات بالا در آب آبیاری و خاک می‌باشد که باعث قلیایی شدن محیط و مانع از جذب عناصر و کاهش عملکرد می‌شود. در چنین حالتی می‌توان با کاربرد برخی از مواد، دسترسی به آهن را که در چنین شرایطی دچار مشکل می‌کند، بهبود بخشید. سولفید هیدروژن از جمله این مواد است که نقش در پرسولفیداسیون پروتئین‌ها دارد، منجر به محافظت از پروتئین‌ها در برابر اکسیداسیون سیستئین شود. که در پژوهش انجام شده در توت فرنگی مشخص شد که کاربرد سولفید هیدروژن سدیم به عنوان دهنده H_2S می‌تواند تجمع گونه‌های فعال اکسیژن را با افزایش فعالیت برخی آنریم‌ها مانند سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز و گلوتایتون

ردوکتاز کاهش دهد. همچنین مشخص شد که H_2S با حفظ یکپارچگی غشاء سلولی ممکن است باعث بهبود دسترسی آهن در شرایط تنش قلیایی شود(Amiri and Eshghi, 2021). که همین امر منجر به افزایش رشد و عملکرد گیاه توت فرنگی در شرایط بدون تنش و تنش قلیایی متوسط باشد.

تنش خشکی از دیگر تنش‌های محیطی است که سالیانه در گیاهان زیادی ایجاد مشکل می‌کند. کاربرد غلظت و نوع ماده غذایی مناسب می‌تواند اثرات آن‌ها را تا حدود زیادی کاهش دهد. از این رو، پژوهش انجام شده در انگور، مشخص کرد که کاربرد محلول‌پاشی منگنز سولفات می‌تواند شاخص‌های رشد انگور، به ویژه در رقم تامسون سیدلس را در شرایط تنش خشکی را بهبود بخشد (Ghorbani et al., 2019). از سوی دیگر در شرایط تنش خشکی مشخص شد که در صورت کاربرد دو محلول غذایی کلرید پتاسیم و سولفات پتاسیم ۳ درصد را به صورت محلول‌پاشی برگی در درختان انجیر دیم، تحمل به تنش خشکی و تنش اکسیداتیو ناشی از تنش خشکی در آن‌ها کاهش می‌یابد. تحمل به تنش خشکی و تنش اکسیداتیو به وسیله افزایش راندمان کوانتومی فتوسیستم II، فنول کل، آنتوسیانین‌ها، کاروتنوئیدها، پروتئین کل و پرولین برگ موجود در برگ انجیر صورت گرفت. از سوی دیگر فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز و آسکوربات پراکسیداز کاهش یافت که نشان از تاثیر کمتر تنش خشکی در گیاهان تحت تنش بود (میرچولی و همکاران، ۱۳۹۴).

در شرایط تنش معمولا هورمون آبسزیک اسید سنتز می‌شود که نقش مهمی در پاسخ به تنش و کنترل روزنه‌ها و روابط آبی و تعرق دارد. از سوی دیگر مولیبدن به عنوان یک عنصر کم مصرف می‌تواند به طور مستقیم در عملکردهای متابولیکی و تنظیم عملکردهای مختلف گیاه نقش داشته باشد. مولیبدن به شکل بسیار محلول در خاک وجود دارد و در خاک‌هایی که احتمال آبشویی دارد، نادر است. آنزیم‌های حاوی مولیبدن نقش مهمی در فرآیندهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی دارند. بیوسنتز آنتوسیانین توسط ABA تنظیم می‌شود (Shunsuke et al., 2018). از این رو با توجه به نقش مولیبدن در تولید هورمون ABA ، مولیبدن توانسته است در پژوهش انجام شده رشد رویشی و رشد زایشی را در گیاه توت فرنگی در شرایط تنش شوری با استفاده از بهبود برخی از ویژگی‌های رویشی و هورمونی که در گیاه در اثر کاربرد مولیبدون ایجاد می‌شود، بهبود بخشد (شعبانی، ۹۹). از سوی دیگر با انجام پژوهش‌هایی در انگور مشخص شد که با کاربرد مناسب عناصر غذایی می‌توان میزان نیاز سرمایی جهت ایجاد تحمل به سرمای دیررس بهاره را کنترل نمود. با پژوهش‌هایی که انجام شده بود مشخص شد که اگر میزان آبسزیک اسید موجود در بافت‌های جوانه افزایش یابد، می‌تواند جوانه با وارد شدن به دوره خفتگی طولانی‌تر از آسیب‌های سرمای دیررس بهاره در امان بماند (Zhang et al., 2011). از سوی دیگر حضور مولیبدون در ساختار آنزیم‌های متعدی از جمله آلدهید اکسیداز که در کاتالیز مرحله نهایی بیوسنتز ABA و IAA ایفا می‌کنند و این هورمون‌ها می‌توانند در شرایط تنش‌های محیطی پاسخگو باشند و تحمل گیاهان را در برابر تنش‌ها افزایش دهند (Kaiser et al., 2005)، این فرضیه به وجود آمد که می‌توان با کاربرد غلظت مناسب در تغذیه گیاهان تحمل به تنش‌ها را در آن‌ها افزایش داد. از این رو در پژوهش انجام شده در انگور، نتایج به دست آمده نشان داد که محلول‌پاشی با غلظت ۱/۵ گرم در لیتر مولیبدون در پاییز می‌تواند به صورت قابل توجهی باعث تاخیر در شکفتن جوانه‌های رویشی انگور در سال بعد شود که این امر نقش مهمی در جهت ایجاد تحمل به تنش سرمای دیررس بهاره را دارد. در واقع نقش ایجاد تحمل به تنش سرمایی در جوانه‌های انگور مرتبط با حضور این عنصر در ساختار و فعالیت چندین آنزیم کلیدی و به ویژه بیوسنتز هورمون آبسزیک اسید می‌باشد (گرمنجانی، ۱۳۹۹).

عنصر سلنیم به عنوان یک عنصر غذایی می‌تواند اثرات تنش شوری را در گیاه توت فرنگی کاهش دهد. سلنیم به عنوان یک کاتالیزور کاهش دهنده پراکسیدها عمل می‌کند که می‌تواند از ایجاد آسیبها به سلول‌ها و بافت‌ها در شرایط تنش جلوگیری کند (Sabatio et al., 2019). به گونه‌ای که در آزمایش انجام شده مشخص گردید که کاربرد توام سولفید هیدروژن و سلنیم منجر به درصد مهار کنندگی رادیکال‌های آزاد مربوط به تنش شوری در گیاه توت فرنگی شد

و کمترین میزان درصد مهارکنندگی مربوط به تیمارهای فاقد این دو مواد در شرایط تنش شوری شد (پورابراهیمی، ۱۳۹۸). در واقع سلنیم باعث افزایش تحمل گیاهان به تشعشات پرتو فرابنفش، کاهش تنش اکسیداتیو و به تاخیر انداختن پیری در گیاهان می‌شود (Xue et al., 2001). همچنین مشخص شده است که گیاهانی که با سلنیم تغذیه شده‌اند، تجمع نشاسته در کلروپلاست‌های آن‌ها افزایش یافته است (Pennanen et al., 2002). از این رو استفاده از عنصر سلنیم می‌تواند در شرایط تنش شوری در جهت افزایش تحمل به تنش شوری در راستای نقش تغذیه‌ای آن مطرح و پیشنهاد شود.

نتیجه‌گیری

تنش‌های زیستی و غیرزیستی در گیاهان از اصلی‌ترین مشکلات محیطی است که باعث کاهش عملکرد و کیفیت محصولات می‌شود. اگر چه امکان اصلاح گیاهان با استفاده از روش‌های بیوتکنولوژی و اصلاحی به تنش‌های محیطی وجود دارد، ولی این روش‌ها گاهی اوقات بسیار پرهزینه و زمان‌بر هستند و از سوی دیگر ممکن است مشکلاتی را از نظر زیست محیطی برای گیاهان به وجود بیاورند. از این رو اهمیت دادن به نقش عناصر غذایی گیاهی در شرایط تنش‌های محیطی می‌تواند هم بسیار ارزان و هم قابل دسترس و هم اینکه مشکلات زیست محیطی را به وجود نیاورد. از این پژوهش‌های انجام شده نشان داده است که با تغییر و کابرد برخی از عناصر غذایی می‌توان تحمل به تنش‌ها به ویژه ریزمیوه‌ها را افزایش داد. به گونه‌ای که با کابرد برخی از این عناصر غذایی از جمله مولیبدون و سلنیم و حتی کابرد برخی از مواد طبیعی ارزان قیمت مانند استیک اسید و هیدروژن سولفید تحمل به تنش را در محصولاتی مانند انگور و توت فرنگی، تحمل به تنش‌ها را افزایش داد.

منابع

گرمنجانی، ف. (۱۳۹۹). اثر کاربرد برگی پاییزه مولیبدون بر تغییرهای بیوشیمیایی و زمان باز شدن جوانه در انگور رقم شیرازی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز.

شعبانی، ش. (۱۳۹۹). پاسخ مورفوفیزیولوژیک توت فرنگی به کاربرد مولیبدون و اسید آبسزیک در شرایط تنش شوری. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز.

میرچولی، ع.، عشقی، س. و راحمی، م. (۱۳۹۴). اثر محلول پاشی کلرید پتاسیم و سولفات پتاسیم بر کاهش آسیب‌های ناشی از تنش‌های اکسیداتیو در انجیر شبز در شرایط دیم. مجله علوم و فنون باغبانی ایران. جلد ۱۶ شماره ۴، ۴۸۶-۴۷۳.

میرفتاحی، ز. (۱۳۹۷). پاسخ‌های مورفو-فیزیولوژیک توت فرنگی به کاربرد اسید استیک در شرایط تنش شوری و بیان ژن‌های موثر در متابولیسم استات. پایان نامه دکتری. دانشگاه شیراز.

Amiri, F. and Eshghi, S. (2021). The effect of hydrogen sulfide on growth, yield and biochemical responses of strawberry (*Fragaria× ananassa* cv. Paros) leaves under alkalinity stress. Scientia Horticulturae, *282*, 110013.

Cakmak, I. 2005. Role of mineral nutrients in tolerance of crop plants to environmental stress factors. In Proceedings from the International Symposium on Fertigation–Optimizing the Utilization of Water and Nutrients, 35-48.

Egilla, J.N., Davies, F.T. and Drew, M.C. 2001. Effect of potassium on drought resistance of *Hibiscus rosa-sinensis* cv. Leprechaun: plant growth, leaf macro- and micronutrient content and root longevity. Plant and Soil, 229:213-224.

Ghorbani, P., Eshghi, S., Ershadi, A., Shekafandeh, A. and Razzaghi, F. The possible role of foliar application of manganese sulfate on mitigating adverse effects of water stress in Grapevine. Communication in Soil and Plant Analysis. 50 (13): 1550-1562.

Millerd, A., & Bonner, J. (1954). Acetate activation and acetoacetate formation in plant systems. Archives of Biochemistry and Biophysics, 49(2), 343-355.

Mirfattahi, Z. and Eshghi, S. 2019. Inducing salt tolerance in strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch) plants by acetate application. Journal of Plant Nutrition, 43(12):1780-1793.

Oliver, D. J., Nikolau, B. J. & Wurtele, E. S. (2009). Acetyl-CoA—life at the metabolic nexus. Plant Science, 176(5), 597-601.

Rawson, H. M., Richards, R. A., & Munns, R. (1988). An examination of selection criteria for salt tolerance in wheat, barley and triticale genotypes. Australian Journal of Agricultural Research, 39(5), 759-772.

Xue, L., Wang, J., Zhao, J., Zheng, Y., Wang, H. F., Wu, X., ... & Zhang, Y. T. (2019). Study on cyanidin metabolism in petals of pink-flowered strawberry based on transcriptome sequencing and metabolite analysis. BMC Plant Biology, 19(1), 1-16.

Proper nutrition of plants; A way to deal with stresses

Saeid Eshghi and Zahra Mirfattahi
Department of Horticultural Science, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.
Corresponding author: eshghi@shirazu.ac.ir

Abstract
Plants face a variety of environmental stresses throughout their lives, and crop yields decline each year due to biotic and abiotic stresses, with a 50% reduction in some important crops. It is reported that more than 60% of the decline in products produced worldwide is associated with nutritional disorders due to environmental stresses. Nutritional disorders in plants can complicate the situation and lead to further reductions in crop yields. Therefore, improving the nutritional conditions of plants in proportion to the different types of stress that plants face can have a great effect on increasing tolerance or adaptation to stress conditions and reduce the negative effect of stress. In this article, studies conducted at Shiraz University in relation to the effects of some mineral nutrients and the improvement of nutritional conditions under environmental stresses will be presented in order to mitigate the effects of various stresses, especially salinity stress in some horticultural crops.
***Keywords*:** Plant nutrition, Environmental stresses, Strawberry, Salinity.