بررسی اثر سالیسیلیک اسید روی مقاومت به خشکی برخی پایه های دانهالی پسته(*Pistacia vera* L.)

مصطفی قاسمی[1*]، کاظم ارزانی[2]، عباس یدالهی[3] و حسین حکم آبادی[4]

۱-دانش آموخته دوره دکتری علوم باغبانی، دانشگاه تربیت مدرس تهران و استادیار گروه باغبانی دانشگاه هرمزگان. ۲و ۳ –به ترتیب استاد و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه تربیت مدرس تهران. ۴- دانشیار موسسه تحقیقات پسته کشور، رفسنجان.

* نویسنده مسئول: mostafaghasemi1417@gmail.com

چکیده

این پژوهش در سال ۱۳۹۱ به منظور بررسی اثر سالیسیلیک اسید در مقاومت به خشکی سه پایه دانهالی پسته انجام شد. تیمارهای آبیاری شامل تأمین ۱۰۰ درصد (بدون تنش)، ۶۵ درصد (تنش متوسط) و ۳۰ درصد (تنش شدید) نیاز تبخیر و تعرقی گیاه بودند که به مدت ۷۵ روز روی دانهال‌های ۴ ماهه اعمال شدند. تیمارهای سالیسیلیک اسید شامل غلظت های ۰، ۱ و ۳ میلی مولار بودند که روی سه پایه بادامی زرند، قزوینی و سرخس محلولپاشی شدند. پارامترهای فتوسنتز، هدایت روزنه ای، تعرق، محتوای نسبی آب برگ، فلورسانس کلروفیل و دمای برگ گیاهان بررسی شدند. به طور کلی، تنش آبی سبب کاهش اسیمیلاسیون CO_2 (A)، هدایت روزنه‌ای (g_s)، تعرق (T_r)، محتوای نسبی آب برگ (RWC) و کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم II گردید اما دمای برگ افزایش یافت. نتایج نشان داد پایه بادامی به میزان کمتری تحت تاثیر تنش خشکی قرار گرفت. همچنین کاربرد سالیسیلیک اسید ۱ میلی‌مولار، نقش موثری در کاهش اثرات منفی تنش خشکی داشت. کاربرد سالیسیلیک اسید ۳ میلی‌مولار موثر نبود و اثرات منفی بر پایه‌ها بر جای گذاشت.

واژه‌های کلیدی: پسته، پایه‌های دانهالی، تنش آبی، سالیسیلیک اسید

مقدمه

آب عموماً مهم‌ترین عامل محیطی محدودکننده رشد و نمو محصولات کشاورزی به شمار می‌رود (Jones, 1997). کشاورزی ایران با محصول پسته در جهان شناخته شده و این محصول، جزء مهم‌ترین بخش صادرات غیر نفتی می‌باشد. متوسط صادرات سالانه پسته کشور بالغ بر ۱۰۰ هزار تن گزارش شده که درآمدی در حدود ۱۰۰ میلیارد دلار برای کشور به دنبال دارد. در حال حاضر بالغ بر۴۳۱ هزار هکتار باغ پسته بارور و غیر بارور در کشور وجود دارد که بیش از ۷۳ درصد از این باغ‌هادراستان کرمان و بقیه در استان‌های یزد، قزوین، سمنان، سیستان و بلوچستان، فارس، مرکزی و اصفهان قرار دارند. عمده تولید پسته کشور در مناطق خشک و نیمه‌خشک که میانگین بارندگی سالانه در این مناطق کمتر از ۱۵۰ میلیمتر می باشد صورت می گیرد. کمیت و کیفیت محصول درختان پسته در مواجهه با تنش خشکی به طور قابل‌توجهی کاهش می‌یابد (Goldhamer & Beede, 2004). گزارش‌ها حاکی از آن است که عملکرد پسته در ایران، پایین‌تر از استاندارد جهانی است. میزان عملکرد پسته در کشور ۵۲۲ کیلوگرم در هکتار است و بالا بودن میزان تولید پسته در کشور به علت سطح زیر کشت بالا است، درحالی‌که در ایالت متحده که رقیب اصلی ایران است، افزایش تولید هم ناشی از افزایش سطح زیر کشت و هم بهبود عملکرد بوده است. محدودیت آب و شوری خاک از مهم‌ترین دلایل پایین بودن عملکرد پسته در کشور می‌باشد. در دهه اخیر کاربرد خارجی حفاظت کننده‌های اسمزی، تحریک‌کننده‌های رشد و ترکیبات آنتی اکسیدان روی گیاهان به عنوان راه‌حلی کوتاه مدت برای رفع اثرات منفی تنش‌های مختلف مطرح بوده است. سالیسیلیک اسید یکی از این ترکیبات می‌باشد و ماهیت فنولی دارد و در تنظیم فرایندهای مختلف فیزیولوژیک در گیاه دخالت دارد. کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید، مقاومت به خشکی را در گندم (Singh &Usha, 2003) و

خیار (بیات و همکاران، ۱۳۹۰) بهبود داده است. در این پژوهش اثر کاربرد سالیسیلیک اسید روی مقاومت به خشکی سه پایه دانهالی پسته ارزیابی شدند.

مواد و روش ها

این تحقیق در سال زراعی۱۳۹۲-۱۳۹۱به صورت یک آزمایش فاکتوریل درقالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی باسه تکرار درگلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس روی سه پایه دانهالی پسته به نام‌های بادامی زرند، قزوینی و سرخس انجام شد. تیمارهای این آزمایش شامل سه پایه پسته (بادامی زرند، قزوینی وسرخس)، سه سطح آبیاری شاهد یا ۱۰۰ درصد ET_c، تنش متوسط یا ۶۵ درصد ET_c و تنش شدید یا ۳۰ درصد ET_c و سه سطح محلول پاشی باسالیسیلیک اسید (۰، ۱ و ۳ میلی‌مولار) بودند. آبیاری همه گیاهان تا اعمال تیمارخشکی (۴ ماهگی) به صورت یکسان انجام شد. تیمار محلول پاشی یک بار و روز قبل از آغاز تنش صورت گرفت و تیمارهای آبیاری آغاز گردید. تا قبل از اعمال تیمارها، رطوبت همه گلدان‌هادرحد ظرفیت زراعی حفظ می‌گردید. در ابتدای اعمال تیمارها، همه گلدان‌ها آبیاری شدند و اجازه داده شد آب زهکش آن‌ها خارج و به وزن ثابت یا ظرفیت مزرعه برسند (۱۰۰درصد ظرفیت نگهداری آب). برای اعمال تنش از روش وزن کردن گلدان‌ها استفاده شد. به طوری که در گیاهان شاهد همواره همه مقدار آب تبخیر و تعرق شده از گیاه و سطح خاک به گلدان‌ها برگردانده می‌شد. اما در تیمار تنش متوسط ، ۶۵ درصد و در تیمار شدید، ۳۰ درصد آبی که به گیاهانی شاهد داده می‌شد به گلدان‌ها اضافه می‌شد. در زمان‌های مختلف پس از اعمال تنش پارامترهای تبادلات گازی مانند فتوسنتز، تعرق و هدایت روزنه ای، محتوای نسبی آب برگ، فلورسانس کلروفیل و دمای برگ گیاهان یک روز قبل از انجام آبیاری مجدد بررسی شدند. نتایج و داده‌های به دست آمده توسط نرم‌افزار MSTATC و SPSS تجزیه آماری شدند و نمودارهای مربوطه با استفاده از برنامه Excel رسم گردید. مقایسه میانگین‌هابا استفاده ازآزمون چنددامنه‌ای دانکن درسطح احتمال ۵٪انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که تنش آبی سبب کاهش معنی‌داری در میزان فتوسنتز، هدایت روزنه ای و تعرق برگ گردید. به طوری که بین هر سه تیمار آبی تفاوت معنی‌داری وجود داشت. از بین سه پایه مورد بررسی، پایه‌های بادامی، قزوینی و سرخس به ترتیب بیش‌ترین تا کمترین میزان فتوسنتز را داشتند. سالیسیلیک اسید تأثیر معنی‌داری روی فتوسنتز برگ داشت و مؤثرترین غلظت آن ۱ میلی مولار بود ($P\leq0.01$). با افزایش میزان غلظت به ۳ میلی مولار میزان فتوسنتز برگ کاهش یافت. گرچه دو غلظت ۰ و ۳ میلی مولار تفاوت معنی‌داری از نظر میزان فتوسنتز با هم نداشتند. سالیسیلیک اسید ۱ میلی مولار فتوسنتز پایه‌ها را هم در شرایط تنش و هم بدون تنش افزایش داد.اثر غلظت‌های سالیسیلیک اسید در تنش متوسط روی فتوسنتز هیچ‌یک از پایه‌ها معنی‌دار نبود. اما در شرایط تنش شدید غلظت ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید سبب افزایش معنی‌دار فتوسنتز پایه‌های بادامی و سرخس نسبت به عدم محلول پاشی شد. بیش‌ترین میزان هدایت روزنه‌ای نیز متعلق به تیمار آبیاری کامل (۵۲۲ میلی مول بر مترمربع بر ثانیه) بود و سپس تیمار تنش متوسط (۲۷۸/۴) و شدید (۱۳۲/۸) قرار داشتند. کاربرد سالیسیلیک اسید سبب کاهش معنی‌دار هدایت روزنه‌ای گردید. به طوری که هدایت روزنه‌ای درغلظت ۳میلی مولاربه پایین‌ترین حد (۲۹۹/۲۳) رسید. اما تنها غلظت ۳ میلی مولار تفاوت معنی‌داری نسبت به شاهد (۳۲۳/۹۴) نشان داد. غلظت ۱ میلی مولار (۳۱۰/۱۵) اگرچه هدایت روزنه‌ای را کاهش داد، اما تفاوت معنی‌داری با تیمار ۳ میلی مولار و عدم محلول پاشی نداشت. در شرایط تنش شدید آبی، اثر کاربرد سالیسیلیک اسید بر هدایت روزنه‌ای پایه‌های پسته معنی‌دار نبود. مشاهده شد در شرایط تنش شدید آبی، اثر کاربرد سالیسیلیک اسید بر هدایت روزنه‌ای پایه‌های پسته معنی‌دار نبود اما سبب افزایش فتوسنتز پایه‌ها شد. این افزایش می‌تواند ناشی از تأثیر مثبت این تنظیم‌کننده بر عوامل غیر روزنه‌ای باشد. در بین پایه‌ها تفاوتی از نظر میزان تعرق مشاهده نشد. کاربردسالیسیلیک اسید سبب کاهش معنی‌دار تعرق گردید. کمترین میزان تعرق متعلق به

غلظت ۱ میلی مولار و سپس ۳ میلی مولار بود. غلظت ۱ میلی مولار تفاوت معنی‌داری با تیمار ۳ میلی مولار نداشت، اما این دو با تیمار عدم محلول پاشی تفاوت معنی‌داری نشان دادند. یعنی بیش‌ترین میزان تعرق در تیمار عدم محلول پاشی (۰ میلی مولار) به دست آمد و کمترین میزان تعرق نیز متعلق به غلظت ۱ میلی مولار بود و با افزایش غلظت به ۳ میلی مولار میزان تعرق افزایش یافت. گرچه این افزایش معنی‌دار نبود. کاربرد سالیسیلیک اسید در شرایط تنش متوسط و شدید اثر معنی‌داری بر میزان تعرق هیچ‌یک از پایه‌ها نداشت.در پایه بادامی، غلظت ۳ میلی مولار در شرایط آبیاری کامل سبب افزایش تعرق گردید. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد سالیسیلیک اسید، اثر معنی‌داری بر محتوای نسبی آب برگ نداشت، اما بین پایه‌ها در سطوح مختلف آبیاری تفاوت معنی‌داری از این نظر مشاهده شد. محتوای نسبی آب برگ در سطوح آبیاری شاهد، تنش متوسط و شدید به ترتیب ۷۰/۶۷، ۶۲/۳۸ . ۵۹/۴۸ درصد بود. بین پایه‌ها نیز پایه بادامی با میانگین ۶۶/۱۶ درصد بیش‌ترین میزان را دارا بود و تفاوت معنی‌داری با دو پایه دیگر نشان داد. تفاوت بین پایه‌های قزوینی (۶۳/۲۹ درصد) و سرخس (۶۳/۰۸) از نظر آماری معنی‌دار نبود. نتایج نشان داد شاخص F_v/F_m به طور معنی‌داری تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت و کاهش یافت. بیش‌ترین مقدار این پارامتر در همه مراحل اندازه‌گیری، متعلق به تیمار شاهد بود و با تیمار تنش متوسط و شدید اختلاف معنی‌داری نشان داد که بیانگر آن است که اثر تنش آبی بر کارایی فتوسیستم II معنی‌دار بوده است. بین پایه‌های مورد بررسی تفاوت معنی‌داری از این نظر وجود نداشت، اما اثر متقابل آبیاری، پایه و سالیسیلیک اسید بر این پارامتر در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. در شرایط تنش شدید آبی، گرچه پایه‌های بادامی و قزوینی کارایی فتوسیستم بالاتری نسبت به پایه سرخس داشتند اما تفاوت معنی‌داری در بین سطوح مختلف سالیسیلیک اسید در هیچ‌یک از پایه‌ها مشاهده نشد. یعنی در شرایط تنش شدید، کاربرد سالیسیلیک اسید، تأثیر معنی‌داری بر کارایی فتوسیستم II نداشت.در شرایط تنش ملایم نیز، پایه‌های بادامی و قزوینی کارایی فتوسیستم بالاتری نسبت به پایه سرخس داشتند. اما کاربرد سالیسیلیک اسید، تنها بر کارایی فتوسیستم II پایه سرخس معنی‌دار بود و به طور قابل‌توجهی کارایی فتوسیستم II پایه سرخس را افزایش داد. یعنی در شرایط تنش ملایم، کاربرد سالیسیلیک اسید، تنها بر کارایی فتوسیستم II در پایه سرخس تأثیر معنی‌داری داشت. در شرایط آبیاری کامل نیز کاربرد سطوح مختلف سالیسیلیک اسید در هیچ‌یک از پایه‌ها معنی‌دار نبود. کمترین مقدار دمای برگ نیز در همه پایه‌ها در تیمار آبیاری کامل به دست آمد. در تیمار تنش شدید آبی، کمترین دمای برگ متعلق به پایه بادامی و بیش‌ترین دمای برگ متعلق به پایه سرخس بود. تیمار سالیسیلیک اسید اثر معنی‌داری بر دمای برگ نداشت. اثرات مثبت سالیسیلیک اسید در افزایش فتوسنتز را ناشی از اثرات آن با بر عوامل غیر روزنه‌ای دانست. چرا که علی‌رغم کاهش هدایت روزنه‌ای و تعرق با کاربرد سالیسیلیک اسید، فتوسنتز افزایش یافت. به عبارت دیگر ممکن است به دلیل اثرات مثبت غلظت یک میلی مولار سالیسیلیک اسید بر فعالیت آنزیم‌های دخیل بر فتوسنتز یا سایر عوامل غیر روزنه‌ای، فتوسنتز افزایش یافته باشد. با افزایش میزان غلظت به ۳ میلی مولار میزان فتوسنتز برگ کاهش یافت.کاهش شاخص F_v/F_m پایه‌های مورد بررسی تحت تأثیر تنش خشکی نشان‌دهنده اثر سوء تنش آبی بر کارایی فتوسیستم II بوده است. کارایی فتوسیستم II در پایه سرخس به میزان بیشتری تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت و کاهش بیشتری نشان داد. تنش خشکی باتأثیر سوئی که برهمانندسازی کربن می‌گذارد، ظرفیت پذیرش وانتقال الکترون راکاهش داده، درنتیجه سیستم قابلیت انتقال الکترون کمتری را دارد. یعنی کارایی مصرف فوتون‌ها کاهش می‌یابد که نتیجه آن، کاهش فلورسانس متغیر خواهد بود(ممنوعی و سید شریفی، ۱۳۸۹). همچنین کارایی فتوسیستم II ، تنها در شرایط تنش ملایم و در پایه سرخس تحت تأثیر کاربرد سالیسیلیک اسید افزایش معنی‌داری نشان داد. این افزایش ممکن است ناشی از اثرات مثبت سالیسیلیک اسید بر فعالیت آنزیم‌های دخیل در فتوسیستم II در پایه سرخس باشد. افزایش دمای برگ درشرایط کمبودآب که در این بررسی مشاهده شد، می‌تواند ناشی ازکاهش تعرق به واسطه بسته شدن روزنه‌ها باشد. از آنجاکه تعرق فرآیندی گرماگیراست،پس کاهش تعرق به صورت افزایش دمای برگ بروز می‌کند که همراه تنش حرارتی است. بر مبنای مواردی که بیان شد، می‌توان چنین نتیجه گرفت که تنش خشکی اثرات منفی بر پایه‌های پسته داشت و پایه‌بادامی از تحمل به خشکی بالاتری نسبت

به دو پایه قزوینی و به ویژه سرخس برخوردار بود. همچنین استفاده از سالیسیلیک اسید یک میلی مولار تحت شرایط تنش خشکی می‌تواند در کاهش اثرات منفی تنش خشکی موثر باشد و سبب بهبود برخی خصوصیات مانند فتوسنتز و کارایی فتوسیستم II شود.

منابع

۱. بیات، ح.، مردانی، ح.، آرویی، ح. و سلاح ورزی، ی. ۱۳۹۰. تأثیر سالیسیلیک اسید بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی دانهال‌های خیار(*Cucumis sativus* cv. Super Dominus) تحت شرایط تنش خشکی. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۸(۳): ۶۳-۷۶.

۲. ممنوعی، ا.، و سید شریفی، ر. ۱۳۸۹. بررسی اثر کمبود آب بر شاخص‌های فلورسانس کلروفیل و میزان پرولین در شش ژنوتیپ جو و رابطه آن با دمای آسمانه (Canopy) و عملکرد. مجله زیست‌شناسی گیاهی، ۲(۵): ۵۱-۶۲.

3. Blum, A., Shpiler, L., Golan, A. and Mayer, J. 1989. Yield stability and canopy temperature of wheat genotypes under drought stress. *Field Crop Research*, 22: 289-286.
4. Goldhamer, D. A. and Beede, R. H. 2004. Regulated deficit irrigation effects on yield, nut quality and water-use efficiency of mature pistachio trees. *J. Hort.l Sci. Biotech*, 79(4):538-545.
5. Jones, H.G. 1997. New concepts in plant water relations: relevance to horticultural production. *Acta Horticulturae*, 449(2):371-378.
6. Singh, B. and Usha, K. 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. *Plant Growth Reg*, 39: 137-141.

Evaluation of effect of salicylic acid on drought resistance of Some Pistachio (*Pistacia vera* L.) Seedling Rootstocks

M. Ghasemi[1*], K. Arzani[2], A. Yadollahi[3] H. Hokmabadi[4]

1- Graduate Ph.D student of Horticultural Science, Tarbiat Modares university, Tehran. 2& 3- Professor, and assistant professor, respectively, Dep. of Horticultural Science,Tarbiat Modares university, Tehran.4-Associate professor of Iran's Pistachio Research Institute (IPRI), Rafsanjan.
*Corresponding author: mostafaghasemi1417@gmail.com

Abstract

This research was conducted to determine the effect of salicylic acid on drought resistance of three pistachio seedling rootstocks during 2015. Irrigation treatments were included provide 100 % ET_c (no stress), 65% ET_c (medium stress) and 30% ET_c (severe stress), that applied on 4 month old the seedlings for 75 days. Salicylic acid treatments include 0, 1 and 3 mM sprayed on three seedling rootstocks of *Pistacia vera* 'Badami-e-Zarand', 'Ghazvini' and 'Sarakhs'. The parameters photosynthesis, stomatal conductivity, respiration, relative water content, chlorophyll fluorescence and leaf temperature of plants were investigated. Generally, water stress reduced CO_2 assimilation (A), stomatal conductivity (g_s), transpiration rate (T_r), relative water content (RWC), photochemical efficiency of photosystem II but increased leaf temperature. The results showed that *Pistacia vera* 'Badami-e-Zarand was less affected by water stress. Also application of 1 mM salicylic acid had effective role in reduction of negative effects of water stress. Application of 3 mM salicylic acid was not effective and revealed negative effects on the rootstocks.

Key words: Pistachio, seedling rootstocks, water stress, salicylic acid