تغییرات فعالیت آنزیم پراکسیداز و کاتالاز در برگ برخی پایه‌های دانهالی پسته در شرایط تنش خشکی

مصطفی قاسمی*[۱]، کاظم ارزانی[۲]، عباس یداللهی[۳]، حسین حکم‌آبادی[۴]

[۱]* استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی- باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران.

[۲] و [۳] استاد و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

[۴] دانشیار، ایستگاه پسته دامغان، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شاهرود، ایران.

*نویسنده مسئول: mostafaghasemi1417@gmail.com

چکیده

این آزمایش به‌منظور بررسی فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز در پایه‌های دانهالی پسته تحت تنش خشکی انجام شد. تیمارهای آبیاری به مدت ۷۵ روز روی دانهال‌های ۴ ماهه بکار رفتند. در پایان دوره آزمایش میزان فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز برگ و برخی پارامترهای رشدی گیاهان مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد تنش آبی سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و کاهش پارامترهای رشدی گردید. بین پایه‌ها نیز تغییرات معنی‌داری در این پارامترها مشاهده گردید. در شرایط تنش خشکی بیشترین فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز متعلق به پایه‌های بنه و بادامی و کمترین آن متعلق به پایه سرخس بود. بر اساس نتایج پارامترهای رشدی پایه‌های بنه و بادامی کمتر تحت تأثیر خشکی قرار گرفتند. کاهش کمتر پارامترهای رشدی در پایه‌های بنه و بادامی می‌تواند به فعالیت بالاتر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان این دو پایه در شرایط خشکی نسبت داده شود.

کلمات کلیدی: **پسته، پایه‌های دانهالی، تنش آبی، کاتالاز، پراکسیداز**

مقدمه

پسته یکی از مهم‌ترین بخش صادرات غیر نفتی کشور ایران می‌باشد. گزارش‌ها حاکی از آن است که عملکرد پسته در ایران، پایین‌تر از استاندارد جهانی است. خشکی یکی از مهم‌ترین دلایل پایین بودن عملکرد پسته در کشور می‌باشد. تنش خشکی منجر به تولید و تجمع گونه‌های سمی اکسیژن نظیر رادیکال‌های آزاد هیدروکسیل (OH^-)، سوپر اکسید (O^{2-}) و هیدروژن پراکسید H_2O_2 خواهد شد. وقتی غلظت این گونه‌های فعال اکسیژن بالا باشد می توانند از طریق اکسیداسیون چربی (لیپید)، پروتئین، رنگدانه و اسیدهای نوکلئیک باعث اختلال در اعمال فیزیولوژیکی سلول شوند (Appel and Hirt, 2004). گیاهان جهت افزایش مقاومت به تنش خشکی و اجتناب از خسارت اکسیداسیون نوری از مکانیسم‌های مختلف آنزیمی مانند افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و غیر آنزیمی مانند افزایش تجمع تنظیم‌کننده‌های اسمزی مانند پرولین و کربوهیدرات، بتاکاروتن‌ها، آلفاتوکوفرول، آسکوربات و گلوتاتیون، استفاده می‌کنند (Inze and Montagu, 1995). آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز سبب تجزیه H_2O_2 و تبدیل آن به آب و اکسیژن می‌گردند و سلول را از اثرات سمی پراکسید هیدروژن محافظت می‌کند (Alvesda Costa *et al.*, 2005). نقش این آنزیم‌ها در مقاومت به خشکی، گرما، شوری، نور زیاد، آسیب‌های مکانیکی و همچنین آسیب حشرات به اثبات رسیده است (Bostock *et al.*, 1987). این تحقیق باهدف بررسی اثرات تنش خشکی بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و میزان رشد رویشی چهار پایه‌های دانهالی پسته انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی۱۳۹۱-۱۳۹۰ به‌صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس روی چهار پایه دانهالی پسته به نام‌های بادامی زرند، قزوینی، سرخس و بنه انجام شد. تیمارهای آبیاری شامل سه سطح آبیاری شاهد یا ۱۰۰ درصد ET_c، تنش متوسط یا ۶۵ درصد ET_c و تنش شدید یا ۳۰ درصد ET_c بودند که برای ۷۵ روز روی دانهال‌های ۴ ماهه اعمال شدند. سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز با استفاده از گایاکل و اندازه‌گیری میزان جذب تتراگایاکل تشکیل شده از گایاکل در نتیجه‌ی فعالیت پراکسیداز، در ۴۷۰ نانومترانجام گرفت (Plewa *et al.*,1991). سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز بر اساس روش Dhindsa و همکاران (۱۹۸۱) با استفاده از محاسبه کاهش جذب H_2O_2 در ۲۴۰ نانومتر صورت گرفت. به‌منظور اندازه‌گیری وزن خشک اندام‌ها، در انتهای آزمایش گیاهان به اندام‌های ریشه، شاخه و برگ تقسیم شدند. جهت اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون خشک شدند.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج، فعالیت آنزیم پراکسیداز و کاتالاز تحت شرایط خشکی افزایش یافت. پایه‌های مختلف نیز تفاوت معنی‌داری از نظر میزان فعالیت آنزیمی نشان دادند. نتایج آنالیز واریانس نشان داد تأثیر برهمکنش خشکی و پایه نیز بر فعالیت این دو آنزیم در سطح یک درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۱) نشان داد بیش‌ترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز متعلق به تیمار تنش شدید بود که در پایه بادامی و سپس بنه مشاهده گردید. در تیمار تنش شدید پایه سرخس (۲۰/۰۶ واحد بر میلی‌گرم پروتئین) و سپس قزوینی(۲۸/۳۲ واحد بر میلی‌گرم پروتئین) کمترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز را نشان دادند. در شرایط تنش متوسط نیز بیش‌ترین و کمترین میزان فعالیت پراکسیداز به ترتیب متعلق به پایه بنه و سپس سرخس بود. در تیمار شاهد (آبیاری کامل) بین پایه‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بیش‌ترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز (۳۹/۳۲ واحد بر میلی‌گرم پروتئین) در تیمار تنش شدید و پایه بادامی بدست آمد و پایه قزوینی بعد از پایه بادامی قرار داشت. در شرایط تنش شدید پایه سرخس کمترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز(۲۵/۹ واحد بر میلی‌گرم پروتئین) را نشان داد (جدول ۱). در شرایط تنش متوسط و شاهد (آبیاری کامل) تفاوت بین پایه‌های مورد بررسی معنی‌دار نبود.

از نظر تأثیر بر پارامترهای رشدی نیز اثرات متقابل تنش آبی و پایه نشان داد وزن خشک ساقه و برگ پایه بنه کمتر از سایر پایه‌ها تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت و وزن خشک ساقه و برگ این پایه در تیمارهای تنش آبی، کاهش کمتری نسبت به شاهد نشان داد. درحالی‌که از نظر وزن خشک ریشه، پایه بادامی ریززرند کمتر تحت تأثیر خشکی قرار گرفت و پس از آن پایه‌های بنه، قزوینی و سرخس قرار داشتند (جدول۱). پایه سرخس بیشتر از سایر پایه‌ها تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت. Sairam و همکاران (۱۹۹۸) بیان کردند فعالیت پراکسیداز در گندم در شرایط تنش خشکی نسبت به شاهد افزایش یافت و میزان این افزایش در ژنوتیپ‌های مقاوم بیشتر از ژنوتیپ‌های حساس بود. همان‌طور که مشاهده شد در شرایط تنش خشکی پایه‌های بنه و بادامی اغلب فعالیت آنزیمی بالاتر و پایه سرخس فعالیت پایین‌تری را نشان دادند. از طرفی پارامترهای رشدی پایه‌های بنه و بادامی کمتر تحت تأثیر خشکی قرار گرفتند. یکی از دلایل مقاومت بیشتر پایه‌های بنه و بادامی به خشکی(کاهش کمتر پارامترهای رشدی) می‌تواند به فعالیت بالاتر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان این دو پایه در شرایط خشکی نسبت داده شود.

جدول ۱. مقایسه میانگین اثرات متقابل آبیاری و پایه بر فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز، کاتالاز و بیومس چهار پایه دانهالی پسته

پایه	تیمار آبیاری	پراکسیداز (واحد بر میلی‌گرم	کاتالاز (واحد بر میلی‌گرم	وزن خشک ساقه (g)	وزن خشک ریشه (g)	وزن خشک برگ (g)
بنه	٪ ۱۰۰ ET_c	۸/۹۴ef	۴/۸۶e	۹/۹۲c	۸/۷۵bc	۸/۱۲b
بادامی		۸/۷۳ef	۶/۸۳e	۱۶/۵a	۱۰/۶۱ab	۱۱/۸۶a
قزوینی		۹/۳۳def	۵/۸۱e	۱۶/۴۴a	۱۱/۳۸a	۱۲/۳۳a
سرخس		۸/۱f	۵/۳۵e	۱۴/۰۹b	۱۱/۰۸a	۱۱/۸۷a
بنه	٪ ۶۵ ET_c	۲۱/۶۹c	۲۸/۸۵bcd	۶/۵۱d	۵/۴de	۴/۵۲cd
بادامی		۱۹/۶۸cde	۲۵/۴cd	۶/۹۹d	۷/۳cd	۵/۷۶c
قزوینی		۱۹/۱۱cdef	۲۰/۴۲d	۶/۱۱de	۶/۴۴d	۴/۴cd
سرخس		۱۸/۸۳cdef	۲۰/۲۵d	۵/۶۶de	۵/۸۲de	۴/۲۷cd
بنه	٪ ۳۰ ET_c	۳۲/۱۴ab	۳۵/۲۷abc	۴/۲۲ef	۴ e	۲/۸۷def
بادامی		۳۹/۸۳a	۳۹/۳۲a	۶/۲۹de	۵/۷۱de	۳/۹۴cde
قزوینی		۲۸/۳۲bc	۳۸/۲۲ab	۳/۲۹f	۳/۹۱e	۲/۰۳ef
سرخس		۲۰/۰۶cd	۲۵/۹cd	۲/۵۵f	۳/۸۳e	۱/۴۵f

اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد هستند.

منابع

Alvesda Costa, P. H., Azevedo Neto, A. D., Alves Bezerra, M., Tarquinio paisco. J. and Gomes-Filho, E. 2005. Antioxidantive–enzymatic system of two sorghum genotypes differing in salt tolerance. *Plant Physiol*, 17 (4), 353–361.

Appel, K. and Hirt, H. 2004. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress and signal transduction. Annu. Rev. *Plant Biol*, 55: 373-399.

Bostock, R. M., Thomas, C. S., Ogawa, J. M., Rice, R. E. and Uyemoto, J. K. 1987. Relationship of Wound-Induced Peroxidase Activity to Epicarp Lesion Development in Maturing Pistachio Fruit. *The American Phytopathological Society*, 77(2):275-282.

Dhindsa, R.S. and Motowe, W. 1981. Drought tolerance in two mosses: correlation with enzymatic defense against lipid peroxidation.Journal of Experimental Botany. 32: 79-91.

Inze, D. and Van Montagu, M. 1995. Oxidative stress in plants. *Current Opinion in Biotechnology*, 6(2): 153-**158.**

Plewa, M.J., Smith, S.R. and Wanger, E.D. 1991. Diethyldithiocarbamate suppresses the plant activation of aromatic amines into mutagens by inhibiting tobacco cell peroxidase. Mutant Research 247: 57-64.

Sairam, R.K., Deshmukh, P.S. and Saxena, D.C. 1998. Role of antioxidant systemes in wheat genotype tolerance to water stress.BiologiaPlantarum 41(3): 387-394.

Changes of Peroxidase and Catalase Enzymes in Leaves of Some Pistachio Seedling Rootstocks under Water Stress

Mostafa Ghasemi[1]*, Kazem Arzani[2], Abbas Yadollahi[3] Hossein Hokmabadi[4]
[1]Assistant Professor, Horticulture Crops Research Department, Qazvin Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Qazvin, Iran.
[2]&[3] Professor and Assistant Professor, respectively, Department of Horticultural Science, Tarbiat Modares University (TMU), Tehran, Iran.
[4]Associate Professor, Damghan Pistachio station, Semnan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shahrood, Iran.
*Corresponding Author: mostafaghasemi1417@gmail.com

Abstract

This experiment was conducted to evaluate enzyme activity of peroxidase (POD) and catalase (CAT) in pistachio seedling rootstocks under water stress. Irrigation treatments applied on 4 months old seedlings for 75 days. In the end of experiment, leaf enzyme activity of peroxidase and catalase and also some growth parameters were evaluated. The results showed that water stress increased the activity of antioxidant enzymes and decreased growth parameters. Studied rootstocks also had significant differences in these parameters. Under water stress condition, the rootstocks *Pistacia mutica* and *P. vera* 'Badami-e-Zarand' showed the highest and *P. vera* 'Sarakhs' the minimum activity of POD and CAT. Based on the results, growth parameters of *P. mutica and P. vera* 'Badami-e-Zarand' less affected by water stress. Less reduction of growth parameters in *P. mutica and P. vera* 'Badami-e-Zarand' can be attributed to higher enzyme activity of these rootstocks.

***Keywords*: Pistachio, seedling rootstocks, water stress, peroxidase, catalase.**