اثر اسید جاسمونیک بر ویژگی‌های رشدی و میزان تنظیم‌کننده‌های اسمزی دانهال‌های پسته تحت تنش خشکی

اسماء عباسی کاشانی [1*]، محمدحسین شمشیری [2]، محمدرضا حسنی [1]، مسعود فتاحی [1]
۱- دانشجویان کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشگاه ولی‌عصر (عج)، رفسنجان. ۲- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه ولی‌عصر (عج)، رفسنجان.

چکیده

به‌منظور بررسی اثر اسیدجاسمونیک بر جنبه‌های مختلف رشد و تغییرات میزان تنظیم‌کننده‌های اسمزی در دانهال‌های پسته رقم قزوینی تحت تنش خشکی، آزمایش گلخانه‌ای با دو فاکتور شامل اسیدجاسمونیک (غلظت صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار) و سطوح مختلف خشکی (دور آبیاری یک روز به عنوان شاهد، ۳، ۶ و ۱۰ روز در میان) با سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. نتایج این پژوهش نشان داد که پس از ۷۰ روز اعمال تیمار خشکی، خصوصیات رویشی دانهال‌ها از قبیل سطح برگ، قطر ساقه و حجم سیستم ریشه‌ای با افزایش شدت تنش به طور معنی‌داری کاهش یافتند. با افزایش سطوح خشکی، تنظیم‌کننده‌های اسمزی از جمله ترکیبات فنولی و محتوای اسیدهای آمینه آزاد روند صعودی نشان دادند. کاربرد اسیدجاسمونیک نیز منجر به کاهش سطح برگ و افزایش حجم سیستم ریشه‌ای و میزان مواد فنولی دانهال‌های تحت تنش گردید.

واژگان کلیدی: اسیدجاسمونیک، پسته، تنش خشکی

مقدمه

پسته به عنوان یک محصول استراتژیک جایگاه خاصی را در بین تولیدات کشاورزی دارا می‌باشد. این محصول بخش عمده‌ای از صادرات غیر نفتی را تشکیل می‌دهد. سطح زیر کشت پسته در ایران در سال ۱۳۸۷ حدود ۴۳۱ هزار هکتار بوده که ۸۸ درصد آن درختان بارور و ۱۲ درصد بقیه غیر بارور بوده است (Office of Statistics and Information Technology Ministry of Agriculture, 2010). تنش به عنوان کاهش رشد کمی یا کیفی یک گیاه خاص تعریف می‌شود که در اثر تغییرات خارج از دامنه مطلوب عوامل محیطی ایجاد شده است. (Levitt *et al*., 1980). رفتار گیاه در برابر تنش خشکی را می‌توان با سه سازوکار اجتناب از کمبود آب، تطابق رشد (فرار از خشکی) و تحمل تنش تقسیم کرد (Vafabakhsh *et al*., 2009). بعضی گیاهان با تکمیل دوره زندگی خود قبل از کاهش رطوبت خاک و عبور سریع از مرحله رویشی به زایشی و در نتیجه تشکیل سریعتر میوه، از خشکی فرار می‌کنند و برخی دیگر از راه ایجاد ریشه انبوه و عمیق، کاهش رشد شاخه‌ها وکاهش سطح برگ با تنش مقابله می‌کنند. در گروه دیگری از گیاهان سازوکارهای مولکولی و افزایش سنتز برخی از پلی‌پپتیدها که در کاهش پتانسیل اسمزی نقش دارند، تحمل به خشکی رخ می‌دهد(Jafaryeh Yazdi *et al*., 2006). جاسمونات‌ها در طیف وسیعی از واکنش‌های فیزیولوژیکی و نموی گیاه اثر گذاشته و در پاسخ به تنش‌های زنده و غیرزنده عمل می‌کنند (Wasternack *et al*., 2007). اثرات جاسمونات‌ها در گیاه شامل اثرات بازدارندگی بر رشد ساقه و رشد طولی ریشه (Rohwer and Erwin, 2008) و اثرات القایی بر تشکیل ریشه‌های نابه‌جا (Zhang *et al*., 2006) و تحریک سیستم‌های دفاعی گیاه (سیستم‌های آنزیمی یا بازدارنده‌ها) (Rohwer and Erwin, 2008) می‌باشد. با توجه به نقش اسیدجاسمونیک در ایجاد مقاومت به خشکی در گیاهان تحت تنش، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر اسیدجاسمونیک بر رشد و میزان تنظیم‌کننده‌های اسمزی دانهال‌های پسته رقم قزوینی تحت تنش خشکی انجام شد و میزان افزایش مقاومت گیاه به خشکی و بهبود برخی از پارامترهای رویشی و فیزیولوژیکی دانهال‌ها تحت تنش اندازه‌گیری گردید.

مواد و روش‌ها

تهیه خاک و کشت پسته: خاک مورد استفاده در این آزمایش با نسبت ۲:۱ خاک مزرعه و ماسه بود که قبل از استفاده به مدت یک ساعت در دمای ۱۲۱ درجه سانتیگراد و فشار ۱۵ اتمسفر اتوکلاو شد. در این آزمایش از بذر پسته رقم قزوینی استفاده شد که پس از پوست‌گیری، ضدعفونی با هیپوکلریت سدیم ۱۰٪ و جوانه‌زنی کشت گردید.

تیمار خشکی و اسیدجاسمونیک: ۴ ماه پس از کاشت، تیمار خشکی در چهار سطح به صورت دور آبیاری یک روز به عنوان شاهد، ۳، ۶ و ۱۰ روز در میان، در حد ظرفیت زراعی به مدت ۷۰ روز اعمال گردید تیمار اسیدجاسمونیک نیز با غلظت‌های صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار به‌صورت محلول‌پاشی برگی و هم‌زمان با شروع تیمار خشکی در سه نوبت، با فاصله هر سه هفته یکبار انجام گردید.

اندازه‌گیری پارامترها: در پایان آزمایش، پارامترهای رویشی شامل سطح برگ (توسط دستگاه سنجش سطح برگ بر حسب سانی‌متر مربع)، قطر ساقه (با استفاده از کولیس بر حسب میلی‌متر) و حجم سیستم ریشه‌ای (از طریق تغییر حجم آب در استوانه مدرج) اندازه‌گیری شد. تنظیم‌کننده‌های اسمزی از قبیل ترکیبات فنولی با استفاده از روش اسفندیارلو[1] (۲۰۰۲) و محتوای اسیدهای آمینه آزاد توسط روش مور و استین[2] (۱۹۴۸) اندازه‌گیری شد.

طرح آزمایشی و تجزیه و تحلیل آماری: این آزمایش به صورت فاکتوریل با دو فاکتور (اسیدجاسمونیک و خشکی) در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTAT-C انجام و مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد محاسبه گردید و نمودارها با نرم‌افزار Excel ترسیم شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (۱) نشان می‌دهد که برخی از ویژگی‌های رشدی اندازه‌گیری شده در این آزمایش از قبیل سطح برگ، قطر ساقه و حجم سیستم ریشه‌ای تحت تأثیر تیمارهای اسیدجاسمونیک و تنش خشکی قرار گرفته و اختلافات از نظر آماری در سطح ۱ و ۵ درصد معنی‌دار گردید. با توجه به نتایج موجود در شکل (۱) با افزایش سطوح خشکی، رشد رویشی دانهال‌ها کاهش یافت به‌طور مثال با افزایش شدت تنش کمترین قطر ساقه در دور آبیاری ۱۰ روز در میان مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد ۶/۳ درصد کاهش داشت. اثر متقابل اسیدجاسمونیک و خشکی نیز بر سطح برگ و حجم سیستم ریشه‌ای دانهال‌ها معنی‌دار بود به‌طوری‌که کاربرد اسیدجاسمونیک منجر به کاهش سطح برگ و افزایش حجم سیستم ریشه‌ای دانهال‌های تحت تنش گردید. با توجه به نتایج بیشترین حجم سیستم ریشه‌ای (۵ میلی‌متر مکعب) در تیمار اسیدجاسمونیک با غلظت ۱۰۰ میکرومولار و با دور آبیاری ۳ روز در میان مشاهده شد و نسبت به شاهد ۷۱/۴ درصد افزایش داشت در حالی‌که کمترین حجم سیستم ریشه‌ای در تیمار شاهد مشاهده شد. کمترین سطح برگ نیز در غلظت ۱۰۰ میکرومولار اسیدجاسمونیک و با دور آبیاری ۱۰ روز در میان مشاهده شد که این سطح نسبت به شاهد ۵۰/۲ درصد کاهش نشان داد. تنش خشکی یکی از مهمترین تنش‌های غیر زنده است که از طریق کاهش فشار تورژسانس، بسته شدن روزنه‌ها در اثر ساخته شدن اسیدآبسیزیک و کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به‌صورت کاهش رشد و توسعه گیاهان نمایان می‌شود و با تشدید تنش، مرگ گیاه را در پی دارد (Amarjit *et al*., 2005). در شرایط تنش خشکی به‌دلیل کاهش پتانسیل آب بافت‌های مریستمی، فشار تورژسانس مورد نیاز برای بزرگ شدن سلول کافی نبوده که این مسئله می‌تواند به کاهش سنتز دیواره سلولی و طویل نشدن سلول‌ها منجر گردد و در نهایت سطح برگ و قطر گیاه کاهش می‌یابد (Kuchaki and Sarmadnia, 2005). Laribi *et al*., 2009 ضمن تحقیق بر روی گیاه زیره گزارش کردند که با افزایش محدودیت آب، رشد گیاه، وزن کل گیاه و عملکرد به‌طور

[1] Isfendiyarolu
[2] Moore and Stein

معنی‌داری کاهش یافت. نتایج مشابهی در پونه و رزماری (Delfine *et al*., 2005)، آویشن (Dunford *et al*., 2005) و پسته (Bagheri *et al*., 2011) گزارش شده است. اسیدجاسمونیک بر تقسیم سلولی و اندازه سلول اثر گذاشته و سبب کاهش فعالیت مریستمی می‌گردد و از این طریق ممکن است باعث کاهش سطح برگ و قطر ساقه شده باشد (Swiateck *et al*., 2003). افزایش حجم سیستم ریشه‌ای نیز ممکن است به‌دلیل اثر اسیدجاسمونیک بر ممانعت از رشد طولی ریشه و تحریک ریشه‌دهی فرعی باشد (Zhang *et al*., 2006).

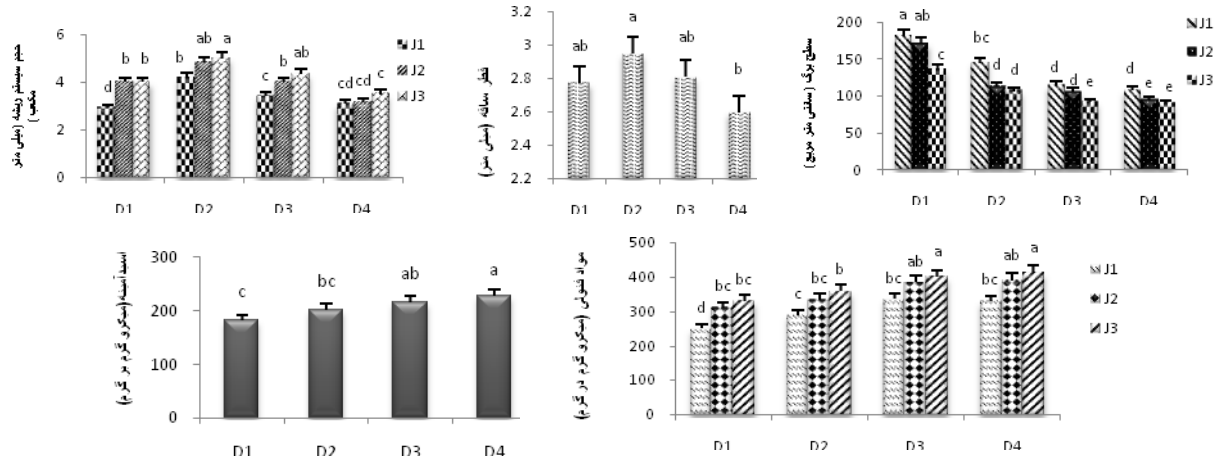
جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس مربوط به پارامترهای رشدی و تنظیم‌کننده‌های اسمزی دانهال‌های پسته رقم قزوینی تحت تنش خشکی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین		مربعات		
		سطح برگ	قطر ساقه	حجم ریشه	سیستم	ترکیبات فنولی	اسیدهای آمینه
اسیدجاسمونیک	۲	۸۴/۳۳ ns	۰/۱۲۰ ns	۰/۰۴۲ ns	۱۱۵۱۷/۷۰۲ ***	۱۱۱/۹۸۳ ns
خشکی	۳	۱۴۵۰۹/۵۷ ***	۰/۳۷۷ *	۶/۷۱۸ ***	۴۷۰۶/۷۹۷ *	۷۲۲۳/۸۱۸ ***
اسیدجاسمونیک × خشکی	۶	۲۸۳۸/۲۹ ***	۰/۱۳۲ ns	۱/۷۱۸ *	۱۱۳۳/۴۷۰ ns	۵۳/۹۹۲ ns
خطا	۲۴	۵۸۶/۰۳	۰/۰۲۵	۰/۷۳۳	۱۳۴۳/۴۰۱	۹۸۳/۰۳۸
CV		۱۰/۰۴	۱۱/۲۴	۱۲/۰۹	۹/۹۱	۵/۱۵

ns غیر معنی‌دار، *، **، *** به ترتیب در سطح ۰/۰۵، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱ معنی‌دار می‌باشد.

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (۱)، اثر تیمارهای اسیدجاسمونیک و خشکی بر میزان تنظیم‌کننده‌های اسمزی از جمله ترکیبات فنولی و محتوای اسیدهای آمینه آزاد برگ دانهال‌های پسته رقم قزوینی از نظر آماری معنی‌دار شد. نتایج موجود در شکل (۱) نشان می‌دهد که با افزایش سطوح خشکی و اسیدجاسمونیک میزان فنول دانهال‌ها افزایش یافت به‌طوری‌که بیشترین میزان آن در شدیدترین سطح تنش و غلظت ۱۰۰ میکرومولار اسیدجاسمونیک بود. همچنین با افزایش سطوح خشکی میزان اسیدهای آمینه آزاد دانهال‌های پسته روند صعودی داشتند به‌طوری‌که شدیدترین سطح تنش نسبت به شاهد ۲۵/۸ درصد افزایش نشان داد.

ترکیبات فنولی سال‌هاست که به عنوان اجزای سازنده گیاهان شناخته شده و وظایف بسیاری به آن‌ها نسبت داده شده است. در شرایط تنش خشکی نیز فعالیت آنتی اکسیدانتی فنول‌ها توسط ممانعت کننده‌های فنول اکسیداز و در پی آن احیای منابع فنولی در گیاه بهبود می‌یابد. تغییر فعالیت ترکیبات فنولی مربوط به تأثیر عامل تنش‌زا بر فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز (یک آنزیم کلیدی در بیوسنتز فنول‌ها) می‌باشد(Sofo *et al*., 2004). گزارش شده که ممکن است نقش متیل جاسمونات در حفاظت از سلول‌های گیاهی در برابر تنش‌های محیطی، بواسطه نقش آن در بیان ژن‌های ویژه باشد. بیان شده است که یک همبستگی مثبت بین کاربرد متیل جاسمونات و افزایش در فعالیت فنیل آلانین آمونیالیاز و لیپوکسیژناز وجود دارد که همزمان منجر به افزایش تجمع فنول‌های کل شده و نقش مهمی در فعال کردن مکانیسم‌ها در برابر تنش بازی می‌کنند (Gonzalez *et al*., 2004). یکی از مکانیسم‌های ایجاد مقاومت به تنش در گیاهان، تجزیه پروتئین‌ها و در نتیجه افزایش اسیدهای آمینه و آمیدها می‌باشد (Bray, 1997). در پژوهش حاضر، با افزایش سطوح خشکی محتوای اسیدهای آمینه آزاد در برگ‌های دانهال‌های پسته تحت تنش خشکی احتمالاً در اثر تجزیه پروتئین‌ها، افزایش نشان داد.



شکل ۱- مقایسه میانگین تیمارهای اسیدجاسمونیک و خشکی بر پارامترهای رشدی و تنظیم‌کننده‌های اسمزی دانهال‌های پسته. D_1، D_2، D_3 و D_4 دور آبیاری ۱، ۳، ۶ و ۱۰ روز در میان. J_1، J_2 و J_3 غلظت ۰، ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار اسیدجاسمونیک. شاخص بالای هر ستون نشان‌دهنده خطای استاندارد (±SE) می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، با افزایش شدت تنش از میزان پارامترهای رویشی کاسته شد و تنظیم‌کننده‌های اسمزی تحت تنش افزایش نشان دادند. کاربرد اسیدجاسمونیک نیز احتمالاً از طریق کاهش رشد رویشی و همچنین افزایش تنظیم‌کننده‌های اسمزی از جمله ترکیبات فنولی برگ‌های گیاهان تحت تنش، مقاومت نسبی را در گیاهان در معرض خشکی ایجاد نمود.

References

Amrijit, K. N., Kumari, S. and Sharma, D. R. 2005. In vitro selection and characterization of water stress tolerance culture of bell pepper. Indian Journal of Plant Physiology, 10:14-19.

Bagheri, V., Shamshiri, M. H., Shirani, H. and Roosta, H. R. 2011. Effect of mycorrhizal inoculation on ecophysiological responses of pistachio plants grown under different water regimes. Photsynthetica, 49 (4): 531-538.

Bray, E. A. 1997. Plant responses to water deficit. Trends in Plant Science, 2: 48-54.

Delfine, S., Loreto, F., Pinelli, P. and Alvino, A. 2005. Isoprenoids content and photosynthetic limitations in rosemary and spearmint plants under water stress. Agriculture ecosystem and environment, 106: 243-252.

Dunford, N. and Vasquez, R. 2005. effects of water stress on plants growth and carvacrol concentrations in Mexican oregano under controlled conditions. Journal of applied agriculture, 7: 20-22.

Gonzalez, G., Tizand o, M., Zavalanta, R. and Martinez, M. 2004. Methyl jasmonate reduce chilling injury of guava fruits. Biochemical and Biophysical Research Communications, 313: 694-701.

Jafaryeh Yazdi, A., Majd, A., Fallahian, f., Brnad, f., and Javydfar, f. 2006. Effect of drought stress and exogenous abscisic acid on the reproductive meristem, pollen grains, morphological traits, yield and yield components of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Iranian Journal of Biology, 19 (2): 135-125. (In Farsi).

Kuchaki A. and Srmdnya, Gh. 2005. Crop Physiology. Jahad University Press, Ferdowsi University of Mashhad,. (In Farsi).

Laribi, B., Bettaieb, I., Kouki. K., Sahli, A., Mougou, A. and Marzouk, B. 2009. Water deficit effects on caraway (*Carum carvi* L.) growth, essential oil and fatty acid composition. Industrial Crops and Products, 30: 372-379.

Levitt, J. 1980. Stress terminology. In: Tuner P. J. Kramer (eds.) Adaptation of plants to water stress. Willy, New York. 437-439.

Office of Statistics and Information Technology Ministry of Agriculture. 2003. The results of the survey sample design, garden products since 1387. Ministry of Agriculture, Department of Planning and Economic Affairs, Office of Statistics and Information Technology, Tehran. (In Farsi).

Rohwer, C. L. and Erwin, J. E. 2008. Horticultural applications of jasmonates: Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 83(3): 283-304.

Swiatek, A., Azmi, A., Witters, E. and Van onckelen, H. 2003. stress messengers Jasmonic acid and Abscisic acid negatively regulate plant cell cycle. Plant physiology, 172-178.

Vafabakhsh, J., Nasiri, M., Kuchaki, A. and Azizi, M. 2009. Effect of drought stress on water use efficiency and yield of rapeseed. Journal of Agricultural Research, 7 (1): 292-285. (In Farsi).

Wasternack, C. 2007. Jasmonates : An update on biosynthesis, signal transduction and action in plant stress response, growth and development. Annals of Botany, doi: 1090-1093.

Zhang, Z., Zhou, W., Li, H., Zhang, G. ,Subrhamaniyan, K. and Yu, J. Q. 2006. Effect of jasmonic acid on in vitro explant growth and microtuberization in potato. Biologia Plantarum, 50: 453–456.

The Effect of Jasmonic Acid on Growth Characteristics and Osmotic Regulators of Pistachio Seedlings under Drought Stress

A. Abbasi Kashani [1 *], M. H. Shamshiri [2], M. R. Hasani [1] and M. Fatahi [1]

1- Dept. of Horticultural Science, Vali-Asr University, Rafsanjan

2- Dept. of Horticultural Science, Vali-Asr University, Rafsanjan

Abstract

To study the effects of jasmonic acid on the different growth aspects and osmotics regulators of Qazvini pistachio seedlings under drought stress, a greenhouse experiment was conducted with two factors including jasmonic acid (0, 50 and 100 µM) and different levels of drought (stress with 1, 3, 6 and 10 days interval) in a completely randomized design with three replications. The results showed that after 70 days of drought treatments, growth characteristics of seedlings such as the leaf area, stem diameter and root system volume significantly were reduced when stress levels were increased. With increased levels of stress, osmotic regulators, including phenolic compounds and free amino acid content showed a positive trend. Jasmonic acid application led to a reduction in leaf area and increased root system volume and the amount of phenolic material.

Keywords: drought stress, Jasmonic acid, pistachio.