تاثیر سالیسیلیک اسید و کلسیم بر مقاومت به سرمازدگی دانهال‌های پسته

فاطمه یزدان پناه[۱*]، وحید مظفری[۲]، احمد تاج آبادی پور[۳]، محسن حمیدپور[۴]
به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیاران گروه علوم خاک، دانشگاه ولی‌عصر(عج) رفسنجان

چکیده

به منظور بررسی تاثیر سالیسیلیک اسید و کلسیم بر مقاومت به سرمازدگی دانهال‌های پسته رقم کله قوچی، یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در گلخانه انجام شد. تیمارها شامل سالیسیلیک اسید(صفر، ۰,۷۵ و ۱,۵ میلی مولار)، کلسیم (صفر، ۳ و ۶ در هزار) و دما(صفر، ۲- و ۴-) بودند. نتایج نشان داد که با کاهش دما به ۲- و ۴- درجه سلسیوس، درصد نشت یونی برگ دانهال های تیمار شاهد به ترتیب با افزایش ۶ و ۵۲ درصدی مواجه شدند. همچنین کاهش دما از صفر به ۴- درجه سلسیوس، سبب افزایش غلظت پرولین و ترکیبات فنل برگ دانهال‌ها شد. بنابراین به نظر می‌رسد مصرف توامان بالاترین غلظت های اعمال شده سالسیسیلیک اسید و کلسیم موجب کاهش درصد نشت یونی، افزایش درصد پرولین و ترکیبات فنلی برگ دانهال‌های پسته نسبت به تیمار شاهد شد.

واژه‌های کلیدی: پسته، سالیسیلیک اسید، سرمازدگی، کلسیم

مقدمه

پسته (*Pistacia vera* L.) یکی از گونه‌های مهم جنس Pistacia است. طبق بررسی‌های انجام شده بیش از ۴۷۷ هزار هکتار باغ پسته‌ی بارور و غیر بارور در ایران وجود دارد. یکی از علل کاهش تولید محصول سالانه‌ی باغ‌های پسته وجود سرمازدگی بهاره می‌باشد. بطوریکه این تنش هر ساله خساراتی به باغداران پسته وارد می‌کند. یکی از مهمترین اثرات سرما، تاثیر آن بر ساختار غشائ سلولی، نفوذپذیری غشا و افزایش خروج یون‌ها از سلول می‌باشد. نشت یون‌ها از دیواره سلول مربوط به فعالیت انزیم‌های تجزیه کننده دیواره سلولی است که اثر سرما سبب افزایش میزان فعالیت این آنزیم ها می‌گردد. در گیاهان حساس به سرما به علت نفوذ پذیری بالای غشای سلولی میزان نشت یون‌ها و هدایت الکتریکی بالاست (Hayat et al., 2005).

سالیسیلیک اسید یک فنل گیاهی است که دارای یک حلقه آروماتیک همراه با یک گروه هیدروکسیل یا مشتقات فعال آن می‌باشند. این ماده می تواند به راحتی در سراسر گیاه انتقال یابد و به عنوان یک پیام مولکولی درونی برای ایجاد مقاومت در گیاهان تحت شرایط تنش بکار گرفته می‌شود (Wang et al, 2006). هنگامیکه گیاهان در برابر تنش های زنده و غیر زنده مثل سرمای بهاره قرار می‌گیرند، پروتئین هایی در برابر این تنش‌ها تولید می‌کنند که این پروتئین‌ها در اثر القای هورمون‌های گیاهی نظیر اسید آبسیزیک و سالیسیلیک اسید بوجود می‌آیند و گیاه را در مقابل تنش بوجود آمده مقاوم می‌کنند (چن و همکاران، ۲۰۰۷).

تیمار خارجی کلسیم نیز در بسیاری از میوه‌ها از قبیل سیب، هلو و توت فرنگی باعث بهبود شاخص های انبارداری آنها می‌شود. همینطور کلسیم باعث کاهش سرعت پیر شدن، رسیدگی، ایجاد تحمل به پاتوژن‌ها و کاهش حساسیت به سرمازدگی در میوه‌ها و سبزی‌های مختلف بوسیله به تاخیر انداختن پیری دیواره سلولی و نگهداری و ثبات غشا و طولانی کردن ظرفیت غشا در انتقال سیگنال‌های سلولی می‌شود. کلسیم سبب تنظیم بسیاری از فرآیندهای متابولیسمی و حالت نیمه تراوایی غشائ سلولی، تقسیم سلولی، نشت یونی و حرکت میکروتوبول ها می‌گردد (Aquino et al., 2004). همچنین کلسیم سبب افزایش سختی در غشای میانی دیواره سلولی می شود. در اثر سرمازدگی، کلسیم موجود در دیواره سلولی خارج شده و استحکام دیواره سلولی کاهش می‌یابد (Hopper & Cassidy, 2006).

در سال‌های اخیر مواد تجاری بسیاری تحت عنوان مواد ضد سرما وارد بازار شده است ولیکن کارایی آنها در کنترل سرما مشخص نشده است. در این پروژه کارایی سالیسیلیک اسید و کلسیم بر کاهش خسارت ناشی از سرمای بهاره بر روی درخت پسته مشخص خواهد شد.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی اثر سالیسیلیک اسید، کلسیم و تیمار سرما و همچنین برهمکنش آنها بر دانهال های پسته رقم کله‌قوچی درمحیط گلخانه، آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی و در سه تکرار در دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان (عج) انجام شد. تیمارها شامل سالیسیلیک اسید (صفر، ۰,۷۵ و ۱,۵ میلی مولار)، کلسیم (صفر، ۳ و ۶ در هزار) و دما (صفر، ۲- و ۴-) بودند. بذرهای مورد نظر از موسسه تحقیقات پسته کشور تهیه گردید. ۸۱ عدد گلدان یک کیلوگرمی تهیه و از خاکی که از عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری از یکی از باغ‌های استان کرمان تهیه شده بود پر و در هر گلدان سه بذر کشت داده شد. آبیاری گلدان ها بوسیله‌ی آب مقطر تا رسیدن به ظرفیت مزرعه همراه با توزین مرتب آنها صورت گرفت. اعمال تیمار ها بدین صورت بود که دانهال‌های پسته زمانیکه در مرحله ۶ تا ۸ برگی رسیدند، در دو نوبت با فاصله ۳ روز با سالیسیلیک اسید و کلسیم محلول پاشی شدند (تیمار شاهد از آب استفاده شد). سپس سه روز پس از محلول پاشی دوم دانهال‌ها جهت سرمادهی داخل Growth Chamber قرار گرفتند. بدین منظور ابتدا با آب مقطر اسپری و سپس داخل دستگاه قرار گرفتند. دمای Growth Chamber با سرعت انجماد ۱۰ درجه سلسیوس در ساعت تا ۲ درجه خنک شده سپس با سرعت انجماد ۵ درجه سلسیوس در ساعت تا دمای ذکر شده ادامه یافت. نمونه ها در هر دما به مدت ۳ ساعت نگهداری شدند. سپس تعدادی برگ از هر بوته جدا و به آزمایشگاه منتقل شد.

به منظور اندازه‌گیری میزان ترکیبات فنلی، ۰,۱ گرم از نمونه برگ تهیه پس از مقدمات کار (Isfendiyaroglu, and Zeker, 2002) توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۲۰۰ نانومتر قرائت شد. برای استخراج پرولین از روش (Paquin and Lechasseur, 1979) و نشت یونی نیز از روش (Korkmaz et al., 2010) استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتاج تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۱)، که سالیسیلیک اسید، کلسیم و دما و همچنین برهمکنش آنها بر پرولین برگ معنی دار بود. همان‌گونه که در جدول مقایسه میانگین‌ها مشاهده می‌شود (جدول ۲)، کاهش دما از صفر به ۴- درجه سلسیوس موجب افزایش معنی‌داری در میزان پرولین برگ نسبت به شاهد شد به طوری که بیشترین محتوای پرولین در دمای ۴- درجه سلسیوس و کمترین آن در دمای صفر درجه سلسیوس بود. در دمای صفر درجه سلسیوس، کاربرد ۶ در هزار کلسیم به تنهایی، موجب افزایش محتوای پرولین برگ به میزان حدود ۵۴ درصد نسبت به شاهد شد. بیش‌ترین محتوای پرولین برگ در هر سه دما مربوط به مصرف سالیسیلیک اسید و کلسیم در بالاترین غلظت‌های خود (۱,۵ میلی مولار سالیسیلیک اسید و ۶ کیلوگرم در هزار لیتر) بود.

جدول ۱- تجزیه وایانس اسید سالیسیلیک، کلسیم و دما بر میزان پرولین برگ دانهال های پسته

منابع تغییرات	درجه ازادی	منابع تغییرات پرولین
اسید سالیسیلیک (SA)	۲	۱۲۳۵/۴۶**
کلسیم (Ca)	۲	۳۵۶/۳۰**
دما (T)	۲	۱۷۰۷/۹۶**
SA×Ca	۴	۳۴/۴۲*
SA×T	۴	۱۲۴/۳۰ **
Ca×T	۴	۴۹/۹۰ **
SA×Ca×T	۸	۴۹/۹۳**
خطا	۵۴	۱۰/۳۰
ضریب تغییرات (٪)		۳/۴۷

*و** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد و ns تفاوت معنی‌دار وجود ندارد

جدول ۲- مقایسه میانگین برهمکنش اثر سالیسیلیک اسید و غلظت‌هایی مختلف کلسیم بر مقدار پرولین (میکروگرم بر گرم وزن تر) برگ پسته در شرایط تنش سرمایی

اسید سالیسیلیک(میلی‌مولار)	کلسیم (کیلوگرم بر هزار لیتر)	تنش سرمایی (درجه سانتگراد)		
		۰	-۲	-۴
۰	۰	۲/۴۱ p	۳/۰۸ op	۳/۲۷ no
۰	۳	۳/۲۴ no	۳/۴۵ l-o	۴/۰۵ h-m
۰	۶	۳/۷۱ k-o	۴/۱۲ h-m	۵/۵۴ d-i
۰/۷۵	۰	۳/۴ mno	۴/۳۸ e-k	۴/۱۵ h-l
۰/۷۵	۳	۳/۸۹ i-n	۴/۲۶ g-k	۴/۷۲ d-h
۰/۷۵	۶	۴/۳۲ f-k	۴/۹۶ d-g	۵/۸۵ bc
۱/۵	۰	۳/۷۶ j-n	۴/۴۷ e-j	۵/۰۴ def
۱/۵	۳	۴/۵۹ d-h	۴/۹۲ d-g	۵/۲۲ cd
۱/۵	۶	۵/۱۱ de	۶/۵۱ b	۸/۵ a

نتاج تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۳)، که اثرهای ساده سالیسیلیک اسید، کلسیم و دما ، همچنین اثر برهمکنش آنها بر محتوای ترکیبات فنلی برگ معنی دار بود. همان‌گونه که در جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) مشاهده می‌شود، کاهش دما از صفر به ۴- درجه سلسیوس موجب افزایش محتوای ترکیبات فنلی شد به طوری که بیشترین محتوای ترکیبات فنلی در دمای۴- بدست آمد که با دمای صفر اختلاف معنی داری داشت. کمترین میزان ترکیبات فنلی مربوط به سطح ۶ (کیلوگرم در هزار لیتر) کلسیم در دمای صفر می باشد. همچنین بیشترین میزان ترکیات فنلی مربوط به مصرف توامان سالیسیلیک اسید و کلسیم (۱,۵ میلی مولار سالیسیلیک اسید و ۶ کیلوگرم بر هزار لیتر کلسیم) بود که موجب افزایش ۲۱ درصدی این پارامتر گردید.

جدول ۳- تجزیه وایانس اسید سالیسیلیک، کلسیم و دما بر ترکیبات فنل دانهال های پسته

منابع تغییرات	درجه ازادی	منابع تغییرات
		فنل کل
اسید سالیسیلیک (SA)	۲	۲۲/۲۱۲**
کلسیم (Ca)	۲	۱۶/۳۲**
دما (T)	۲	۹/۹۹**
SA×Ca	۴	۱/۳۸**
SA×T	۴	۰/۵۸ *
Ca×T	۴	۱/۰۱ **
SA×Ca×T	۸	۰/۴۶*
خطا	۵۴	۰/۲۰
ضریب تغییرات (٪)		۱۰/۱۱

*و** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد و ns تفاوت معنی‌دار وجود ندارد

نتاج تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۵)، که اثرهای ساده سالیسیلیک اسید، کلسیم و دما ، همچنین اثر برهمکنش آنها بر میزان نشت الکترولیت برگ معنی دار بود. همان گونه که در جدول مقایسه میانگین داده ها (جدول ۶) مشاهده می‌شود، کاهش دما از صفر به ۴- درجه سلسیوس موجب افزایش درصد نشت الکترولیت برگ (شاهد) شد و بیشترین درصد نشت الکترولیت در دمای ۴- درجه سلسیوس و کمترین آن در دمای صفر درجه سلسیوس بود. تیمار ۱,۵ میلی مولار سالیسیلیک اسید در دمای ۴- درجه سلسیوس موجب کاهش نشت الکترولیت به میزان۳۰ درصد و همچنین تیمار۳ در هزار کلسیم باعث کاهش۲۱ درصدی نشت الکترولیت در دمای ۴- درجه سلسیوس نسبت به شاهد شد. در حالیکه مصرف توامان بالاترین غلظت های سالیسیلیک اسید و کلسیم موجب کاهش ۴۷ درصدی نشت یونی نسبت به شاهد در دمای ۴- درجه سلسیوس شد.

جدول ۴- مقایسه میانگین برهمکنش اثر سالیسیلیک اسید و غلظت‌هایی مختلف کلسیم بر مقدار فنل کل (میکروگرم بر گرم وزن تر) برگ پسته در شرایط تنش سرمایی

اسید سالیسیلیک(میلی-مولار)	کلسیم (کیلوگرم بر هزار لیتر)	تنش سرمایی (درجه سانتگراد)		
		۰	-۲	-۴
۰	۰	۴۲/۵۶ h-k	۴۶/۰۹ g-i	۵۲/۷۵ de
۰	۳	۳۹/۸۱ jkl	۴۱/۷۸ i-l	۴۴/۸۷ g-j
۰	۶	۳۰/۹۱ n	۳۷/۸۵ klm	۳۹/۳ jkl
۰/۷۵	۰	۴۷/۲۲ rgh	۴۹/۴۵ efg	۵۹/۳ bc
۰/۷۵	۳	۳۶/۶۴ lm	۵۵/۲۵ cd	۶۱/۱۵ b
۰/۷۵	۶	۳۴/۵۳ mn	۴۶/۲۸ ghi	۵۹/۲۸ bc
۱/۵	۰	۴۹/۱۹ efg	۵۲/۳۳ def	۷۵/۰۰ a
۱/۵	۳	۴۹/۵۱ efg	۵۲/۴۷ def	۵۹/۳۶ bc
۱/۵	۶	۴۹/۹۴ h-k	۵۲/۵ de	۶۴/۰ b

میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می باشند از نظر آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری با هم ندارند

جدول ۵- تجزیه واریانس سالیسیلیک اسید، کلسیم و دما بر نشت یونی

منابع تغییرات	درجه ازادی	منابع تغییرات
		نشت یونی
اسید سالیسیلیک (SA)	۲	۱۲۳۵/۴۶**
کلسیم (Ca)	۲	۳۶۵/۳۰**
دما (T)	۲	۱۷۰۷/۹۶**
SA×Ca	۴	۳۴/۴۲*
SA×T	۴	۱۲۴/۳۰ **
Ca×T	۴	۴۹/۸۹ **
SA×Ca×T	۸	۴۹/۹۳**
خطا	۵۴	۱۰/۳۰
ضریب تغییرات (٪)		۶/۵۴

*و** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد و ns تفاوت معنی‌دار وجود ندارد

جدول ۶- مقایسه میانگین برهمکنش اثر اسید سالیسیلیکو غلظت‌هایی مختلف کلسیم بر درصد نشت یونی برگ پسته در شرایط تنش سرمایی

اسید سالیسیلیک(میلی-مولار)	کلسیم (کیلوگرم بر هزار لیتر)	تنش سرمایی (درجه سانتگراد)		
		۰	-۲	-۴
۰	۰	۴۹/۱۹ efg	۵۲/۳۳ def	۷۵/۰۱ a
۰	۳	۴۹/۵۱ efg	۵۲/۴۷ def	۵۹/۳۶ bc
۰	۶	۴۲/۹۴ hijk	۵۲/۵ de	۶۴/۲۷ b
۰/۷۵	۰	۴۷/۲۲ ghi	۴۹/۴۶ efg	۵۹/۳ bc
۰/۷۵	۳	۳۶/۶۴ lm	۵۵/۲۵ cd	۶۱/۱۶ b
۰/۷۵	۶	۳۴/۵۳ mn	۴۶/۲۸ ghi	۵۹/۲۸ bc
۱/۵	۰	۴۲/۵۶ hijk	۴۶/۰۹ ghi	۵۲/۷۵ de
۱/۵	۳	۳۹/۸۶ jkl	۴۱/۷۸ ijkl	۴۴/۸۷ ghij
۱/۵	۶	۳۰/۹۱ n	۳۷/۸۵ klm	۳۹/۹۷ jkl

میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می باشند از نظر آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری با هم ندارند

با توجه به نتایج این پژوهش، کاربرد توأمان سالیسیلیک اسید و کلسیم موجب بهبود پارامترهای فیزیولوژی و کاهش اثرات سرمازدگی گیاه پسته شد.

منابع

Aquino, S. D., A, Palma., F . Fronteddue and M. Tedde. 2004. Effects of preharvest and postharvest calcium treatments on chilling injury and decay of cold stored Fortune 5th International Conference. Postharvest-Veron.

Hayat S, Fariduddin Q, Ali B, Ahmad A (2005) Effect of salicylic acid on growth and enzyme ac-tivities of Wheat seedlings. Acta Agronomi-ca Hungarica. 53, 433–437.

Hoper, L. & Cassidy, A. (2006). A review of the health care potential of bioactive compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86: 1805-1813.

Isfendiyaroglu, M. and E. Zeker. 2002. The relation between phenolic compound and seed dormancy in Pistacia spp. In AKB. E. (ed.). 11 Grema Serr Pistachios and Almond. Chieres optins Mediterraneenes, 56: 232-277.

Korkmaz, A. 2010. Enhancing chilling stress tolerance of pepper seedling by exogenous application of 5-aminolevulinic acid. *Environmental and Experimental Botany* 67: 495-501.

Mahajan, S., and Tutejan, N. 2005. Cold, salinity and drought stresses: An overview. Archives of Biochemistry and Biophysics, 444: 139-158.

Paquin, R. and Lechasseur, P. 1979. Observation sur une method dosage I proline libre dans les extraits de plants, Canadia Journal of Botany, 57: 1851–1854.

Wang, L., Chen, S., Kong, W., Li, S. & Archbold, D.D. (2006) Salicylic acid pretreatment alleviates chilling injury and affects the antioxidant system and heat shock proteins of peaches during cold storage. *Postharvest Biology & Technology*, 41: 244-251.

Effect of Salicylic acid and Calcium on resistance to chilling of pistachios seedlings

F. Yazdanpanah[1], V. Mozafary[2], A. Tajabadipour[3] and M. Hamidpour[4]

MSc. Student and Associate Professors respectively, Department of Soil Sciences, Vali-E-Asr University of Rafsanjan, Iran

Abstract

In order to investigate the effect of salicylic acid and calcium on resistance chilling of pistachio seedlings, cv. Kale-Quchi, a factorial greenhouse experiment was carried out in a completely randomized design with three replications. Treatments consisted of salicylic acid (0, 0.75 and 1.5 µM), Calcium (0, 3 and 6 per thousand) and temperature (0, -2 and -4 °C). The results showed that, reduction of temperature to -2 and -4 °C, leaf electrolyte leakage percentage of seedlings of control increased 6 and 52 percent, respectively. Also reduction of temperature from zero to -4 °C, increased proline concentration and leaf phenolic compounds of pistachio seedlings. Thus it seems that, the combined application of highest concentration of salicylic acid and calcium, decreased electrolyte leakage percentage and increased proline percentage and leaf phenolic compounds of pistachio seedlings compared to the control.

Keywords: Calcium, Frost, Pistachio, Salicylic asid