نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 29، شماره 3، پاییز 1394، ص. 465-459
شاپا: 4730 - 2008

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 3, Fall 2015, P. 459-465
ISSN: 2008 - 4730

اثر محلول‌پاشی کود آمینول فورته بر واکنش‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی انار رقم نادری در شرایط تنش خشکی

سکینه حسن‌زاده[1*] - فریبرز حبیبی[2] - محمد اسماعیل امیری[3]

تاریخ دریافت: 1393/06/05
تاریخ پذیرش: 1394/02/02

چکیده

به منظور بررسی محلول‌پاشی کود آمینواسیددار آمینول فورته بر واکنش‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی انار رقم نادری در شرایط تنش خشکی، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه آب شیرین واقع در 40 کیلومتری جاده قدیم قم-کاشان در سال 1390 اجرا شد. تیمار آبیاری در سه سطح (100، 75 و 50 درصد نیازآبی) و تیمار کود آمینواسیددار آمینول فورته در چهار سطح (0، 2، 3 و 4 میلی‌لیتر در لیتر) انجام شد. محلول‌پاشی در چهار مرحله (قبل از باز شدن گل‌ها، بعد از تشکیل میوه، مرحله رشد سریع و دو هفته قبل از برداشت) انجام شد. در پایان آزمایش شاخص کلروفیل، قندهای محلول، قندهای نامحلول، پرولین، دمای کانوپی و هدایت روزنه‌ای اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد با افزایش سطح کود آمینول فورته از 0 به 4 میلی‌لیتر در لیتر میزان قندهای محلول، پرولین و هدایت روزنه‌ای به طور معنی‌داری افزایش یافتند در حالی‌که قندهای نامحلول و شاخص کلروفیل کاهش یافت. تنش خشکی میزان قندهای محلول، شاخص کلروفیل، دمای کانوپی و پرولین را افزایش داد ولی قندهای نامحلول، هدایت روزنه‌ای را کاهش داد. بر اساس نتایج بدست آمده می‌توان بیان کرد محلول‌پاشی کود آمینواسیددار آمینول فورته توانست به مقدار قابل توجهی آثار مخرب تنش خشکی را کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: پرولین، دمای کانوپی، شاخص کلروفیل، قندهای محلول، هدایت روزنه‌ای

مقدمه

انار با نام علمی *Punica granatum* L.، متعلق به خانواده Punicaceae می‌باشد که در اقلیم‌های خشک و نیمه‌گرمسیری و مدیترانه‌ای دارای رشد و باردهی خوبی می‌باشد (16).

امروزه استفاده وسیع از کودهای معدنی سبب افزایش نگرانی در مورد سلامت انسان گردیده است، لذا با جایگزین‌کردن کمپوست و عوامل تحریک‌کننده رشد می‌توان تا حدودی این نگرانی را کاهش داد (19). مخاطرات زیست محیطی و نگرانی زیاد در خصوص پایداری سیستم‌های موجود کشاورزی موجب افزایش تمایل به استفاده از ترکیبات طبیعی (شامل اسیدهای آمینه) برای تنظیم رشد و بیوسنتز گیاه شده است. اسیدهای آمینه به عنوان ترکیبات نیتروژنی آلی، بلوک‌های ساختمانی سنتز پروتئین هستند (3). اهمیت اسیدهای آمینه به خاطر مصرف گسترده آنها برای بیوسنتز مواد نیتروژنی بدون پروتئین از قبیل رنگیزه‌ها، ویتامین‌ها، کوآنزیم‌ها، پایه پورینی و پیریمیدینی می‌باشد (9). مطالعات ثابت کرده است که اسیدهای آمینه می‌توانند به طور مستقیم و یا غیر مستقیم در فعالیت‌های فیزیولوژیکی رشد و نمو گیاه نفوذ کنند. بسیاری از مطالعات گزارش کردند که کاربرد برگی اسیدهای آمینه موجب افزایش رشد گیاه، عملکرد میوه و ترکیبات آن در خیار (9)، سیر (4) و سیب زمینی (1 و 9) می‌شود.

در شرایط بروز تنش‌های محیطی مانند سرمازدگی، دمای بالا، شوری، خشکی، مصرف آفت‌کش‌ها و غیره گیاه قابلیت جذب عناصر غذایی را از طریق ریشه از دست می‌دهد و مؤثرترین شیوه تغذیه‌ی برگی می‌باشد. محمدزمانی و همکاران (17) در آزمایشی تاثیر کاربرد اسیدهای آمینه پرولین و گلایسین بتائین را روی انگور تحت شرایط تنش خشکی مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد کاربرد پرولین و گلایسین بتائین موجب افزایش معنی‌دار محتوای نسبی آب برگ، کلروفیل برگ و میزان قندهای محلول و کاهش دمای تاج‌پوشش نسبت به شاهد شد. طی مطالعه‌ای روی درختان انار تأثیر اسیدهای آمینه و اسید هیومیک روی صفات رشد و گلدهی و میوه‌دهی تحت شرایط کم‌آبیاری مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج نشان داد ارتفاع

1، 2 و 3-به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، کارشناس ارشد و دانشیار علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان
(*- نویسنده مسئول: Email: s.h_hassanzade@yahoo.com)

شاخه‌ها، تعداد برگ‌های هر شاخه، سطح برگ، تعداد گل‌های هر شاخه، درصد تشکیل میوه، درصد نگهداری میوه، تعداد میوه هر درخت و عملکرد به طور معنی‌داری با افزایش سطوح تنش نسبت به شاهد کاهش یافت و درصد ریزش میوه به طور معنی‌داری افزایش نشان داد ولی کاربرد اسید هیومیک و آمینو اسید تمام ویژگی‌های مورد مطالعه را بهبود بخشید (11).

بر اساس نتایج یافته‌های مطالعاتی و پژوهش‌های کاربردی، نقش فرآورده‌های آلی بیولوژیکی در تنظیم مناسب رشد گیاه (شامل مراحل کاشت بذر، جوانه‌زنی، ریشه‌زایی، دوره بلوغ، پیری، تشکیل و تکامل میوه) غیرقابل اغماض می‌باشد. از سوی دیگر ایجاد مقاومت به تنش‌های محیطی (از جمله سرما، گرما، خشکی و کم‌آبی) نیز از درجه بالای اهمیت کاربرد فرآورده‌های آلی بیولوژیکی و اسیدهای آمینه در گیاهان به حساب می‌آید (22 و 23).

انار یکی از مهم‌ترین محصولات تولیدی کشور می‌باشد، از طرفی مناطقی که به کشت و کار انار اختصاص دارد تقریبا مناطقی نیمه خشک و خشک است و با توجه به طولانی بودن فصل رشد انار، آب یکی از مهم‌ترین فاکتورهای اصلی محدود کننده توسعه باغ‌های انار محسوب می‌گردد. با توجه به شرایط جوی ایران و وقوع تنش‌های محیطی استفاده از اسیدهای آمینه می‌تواند کمک مؤثری جهت افزایش راندمان و بهبود کیفیت میوه انار نماید. با توجه به این که تاکنون گزارشی از کاربرد اسیدهای آمینه روی انار منتشر نشده است، بنابراین این تحقیق می‌تواند کمک شایانی در جهت افزایش تولید و کیفیت میوه انار در فصول تحت تنش خشکی نماید. لذا هدف از انجام این پژوهش مطالعه اثر کود آلی آمینول فورته بر واکنش‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی انار رقم نادری در شرایط تنش خشکی بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مرکز کشت و صنعت آب‌شیرین که در 40 کیلومتری جاده قدیم قم-کاشان قرار دارد طی سال 1390 انجام شد. به منظور بررسی اثر تیمار کود حاوی اسیدهای آمینه تعداد 180 درخت هم‌سن (چهار ساله) و هم اندازهٔ انار رقم نادری نطنز انتخاب شد که در طول فصل رشد عملیات باغی از جمله هرس و برنامه‌های کوددهی و سایر عوامل قابل کنترل به صورت یکنواخت در مورد آن‌ها اعمال شده است. این آزمایش در قالب طرح اسپلیت پلات بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. سطوح آبیاری شامل آبیاری نرمال با 100 درصد نیاز آبی، تنش آبیاری با 75 درصد نیاز آبی و تنش آبیاری با 50 درصد نیاز آبی و سطوح تیمار مواد آلی شامل محلول-پاشی با کود آمینواسیددار به غلظت‌های صفر (شاهد)، 2 در هزار، 3 در هزار و 4 در هزار بود. محلول‌پاشی در طی دوره آزمایش چهار بار و در زمان‌های قبل از باز شدن گل‌ها، بعد از تشکیل میوه، مرحله رشد سریع و دو هفته قبل از برداشت انجام گردید.

برای اعمال سطوح مختلف آبیاری ابتدا نیاز آبی انار طی ماه‌های مختلف برآورد شد (5). برای این امر نیاز آبی روزانه انار (مجموع نیاز آبی در هر ماه/ تعداد روز ماه) طبق جدول استاندارد محاسبه شد و با توجه به سطح سایه انداز و راندمان آبیاری قطره‌ای (85 درصد) توسط روابط زیر اصلاح گردید:

میانگین نیازآبی در روز × سطح سایه‌انداز × دور آبیاری = نیاز خالص آبیاری در هر دوره

$$\frac{\text{راندمان آبیاری}}{\text{نیاز خالص آبیاری}} \times \text{فواصل درختان} = \text{نیاز ناخالص آبیاری در هر دوره}$$

و بعد از تعیین دبی قطره‌چکان‌ها (4 لیتر در ساعت) و با توجه به فواصل درختان (3×4) و نوع طرح آزمایشی در سطح مزرعه میزان 100 درصد، 75 درصد و 50 درصد آن به درختان داده شد.

ترکیبات کود آلی آمینواسیددار آمینول فورته در جدول 1 آورده شده است.

برای اندازه‌گیری شاخص کلروفیل برگ از دستگاه SPAD (مدل Konica-Minolta, Japan) استفاده شد. سنجش پرولین گیاه به کمک روش بیتس و همکاران (2) صورت گرفت. قندهای محلول و قندهای نامحلول طبق روش خوچرت (12) انجام شد. دمای کانوپی در شرایط اتمسفری صاف حوالی ساعت‌های 11 تا 14 با استفاده از دماسنج تفنگی لیزری (مدل Raytek, China) تعیین شد. برای این امر دمای برگ‌ها در سه قسمت مختلف بالا، وسط و پایین کانوپی اندازه‌گیری شد و از میانگین دمای این سه قسمت دمای کانوپی تعیین شد. همچنین با استفاده از دماسنج معمولی دمای محیط اندازه‌گیری شده و با کسر آن از دمای کانوپی میزان ΔT محاسبه شد.

جدول 1- ترکیبات کود آلی آمینواسیددار آمینول فورته

Table 1- Ingredients of organic fertilizer contain of Aminol-Forte

اسید آمینه Amino acid	مقدار Value (%)	اسید آمینه Amino acid	مقدار Value (%)	اسید آمینه Amino acid	مقدار Value (%)	اسید آمینه Amino acid	مقدار Value (%)
Glysine	1.8	Arginine	0.9	Phenylalanine	5.1	Tyrosine	1.5
Valine	5.1	Glutamic acid	0.9	Serine	4.2	Glutamine	0.9
Proline	8.4	Lysine	5.1	Therionine	3.9	Cysteine	0.3
Alanine	13.2	Lucine	16.5	Histidine	3	Other	0.3
Aspartic acid	4.5	Isolucine	4.5	Glycocoll	9.6	Total N	1.1

برای اندازه‌گیری هدایت روزنه‌ای از دستگاه پرومتر استفاده شد. بعد از روشن کردن دستگاه با استفاده از صفحه کالیبراسیون دستگاه را کالیبره کرده، هدایت روزنه‌ای برگ‌ها در قسمت‌های بالا، وسط و پایین کانوپی اندازه‌گیری شد و بر حسب مول بر متر بر ثانیه گزارش شد.

داده‌های حاصله با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS17 تجزیه و تحلیل شدند و مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ساده صفات فیزیولوژی و بیوشیمیایی انار نشان داد که برای صفات مورد مطالعه اختلاف بین تیمار آبیاری در سطح احتمال 1 درصد برای شاخص کلروفیل، پرولین و هدایت روزنه‌ای و در سطح احتمال 5 درصد برای میزان قندهای محلول، قندهای نامحلول و دمای کانوپی معنی‌دار بوده است و تیمار کود در سطح احتمال 1 درصد برای پرولین و در سطح احتمال 5 درصد، برای قندهای محلول معنی‌دار بوده و اثر متقابل برای قندهای محلول، پرولین و دمای کانوپی معنی‌دار بوده است (جدول 2).

جدول 2- تجزیه واریانس اثر محلول‌پاشی کود آمینول فورته بر واکنش‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی انار رقم نادری تحت شرایط تنش خشکی

Table 2- Analysis of variance the effects of aminol-forte fertilizer spraying on physiological and biochemical responses of pomegranate cv. Naderi under drought stress conditions.

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزدی df	میانگین مربعات Mean Squares					
		شاخص کلروفیل Chlorophyll index	قندهای محلول Soluble sugars	قندهای نامحلول Insoluble sugars	پرولین Proline	دمای کانوپی Canopy degree	هدایت روزنه‌ای Stomatal conductance
بلوک Block	2	106.3^{ns}	101.36^{ns}	20.3^{ns}	2.09^{*}	82.26^{*}	0.252^{ns}
آبیاری Irrigation	2	155.01^{*}	2.56^{*}	28.72^{*}	2.78^{**}	4.81^{*}	2071.36^{**}
خطای اصلی Error	4	44.43	8.1	41.53	3.3	9.29	41.81
کود Fertilizer	3	18.58^{ns}	7.18^{*}	2.7^{ns}	1.75^{**}	1.5^{ns}	141.79^{ns}
کود×آبیاری Irrigation×Fertilizer	6	34.21^{ns}	13.93^{*}	4.88^{ns}	1.56^{**}	4.18^{*}	105.99^{ns}
خطای فرعی Error	90	20.65	11.84	10.21	0.409	1.98	114.05
کل	108	-	-	-	-	-	-
CV	-	8.34	21.92	29.26	34.22	23.34	4.12

**: معنی‌دار در سطح 1 درصد *: معنی‌دار در سطح 5 درصد ns: غیر معنی‌دار

**: significant in 1% of probability level *: significant in 5% of probability level ns: no significant

جدول 3- اثر محلول‌پاشی کود آمینول فورته در شرایط بدون تنش بر واکنش‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی انار رقم نادری

Table 3- The effect of aminol-forte fertilizer spraying on physiological and biochemical responses of pomegranate cv. Naderi under without stress conditions.

تیمار کود Fertilizer treatment (ml^{-1})	شاخص کلروفیل Chlorophyll index (SPAD)	قندهای محلول Soluble sugars (mgg^{-1})	قندهای نامحلول Insoluble sugars (mgg^{-1})	پرولین Proline ($\mu molL^{-1}$)	دمای کانوپی Canopy degree (°c)	هدایت روزنه‌ای Stomatal conductance ($mmolm^{-2}s^{-1}$)
Control	62.03^{a}	13.91^{a}	8.5^{a}	1.31^{b}	-8.46^{a}	22.63^{a}
2	61.59^{a}	12.79^{b}	7.85^{a}	1.67^{b}	-8.41^{a}	23.7^{a}
3	60.23^{a}	13.56^{a}	8.31^{a}	1.82^{a}	-8.25^{a}	28.8^{a}
4	61.91^{a}	12.99^{b}	7.9^{a}	1.87^{a}	-8.81^{a}	26.64^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف‌های مشابه می‌باشند، در سطح احتمال 5% آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column with similar letters are not significantly different at 5% level of probability using Duncan's multiple range test.

جدول 4- اثر محلول‌پاشی کود آمینول فورته در شرایط تیمار آبیاری بر واکنش‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی انار رقم نادری

Table 4- The effect of aminol-forte fertilizer spraying on physiological and biochemical responses of pomegranate cv. Naderi under irrigation treatment conditions.

تیمار آبیاری Irrigation treatment Required (water%	شاخص‌کلروفیل Chlorophyll index (SPAD)	قندهای‌محلول Soluble sugars (mgg^{-1})	قندهای نامحلول Insoluble sugars (mgg^{-1})	پرولین Proline ($\mu moll^{-1}$)	دمای کانوپی Canopy degree (°c)	هدایت‌روزنه‌ای Stomatal conductance ($mmolm^{-2}s^{-1}$)
100	59.1^{b}	13.01^{b}	9.5^{a}	1.49^{b}	-9.62^{b}	32.76^{a}
75	63.07^{a}	13.5^{a}	8.11^{ab}	1.52^{b}	-8.76^{a}	28.57^{a}
50	62.15^{a}	13.42^{a}	7.26^{b}	1.99^{a}	-8.07^{b}	14.99^{b}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف‌های مشابه می‌باشند، در سطح احتمال 5% آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column with similar letters are not significantly different at 5% level of probability using Duncan's multiple range test.

جدول 5- اثرات متقابل سطوح تیمار کود آمینول فورته و سطوح تیمار آبیاری بر صفات فیزیولوژی و بیوشیمیایی انار رقم نادری

Table 5- Interaction of aminol-forte and irrigation treatment on physiological and biochemical traits of pomegranate cv. Naderi.

تیمار آبیاری Required (water%	تیمار کود Fertilizer treatment (mll^{-1})	شاخص کلروفیل Chlorophyll index (SPAD)	قندهای-محلول Soluble sugars (mgg^{-1})	قندهای نامحلول Insoluble sugars (mgg^{-1})	پرولین Proline ($\mu moll^{-1}$)	دمای کانوپی Canopy degree (°c)	هدایت‌روزنه‌ای Stomatal conductance ($mmolm^{-2}s^{-1}$)
100	Control	59.79^{b}	12.84^{ab}	8.97^{ab}	1.05^{c}	-8.9^{b}	25.8^{b}
	2	58.71^{b}	11.64^{b}	8.04^{b}	1.11^{c}	-8.24^{b}	35.17^{a}
	3	56.48^{b}	12.24^{b}	9.99^{a}	1.39^{bc}	-9.11^{a}	38.23^{a}
	4	61.42^{a}	12.3^{b}	9.19^{ab}	2.01^{ab}	-9.38^{a}	38.87^{a}
75	Control	64.02^{a}	13.95^{a}	8.84^{ab}	1.3^{b}	-8.72^{a}	29.18^{b}
	2	65.44^{a}	13.59^{a}	8.69^{ab}	1.39^{bc}	-8.98^{a}	23.03^{bc}
	3	60.94^{a}	12.6^{b}	7.43^{bc}	1.78^{b}	-8.33^{b}	32.7^{ab}
	4	61.86^{a}	12.87^{b}	7.49^{bc}	1.75^{b}	-9.01^{a}	29.38^{b}
50	Control	62.28^{a}	14.94^{a}	7.68^{b}	1.57^{b}	-7.74^{a}	16.13^{c}
	2	60.62^{a}	13.14^{ab}	6.82^{c}	1.87^{b}	-8.02^{b}	9.7^{c}
	3	63.25^{a}	12.83^{ab}	7.53^{bc}	2.28^{a}	-7.31^{b}	15.46^{c}
	4	62.44^{a}	12.79^{ab}	7.01^{c}	2.51^{a}	-8.04^{b}	18.68^{c}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف‌های مشابه می‌باشند، در سطح احتمال 5% آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column with similar letters are not significantly different at 5% level of probability using Duncan's multiple range test.

نتایج مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن نشان داد با افزایش سطح کود، میزان قندهای محلول، پرولین و هدایت روزنه‌ای به طور معنی‌داری افزایش یافتند و میزان قندهای نامحلول و کلروفیل کاهش یافت هر چند معنی‌دار نشده‌اند (جدول 3) و با کاهش سطوح آبیاری میزان شاخص کلروفیل، اختلاف دمای کانوپی، قندهای محلول و پرولین به طور معنی‌داری افزایش، قندهای نامحلول و هدایت روزنه‌ای به طور معنی‌داری کاهش یافتند (جدول 4). بیشترین شاخص کلروفیل (65/44 اسپد) و کمترین شاخص آن (56/48 اسپد) به ترتیب در تیمار آبیاری 75 درصد با سطح کود 2 در هزار، آبیاری کامل با سطح کود 3 در هزار و بیشترین مقدار قندهای محلول (14/94 میلی‌گرم بر گرم) و کمترین مقدار آن (11/64 میلی‌گرم بر گرم) به ترتیب در تیمار آبیاری 50 درصد با کود صفر و آبیاری کامل و سطح کود 2 در هزار، بیشترین مقدار قندهای نامحلول (9/99 میلی‌گرم بر گرم) و کمترین مقدار آن (6/82 میلی‌گرم بر گرم) به ترتیب در تیمار آبیاری کامل و سطح کود 3 در هزار و آبیاری 50 درصد و کود 2 در هزار، بیشترین مقدار پرولین (2/51 میکرومول بر لیتر) و کمترین آن (1/05 میکرومول بر لیتر) به ترتیب در تیمارهای آبیاری 50 درصد با کود 4 در هزار و آبیاری کامل با سطح کود صفر، بیشترین اختلاف دمای کانوپی (7/31- درجه سانتی‌گراد) و کمترین مقدار آن (9/38- درجه سانتی‌گراد) به ترتیب در تیمار آبیاری 50 درصد و کود 3 در هزار و آبیاری کامل و سطح کود 4 در هزار و بیشترین مقدار هدایت روزنه‌ای (38/23 میلی‌مول بر متر مربع بر ثانیه) و کمترین مقدار آن (9/7

میلی‌مول بر متر مربع بر ثانیه) به ترتیب در تیمار آبیاری 50 درصد با کود 2 در هزار و آبیاری کامل و سطح کود 3 در هزار مشاهده شد (جدول 5).

نتایج تحقیق بیان می‌کند مقدار کلروفیل با افزایش تنش خشکی ابتدا افزایش و سپس کاهش یافته است. تنش ملایم سبب افزایش و تنش شدید باعث کاهش غلظت کلروفیل در واحد سطح برگ می‌گردد. به نظر می‌رسد افزایش مقدار کلروفیل در اثر تنش ملایم در اثر افزایش وزن مخصوص برگ می‌باشد. وقوع تنش میزان سطح برگ را کاهش می‌دهد که ناشی از کاهش اندازه سلول است. بنابراین در طی بروز تنش ملایم به دلیل وجود سلول‌های بزرگ‌تر در واحد وزن برگ، میزان کلروفیل آن نیز افزایش می‌یابد (15). با کاربرد اسیدهای آمینه تغییر محسوسی در میزان کلروفیل برگ در شرایط نرمال و تنش دیده نشد، در صورتی که مطالعات قبلی ثابت کرده بود که اسیدهای آمینه به طور مستقیم و یا غیرمستقیم در فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه اثر گذاشته و به افزایش کلروفیل در گیاه کمک می‌کند (6).

با افزایش سطح تنش میزان اختلاف دمای کانوپی به طور معنی‌داری افزایش یافته است این افزایش ناشی از کاهش تعرق به واسطه بسته شدن روزنه‌ها می‌باشد. از آن‌جا که تعرق فرآیندی گرماگیر است پس کاهش تعرق به صورت افزایش اختلاف دمای کانوپی بروز می‌کند که همراه با تنش حرارتی می‌باشد (8). دما باعث غیرفعال شدن آنزیم‌ها شده و فعالیت‌های گیاه را دچار اختلال می‌کند در نتیجه تیمار اسیدآمینه که با افزایش میزان RWC، باعث کاهش اختلاف دمای کانوپی شده، می‌تواند از اثرات مضر دمای بالا در گیاه جلوگیری کند. چون میزان باز و بسته شدن روزنه‌ها تابع وضعیت آبی سلول‌های محافظ روزنه است می‌توان انتظار داشت هر تغییری در میزان آب گیاه موجب تأثیر بر باز و بسته شدن روزنه‌ها گردد (21).

به علت کاهش میزان فتوسنتز در برگ‌ها در تنش خشکی قندهای محلول شکسته شده و موجب تقویت متابولیسم می‌شود. گونه‌هایی که هم دارای مکانیزم اجتناب از خشکی هستند و هم توانایی سازگاری با محیط جدید را با فعال کردن تنظیم اسمزی دارند به دلیل افزایش انعطاف‌پذیری در پاسخ به تغییرات شرایط محیطی دارای امتیاز می‌باشند. به علاوه تنظیم اسمزی با ثابت نگه‌داشتن فعالیت متابولیکی در شرایط زیر نرمال به ویژه زمانی که ریشه‌ها به آب خاک عمیق دسترسی ندارند موجب افزایش مقاومت گیاه به تنش می‌شود (26). از داده‌های آزمایش متوجه می‌شویم خشکی اثرات زیادی روی غلظت قندهای محلول برگ‌ها دارد. این نتایج یافته‌های قبلی را تأیید می‌کند که تجمع قندها در برگ‌ها طی تنش خشکی صورت می‌گیرد و نشاسته در برگ‌های بسیاری از درختان میوه کاهش می‌یابد (26). در اثر تنش آبی سنتز نشاسته و ساکاروز تا حد زیادی کاهش می‌یابد یا متوقف می‌شود، اما فعالیت اینورتاز و تجمع هگزوزها افزایش می‌یابد به طوریکه کربوهیدرات‌های ذخیره مصرف می‌شوند و در نهایت در تنفس وسنتز اسیدهای آمینه استفاده می‌شوند (13).

محلول‌پاشی اسیدهای آمینه موجب شد قندهای محلول و نامحلول به طور معنی‌داری کاهش یابد. محققان نیز به نتایج مشابه دست یافتند و گزارش کردند کاربرد اسیدهای آمینه پرولین و فنیل‌آلانین محتوای کربوهیدرات‌های کل و قندهای محلول را کاهش داد (10). اما نتایج آزمایش محققان نشان داد که محتوای قند کل شاخه‌ها و ریشه‌ها به تدریج با افزایش غلظت اسیدهای آمینه در گیاهان تیمار شده در مقایسه با شاهد افزایش یافته است (18).

هدایت روزنه‌ای یکی از عوامل مهم در تعیین میزان فتوسنتز می‌باشد. نتایج نشان داد میزان هدایت روزنه‌ای با افزایش تنش خشکی به طور معنی‌داری کاهش یافت. مطالعات زیادی نشان داده به دنبال کمبود آب تولید آبسایزیک اسید در برگ‌ها افزایش یافته و موجب بسته شدن روزنه‌ها و در نتیجه کاهش هدایت روزنه‌ای برگ می‌شود (25). نتایج تیمار اسیدهای آمینه نشان می‌دهد هر چند کاربرد مواد آلی باعث افزایش هدایت روزنه‌ای در شرایط نرمال شده است ولی این تأثیرات در شرایط تنش معنی‌دار نمی‌باشد.

افزایش تنش، افزایش میزان پرولین برگ‌ها را به دنبال داشت که موافق نتایج تحقیقات دیگر محققین می‌باشد (20 و 24). عملکرد پیشنهادی تجمع پرولین برای تنظیم اسمزی، حفظ غشا، پایداری پروتئین، جوانه‌زنی دانه و ذخیره کربن، نیتروژن و انرژی می‌باشد (14). محققین دیگری نیز نشان دادند طی سال‌های گرم و خشک‌تر در گیاه انار تجمع پرولین افزایش می‌یابد (7). کاربرد اسیدهای آمینه به طور معنی‌داری موجب افزایش میزان پرولین در شرایط تنش و نرمال شد. با توجه به آنکه پرولین موجب استحکام ساختار پروتئین‌ها شده و تجمع آن راهی برای بافر کردن pH سیتوزولی و تعادل اکسایش کاهش سلول می‌باشد، کاربرد اسیدهای آمینه با افزایش میزان سطوح پرولین موجب افزایش به مقاومت گیاه در شرایط تنش خشکی شده است.

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت تنش خشکی اثرات منفی بر درختان میوه دارد ولی می‌توان با کاربرد کودهای آلی حاوی اسیدهای آمینه که خواص ضد تنشی دارند تا حدود زیادی خسارات ناشی از خشکی را کاهش داد و کیفیت و کمیت محصول را بهبود بخشید. در این پژوهش بهترین نتیجه در شرایط بدون تنش و در شرایط تنش به ترتیب در کود آلی سطح 4 و 3 میلی‌لیتر در لیتر مشاهده شد.

منابع

1- Awad El-M.M., Abd El-Hameed A.M., and Shall Z.S. 2007. Effect of glycine, lysine and nitrogen fertilizer rates on growth, yield and chemical composition of potato. Agriculture Science, 32:8541-8551.
2- Bates L.S., Waldren R.P., and Teare, L.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil. 39:205-208.
3- Davies D.D. 1982. Physiological aspects of protein turnover. Encycl. Plant Physiol. New Series, 14 A (Nucleic acids and proteins: structure, biochemistry and physiology of proteins, Eds., Boulter, D. and B Partier, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg and NewYork, pp:190-228.
4- El-Shabasi M.S., Mohamed S.M., and Mahfouz S.A. 2005. Effect of foliar spray with amino acids on growth, yield and chemical composition of garlic plants. The 6th Arabian Conference for Horticulture.
5- Farshi A.A. 1998. An estimate of water requirement of main field crops and orchards in Iran. Agriculture Education Press, Volume 2. 648 Pp. (in Persian)
6- Faten S., Abd El-Aal F.S., Shaheen A.M., Ahmed A.A., and Mahmoud A.R. 2010. Effect of Foliar Application of Urea and Amino Acids Mixtures as Antioxidants on Growth, Yield and Characteristics of Squash. Agriculture and Biological Sciences, 6:583-588.
7- Halilova H., and Yildiz N. 2009. Does climate change have an effect on proline accumulation in pomegranate (*Punica granatum* L.) fruits. Scientific Research and Essays, 4:1543-1546.
8- Kafi M., Borzoei A., Salehi M., Kamandi A., and Masoumi A. 2010. Physiology of environmental stresses in plants. Jihad Press. Mashhad, 502 Pp. (in Persian)
9- Kamar M.E., and Omar A. 1987. Effect of nitrogen levels and spraying wih aminal-forte (amino acids salvation) on yield of cucumber and potatoes. Journal of Agricultural Science Mansoura University, 12:900- 907.
10- Karima M., Gamal EL-din M., and Abdel -Wahed M.S.A. 2005. Effect of some amino acids on growth and essential oil content of chamomile plant. International Journal of Agriculture and Biology, 3:376-380.
11- Khattab M.M., Shaban A.E., El-Shrief A.H., and El-Deen Mohamed A.S. 2012. Effect of humic acid and amino acids on pomegranate trees under deficit irrigation. I: Growth, Flowering and Fruiting. Horticultural Science and Ornamental Plants, 4:253-259.
12- Kochert G. 1978. Carbohydrate determination by the phenol sulfuric acid method In: Helebust J.A. & Craig, J.S. (ed.): Hand book of phycologia method: 56-97. Cambridge University Press. Cambridge.
13- Lawlor D.W., and Cornic G. 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. Journal of Plant Cell and Environment, 25:275-294.
14- Mansour M.M.F. 2000. Nitrogen containing compounds and adaptation of plants to salinity stress. Biologia Plantarium, 43:491–500.
15- Masojidek J., Trivedi S., Haishaw L., Alexiou A., and Hall DO. 1991. The synergistic effect of drought and light stresses in sorghum and pearl millet. Plant Physiology, 96:198-207.
16- Mercure E.M. 2007. The pomegranate: A new look at the fruit of paradise. Horticultural Science, 42:1088-1092.
17- Mohammad Zamani M., Rabiyei V., and Nejatian M.A. 2013. Effect of proline and glycine betaine application on some physiological characteristics in grapevine under drought stress. Iranian Journal of Horticultural Sciences, 43:393-401. (in Persian with English abstract)
18- Nahed G., Abdel Aziz A., Mazher A.M., and Farahat M.M. 2010. Response of vegetative growth and chemical constituents of *Thuja orientalis* L. plant to foliar application of different amino acids at Nubaria. Journal of American Science, 6:295-301.
19- Shehata S.A., Gharib A.A., E1-Mogy M.M., Abdel Gawad K.F., and Shalaby E.A. 2011. Influence of compost, amino and humic acids on the growth, yield and chemical parameters of strawberries. Journal of Medicinal Plants Research, 5:2304-2308.
20- Szabados L., and Savoure A. 2010. Proline: a multifunctional amino acid. Plant Science, 15:89-97.
21- Taiz L., and Zeiger, E. Plant physiology. 2002. 3rd ed. Sinauer, Sunderland.
22- Thomas J., Mandal A.K.A., Raj Kumar R., and Chordia A. 2009. Role of biologically active amino acid formulations on quality and crop productivity of tea (*Camellia* sp.). International Journal of Agricultural Researches, 4:228-236.
23- Velikova V., Yordanov I., and Edreva A. 2000. Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants: protective role of exogenous polyamines. Journal of Plant Science, 151:59-66.
24- Yamada M., Morishita H., Urano K., Shiozaki N., Yamaguchi-Shinozaki K., Shinozaki K., and Yoshiba Y. 2005. Effects of free proline accumulation in petunias under drought stress. Journal of Experimental Botany, 56:1975-1981.

25- Zhang J., and Davies W.J. 1989. Abscisic acid produced in dehydrating roots may enable the plant to measure the water status of the soil. Plant, Cell and Environment, 12:73-81.
26- Zhang J., Yuncong1 Y., John Streeter G., and Ferree D.C. 2010. Influence of soil drought stress on photosynthesis, carbohydrates and the nitrogen and phosphorus absorbing different section of leaves and stem of Fugi/M.9EML, a young apple seedling. Journal of Biotechnology, 9:5320-5325.