Archive of SID

نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی، سال دهم، شماره ۳۷، بهار ۱۳۹۴ / صفحات: ۲۰-۱۰

تأثیر اسیدآمینه L-آرژینین بر ریزش میوه و برخی پارامترهای فیزیولوژیکی در پسته رقم احمدآقایی (*Pistacia vera* cv. Ahmad-Aghaei)

مریم اسلامی‌نژاد[۱]، فاطمه نصیبی*[۲]، خسرو منوچهری کلانتری[۳]، مسعود خضری[٤]

[۱] دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان

[۲] استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان

[۳] استاد، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان

[٤] استادیار، گروه مهندسی علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹٤/۲/۲۸

چکیده

وجود مشکلات فیزیولوژیکی متعددی مانند ریزش جوانه‌های گل، ریزش میوه، پوکی، ناخندانی و بدشکلی میوه‌ها منجر به کاهش عملکرد در درختان پسته شده است. هدف از این پژوهش، مطالعه تأثیر محلول‌پاشی اسیدآمینه آرژینین بر مشکلات فیزیولوژیکی و عملکرد در شاخه‌های پسته رقم احمدآقایی بود. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با تیمارهای آرژینین در سه غلظت (۰، ۰/۵، ۱ میلی‌مولار) ودر دو مرحله زمانی جداگانه، یک هفته قبل از تمام گل و پنج هفته بعد از تمام گل در یک باغ تجاری انجام گردید. نتایج نشان داد که اثرات مثبت آرژینین به میزان زیادی بستگی به زمان کاربرد و غلظت مورد استفاده آن دارد. آرژینین ۰/۵ میلی‌مولار به‌طور مؤثری ریزش جوانه‌های گل، ریزش میوه، درصد ناخندانی و پوکی را کاهش داد در حالی که سبب افزایش معنی‌دار وزن‌تر و عملکرد در شاخه‌های پسته شد. محلول‌پاشی آرژینین بر رشد قطری و مقدار قندهای محلول تأثیر معنی‌داری نداشت. نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد آرژینین در مرحله اول توانست به طور مستقیم یا غیر مستقیم موجب کاهش مشکلات فیزیولوژیکی در درختان پسته شود.

واژه‌های کلیدی: آرژینین، خندانی، ریزش میوه، قندهای محلول، عملکرد

مقدمه

ایران بزرگترین تولید کننده پسته و دارای بیشترین منطقه کشت این محصول در جهان است (FAO, 2008) و یکی از مناطق غنی در تعداد ارقام و ژنوتیپ پسته است. ارقام اوحدی و احمدآقایی مهمترین ارقام پسته در ایران محسوب می‌شوند (Ismail-Poor, 2005). درختان پسته مشکلات فیزیولوژیکی متعددی از جمله ریزش جوانه‌های گل، ریزش میوه، پوکی، ناخندانی و بدشکلی میوه‌ها را دارند (Acar and Eti, 2007; Crane and Iwakiri, 1981; Ferguson et al., 2005). ریزش میوه فرآیندی بسیار هماهنگ و دقیق است که در یک لایه متمایز از سلول‌ها به نام منطقه ریزش اتفاق می‌افتد (Patterson and Bleecker, 2001) و به‌صورت غیرمستقیم توسط تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی، کربوهیدرات‌ها، پلی‌آمین‌ها و پراکسید هیدروژن تنظیم می‌شود (Iglesias et al., 2006). تمام

*نویسنده مسئول: nasibi2002@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

این ترکیبات حاصل متابولیسم گیاه است و یا از مسیرهای کاتابولیسمی مشتق شده‌اند (Iglesias et al., 2006; Ish-Shalom, 2011). بر این اساس پیشنهاد شده است که یک سیستم انتقال علامت بسیار پیچیده در ریزش نقش دارد (Xie et al., 2013). ریزش شدید جوانه‌های گل در سال‌های پرمحصول و حفظ جوانه‌ها در سال‌های کم‌محصول سبب پدیده تناوب باردهی در درختان پسته می‌شود (Crane and Iwakiri, 1981; 1985). گزارش شده است که کمبود کربوهیدرات‌ها همراه با افزایش در غلظت اسید آبسزیک موجب افزایش ریزش میوه می‌شود (Iglesias et al., 2003). این نتایج نشان می‌دهد که کربوهیدرات‌ها نه تنها به عنوان یک ماده مغذی ضروری بلکه به‌عنوان یک مولکول علامت‌دهی، ریزش میوه را از طریق تاثیر بر متابولیسم هورمون‌ها یا مسیرهای علامت‌دهی کنترل می‌کنند (Xie et al., 2013). اتیلن یکی از تنظیم‌کننده رشد گیاهی است که نقش حیاتی در ریزش میوه ایفا می‌کند. در میوه سیب گزارش شده است استفاده از مهارکننده بیوسنتز اتیلن (آمینواتوکسی‌وینیل‌گلایسین) و مهار کننده عمل اتیلن (۱-متیل سیکلوپروپان) موجب کاهش ریزش میوه گردیده است و بیانگر این است که هر دو مسیر بیوسنتز و علامت‌دهی اتیلن در ریزش میوه نقش دارند (Yuan and Li, 2008). هورمون‌های دیگر به ویژه IAA و ABA نقش مستقیم و غیرمستقیم در ریزش میوه دارند. ABA از طریق افزایش ACC موجب افزایش ریزش میوه می‌شود ولی بر خلاف ABA، جریان اکسین در سراسر منطقه ریزش، حساسیت به اتیلن را کاهش می‌دهد و موجب حفظ میوه می‌شود (Bangerth, 2000; Xie et al., 2013). علاوه بر سطح کربوهیدرات‌های محلول و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی عوامل دیگری مثل مشکلات گرده‌افشانی و لقاح، شرایط نامساعد محیطی و مشکلات تغذیه‌ای بر ریزش و پوکی در درختان پسته موثر هستند (Crane and Iwakiri, 1981; Ferguson et al., 2005; Stephenson, 1981).

L-آرژینین اسیدآمینه ضروری با نسبت بالای N/C (٤ اتم نیتروژن و ٦ اتم کربن در هر مولکول) است و یک پیش‌ماده برای بیوسنتز پلی‌آمین، آگماتین، پرولین و همچنین مولکول‌های سیگنالینگ گلوتامین و نیتریک‌اکسید محسوب می‌شود (Chen et al., 2004; Liu et al., 2006; Satriano, 2003). در مسیر متابولیسم آرژینین، آنزیم نیتریک‌اکسیدسنتاز (NOS) تولید NO و آنزیم آرژینین دکربوکسیلاز (ADC) تولید پلی‌آمین را از آرژینین کاتالیز می‌کنند (Satriano, 2003). در گیاهان NO و پلی‌آمین هر دو مولکول‌هایی چندکاره دخیل در فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیولوژیکی متعدد در طول نمو گیاه و پاسخ به تنش هستند (Grün et al., 2006; Neill et al., 2003). اثرات NO، پلی‌آمین یا پرولین بر تأخیر پیری و افزایش طول عمر برخی از گل‌ها یا میوه‌ها عنوان شده است (Kumar et al., 2010; Nasibi et al., 2014). در مطالعات قبلی نقش احتمالی پلی‌آمین‌ها در کاهش بیوسنتز اتیلن در منطقه ریزش میوه بالغ (Gomez-Jimenez et al., 2010; Parra-Lobato and Gomez-Jimenez, 2011) و رابطه بین غلظت پلی‌آمین و ریزش جوانه و میوه (Aziz, 2003) عنوان شده است. در برخی مطالعات نیز گزارش شده است که نیتریک اکسید موجب کاهش مقدار اتیلن می‌شود و از این طریق عمر مفید برخی از سبزیجات، گل‌ها و میوه‌ها را طولانی‌تر می‌کند (Leshem and Wills, 1998; Parra-Lobato and Gomez-Jimenez, 2011). نقش آرژینین برون‌زا در پاسخ به تنش‌های گیاهی مختلف گزارش شده است (Chen et al., 2004; Nasibi et al., 2011). به‌طور مثال مشاهده شده است که آرژینین برون‌زا موجب افزایش سرعت

www.SID.ir

Archive of SID

و درصد جوانه‌زنی، افزایش پارامترهای رشد و القای مقاومت به سرما در گیاه پسته در شرایط درون شیشه گردیده است (Nasibi et al., 2013). نقش آرژینین در افزایش وزن‌تر گیاهک برنج (Lin and Kao, 1995) و افزایش وزن‌تر و خشک ریشه در حبوبات (Nassar et al., 2003) نیز گزارش شده است.

اگر چه پژوهش‌های مختلفی در ارتباط با کاهش ریزش جوانه گل در درختان پسته انجام شده است، اما گزارشی مبنی بر اثر محلول پاشی اسید آمینه آرژینین بر کاهش ریزش میوه و جوانه‌های گل‌آذین در پسته ارائه نشده است. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی اثر محلول‌پاشی اسیدآمینه آرژینین بر کاهش ریزش میوه و جوانه، افزایش عملکرد و بهبود برخی از مشکلات فیزیولوژیکی پسته در مراحل مختلف زمانی درشاخه‌های پسته رقم احمدآقایی بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۳ در یک باغ تجاری واقع در ۲۵ کیلومتری جنوب شهرستان سیرجان به وسعت تقریبی ۱/۵ هکتار انجام گردید. آزمایش بر روی درختان ۱۳ ساله پسته رقم احمدآقایی (*Pistacia vera* L.) که روی پایه بادامی ریز پیوند شده بودند انجام شد. به منظور تاثیر محلول‌پاشی آرژینین بر خصوصیات کمی و کیفی درختان پسته، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تیمار (آرژینین ۰، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار) در ۲ تیمار زمان محلول‌پاشی (مرحله اول یک هفته قبل از تمام گل و مرحله دوم پنج هفته بعد از تمام گل) و در مجموع بر روی ۲٤ درخت انجام گردید. برای هر تیمار ٤ بلوک و در هر بلوک ۳ شاخه پر محصول که از نظر طول و قطر تقریبا یکسان بودند انتخاب و قبل از باز شدن جوانه‌گل نشانه گذاری شدند.

اندازه‌گیری پارامترهای مورفولوژیکی: تعداد جوانه‌های گل تمایز نیافته در شاخه‌های سال جاری، ٦ هفته پس از تمام گل (خرداد ماه) شمارش شد و مجدداً در شهریور ماه شمارش و درصد ریزش جوانه‌های گل محاسبه گردید (مرحله اول و دوم). تعداد میوه‌های اولیه هر شاخه در مرحله اول دو هفته بعد از تمام گل و در مرحله دوم در زمان محلول‌پاشی شمارش و مجدداً در زمان برداشت محصول تعداد کل میوه شمارش و درصد ریزش تعیین گردید.

در زمان برداشت محصول (اوایل مهرماه) تمام میوه‌های هر شاخه از خوشه جدا و وزن‌تر (شامل میوه‌های خندان و ناخندان با پوست)، درصد میوه‌های پوک، خندان و ناخندان در شاخه محاسبه گردید. بعد از پوست‌گیری میوه‌ها و خشک شدن، وزن خشک شامل میوه‌های خندان و ناخندان (عملکرد در شاخه بر حسب گرم) تعیین شد. برای محاسبه سطح برگ نمونه‌گیری از برگ‌های سالم و ۳ برگچه‌ای شاخه‌های سال جاری انجام گرفت. طول و قطر شاخه‌های سال جاری با کولیس میلی‌متری در اواخر دی ماه اندازه‌گیری گردید.

اندازه‌گیری مقدار قندهای محلول در برگ: محتوای قند محلول نمونه‌های برگ با استفاده از معرف آنترون و بر اساس روش Roe (۱۹۵۵) تعیین گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها بر اساس رویه GLM نرم-افزار آماری SAS انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد استفاده شد.

نتایج

پارامترهای مورفولوژیکی: نتایج حاصل از تأثیر محلول‌پاشی اسیدآمینه آرژینین بر ریزش جوانه گل (جدول ۱) نشان داد که کاربرد آرژینین ۰/۵ میلی‌مولار در مرحله اول اگرچه سبب کاهش ریزش جوانه گل

www.SID.ir

Archive of SID

گردید اما این کاهش از نظر آماری معنی‌داری نبود، اما کاربرد برگی آن در مرحله دوم ریزش جوانه را به میزان معنی‌داری کاهش داد. تیمار آرژینین ۱ میلی‌مولار در هیچ یک از مراحل به کار رفته تأثیر معنی‌داری بر کاهش ریزش جوانه نداشت.

همان طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود کاربرد آرژینین (۰/۵ و ۱ میلی‌مولار) یک هفته قبل از تمام گل سبب کاهش معنی‌دار درصد ریزش میوه شد، اما در مرحله دوم فقط آرژینین ۰/۵ میلی‌مولار باعث کاهش معنی‌دار درصد ریزش میوه شد و تیمار آرژینین ۱ میلی‌مولار از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت.

نتایج نشان داد که تیمار آرژینین ۰/۵ میلی‌مولار در مرحله اول وزن‌تر و عملکرد (وزن خشک) در شاخه-های پسته را به میزان معنی‌داری افزایش داد ولی در مرحله دوم تأثیر معنی‌داری بر هیچ یک از صفات فوق نداشت. آرژینین ۱ میلی‌مولار از نظر آماری در هیچ یک از دو مرحله تأثیر معنی‌داری بر وزن تر و عملکرد نسبت به شاهد نداشت (جدول ۲).

جدول ۱: تأثیر محلول‌پاشی آرژینین بر ریزش جوانه‌گل و میوه در شاخه‌های پسته رقم احمدآقایی

تیمار	ریزش جوانه‌گل (٪)		ریزش میوه (٪)	
	مرحله۱	مرحله ۲	مرحله ۱	مرحله ۲
شاهد	۲۰/۳±۳/۶^{abc}	۲۳/۷±۳/۶^{ab}	۳۲/۲±٤/۷^{a}	۱۳/٤±۰/۵^{bc}
آرژینین (۰/۵ میلی‌مولار)	۱۲/۶±۶/٤^{c}	۱۰/۵±۲/۶^{c}	۱۹/۱±۶/٤^{b}	۲/۲±۰/۶^{d}
آرژینین (۱ میلی‌مولار)	۲۸/۶±۰/۸^{a}	۱۶/۶±٤/۱^{bc}	۲۱/۵±٤/۳^{b}	۶/۲±۰/۶^{cd}

*مرحله (۱) محلول‌پاشی = یک هفته قبل از تمام گل، مرحله (۲) محلول‌پاشی = پنج هفته بعد از تمام گل

**اعداد به صورت میانگین ± خطای استاندارد و در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۲: تأثیر محلول‌پاشی آرژینین بر وزن‌تر و عملکرد میوه در شاخه‌های پسته رقم احمدآقایی

تیمار	وزن‌تر (گرم)		عملکرد (گرم)	
	مرحله ۱	مرحله ۲	مرحله ۱	مرحله ۲
شاهد	۱٤۷/۷±۱/۵^{bc}	۱۲۸/۰±۳/۸^{bc}	۶۰/۰±۰/۲^{b}	۵۰/۷±۲/۷^{b}
آرژینین(۰/۵ میلی‌مولار)	۲۱۸/۵±۶/۷^{a}	۱۶۱/۶±۱۰/۵^{b}	۸۵/٤±۳/۳^{a}	۶۱/۳±٤/۷^{b}
آرژینین(۱ میلی‌مولار)	۱۶۲/۵±۱۸/۹^{b}	۱۱۲/۹±٤/۳^{c}	۶۳/۹±۷/۰^{b}	٤۹/۵±۱/۰^{d}

*عملکرد شامل وزن خشک میوه‌های خندان و ناخندان در شاخه است.

**مرحله اول = محلول‌پاشی یک هفته قبل از تمام گل، مرحله دوم = محلول‌پاشی پنج هفته بعد از تمام گل

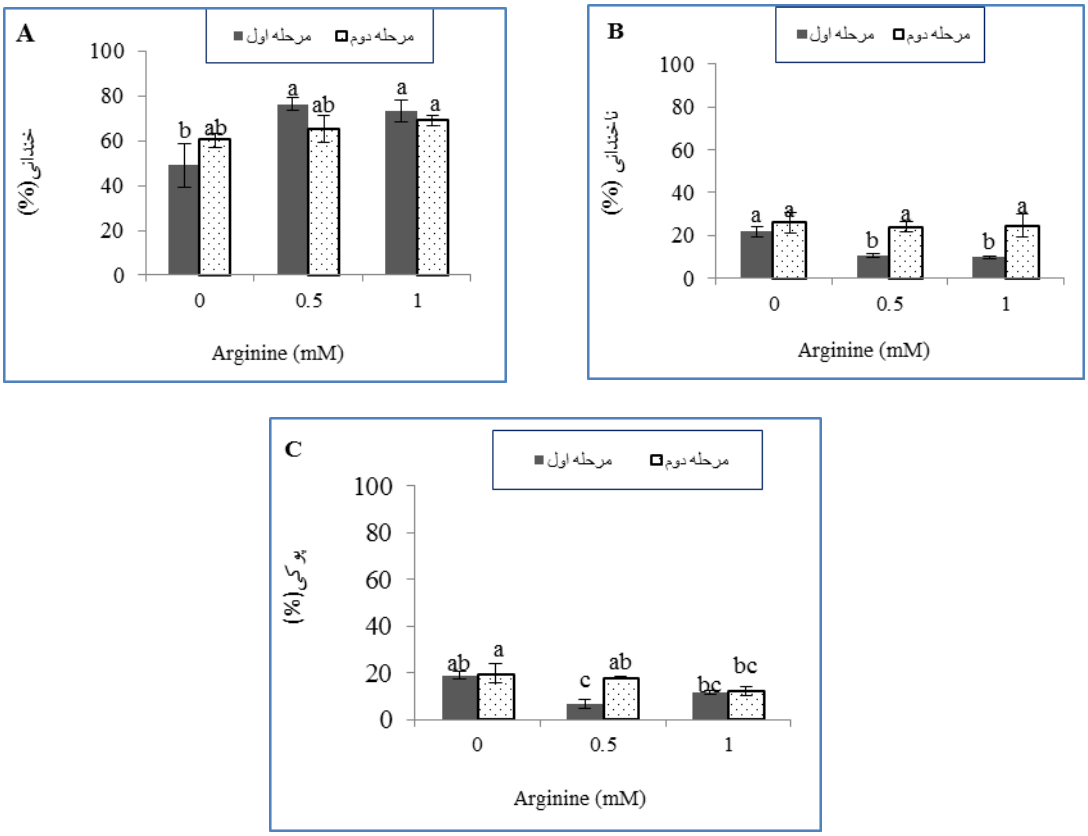
***اعداد به صورت میانگین ± خطای استاندارد و در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که محلول پاشی با آرژینین ۰/۵ میلی‌مولار یک هفته قبل از تمام‌گل (مرحله اول) به‌طور معنی‌داری سبب افزایش درصد خندانی (شکل A-۱)، کاهش درصد ناخندانی (شکل B-۱) و پوکی (شکل C-۱) گردید. کاربرد آرژینین یک میلی‌مولار در مرحله اول نیز درصد خندانی را افزایش و ناخندانی را کاهش داد ولی بر درصد پوکی تأثیر معنی‌داری نداشت. کاربرد هر دو

www.SID.ir

Archive of SID

غلظت آرژینین درمرحله دوم تاثیر معنی‌داری بر درصد خندانی و ناخندانی نسبت به گیاهان بدون تیمار نداشت. کاربرد غلظت یک میلی‌مولار آرژینین در مرحله دوم باعث کاهش معنی‌دار درصد پوکی در میوه‌های پسته شد (شکل C -۱).



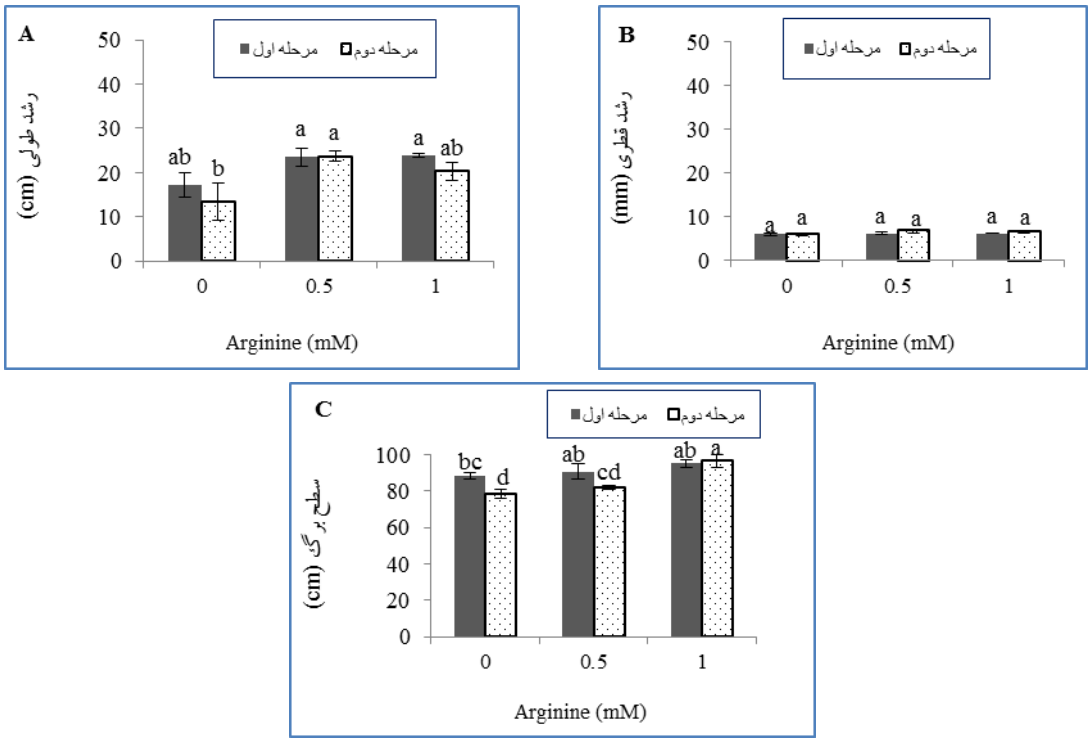
شکل ۱: اثر محلول‌پاشی آرژینین بر درصد خندانی (A)، درصد ناخندانی (B) و درصد پوکی (C) در شاخه‌های پسته رقم احمدآقایی. مرحله (۱) = محلول‌پاشی یک هفته قبل از تمام گل، مرحله (۲) = محلول‌پاشی پنج هفته بعد از تمام گل. تفاوت بین ستون‌های مربوط به هر تیمار که دارای حروف مشترک می‌باشند از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشند (P≤۰/۰۵)

نتایج حاصل از تأثیر آرژینین بر رشد طولی (شکل A-۲)، رشد قطری (شکل B -۲) و سطح برگ (شکل C -۲) نشان داد که در مرحله اول هیچ یک از تیمارهای آرژینین (۰/۵ و ۱ میلی‌مولار) بر این سه پارامتر موثر نبود. در مرحله دوم محلول‌پاشی، آرژینین ۰/۵ میلی‌مولار سبب افزایش رشد طولی (شکل A-۲) و آرژینین ۱ میلی‌مولار سبب افزایش سطح برگ (شکل C-۲)گردید.

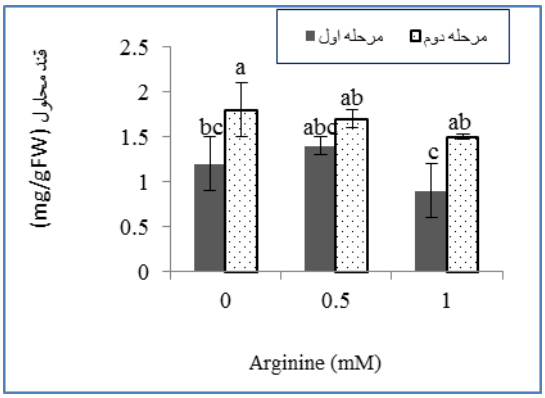
قندهای محلول برگ: نتایج حاصل از تاثیر محلول‌پاشی آرژینین بر میزان قندهای محلول (شکل ۳) نشان داد که تیمارهای آرژینین در هیچ کدام از مراحل بر میزان قندهای محلول تأثیر معنی‌داری نداشته است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲: اثر محلول‌پاشی آرژینین بر رشد طولی (A)، رشد قطری (B) و سطح برگ (C) در شاخه‌های سال جاری پسته رقم احمدآقایی. مرحله (۱) = محلول‌پاشی یک هفته قبل از تمام گل، مرحله (۲) = محلول پاشی پنج هفته بعد از تمام گل. تفاوت بین ستون‌های مربوط به هر تیمار که دارای حروف مشترک می‌باشند از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشند (P≤۰/۰۵).



شکل ۳: اثر محلول‌پاشی آرژینین بر میزان قندهای محلول برگ در شاخه‌های پسته رقم احمدآقایی. مرحله (۱)= محلول‌پاشی یک هفته قبل از تمام گل، مرحله (۲)= محلول پاشی پنج هفته بعد از تمام گل. تفاوت بین ستون‌های مربوط به هر تیمار که دارای حروف مشترک می‌باشند از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشند (P≤۰/۰۵).

بحث

تحقیقات نشان داده است ریزش در هر دو اندام رویشی (جوانه و برگ) و زایشی (گل، دانه بالغ و در حال نمو، میوه‌های رسیده) در پاسخ به علائم نموی، هورمونی و محیطی اتفاق می‌افتد (Estornell et al., 2013). از نظر تکاملی ریزش میوه و دانه فرآیندی سودمند می‌باشد ولی از دید کشاورزی، ریزش یک

www.SID.ir

Archive of SID

عامل محدود کننده بزرگ برای بهره‌وری محصول است (Estornell et al., 2013).

همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد کاربرد آرژینین سبب کاهش ریزش میوه و جوانه در شاخه‌های پسته و به دنبال آن افزایش عملکرد شد (جداول ۱ و ۲). تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی مانند اکسین، جیبرلین، پلی‌آمین و براسینواستروئید به‌عنوان سیگنال‌های مهارکننده ریزش هستند (Estornell et al., 2013). گزارش شده است اثرات مثبت آرژینین احتمالاً با فعال کردن مسیرهای مختلف کاتابولیسم آرژینین و به دنبال آن تجمع NO و پلی‌آمین می‌باشد (Zhang et al., 2013). اثرات مثبت کاربرد برخی ترکیبات حاصل از متابولیسم آرژینین در مطالعات قبلی گزارش شده است. به طور مثال نیتریک اکسید یکی از محصولات حاصل از کاتابولیسم آرژینین می باشد و به عنوان یک مولکول سیگنالینگ در کنترل رشد گیاه و فرآیندهای نموی از جوانه‌زنی تا گل‌دهی، رسیدن میوه و پیری اندام‌های گیاهی دخالت می‌کند (Manjunatha et al., 2010). گزارش شده است که نیتریک اکسید به طور مؤثر از بیوسنتز اتیلن در میوه‌های هلو جلوگیری نمود (Zhu et al., 2006). در مطالعه بر روی گیاه زیتون گزارش شده است که NO مانند ایندول‌استیک‌اسید (IAA) تولید اتیلن را از طریق اتصال به آنزیم ACC اکسیداز (ACO) و تشکیل کمپلکس دوگانه ACO-NO که به وسیله ACC شلاته می‌شود و منجر به تولید پایدار کمپلکس ACC-ACO-NO می‌شود، سرکوب می‌کند و از ریزش میوه جلوگیری می‌کند (Parra-Lobato and Gomez-Jimenez, 2011).

گزارش شده که پلی‌آمین ریزش میوه‌چه در زیتون را به تأخیر انداخته (Gomez-Jimenez et al., 2010) و موجب افزایش نگهداری میوه در لیچی (Stern and Gazit, 2007) و انگور (Aziz et al., 2001) گردیده است. کاربرد پلی‌آمین اسپرمین موجب کاهش ریزش میوه و جوانه در پسته نیز شده است (Khezri et al., 2010). با توجه به اینکه نقش آنتاگونیستی NO و پلی‌آمین در تولید اتیلن ثابت شده است (Zhu and Zhou, 2007) در مطالعه حاضر به نظر می‌رسد که کاهش ریزش میوه و جوانه در اثر محلول‌پاشی آرژینین احتمالا به‌دلیل تولید NO و یا پلی‌آمین حاصل از مسیرهای کاتابولیسم آرژینین باشد که موجب نگهداری میوه و جوانه در پسته شده و این کاهش ریزش، خود دلیلی بر افزایش وزن‌تر و عملکرد در شاخه است. البته اثبات این نقش مطالعات تکمیلی بیشتری را در این زمینه می طلبد. علاوه بر این اشاره شده که نیتروژن و پتاسیم دارای نقش احتمالی در ریزش هستند (Crane and Al-shalan, 1977). گزارش شده است که بنزیل‌آدنین به عنوان یک ترکیب فراهم‌کننده نیتروژن پیری جوانه را در پسته به تأخیر می‌اندازد و ورود ترکیبات فتوسنتزی را به جوانه گل‌آذین که یک عامل مهم برای جلوگیری از ریزش جوانه است افزایش می‌دهد (Talaie et al., 2006). با توجه به اینکه آرژینین به عنوان یک ترکیبات غنی از نیتروژن است (Cantón and Cånovas, 2005) بنابراین ممکن است از طریق تأمین بخشی از منابع نیتروژن مانع ریزش میوه و جوانه و به دنبال آن افزایش عملکرد در شاخه‌های پسته شود.

از دلایل پوکی در پسته مشکلات گرده‌افشانی و لقاح است (Ferguson et al., 2005). Verveake و همکاران (۲۰۰٤) گزارش کردند که اضافه کردن آرژینین به محیط کشت منجر به تحریک تقسیم هسته زایشی در لوله گرده گیاه *Aechmea fasciata* شده است. همچنین گزارش شده است که پلی‌آمین‌ها جوانه‌زنی و رشد لوله گرده در گیاهان خاصی مثل سیب (Wang et al., 1996) و گوجه‌فرنگی (Song et al., 1999) را تحریک نموده است. در گیاه پسته نیز گزارش شده است که کاربرد پلی‌آمین اسپرمین برون‌زا

www.SID.ir

Archive of SID

احتمالاً از طریق حفظ بخش‌های مختلف کیسه جنینی سبب کاهش درصد پوکی شده است (Khezri et al., 2010). همچنین مشاهده شده است که سیگنالینگ NO در برهمکنش گرده- مادگی برای تولیدمثل جنسی موفق در گیاه آرابیدوپسیس لازم است (Pradoa et al., 2008). در مورد اثر آرژینین ویا سایر اسیدهای آمینه در کاهش پوکی میوه گزارشی وجود ندارد، در این بررسی نیز کاربرد آرژینین احتمالاً از طریق تولید NO یا پلی‌آمین موجب کاهش درصد میوه‌های پوک شده است. نتایج این بررسی همچنین نشان داد که آرژینین می‌تواند سبب کاهش درصد ناخندانی شود (شکل B-۲). کاهش رشد و نمو مغز با افزایش درصد ناخندانی مرتبط است (Ferguson et al., 2005). گزارش شده است که اسپرمین با افزایش تحریک رشد و نمو مغز سبب کاهش درصد ناخندانی می‌گردد (Khezri et al., 2010). در مطالعه حاضر نیز آرژینین به طور مستقیم یا غیر مستقیم بر کاهش درصد ناخندانی موثر بود.

در این پژوهش نقش مثبت آرژینین بر پارامترهای رشدی مثل رشد طولی و سطح برگ مشاهده شد (شکل ۲). نقش اسید آمینه آرژینین بر پارامترهای رشد و نموی در مطالعات گذشته نیز گزارش شده است. به‌طور مثال کاربرد آرژینین باعث بهبود رشد در گیاهک‌های لوبیا شده که همراه با افزایش محتوای اسپرمین و اسپرمیدین بوده است (Zeid, 2009). علاوه براین استفاده از آرژینین موجب افزایش پارامترهای رشد و به طور قابل توجهی افزایش وزن‌تر و خشک، تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی درون‌زا، کلروفیل a و b وکاروتنوئید در لوبیا (Nassar et al., 2003) و گندم (El-Bassiouny et al., 2008) گردیده است. افزایش نرخ رشد توسط آرژینین در گندم به دلیل تحریک تقسیم سلولی یا بزرگ شدن سلول گزارش شده است (El-Bassiouny et al., 2008). در این مطالعه نیز آرژینین بر پارامترهای رشدی اثر گذاشته و سبب افزایش رشد طولی و افزایش سطح برگ در مرحله دوم شده است.

تناوب‌باردهی در درختان پسته نتیجه ریزش بیش از حد جوانه‌های گل‌آذین در طول پر شدن مغز دانه به‌دلیل رقابت بین جوانه گل‌آذین و نمو مغز دانه برای کربوهیدرات‌ها و دیگر منابع (Crane and Al-shalan, 1977; Crane and Iwakiri, 1981) و کمبود مواد مغذی (Picchioni et al., 1997) است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان کربوهیدرات‌های محلول (شکل ۳) در این پژوهش نشان داد که اسیدآمینه آرژینین بر میزان کربوهیدرات‌های محلول مؤثر نبوده است. اگر چه گزارش‌های متعددی در مورد نقش کربوهیدرات‌های محلول در ریزش میوه (Iglesias et al., 2003; Stern and Gazit, 2007) و جوانه‌های گل (Crane and Al-shalan, 1977)وجود دارد اما به نظر می‌رسد که نقش اسیدآمینه آرژینین از این طریق نبوده و از طریق رابطه آنتاگونیستی با اتیلن توانسته بر میزان ریزش اثر بگذارد.

نتیجه‌گیری نهایی

در مطالعه حاضر تأثیر محلول‌پاشی آرژینین بر کاهش درصد ریزش جوانه‌گل و میوه و بهبود برخی از مشکلات فیزیولوژیکی پسته مطالعه شد و مشاهده گردید که اثرات مثبت آرژینین به میزان زیادی بستگی به زمان کاربرد و غلظت مورد استفاده آن دارد. غلظت ۰/۵ میلی‌مولار آرژینین در یک هفته قبل از تمام گل سبب کاهش چشمگیر مشکلات فیزیولوژیکی پسته و افزایش عملکرد در شاخه‌ها گردید. در این بررسی مکانیزم دقیق تأثیر آرژینین مشخص نیست و پژوهش‌های بیشتری در این رابطه لازم است. به نظر می رسد که آرژینین با فراهم کردن منبع نیتروژن و یا تولید مولکول‌های سیگنالینگ مهم مانند نیتریک اکسید

www.SID.ir

Archive of SID

و یا پلی‌آمین‌ها توانسته است نقش مثبت خـود را ایفـا نماید. البته برای اطمینان از این اثر آرژینین لازم اسـت مقدار نیتریک اکسید و پلی آمینها اندازه گیری شود که در تحقیقات آینده مدنظر می‌باشد. اما در هر حال تاثیر مثبت این اسید آمینه بدون اثرات سوء جانبی می‌توانـد آن را بـه عنـوان گزینـه‌ای مناسـب بـرای افـزودن بـه کودهای کشاورزی مورد استفاده معرفی نماید.

منابع

Acar, I. and Eti, S. (2007). Abscission of pistachio flowers and fruits as affected by different pollinators. Pakistan Journal of Biological Sciences. 10: 2920-2924.

Aziz, A. (2003). Spermidine and related-metabolic inhibitors modulate sugar and amino acid levels in *Vitis vinifera* L.: possible relationships with initial fruitlet abscission. Journal of Experimental Botany. 54: 355–363.

Aziz, A., Brun, O. and Audran, J.C. (2001). Involvement of polyamines in the control of fruitlet physiological abscission in grapevine (*Vitis vinifera*). Physiologia Plantarum. 13: 50–8.

Bangerth, F. (2000). Abscission and thinning of young fruit and their regulation by plant hormones and bioregulators. Plant Growth Regulation. 31: 43-59.

Cantón, F.R. and Cȧnovas, F.M. (2005). Molecular aspects of nitrogen mobilization and recycling in trees. Photosynthesis Research. 83: 265–278.

Chen, H., McCaig, B.C., Melotto, M., He, S.Y. and Howe, G.A. (2004). Regulation of plant arginase by wounding, jasmonate, and the phytotoxin coronatine. Journal of Biological Chemistry. 279: 45998–46007.

Crane, J.C. and Al-shalan, I.M. (1977). Carbohydrate and nitrogen level in pistachio branches as related to shoot extension and yield. Journal of the American Society for Horticultural Science. 102:396–399.

Crane, J.C. and Iwakiri, B.T. (1981). Morphology and reproduction of pistachio. Review. Horticulture. 3: 376–393.

Crane, J.C., and Iwakiri, B.T. (1985). Vegetative and reproductive dominance in pistachio. Horticulture. Science. 20: 1092–1093.

El–Bassiouny, H.M.S., Mostafa, H.A., El–Khawas, S.A., Hassanein, R.A., Khalil, S.I. and Abd El–Monem, A.A. (2008). Physiological responses of wheat plant to foliar treatments with arginine or putrescine. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 2(4): 1390-1403.

Estornell, L.H., Agusti, J., Merelo, P., Talón, M. and Tadeo, F.R. (2013). Elucidating mechanisms underlying organ abscission. Review. Plant Science. 199-200: 48-60.

FAO. (2008). Production year Book. Vol. 62. FAO. Pome, Italy. PP: 909–914.

Ferguson, L., Beede, R.H., Freeman, M.W., Haviland, D.R., Holtz, B.A. and Kallsen, C.E. (2005). Pistachio Production Manual (4th ed.). Fruit and Nut Research and Information Center, University of California, Davis, California.

Gomez-Jimenez, M.C., Paredes, M.A., Gallardo, M. and Sanchez-Calle, I.M. (2010). Mature fruit abscission is associated with upregulation of polyamine metabolism in the olive abscission zone. Journal of Plant Physiology. 167: 1432–1441.

Grün, S., Lindermayr, C., Sell, S. and Durner, J. (2006). Nitric oxide and gene regulation in plants. Journal of Experimental Botany. 57: 507–516.

Iglesias, D.J., Tadeo, F.R., Primo-Millo, E. and Talon, M. (2003). Fruit set dependence on carbohydrate availability in citrus trees. Tree Physiology. 23: 199-204.

Iglesias, D.J., Tadeo, F.R, Primo-Millo, E. and Talon, M. (2006). Carbohydrate and ethylene levels related to fruitlet drop through AZ A in citrus. Trees. 20: 348-355.

Ish-Shalom, M., Dahan, Y., Maayan, I. and Irihimovitch, V. (2011). Cloning and molecular characterization of an ethylene receptor gene, MiERS1, expressed during mango fruitlet abscission and fruit ripening. Plant Physiology and Biochemistry. 49:931-936.

Ismail-Poor, A. (2005). Characteristics and traits of some important pistachio cultivars in Iran. Iran Pistachio Research Institute Publisher. P.56.

Khezri, M., Talaie, A., Javanshah, A. and Hadavi, F. (2010). Effect of exogenous application of free polyamines on physiological disorders and yield of 'Kaleh-Ghoochi' pistachio shoots (*Pistacia vera* L.). Scientia Horticulturae. 125: 270–276.

Kumar, N., Pal, M., Singh, A., Sairam, R. and Srivastava, G.C. (2010). Exogenous proline alleviates oxidative stress and increase vase life in rose (*Rosa hybrid* L. 'Grand Gala'). Scientia Horticulturae. 127: 79-85.

www.SID.ir

Archive of SID

Leshem, Y.Y. and Wills, R.B.H. (1998). Harnessing senescence delaying gases nitric oxideand nitrous oxide: a novel approach to postharvest control of fresh horticultural produce. Biologia Plantarum. 41: 1–10.

Lin, C.C. and Kao, C.H. (1995). Levels of endogenous polyamines and NaCl inhibited growth of rice seedlings. Plant Growth Regulation. 17: 15-20.

Liu, J.H., Nada, K., Honda, C., Kitashiba, H. and Wen, X.P. (2006). Polyamine biosynthesis of apple callus under salt stress. Importance of the arginine decarboxylase pathway in stress responses. Journal of Experimental Botany. 57: 2589-2599.

Manjunatha, G., Lokesh, V. and Neelwarne, B. (2010). Nitric oxide in fruit ripening: trends and opportunities. Biotechnology Advances. 28: 489–499.

Nasibi, F., Barand, A., Kalantari, K. and Rezanejad, F. (2013). The effect of arginine pretreatment on germination, growth and Physiological parameters in the increase of low temperature tolerance in *Pistacia vera* L. in vitro culture. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 5: 1918-1925.

Nasibi, F., Farahmand, H., Kamyab, A., and Alipour, S. (2014). Effects of arginine, cysteine and 5-sulfosalicylic acid on of vase life of tuberose cut flowers. Agricultural Communication. 2: 35-41.

Nasibi, F., Yaghoobi, M.M. and Kalantari, K. (2011). Effect of exogenous arginine on alleviation of oxidative damage in tomato plant under water stress. Journal of Plant Interaction. 6: 291-296.

Nassar, A.H., El-Tarabily, K.A. and Sivasithamparam, K. (2003). Growth promotion of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by a polyamine – producing isolate of Streptomyces griseoluteus. Plant Growth Regulation. 40(2): 97-106.

Neill, S.J., Desikan, R. and Hancock, J.T. (2003). Nitric oxide signalling in plants. New Phytologist. 159: 11–35.

Parra-Lobato, M.C. and Gomez-Jimenez, M.C. (2011). Polyamine-induced modulation of genes involved in ethylene biosynthesis and signalling pathways and nitric oxide production during olive mature fruit abscission. Journal of Experimental Botany. 62: 4447-4465.

Patterson, S.E. and Bleecker, A.B. (2004). Ethylene-dependent and-independent process associated with floral organ abscission in Arabidopsis. Plant Physiology. 134: 194–203.

Picchioni, G.A., Brown, P.H., Weinbaum, S.A. and Muraoka, T.T. (1997). Macronutrient allocation to leaves and fruit of mature, alternate-bearing pistachio trees: magnitude and seasonal patterns at the whole-canopy level. Journal of the American Society for Horticultural Science. 122: 267–274.

Pradoa, A.M., Colacxoa, R., Morenoa, N., Silvaa, A.C. and Feijóa, J.A. (2008). Targeting of pollen tubes to ovules Is dependenton nitric oxide (NO) signaling. Molecular Plant. 1(4): 703-714.

Roe, J.H. (1955). The determination of sugar in blood and spinal fluid with anthrone reagent. Journal of Biological Chemistry. 212: 335-343.

Satriano, J. (2003). Agmatine: at the crossroads of the arginine pathways. Annals of the NewYork Academy of Sciences. 1009: 34–43.

Song, J., Nada, K. and Tachibana, S. (1999). Ameliorative effect of polyamines on the high temperature inhibition of in vitro pollen germination in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Scientia Horticulture. 80: 203–212.

Stephenson, A.G. (1981). Flower and fruit abortion: Proximate causes and ultimate functions. Annual Review of Ecology and Systematics. 12: 253–279.

Stern, R.A. and Gazit, S. (2007). Application of the polyamine putrescin increased yield of 'Mauritius' litchi (*litchi chinensis* Sonn.). Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 75:612–614.

Talaie, A., Seyedi, M., Panahi, B. and Khezri, M. (2006). Effects of shoot girdling and urea combined with 6 –benzyladenine on abscission of inflorescence buds in "Ohadi" Pistachio cultivar (*Pistacia vera* L.). International Journal of Agriculture and Biology. 08(4): 474–476.

Vervaeke, I., Delen, R., Wouters, J., Deroose, R., and DeProft, M.P. (2004). Division of the generative nucleus in cultured pollen tubes of the Bromeliaceae. Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 76: 17–28.

Wang, S., Song, C., Chao, L.L. and Zhang, Y. (1996). Physiological function of polyamines during blossoming and fruit setting in apples. Acta Horticulturae Sinica. 23: 319–325.

Xie, R.J., Deng, L., Jing, L., He, S.L., Ma, Y.T., Yi, S.L., Zheng, Y.Q. and Zheng, L. (2013). Recent advances in molecular events of fruit abscission. Review. Biologia Plantarum. 57(2): 201-209.

www.SID.ir

Archive of SID

Yuan, R.G. and Li, J.G. (2008). Effect of sprayable 1-MCP, AVG, and NAA on ethylene biosynthesis, preharvest fruit drop, fruit maturity, and quality of 'Delicious' apple. Horticulture Science. 43: 1454-1460.

Zeid, I.M. (2009). Effect of arginine and urea on polyamines content and growth of bean under salinity stress. Acta Physiologiae Plantarum. 31: 65-70.

Zhang, X., Shen, L., Li, F., Meng, D. and Sheng, J. (2013). Amelioration of chilling stress by arginine in tomato fruit: Changes in endogenous arginine catabolism. Postharvest Biology and Technology. 76: 106-111.

Zhu, S. and Zhou, J. (2007). Effect of nitric oxide on ethylene production in strawberry fruit during storage. Food Chemistry. 100(4): 1517-1522.

Zhu, S., Liu, M. and Zhou, J. (2006). Inhibition by nitric oxide of ethylene biosynthesis and lipoxygenase activity in peach fruit during storage. Postharvest Biology and Technology. 42: 41–48.

www.SID.ir