اثر جاسمونیک اسید و پاکلوبوترازول بر میزان آب نسبی برگ، کلروفیل نسبی برگ و فلورسنس کلروفیل دانهال های بادام تحت شرایط تنش خشکی

محمد مردانی*[۱] ، بهرام بانی نسب[۲] ، سیروس قبادی[۳] ، مهدی قیصری[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشگاه صنعتی، اصفهان. ۲- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه صنعتی، اصفهان. ۳- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه صنعتی، اصفهان. ۴- استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه صنعتی، اصفهان.

*نویسنده مسئول:mohammad_iut63@yahoo.com

مقدمه

خشکی یکی از رایج ترین تنش های غیر زنده است که تولید محصولات کشاورزی را در برخی قسمت های جهان بویژه مناطق خشک و نیمه خشک تحت تاثیر قرار می دهد. درخت بادام (*Prunus amygdalus*) از سال ها پیش تاکنون چه بصورت سنتی و چه بصورت تجاری در ایران مورد کشت و پرورش قرار گرفته است. با وجود اینکه بادام به عنوان یک گیاه مقاوم به خشکی دسته بندی شده است،کمبود آب آبیاری عملکرد این گیاه را در چند سال اخیر کاهش داده است. نقش پاکلوبوترازول و جاسمونیک اسید در مکانیسم های دفاعی گیاهان تحت تنش های زنده و غیر زنده، نشان دهنده این است که این ترکیبات قادرند اثرات تنش خشکی را در گیاهان کاهش دهند. بنابراین در پژوهشی گلخانه ای اثرات پاکلوبوترازول (۱۰، ۱۵ و ۴۵ میلی گرم در لیتر) و جاسمونیک اسید (۰/۱ ، ۰/۵ و ۱ میلی مولار) در چهار سطح آبیاری بر برخی صفات فیزیولوژیک بادام مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد اگرچه تنش خشکی محتوای کلروفیل نسبی، فلورسنس کلروفیل و محتوای آب نسبی برگ را کاهش داد اما کاربرد برخی از غلظت های ترکیبات فوق اثرهای نامناسب تنش خشکی را در گیاهان بهبود بخشید.

کلمات کلیدی: بادام تلخ، پاکلوبوترازول، جاسمونیک اسید، کلروفیل نسبی، فلورسنس کلروفیل، آب نسبی برگ.

مقدمه

بادام با نام علمی *Prunus amygdalus* یکی از درختان مناطق معتدله بوده که بومی مناطق گرم و خشک آسیای غربی است و متعلق به خانواده Rosaceae می باشد (مرندی، ۱۳۸۶). خشکی یکی از مهمترین فاکتورهای محدود کننده رشد گیاهان می باشد و باعث کاهش محصول در ۲۵ ٪ از زمین های زراعی جهان شده است. استرس آب باعث کاهش فعالیت کاتالاز و سوپراکسیددیسموتاز و افزایش فعالیت پراکسیداز می شود و از طرفی استرس آب از طریق مقدار مالون دی آلدهید باعث افزایش پراکسیداسیون لیپیدهای غشاءهای سلولی در برگ ها می شود و همچنین باعث کاهش میزان اسکوربیک اسید می گردد (Wang, 1999). از اثرات مخرب دیگر تنش آبی می توان به افزایش غلظت ترکیبات یونی در خاک و بر هم خوردن تعادل مواد غذایی اشاره کرد (Graifenberg et al., 1995). هورمون های گیاهی یا مواد رشدی گیاهی در سراسر زندگی گیاهان یک نقش تنظیم کنندگی را بر عهده دارند و می توانند فرآیندهای مختلفی را در گیاه تحت تاثیر قرار دهند (فتحی و اسماعیل پور ۱۳۷۹). از جمله این مواد می توان به جاسمونیک اسید و پاکلوبوترازول اشاره کرد. جاسمونات ها جزء تنظیم کننده های داخلی گیاه می باشند که نقش مهمی را در تنظیم پاسخ به استرس و رشد و نمو گیاه بازی می کنند (Wasternack, 2007). پاکلوبوترازول یک تنظیم کننده رشد طبیعی است که پایه آن تریازول می باشد. پاکلوبوترازول فعالیت خود را از طریق محدود کردن بیوسنتز جیبرلین انجام می دهد. این ماده در برخی از گونه ها باعث کاهش رشد اندام هوایی شده است (Percival et al., 2007). بنابراین این پژوهش با هدف بررسی نقش پاکلوبوترازول و جاسمونیک اسید بر بهبود تحمل به خشکی در بادام انجام شد.

مواد و روش ها

این تحقیق در گلخانه آموزشی پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان به اجرا در آمد. این آزمایش به صورت فاکتوریل (۷×۴) و در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار و هر تکرار دو دانهال بادام انجام شد. ۱۲۰ روز بعداز کاشت بذور،

جاسمونیک اسید (SIGMA CHEMICAL CO.) در غلظت های ۰/۱ ، ۰/۵ و ۱ میلی مولار و پاکلوبوترازول (کولتار از شرکت سینجنتا) در غلظت های ۱۵، ۳۰ و ۴۵ میلی گرم در لیتر بر روی اندام هوایی دانهال ها محلول پاشی شدند. تیمارهای خشکی ۷ روز بعداز محلول پاشی هورمونی دانهال ها اعمال شدند. برای اعمال سطوح تنش از تیمار شاهد (T_0) به عنوان مبنا استفاده شد. تیمارهای تنش T_1، T_2 و T_3 به ترتیب ۸۵، ۷۰ و ۵۰ درصد حجم آب آبیاری تیمار شاهد را دریافت نمودند. برای تعیین مقدار مکش متناظر رطوبت خاک، منحنی مشخصه رطوبتی خاک مورد استفاده قرار گرفت. دستگاه بلوک گچی (ساخت شرکت EIJELKAMP هلند) می باشد. میزان کلروفیل نسبی برگ دانهال های تحت تیمار در پایان پژوهش توسط دستگاه کلروفیل سنج ساخت شرکت Hansatech instruments Ltd. کشور انگلستان، اندازه گیری گردید. شاخص فلورسنس کلروفیل (FV/FM) با استفاده از دستگاه Plant Efficiency Analyzer ساخت شرکت ELE international کشور انگلستان، اندازه گیری شد. درصد آب در برگ به روش چرکی و همکاران اندازه گیری شد. تجزیه واریانس داده های مربوط به هر صفت و مقایسه میانگین در صورت معنی دار بودن براساس آزمون LSD (حداقل تفاوت معنی دار) در سطوح ۵ درصد توسط نرم افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج بدست آمده از میزان کلروفیل نسبی و شاخص فلورسنس کلروفیل نشان داد که خشکی باعث کاهش معنی دار این دو فاکتور گردید. بیشترین میزان کلروفیل نسبی برگ مربوط به کاربرد پاکلوبوترازول در غلظت ۳۰ میلی گرم در لیتر و جاسمونیک اسید در غلظت های ۰/۵ و ۱ میلی مولار بود. بیشترین مقادیر فلورسنس کلروفیل در غلظت ۰/۵ میلی مولار جاسمونیک اسید مشاهده شد. (جداول ۱ و ۲). نتایج همچنین نشان داد برهمکنش خشکی و کاربرد تنظیم کننده های رشد اثر معنی داری بر کلروفیل نسبی برگ نداشت. بر همکنش خشکی و کاربرد تنظیم کننده های رشد نشان داد هرچند در شرایط بدون تنش و سطح آبیاری T_1 کاربرد تنظیم کننده های رشد اثر چندانی بر فلورسنس کلروفیل نداشت اما در سطوح آبیاری بالاتر کاربرد این ترکیبات سبب بهبود این فاکتور شد (جداول ۱ و ۲). در تائید نتایج بدست آمده در پژوهش حاضر، گزارش شده است تنش آبی باعث تسریع در کاهش میزان کلروفیل (a و b) و پروتئین در گیاه می شود (Rong-hua et al., 2006). تحت تنش خشکی گونه های واکنش پذیر اکسیژن (ROS) که از مولکول های اکسیژن مشتق می شوند در برگ ها تجمع یافته که نتیجه این عمل اکسیداسیون ترکیبات سلولی مانند نوکلئیک اسیدها، پروتئین ها، کلروفیل و لیپیدها می باشد (Miller et al., 2010). در گیاهان بلوط انگلیسی و همیشه سبز کاربرد پاکلوبوترازول در مقایسه با عدم کاربرد آن تحت تنش خشکی باعث افزایش قابل ملاحظه بهره وری فتوسنتز گردید که همچنین نشان دهنده افزایش شاخص کلروفیل فلورسانس تحت تنش خشکی و کاربرد پاکلوبوترازول می باشد (Glynn & Albalushi, 2007).

جدول ۱- اثر کاربرد تنظیم کننده های رشد و سطوح مختلف آبیاری و اثر متقابل آنها بر میزان کلروفیل نسبی برگ دانهال های بادام تلخ

تنظیم کننده رشد	سطوح آبیاری				میانگین
	T_0	T_1	T_2	T_3	
شاهد	۷/۳۶	۶/۵۳	۴/۷۰	۴/۱۶	۵/۶۹^{BC}
پاکلوبوترازول (۱۵ میلی گرم در لیتر)	۵/۴۹	۸/۰۰	۵/۲۸	۲/۳۸	۵/۲۹^{CB}
پاکلوبوترازول (۳۰ میلی گرم در لیتر)	۱۲/۳۴	۱۰/۳۹	۵/۵۰	۴/۰۳	۸/۰۷^{A}
پاکلوبوترازول (۴۵ میلی گرم در لیتر)	۷/۰۰	۹/۱۷	۶/۱۷	۵/۹۷	۷/۰۷^{AB}
جاسمونیک اسید (۰/۱ میلی مولار)	۶/۵۲	۸/۱۲	۶/۰۲	۵/۷۶	۶/۶۱^{ABC}
جاسمونیک اسید (۰/۵ میلی مولار)	۹/۰۸	۹/۵۵	۶/۵۲	۵/۶۰	۷/۶۹^{A}
جاسمونیک اسید (۱ میلی مولار)	۱۱/۱۸	۷/۴۱	۵/۳۸	۶/۹۱	۷/۷۲^{A}
میانگین	۸/۴۲^{A}	۸/۴۵^{A}	۵/۶۵^{B}	۴/۹۷^{B}	

اعداد با حروف مشترک در هر ستون و ردیف دارای اختلاف معنی دار ($P<0.05$) نمی باشد.

نتایج بدست آمده از درصد آب نسبی برگ نشان داد که سطوح مختلف آبیاری این فاکتور را به طور معنی داری کاهش داد (جدول ۳). بررسی استفاده از تنظیم کننده های رشد نیز نشان داد که کاربرد ۴۵ میلی گرم در لیتر پاکلوبوترازول باعث افزایش درصد آب نسبی برگ شد. تنش آبی می تواند بصورت قوی بر روی غلظت سیتوکینین در گیاه تاثیر گذار باشد چون عمده سیتوکینین تولید شده در گیاه در ریشه می باشد و این هورمون در شرایط کم آبی بصورت سیگنال از ریشه با اندام هوایی عمل می کند (Masia et al., 1994). همچنین گزارش شده است که پاکلوبوترازول باعث محدودیت بیوسنتز جیبرلین و تحریک تجمع آبسیزیک می شود. این تغییر در سه هورمون جیبرلین، اسید آبسیزیک و سایتوکینین باعث پاسخ بهتر گیاه به تنش کم آبی می شود (Fletcher et al.,2000).گزارش شده است کاربرد متیل جاسمونات میزان تعرق در گیاهان توت فرنگی را بصورت معنی داری کاهش داد. در تحقیقی مشابه در جو کاربرد متیل جاسمونات باعث کاهش بازماندن روزنه ها و افزایش پتانسیل آب برگ گردید.

جدول ۲- اثر کاربرد تنظیم کننده های رشد و سطوح مختلف آبیاری و اثر متقابل آنها بر میزان فلورسنس کلروفیل دانهال های بادام تلخ

تنظیم کننده رشد	سطوح آبیاری				میانگین
	T_0	T_1	T_2	T_3	
شاهد	۰/۷۷^{bc}	۰/۷۷ ^{bc}	۰/۷۱ ^{hi}	۰/۷۰ ^{i}	۰/۷۴^{E}
پاکلوبوترازول (۱۵ میلی گرم در لیتر)	۰/۷۷^{bc}	۰/۷۷ ^{bc}	۰/۷۵ $^{c-f}$	۰/۷۲ $^{g-i}$	۰/۷۵^{CD}
پاکلوبوترازول (۳۰ میلی گرم در لیتر)	۰/۷۹^{ab}	۰/۷۵ $^{c-f}$	۰/۷۶ $^{c-e}$	۰/۷۶ ^{cd}	۰/۷۶^{AB}
پاکلوبوترازول (۴۵ میلی گرم در لیتر)	۰/۷۳$^{e-h}$	۰/۷۵ $^{c-f}$	۰/۷۴ $^{d-g}$	۰/۷۶ ^{cd}	۰/۷۴^{DE}
جاسمونیک اسید (۰/۱ میلی مولار)	۰/۷۷ ^{bc}	۰/۷۶ ^{cd}	۰/۷۷ ^{bc}	۰/۷۵ $^{c-f}$	۰/۷۶^{ABC}
جاسمونیک اسید (۰/۵ میلی مولار)	۰/۸۰ ^{a}	۰/۷۶ ^{c}	۰/۷۵ $^{c-e}$	۰/۷۷ ^{bc}	۰/۷۷^{A}
جاسمونیک اسید (۱ میلی مولار)	۰/۷۹ ^{a}	۰/۷۶ ^{c}	۰/۷۳ $^{f-h}$	۰/۷۴ $^{d-h}$	۰/۷۶^{BCD}
میانگین	۰/۷۷^{A}	۰/۷۶^{B}	۰/۷۴^{C}	۰/۷۴^{C}	

اعداد با حروف مشترک در هر ستون و ردیف دارای اختلاف معنی دار ($P<0.05$) نمی باشد.

جدول ۳- اثر کاربرد تنظیم کننده های رشد و سطوح مختلف آبیاری و اثر متقابل آنها بر درصد آب نسبی برگ دانهال های بادام تلخ

تنظیم کننده رشد	سطوح آبیاری				میانگین
	T_0	T_1	T_2	T_3	
شاهد	۷۰/۰۹	۷۰/۳۳	۶۶/۴۸	۶۵/۱۸	۶۸/۰۲^{B}
پاکلوبوترازول (۱۵ میلی گرم در لیتر)	۷۱/۲۲	۷۱/۹۷	۷۳/۲۷	۶۶/۷۴	۷۰/۸۰^{B}
پاکلوبوترازول (۳۰ میلی گرم در لیتر)	۷۳/۸۸	۷۱/۵۵	۶۵/۴۱	۶۰/۸۸	۶۷/۹۳^{B}
پاکلوبوترازول (۴۵ میلی گرم در لیتر)	۷۶/۹۵	۷۶/۱۳	۷۲/۲۱	۷۲/۷۳	۷۴/۵۰^{A}
جاسمونیک اسید (۰/۱ میلی مولار)	۷۷/۷۴	۷۴/۲۶	۶۳/۲۳	۶۷/۳۷	۷۰/۶۵^{B}
جاسمونیک اسید (۰/۵ میلی مولار)	۷۳/۷۶	۷۳/۳۸	۶۴/۷۶	۷۰/۴۲	۷۰/۵۸^{B}
جاسمونیک اسید (۱ میلی مولار)	۷۳/۷۳	۶۷/۵۸	۶۷/۴۲	۶۶/۲۱	۶۸/۷۴^{B}
میانگین	۷۳/۹۱^{A}	۷۲/۱۷^{A}	۶۷/۵۴^{B}	۶۷/۰۷^{B}	

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی دار ($P<0.05$) نمی باشد.

منابع

۱. جلیلی مرندی، ر. ۱۳۸۶. میوه کاری. انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه. ۳۰۰.

۲. فتحی، ق.، اسماعیل پور، ب. ۱۳۷۹. مواد تنظیم کننده رشد گیاهی اصول و کاربرد (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی. ۲۸۸.

3. Fletcher, R. A., A. Gilley, T. D. Davies and N. Sankhla. 2000. Triazole and plant growth regulators and stress protectants. Horticultural Reviews. 24: 55–138.
4. Glynn, C. P and A. M. S. Albalushi. 2007. Paclobutrazol-induced Drought Tolerance in Containerized English and Evergreen Oak. Journal of Arboriculture. 33: 397-409.
5. Graifenberg, A., L. O. Giustiniani, M. Temperini and M. LipucciDipaola. 1995. Allocation of Na, Cl, K and Ca within plant tissues in globe artichoke under salinsodic conditions. Scientia Horticulturae. 63: 1-10.
6. Masia, A., L. Pitacco Braggio and C. Giulivo. 1994. Hormonal responses to partial drying of the root system of Helianthus annuus. Journal of Experimental Botany. 45: 69–76.
7. Miller, G., N. Suzuki, S. Ciftci-Yilmaz and R. Mittler. 2010. Reactive oxygen species homeostasis and signalling during drought and salinity stresses. Plant Cell and Environment. 33: 453 -467.
8. Percival, G. C and A. M. Salimi AlBalishi. 2007. Paclobutrazol- induced Drought Tolerance in Containerized English and Evergreen Oak. Arboriculture and Urban Forestry. 33: 397-409.
9. Rong-hua, L. I., G. U. O. P. Guo, M. Buam, S. Grando and S. Ceccarelli. 2006. Evaluation of chlorophyll content and fluorescence parameters as indicators of drought tolerance in barlay. Agricultural Sciences in China. 5: 751-757.
10. Wang, S. Y., 1999. Methyl Jasmonate Reduces Water Stress in Strawberry. Journal of Plant Growth and Regulation. 18: 127-134.
11. Wasternack, C., 2007. Jasmonates: An Update on Biosynthesis, Signal Transduction and Action in Plant Stress Response, Growth and Development. Annals of Botany. 100: 681-697.

Abstract

Effects of Jasmonic acid and Paclobutrazol on chlorophyll content, chlorophyll fluorescence ratio and relative water content of almond seedlings under drought stress

M.Mardani[1*] , B.Baninasab[2] , C.Ghobadi[3] , M.Gheysari[4]

1-M. Sc of Horticultural Science, Isfahan University of Technology. 2- Associate Professor, Dep. of Horticultural Science, Isfahan University of Technology. 3- Assistant Professor, Dep. of Horticultural Science, Isfahan University of Technology. 4- Assistant Professor, Dep. of Water Engineering, Isfahan University of Technology.

*Corresponding author: mohammad_iut63@yahoo.com

Abstract

Drought is a common abiotic stress factor that seriously affects crop production in some parts of the world, particularly in arid and semi-arid regions. Almond nut trees (*Prunus amygdalus*) have been grown commercially in Iran for many years. Despite almond has been classified as drought tolerance plant, but deficiency of water reduced the yields of almond over recent years. The defense mechanisms of paclobutrazol (PBZ) and jasmonic acid (JA) in plants against biotic and/or abiotic stress suggestes alleviation and amelioration of drought stress in plants. so the greenhouse research, effect of JA (0.1,0.5 and 1 mM) and PBZ (10, 15 and 45 mg/Lit) on some physiological traits almond four irrigation levels were studied. results showed that although drought stress chlorophyll content, chlorophyll fluorescence and leaf relative water content decreased, the use of some concentrations of these compounds in plants improve inappropriate effects drought stress.

Key words: *Prunus dulcis*, paclobutrazol, jasmonic acid, Drought, chlorophyll content, chlorophyll fluorescence ratio, relative water content.