تاثیر متیل‌جاسمونات و پتاسیم بر مقاومت به سرمازدگی دانهال‌های پسته رقم کله‌قوچی

وحید مظفری[1]، هانیه مسعود پور[2]

[1]دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان، ایران

[2]دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان، ایران

نویسنده مسئول : mozafari@vru.ac.ir

چکیده

به‌منظور ارزیابی اثر متیل‌جاسمونات، پتاسیم و تیمار دما (سرما) بر مقاومت به سرمازدگی دانهال‌های پسته، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل با سه تکرار در گلخانه انجام شد. تیمارها شامل سه سطح متیل‌جاسمونات (۰، ۷۵ و ۱۵۰ میکرومولار)، سه سطح پتاسیم (۰، ۰/۵و ۱ میلی‌مولار از منبع سولفات پتاسیم) و سه سطح دما (۰، ۲-و ۴- درجه‌ی سلسیوس) بودند. نتایج نشان داد که با کاهش دما درصد نشت یونی برگ افزایش یافت، لیکن با کاربرد توأمان متیل‌جاسمونات و پتاسیم (۱۵۰ میکرومولار متیل‌جاسمونات و ۱ میلی‌مولار پتاسیم) نشت یونی به میزان ۴۸، ۳۶ و ۴۵ درصد به ترتیب در دمای صفر، ۲- و ۴- درجه سلسیوس نسبت به شاهد کاهش یافت. هم‌چنین علی‌رغم اینکه در دانهال‌های شاهد در مواجه با کاهش دما (از صفر به ۴- درجه سلسیوس)، غلظت پرولین، قندهای محلول و ترکیبات فنل افزایش یافتند، لیکن با مصرف توأمان ۱۵۰ میکرومولار متیل‌جاسمونات و ۱ میلی‌مولار پتاسیم این افزایش چشم‌گیر تر بود و به ترتیب باعث افزایش ۹۰، ۳۴ و ۳۳ درصدی این پارامترها در دمای ۴- درجه سلسیوس نسبت به شاهد گردید. بر اساس نتایج بدست آمده از این پژوهش مشخص گردید که در شرایط تنش سرمایی، مصرف توأمان متیل‌جاسمونات و پتاسیم از طریق بهبود پارامترهای تنظیم‌کننده‌های اسمزی، باعث کاهش اثرات سرمازدگی دانهال‌های پسته گردید.

واژه‌های کلیدی: پرولین، ترکیبات فنل، نشت یونی

مقدمه

پسته درختی خزان‌دار است و ظهور برگ آن بسته به رقم تقریباً هم زمان با گل‌دهی می‌باشد که در این مرحله گیاه در برابر سرمای بهاره حساس می‌باشد. این مرحله معمولاً در اواخر اسفند تا اوایل اردیبهشت رخ می‌دهد و در صورت وقوع سرما، این محصول خسارت فراوانی را متحمل می‌شود. در میان رقم‌های مختلف پسته، ارقام زودگل مانند رقم کله قوچی بیش‌تر در معرض خطر سرمای دیررس بهاره و خسارات ناشی از آن قرار می‌گیرند.

یکی از روش‌های افزایش تحمل به سرما و یخزدگی در گیاهان استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی از قبیل سالیسیلیک اسید، جاسمونیک اسید و آبسیزیک اسید می‌باشد که عامل مهمی در القاء واکنش‌های حمایتی گیاه در برابر انواع تنش‌ها هستند. متیل‌جاسمونات سبب فعال کردن مکانیسم‌های دفاعی گیاه در واکنش به عوامل بیماری‌زا، آسیب‌های ناشی از حشرات از قبیل زخم‌هایی که ایجاد می‌کنند و تنش‌های محیطی مختلف از قبیل سرما، خشکی و شوری می‌شود (Wasternack, 2002).

ارتباط بین کوددهی و تحمل به سرما در گیاهان تا حدودی پیچیده است. کاربرد متعادل برخی عنصرهای غذایی ضمن افزایش ذخیره‌های کربوهیدراتی، باعث بهبود تحمل به دماهای پایین در گیاه نیز می شود. پتاسیم فراوان‌ترین کاتیون معدنی در گیاهان است که نقش کلیدی دربسیاری ازجنبه‌های سوخت و سازی ازقبیل فتوسنتز،پروتئین وقند،

فعال سازی بیش از ۶۰ نوع آنزیم،تنظیم پتانسیل اسمزی، تنظیم روزنه ها وتشکیل آوند آبکش دارد (cheng *et al.*, 2004).

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی اثر متیل‌جاسمونات، پتاسیم و تیمار دما (سرما) و هم‌چنین برهم‌کنش آنها بر دانهال‌های پسته رقم کله‌قوچی، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار، در گلخانه دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان انجام گرفت. تیمارها شامل متیل‌جاسمونات (۰، ۷۵ و ۱۵۰ میکرومولار)؛ پتاسیم (۰، ۰/۵و ۱ میلی‌مولار از منبع سولفات پتاسیم) و دما (۰، ۲- و ۴- درجه‌ی سلسیوس) بود. چهار بذر جوانه زده شده(رقم کله‌قوچی) در عمق دو سانتی‌متری کشت گردید. آبیاری دانهال‌ها تا هفته‌ی چهارم بعد از کشت با آب مقطر و از هفته‌ی چهارم به بعد با محلول هوگلند تصحیح شده انجام گرفت. اعمال تیمار پتاسیم نیز بر اساس محلول هوگلند تصحیح شده انجام شد. زمانی که دانهال‌ها به مرحله‌ی ۶ تا ۸ برگی رسیدند گلدان‌های تحت تیمار در دو نوبت و با فاصله‌ی ۳ روز با متیل‌جاسمونات محلول‌پاشی گردیدند. سپس ۳ روز بعد از محلول‌پاشی دوم، دانهال‌ها جهت سرمادهی داخل Chamber Growth قرار گرفتند. پس از پایان آزمایش، از برگ‌های بالغ و کامل توسعه یافته‌ی دانهال‌ها نمونه‌برداری و به آزمایشگاه منتقل شد. به منظور اندازه‌گیری درصد نشت یونی برگ از روش (Lutts *et al.*, 1996)، برای استخراج پرولین از روش (Paquin and Lechasseur, 1979)، قندهای محلول از روش (Irigoyen et al., 1992) و ترکیبات فنلی از روش (Isfendiyaroglu and Zeker, 2002) استفاده شد.

نتایج و بحث

همان‌گونه که در جدول مقایسه میانگین‌ها مشاهده می‌شود (جدول ۱)، کاهش دما از صفر به ۴- درجه سلسیوس موجب افزایش معنی‌دار در میزان نشت یونی برگ در تیمار شاهد شد. به گونه‌ای که بیش‌ترین درصد نشت یونی در دمای ۴- و کم‌ترین آن در دمای صفر درجه سلسیوس رخ داد. بدین صورت که با کاهش دما به ۲- و ۴- درجه‌ی سلسیوس، درصد نشت یونی برگ دانهال‌های تیمار شاهد به ترتیب با افزایش ۱۷ و ۶۳ درصدی مواجه شدند، در حالی‌که با کاربرد متیل‌جاسمونات و پتاسیم، به‌ویژه در غلظت‌های ۱۵۰ میکرومولار متیل‌جاسمونات و ۰/۵ میلی‌مولار پتاسیم، نشت یونی فقط به ترتیب ۱۴ و ۳۷ درصد افزایش پیدا کرد. به عبارت دیگر، نزدیک به ۵۰ درصد از نشت یونی جلوگیری به‌عمل آمد.کم‌تر بودن درصد نشت یونی در دانهال‌های تیمار شده با متیل‌جاسمونات و سولفات پتاسیم نسبت به تیمار شاهد، نشان‌دهنده‌ی آسیب کم‌تر غشای سلولی و یا افزایش سطح فعالیت متابولیکی سلول می‌باشد. گیاه آثار مخرب تنش را با افزایش متابولیسم و تنظیم پتانسیل اسمزی از طریق تجمع مواد معدنی به ویژه یون پتاسیم در سلول‌های خود کاهش می‌دهد و فشار تورژسانس سلول خود را تنظیم می‌کند.

جدول۱- مقایسه میانگین برهمکنش اثر متیل جاسمونات و پتاسیم بر مقدار نشت یونی (درصد) برگ دانهال‌های پسته در شرایط تنش سرمایی.

متیل جاسمونات (میکرومولار) Methyl Jasmonate (µM)	پتاسیم (میلی‌مولار) Potassium (mM)	تنش سرمایی (درجه سلسیوس) Chilling (° C)		
		0	-2	-4
0	0	37/3^{hi}	43/7^{cd}	60/7^{a}
0	0/5	36/7^{ijk}	40/7^{d-g}	46/7^{b}
0	1	36/5^{ij}	39/5^{gh}	45/3^{bc}
75	0	35/4^{i-l}	40/7^{d-g}	44/3^{bc}
75	0/5	32/9^{k-n}	38/0^{d-i}	43/4^{c-e}
75	1	32/2^{mn}	35/7^{i-k}	40/4^{fg}
150	0	34/3^{j-m}	32/7^{l-n}	42/6^{c-f}
150	0/5	26/9^{p}	30/6no	37/3^{h-j}
150	1	19.3^{q}	28/0^{op}	33/1^{k-n}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف یا ستون در سطح ۵ درصد آزمون دانکن، تفاوت معنی‌داری ندارند.

تنظیم کننده‌های اسمزی

پرولین برگ

همان‌گونه که در جدول مقایسه میانگین‌ها مشاهده می‌شود (جدول ۲)، با کاهش دما از صفر به ۴- درجه سلسیوس محتوای پرولین برگ روند افزایشی حدود ۳۰ درصدی را نشان می‌دهد. این درحالی است که با مصرف پتاسیم به‌تنهایی، دانهال‌ها افزایش معنی‌داری در محتوای پرولین برگ تجربه کردند. به‌گونه‌ای‌که با مصرف یک میلی‌مولار پتاسیم افزایش ۱۶، ۲۱ و ۴۵/۵ درصد این پارامتر نسبت به تیمارهای شاهد به ترتیب در دمای صفر، ۲- و ۴- درجه سلسیوس مشاهده گردید. با این حال بیش‌ترین غلظت پرولین در بالاترین میزان مصرف متیل‌جاسمونات و پتاسیم به دست آمد و نسبت به شاهد از رشد ۷۵، ۸۱ و ۹۰ درصدی به ترتیب در دمای صفر، ۲- و ۴- درجه سلسیوس برخوردار شد. محققین گزارش کردند، غلظت پرولین در برگ و ساقه‌ی گیاهان فلفل تحت شرایط تنش سرما، روند افزایشی داشته و بین مقاومت به سرما و افزایش محتوای پرولین در ساقه و برگ فلفل، رابطه‌ی مستقیمی وجود داشت (Koc *et al*., 2010). محققین اعلام کردند که عنصر پتاسیم در زمان تنش‌های محیطی سبب افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان شده و از این راه، سبب کاهش رادیکال‌های آزاد تولید شده در شرایط تنش می‌گردد (Soleimanzadeh *et al*., 2010).

جدول ۲- مقایسه میانگین برهمکنش اثر متیل جاسمونات و پتاسیم بر غلظت پرولین (میکروگرم بر گرم وزن تر) برگ دانهال‌های پسته در شرایط تنش سرمایی.

متیل‌جاسمونات (میکرومولار)	پتاسیم (میلی‌مول)	تنش سرمایی (درجه سلسیوس)		
		0	-2	-4
0	0	32/23 ^{p}	39/48 ^{lm}	41/57 ^{l}
0	0/5	35/80 ^{no}	42/07 ^{l}	54/95 ^{fg}
0	1	37/52 ^{mn}	47/91 ^{jk}	60/48 ^{e}
75	0	33/10 ^{op}	40/77 ^{lm}	52/30 ^{ij}
75	0/5	36/80 ^{no}	45/23 ^{k}	55/79 ^{f}
75	1	49/26 ^{ij}	52/52 ^{gh}	61/00 ^{de}
150	0	37/55 ^{mn}	52/91 ^{gh}	56/46 ^{f}
150	0/5	41/00 ^{l}	63/33 ^{cd}	66/37 ^{c}
150	1	56/67 ^{f}	71/67 ^{b}	79/00 ^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف یا ستون در سطح ۵ درصد آزمون دانکن، تفاوت معنی‌داری ندارند.

قندهای محلول

با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول شماره ۳) هنگامی‌که تنش سرما اعمال شد، بدون مصرف پتاسیم و متیل‌جاسمونات، افزایشی در غلظت قندهای محلول مشاهده شد به گونه‌ای‌که از صفر به ۴- درجه سلسیوس، مقدار قندهای محلول بیش‌تر از ۵۵٪ افزایش حاصل نمود. با مصرف ۰/۵ میلی‌مولار پتاسیم بدون مصرف متیل‌جاسمونات،این افزایش به ۷۳٪ رسید. با این‌حال با مصرف توأمان ۱۵۰ میکرومولار متیل‌جاسمونات و ۱ میلی‌مولار پتاسیم غلظت قندهای محلول از ۷۳۶ به ۱۲۰۱ میکروگرم بر گرم وزن تر می‌رسد، به عبارت دیگر افزایش ۶۳ درصدی را به دنبال داشت.

جدول ۳- مقایسه میانگین برهمکنش اثر متیل جاسمونات و پتاسیم بر غلظت قندهای محلول (میکروگرم بر گرم وزن تر) برگ دانهال‌های پسته در شرایط تنش سرمایی

متیل‌جاسمونات (میکرومولار)	پتاسیم (میلی‌مولار)	تنش سرمایی (درجه سلسیوس)		
		0	-2	-4
0	0	578 ^{s}	616 ^{r}	896 ^{j}
0	0/5	583 ^{s}	634 ^{q}	932 ^{i}
0	1	637 ^{q}	896 ^{j}	999 ^{f}
75	0	628 ^{rq}	794 ^{m}	995 ^{f}
75	0/5	619 ^{qr}	830 ^{l}	1043 ^{e}
75	1	673 ^{p}	852 ^{k}	1090 ^{d}
150	0	611 ^{r}	683 ^{p}	955 ^{h}
150	0/5	732 ^{o}	910 ^{j}	1172 ^{b}
150	1	736 ^{o}	974 ^{g}	1201 ^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف یا ستون در سطح ۵ درصد آزمون دانکن، تفاوت معنی‌داری ندارند.

پژوهشگران دریافتند که عنصر پتاسیم منجر به باز شدن روزنه‌ها و در نتیجه افزایش فتوسنتز در گیاه می‌شود و بدین ترتیب احتمالاً موجب افزایش مواد قندی در برگ و به تبع آن در اندام‌های گیاهی می‌گردد. پتاسیم با افزایش کربوهیدرات‌های محلول، پتانسیل اسمزی را بالا برده و منجر به پایین آوردن نقطه انجماد می‌شود و سلول را در برابر دهیدراسیون محافظت می‌کند. نتایج محققین با نتایج بدست آمده در مورد اثر مثبت پتاسیم بر افزایش مقاومت به سرما و رابطه آن با تجمع کربوهیدرات مطابقت دارد (Slavcheva and Encheva, 2004).

ترکیبات فنلی

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها (جدول شماره ۴)، در پایان تیمار سرمادهی نشان داد که با کاهش دما از صفر به ۴- درجه سلسیوس محتوای ترکیبات فنلی روند افزایشی داشته و به میزان ۱۵ درصد مقدار فنل کل نسبت به دانهال‌های شاهد افزایش یافت. این در حالی است که مصرف ۱ میلی‌مولار پتاسیم به‌تنهایی این افزایش به ۲۱ درصد رسید. هم‌چنین مصرف ۷۵ میکرومولار متیل‌جاسمونات نیز به تنهایی، در تیمار دمایی ۴- درجه سلسیوس موجب افزایش این پارامتر به میزان ۳۲ درصد نسبت به دانهال‌های شاهد گردید. با این وجود بیش‌ترین غلظت ترکیبات فنل مربوط به مصرف توأمان این دو تیمار در بالاترین سطوح موجود (۱۵۰ میکرومولار متیل‌جاسمونات و ۱میلی‌مولار پتاسیم) شد و سبب افزایش ۳۳ درصدی این پارامتر گردید.

تجمع ترکیبات فنولی یکی از راهکارهای سازگاری به سرما می‌باشد. این ترکیبات رابطه‌ی مثبتی با ظرفیت آنتی اکسیدانی گیاه دارند. افزایش ترکیبات فنولی طی مرحلهٔ سازگاری با سرما، درپسته (Pakkish *et al*., 2009) و سیب (Huang and Wang, 1982) مشاهده شده است.

جدول ۴- مقایسه میانگین برهمکنش اثر متیل جاسمونات و پتاسیم بر غلظت فنل کل (میکروگرم بر گرم وزن تازه) برگ دانهال‌های پسته در شرایط تنش سرمایی.

متیل‌جاسمونات (میکرومولار) **Methyl**	پتاسیم (میلی‌مولار)	تنش سرمایی (درجه سلسیوس)		
		0	-2	-4
0	0	315 ^{hi}	285 ^{ghi}	364 $^{b-f}$
0	0/5	327 ^{ghi}	344 ^{fgh}	392 $^{b-f}$
0	1	333 ^{ghi}	348 ^{fgh}	405 $^{d-h}$
75	0	315 ^{hi}	333 ^{ghi}	416 ^{bcd}
75	0/5	336 ^{ghi}	350 ^{fgh}	417 ^{bcd}
75	1	343 ^{fgh}	357 ^{efgh}	423 ^{b}
150	0	324 ^{ghi}	346 ^{fgh}	418 ^{bc}
150	0/5	340 ^{fgh}	355 ^{efgh}	428 ^{b}
150	1	355 $^{c-g}$	369 $^{c-g}$	483 ^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف یا ستون در سطح ۵ درصد آزمون دانکن، تفاوت معنی‌داری ندارند.

منابع

Cheng, L., Fuchigami. L.H., and Ranwala. D. 2004. Nitrogen storage and its interaction with carbohydrates of

Huang, Y., Wang, Z. 1982. Cytological determination of cold resistance in fruit trees (Malus). Acta Horticulture, 9: 23-30.

Irigoyen, J., Einerich, D., Sanchez-Diaz, M. 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa plants.Journal of Physiologia Plantarum, 84: 55-60.

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

Koc, E., Islek, C., Ustun, A.S. 2010. Effect of cold on protein, proline, phenolic compounds and chlorophyll content of two pepper (Capsicum annuum L.) varieties. Journal of Science, 23:1-6.

Lutts, S., Kinet J., Bouharmont, J. 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice (Oryza sativa L.) cultivars differing in salinity resistance.Journal of Annals of Botany, 78: 389-398.

Pakkish, Z., Rahemi, M., Baghizadeh, A. 2009. Seasonal changes of peroxidase, polyphenol oxidase enzyme activity and phenol content during and after rest in pistachio (*Pistacia vera* L.) Flower Buds. World Applied Sciences, 6(9): 1193-1199.

Paquin R., Lechasserur, P. 1979. Observations sur une method de dosage de la proline liber dans les extraits de plantes. Journal of Botany, 57:1851-1854.

Slavcheva, T., Encheva, H. 2004. "Influence of potassium fertilizing on the cold resistance of grapevine". Lozarstvo I Vinnarstvo, 5: 38-42.

Soleimanzadeh, H., Habibi, D., Ardakani, M.R., Paknejad, F., Rejali, F. 2010. Response of sunflower (Helianthus Annuus L.) to drought stress under different potassium levels. World Applied Sciences Journal, 8: 443-448.

The effect of Methyl jasmonate and potassium on resistance induction to chilling of pistachios seedlings of Kaleghochi cultivar

Vahid Mozafari[1*], Haniye Masoudpoor[2]

[1]Associate Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Iran

[2]Former M.Sc. Student, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Iran

[*]Corresponding Author Email: mozafari@vru.ac.ir

Abstract

In order to investigate the effects of methyl jasmonate, potassium and temperature treatment (cold) on resistance to chilling of pistachios seedlings, a factorial greenhouse experiment was carried out in a completely randomized design with three replications. Treatments consisted of three levels of methyl jasmonate (0, 75 and 150 µM), three levels of potassium (0, 0.5 and 1mM of potassium sulfate source) and three levels of temperature (0,-2 and -4 °C). The results showed that, leaf electrolyte leakage percentage increased with decreasing temperature, but with combined application of methyl jasmonate and potassium (150µM methyl jasmonate and 1mM potassium), electrolyte leakage decreased by 48, 36 and 45% at 0, -2 and -4 °C, respectively. Also, although in control seedlings, with decreasing temperature (from zero to -4 °C), the concentration of proline, soluble sugars and phenolic compounds increased, but with combined application of 150 µM methyl jasmonate and 1 mM potassium, this increase was more significant and increased these parameters at -4 °C by 90, 34 and 33 percent compared to control, respectively. Based on the results of this study, it was found that in chilling conditions, the combined application of Methyl jasmonate and potassium by improving photosynthetic and osmotic regulators parameters decreased the effects of chilling of pistachios seedlings.

Keywords: electrolyte leakage, Phenolic compounds, Proline