

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

مریم اسلامی نژاد^۱، فاطمه نصیبی*^۲، خسرو منوچهری کلانتری^۳، مسعود خضری^۴

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان

استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان

^۳ استاد، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان

^۴ استادیار، گروه مهندسی علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

تاریخ پذیرش: ۹۴/۲/۲۸

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۲۵

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) و در 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 وزن تر 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 به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم موجب کاهش مشکلات فیزیولوژیکی در درختان پسته شود.

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

مقدمه

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 Bleeker, 2001) و به‌صورت غیرمستقیم توسط تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی، کربوهیدرات‌ها، پلی‌آمین‌ها و پراکسید هیدروژن تنظیم می‌شود (Iglesias et al., 2006). تمام

ایران بزرگترین تولیدکننده 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

*نویسنده مسئول: nasibi2002@yahoo.com

و مشکلات تغذیه‌ای بر ریزش و پوکی در درختان پسته موثر هستند (Crane and Iwakiri, 1981; Ferguson et al., 2005; Stephenson, 1981).

L-آرژنین اسید آمینه ضروری با نسبت بالای N/C (۴ اتم نیتروژن و ۶ اتم کربن در هر مولکول) است و یک پیش ماده برای بیوستز پلی آمین، آگماتین، پرولین و همچنین مولکول‌های سیگنالینگ گلوتامین و نیتریک اکسید محسوب می شود (Chen et al., 2004; Liu et al., 2006; Satriano, 2003). در مسیر متابولیسم آرژنین، آنزیم نیتریک اکسید سنتاز (NOS) تولید NO و آنزیم آرژنین دکربوکسیلاز (ADC) تولید پلی آمین را از آرژنین کاتالیز می کنند (Satriano, 2003). در گیاهان NO و پلی آمین 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، پلی آمین 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 پلی آمین‌ها در کاهش بیوستز اتیلن در منطقه ریزش میوه بالغ (Gomez-Jimenez et al., 2010; Parra-Lobato and Gomez-Jimenez, 2011) و رابطه بین غلظت پلی آمین و ریزش جوانه و میوه (Aziz, 2003) عنوان شده است. در برخی مطالعات نیز گزارش شده است که نیتریک اکسید موجب کاهش مقدار اتیلن می شود و از این طریق عمر مفید برخی از سبزیجات، گل‌ها و میوه‌ها را طولانی تر می کند (Leshem and Wills, 1998; Parra-Lobato and Gomez-Jimenez, 2011). نقش آرژنین برونزا در پاسخ به تنش‌های گیاهی مختلف گزارش شده است (Chen et al., 2011; Nasibi et al., 2004). به طور مثال مشاهده شده است که آرژنین برونزا موجب افزایش سرعت

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 کم محصول سبب پدیده تناوب باردهی در درختان پسته می شود (Crane and Iwakiri, 1981; 1985). گزارش شده است که کمبود کربوهیدرات‌ها همراه با افزایش در غلظت اسید آسزیک موجب افزایش ریزش میوه می شود (Iglesias et al., 2003). این نتایج نشان می دهد که کربوهیدرات‌ها نه تنها به عنوان یک ماده مغذی ضروری بلکه به عنوان یک مولکول علامت‌دهی، ریزش میوه را از طریق تاثیر بر متابولیسم هورمون‌ها یا مسیرهای علامت‌دهی کنترل می کنند (Xie et al., 2013). اتیلن یکی از تنظیم کننده رشد گیاهی است که نقش حیاتی در ریزش میوه ایفا می کند. در میوه سیب گزارش شده است استفاده از مهارکننده بیوستز اتیلن (آمینواتوکسی وینیل گلاپسین) و مهار کننده عمل اتیلن (۱-متیل سیکلوپروپان) موجب کاهش ریزش میوه گردیده است و بیانگر این است که هر دو مسیر بیوستز 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 می شود ولی بر خلاف ABA، جریان اکسین در سراسر منطقه ریزش، حساسیت به اتیلن را کاهش می دهد و موجب حفظ میوه می شود (Bangerth, 2000; Xie et al., 2013). علاوه بر سطح کربوهیدرات‌های محلول و تنظیم کننده‌های رشد گیاهی عوامل دیگری مثل مشکلات گرده‌افشانی و لقاح، شرایط نامساعد محیطی

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 وزن تر گیاهک برنج (Lin and Kao, 1995) و افزایش وزن تر 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 اسیدآمینه آرژینین بر کاهش ریزش میوه و جوانه‌های گل‌آذین در پسته ارائه نشده است. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی اثر محلول پاشی اسیدآمینه آرژینین بر کاهش ریزش میوه و جوانه، افزایش عملکرد و بهبود برخی از مشکلات فیزیولوژیکی پسته در مراحل مختلف زمانی در شاخه‌های 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 محلول پاشی 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 محلول پاشی (مرحله اول یک هفته قبل از تمام گل و مرحله دوم پنج هفته بعد از تمام گل) و در مجموع بر روی ۲۴ درخت انجام گردید. برای هر تیمار ۴ بلوک و در هر بلوک ۳ شاخه پر محصول که از نظر طول و قطر تقریباً یکسان بودند انتخاب و قبل از باز شدن جوانه گل نشانه گذاری شدند.

اندازه‌گیری پارامترهای مورفولوژیکی: تعداد جوانه‌های گل تمایز نیافته در شاخه‌های سال جاری، ۶ 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 محلول پاشی شمارش و مجدداً در زمان برداشت محصول تعداد کل میوه شمارش و درصد ریزش تعیین گردید.

در زمان برداشت محصول (اویل 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 آنترن 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 محلول پاشی 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

آرژنین ۱ میلی مولار از نظر آماری تفاوت معنی داری با شاهد نداشت.

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

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

همان طور که در جدول ۱ مشاهده می شود کاربرد آرژنین (۰/۵ و ۱ میلی مولار) یک هفته قبل از تمام گل سبب کاهش معنی دار درصد ریزش میوه شد، اما در مرحله دوم فقط آرژنین ۰/۵ میلی مولار باعث کاهش معنی دار درصد ریزش میوه شد و تیمار

جدول ۱: تأثیر محلول پاشی آرژنین بر ریزش جوانه گل و میوه در شاخه های پسته رقم احمدآقایی

تیمار	ریزش جوانه گل (%)		ریزش میوه (%)	
	مرحله ۱	مرحله ۲	مرحله ۱	مرحله ۲
شاهد	۲۰/۳±۳/۶ ^{abc}	۲۳/۷±۳/۶ ^{ab}	۳۲/۲±۴/۷ ^a	۱۳/۴±۰/۵ ^{bc}
آرژنین (۰/۵ میلی مولار)	۱۲/۶±۶/۴ ^c	۱۰/۵±۲/۶ ^c	۱۹/۱±۶/۴ ^b	۲/۲±۰/۶ ^d
آرژنین (۱ میلی مولار)	۲۸/۶±۰/۸ ^a	۱۶/۶±۴/۱ ^{bc}	۲۱/۵±۴/۳ ^b	۶/۲±۰/۶ ^{cd}

*مرحله (۱) محلول پاشی = یک هفته قبل از تمام گل، مرحله (۲) محلول پاشی = پنج هفته بعد از تمام گل
**اعداد به صورت میانگین ± خطای استاندارد و در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشابه می باشند در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه ای دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۲: تأثیر محلول پاشی آرژنین بر وزن تر و عملکرد میوه در شاخه های پسته رقم احمدآقایی

تیمار	وزن تر (گرم)		عملکرد (گرم)	
	مرحله ۱	مرحله ۲	مرحله ۱	مرحله ۲
شاهد	۱۴۷/۷±۱/۵ ^{bc}	۱۲۸/۰±۳/۸ ^{bc}	۶۰/۰±۰/۲ ^b	۵۰/۷±۲/۷ ^b
آرژنین (۰/۵ میلی مولار)	۲۱۸/۵±۶/۷ ^a	۱۶۱/۶±۱۰/۵ ^b	۸۵/۴±۳/۳ ^a	۶۱/۳±۴/۷ ^b
آرژنین (۱ میلی مولار)	۱۶۲/۵±۱۸/۹ ^b	۱۱۲/۹±۴/۳ ^c	۶۳/۹±۷/۰ ^b	۴۹/۵±۱/۰ ^d

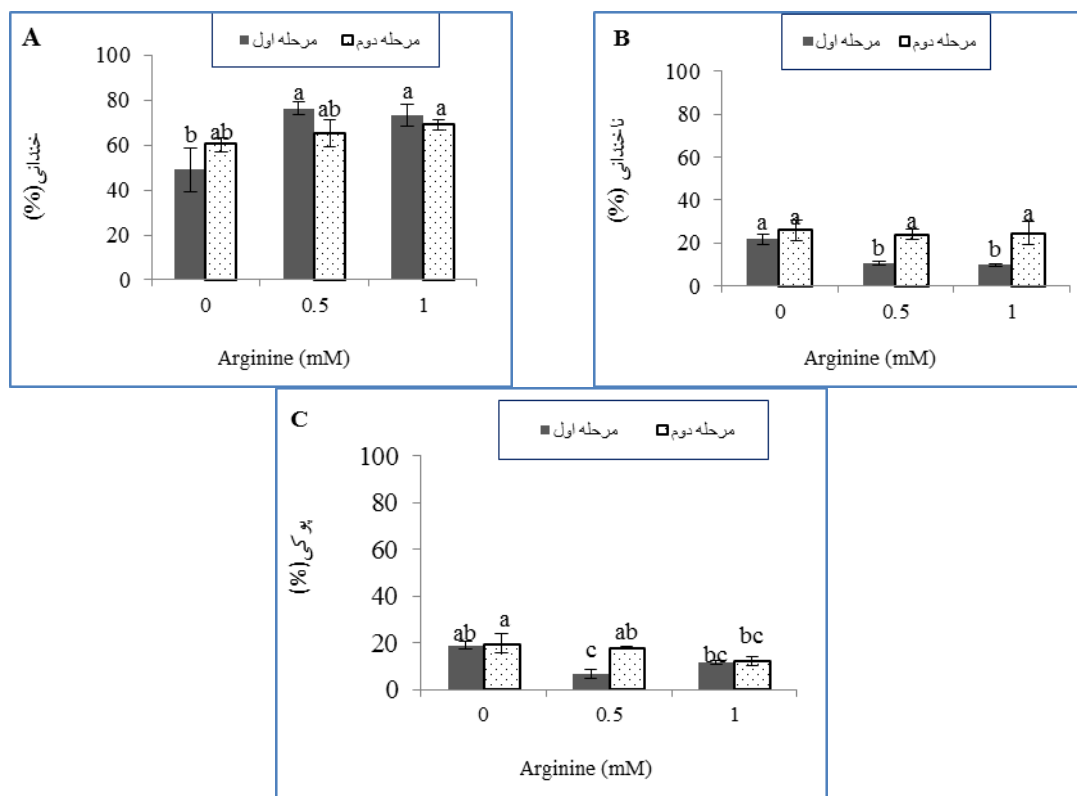
*عملکرد شامل وزن خشک میوه های خندان و ناخندان در شاخه است.
**مرحله اول = محلول پاشی یک هفته قبل از تمام گل، مرحله دوم = محلول پاشی پنج هفته بعد از تمام گل
***اعداد به صورت میانگین ± خطای استاندارد و در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشابه می باشند در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه ای دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

(شکل B-۱) و پوکی (شکل C-۱) گردید. کاربرد آرژنین یک میلی مولار در مرحله اول نیز درصد خندانی را افزایش و ناخندانی را کاهش داد ولی بر درصد پوکی تأثیر معنی داری نداشت. کاربرد هر دو

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که محلول پاشی با آرژنین ۰/۵ میلی مولار یک هفته قبل از تمام گل (مرحله اول) به طور معنی داری سبب افزایش درصد خندانی (شکل A-۱)، کاهش درصد ناخندانی

در مرحله دوم باعث کاهش معنی دار درصد پوکی در میوه‌های پسته شد (شکل C-1).

غلظت آرژینین در مرحله دوم تاثیر معنی داری بر درصد خندانی و ناخندانی نسبت به گیاهان بدون تیمار نداشت. کاربرد غلظت یک میلی مولار آرژینین

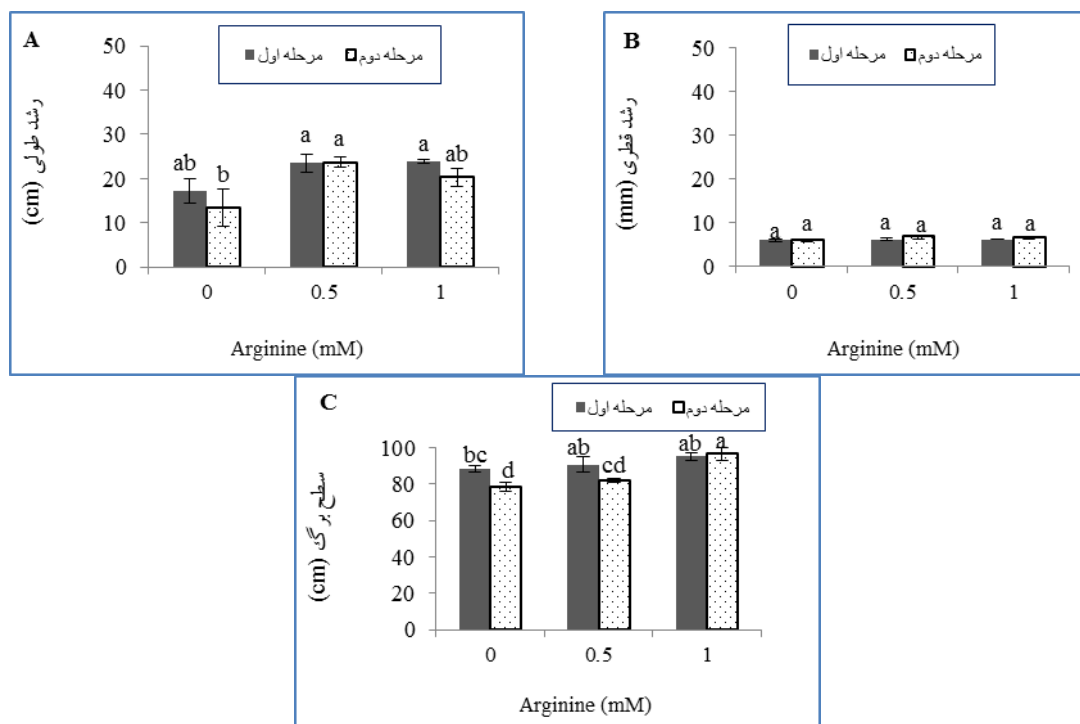


شکل ۱: اثر محلول پاشی آرژینین بر درصد خندانی (A)، درصد ناخندانی (B) و درصد پوکی (C) در شاخه‌های پسته رقم احمدآقایی. مرحله (۱) = محلول پاشی یک هفته قبل از تمام گل، مرحله (۲) = محلول پاشی پنج هفته بعد از تمام گل. تفاوت بین ستون‌های مربوط به هر تیمار که دارای حروف مشترک می‌باشند از نظر آماری معنی دار نمی‌باشند ($P \leq 0.05$)

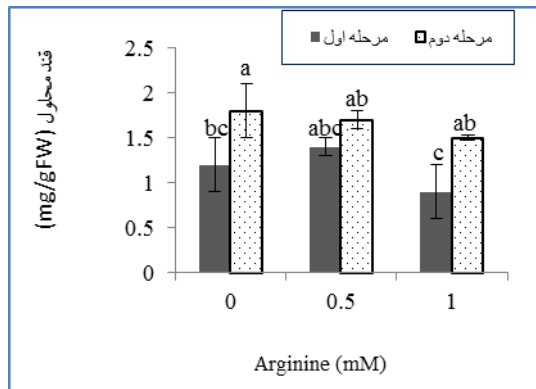
و آرژینین ۱ میلی مولار سبب افزایش سطح برگ (شکل C-۲) گردید.

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

نتایج حاصل از تاثیر آرژینین بر رشد طولی (شکل ۲-A)، 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 میلی مولار) بر این سه پارامتر موثر نبود. در مرحله دوم محلول پاشی، آرژینین ۰/۵ میلی مولار سبب افزایش رشد طولی (شکل ۲-A)



شکل ۲: اثر محلول پاشی آرژینین بر رشد طولی (A)، رشد قطری (B) و سطح برگ (C) در شاخه‌های سال جاری پسته رقم احمدآقایی. مرحله (۱) = محلول پاشی 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 ($P \leq 0.05$).



شکل ۳: اثر محلول پاشی آرژینین بر میزان قندهای محلول برگ در شاخه‌های پسته رقم احمدآقایی. مرحله (۱) = محلول پاشی 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 ($P \leq 0.05$).

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

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،

میوه و جوانه در پسته نیز شده است (Khezri et al., 2010). با توجه به اینکه نقش آنتاگونیستی NO و پلی آمین در تولید اتیلن ثابت شده است (Zhu and Zhou, 2007) در مطالعه حاضر به نظر می رسد که کاهش ریزش میوه و جوانه در اثر محلول پاشی آرژینین احتمالاً به دلیل تولید NO و یا پلی آمین حاصل از مسیرهای کاتابولیسیم آرژینین باشد که موجب نگهداری میوه و جوانه در پسته شده و این کاهش ریزش، خود دلیلی بر افزایش وزن تر 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 بنزیل آدنین به عنوان یک ترکیب فراهم کننده نیتروژن پیری جوانه را در پسته به تأخیر می اندازد و ورود ترکیبات فتوسنتزی را به جوانه گل آذین که یک عامل مهم برای جلوگیری از ریزش جوانه است افزایش می دهد (Talaie et al., 2006). با توجه به اینکه آرژینین به عنوان یک ترکیبات غنی از نیتروژن است (Cantón and Cánovas, 2005) بنابراین ممکن است از طریق تأمین بخشی از منابع نیتروژن مانع ریزش میوه و جوانه و به دنبال آن افزایش عملکرد در شاخه های پسته شود.

از دلایل پوکی در پسته مشکلات گرده افشانی و لقاح است (Ferguson et al., 2005). Verveake و همکاران (۲۰۰۴) 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 پلی آمین ها جوانه زنی و رشد لوله گرده در گیاهان خاصی مثل سیب (Wang et al., 1996) و گوجه فرنگی (Song et al., 1999) را تحریک نموده است. در گیاه پسته نیز گزارش شده است که کاربرد پلی آمین اسپرمین برونزا

عامل محدود کننده بزرگ برای بهره وری محصول است (Estornell et al., 2013). همان طور که نتایج نشان می دهد کاربرد آرژینین سبب کاهش ریزش میوه و جوانه در شاخه های پسته و به دنبال آن افزایش عملکرد شد (جداول ۱ و ۲). تنظیم کننده های رشد گیاهی مانند اکسین، جیبرلین، پلی آمین و براسینواسترئوئید به عنوان سیگنال های مهار کننده ریزش هستند (Estornell et al., 2013). گزارش شده است اثرات مثبت آرژینین احتمالاً با فعال کردن مسیرهای مختلف کاتابولیسیم آرژینین و به دنبال آن تجمع NO و پلی آمین می باشد (Zhang et al., 2013). اثرات مثبت کاربرد برخی ترکیبات حاصل از متابولیسیم آرژینین در مطالعات قبلی گزارش شده است. به طور مثال نیتریک اکسید یکی از محصولات حاصل از کاتابولیسیم آرژینین می باشد و به عنوان یک مولکول سیگنالینگ در کنترل رشد گیاه و فرآیندهای نموی از جوانه زنی تا گل دهی، رسیدن میوه و پیری اندام های گیاهی دخالت می کند (Manjunatha et al., 2010). گزارش شده است که نیتریک اکسید به طور مؤثر از بیوسنتز اتیلن در میوه های هلو جلوگیری نمود (Zhu et al., 2006). در مطالعه بر روی گیاه زیتون گزارش شده است که NO مانند ایندول استیک اسید (IAA) تولید اتیلن را از طریق اتصال به آنزیم ACC اکسیداز (ACO) و تشکیل کمپلکس دوگانه ACO-NO که به وسیله ACC شلاته می شود و منجر به تولید پایدار کمپلکس ACC-ACO-NO می شود، سرکوب می کند و از ریزش میوه جلوگیری می کند (Parra-Lobato and Gomez-Jimenez, 2011).

گزارش شده که پلی آمین ریزش میوه چه 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 پلی آمین اسپرمین موجب کاهش ریزش

این مطالعه نیز آرژینین بر پارامترهای رشدی اثر گذاشته و سبب افزایش رشد طولی و افزایش سطح برگ در مرحله دوم شده است.

تناوب باردهی در درختان پسته نتیجه ریزش بیش از حد جوانه‌های گل‌آذین در طول پر شدن مغز دانه به دلیل رقابت بین جوانه گل‌آذین و نمو مغز دانه برای کربوهیدرات‌ها و دیگر منابع (Crane and Al-shalan, 1981; Crane and Iwakiri, 1977) و کمبود مواد مغذی (Picchioni et al., 1997) است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان کربوهیدرات‌های محلول (شکل ۳) در این پژوهش نشان داد که اسیدآمین 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 اسیدآمین 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 می‌رسد که آرژینین با فراهم کردن منبع نیتروژن و یا تولید مولکول‌های سیگنالینگ مهم مانند نیتریک اکسید

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 و یا 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 ۲-B). 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 مؤثر 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 نمو 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 بر این استفاده از آرژینین موجب افزایش پارامترهای رشد و به‌طور قابل توجهی افزایش وزن تر و خشک، تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی درون‌زا، کلروفیل a و b و کاروتنوئید 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

- 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.
- و یا پلی آمین ها توانسته است نقش مثبت خود را ایفا نماید. البته برای اطمینان از این اثر آرژینین لازم است مقدار نیتریک اکسید و پلی آمینها اندازه گیری شود که در تحقیقات آینده مدنظر می باشد. اما در هر حال تاثیر مثبت این اسید آمینه بدون اثرات سوء جانبی می تواند آن را به عنوان گزینه ای مناسب برای افزودن به 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 Cánovas, 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,**

- 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., Colacxo, R., Morenoa, N., Silvaa, A.C. and Feijó, J.A. (2008).** Targeting of pollen tubes to ovules is dependent on 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).** Argmatine: at the crossroads of the arginine pathways. *Annals of the New York 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 putrescine 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.
- Leshem, Y.Y. and Wills, R.B.H. (1998).** Harnessing senescence delaying gases nitric oxide and 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 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 Bleeker, A.B. (2004).** Ethylene-dependent and-independent process associated with floral organ abscission in Arabidopsis. *Plant Physiology*. 134: 194-203.

- 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.
- 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.