

بررسی تأثیر محلول پاشی پلی آمین های آزاد بر برخی مشکلات فیزیولوژیکی پسته رقم کله قوچی

علیرضا طلایی^۱، مسعود خضری^{۲*} و امان‌اله جوانشاه^۳
۱، ۲، استاد و دانشجوی سابق دکتری پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۳، دانشیار علوم باغبانی موسسه تحقیقات پسته کشور، رفسنجان
(تاریخ دریافت: ۸۸/۷/۲۷ - تاریخ تصویب: ۸۹/۱/۲۹)

چکیده

درختان پسته مشکلات فیزیولوژیکی متعددی از جمله ریزش جوانه‌های گل، ریزش میوه‌ها، پوکی، ناخندانی، بدشکلی میوه‌ها و زود خندانی نشان می‌دهند و وقوع این مشکلات با کاهش عملکرد درختان پسته ارتباط نزدیک دارد. در این پژوهش تأثیر محلول پاشی پلی آمین‌های آزاد پوترسین، اسپرمیدین و اسپرمین بر مشکلات فیزیولوژیکی یاد شده و عملکرد شاخه‌های پسته رقم کله قوچی در دو سال متوالی پرمحصول و کم محصول بررسی گردید. محلول پاشی پلی آمین‌های آزاد در دو مرحله زمانی جداگانه یک هفته قبل از تمام گل و دو هفته بعد از تمام گل انجام گرفت. نتایج نشان داد که محلول پاشی پوترسین بر هیچ کدام از مشکلات فیزیولوژیکی پسته تأثیر معنی‌داری ندارد در حالی که محلول پاشی اسپرمین سبب کاهش این مشکلات و افزایش عملکرد شاخه‌ها گردید. اگرچه کاربرد تیمار اسپرمیدین بر کاهش ریزش میوه‌ها و کاهش تشکیل میوه‌های بدشکل تأثیر معنی‌داری نشان داد ولی بر عملکرد شاخه‌ها مؤثر نبود. مشاهده گردید که در هر دو سال پرمحصول و کم محصول، تأثیر محلول پاشی پلی آمین‌های اسپرمین و اسپرمیدین به میزان زیادی بستگی به زمان کاربرد و غلظت مورد استفاده آنها دارد و به نظر می‌رسد که کاربرد پلی آمین اسپرمین نقش مهمی در جلوگیری از پدیده ریزش و همچنین بهبود رشد و نمو میوه و عملکرد شاخه‌ها ایفا می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: ریزش جوانه‌های گل، ریزش میوه‌ها، پوکی، ناخندانی، بدشکلی میوه‌ها، زود خندانی.

مقدمه

باردهی در درختان پسته می‌شود (Crane & Iwakiri, 1981). پژوهش‌های مختلفی برای درک علل ریزش جوانه‌های گل در پسته انجام شده است. مطالعات اولیه علت این پدیده را به رقابت بین جوانه‌های گل و میوه‌های در حال نمو برای جذب کربوهیدراتها و متابولیت‌ها مرتبط دانسته‌اند (Crane & Iwakiri, 1981; Crane & Iwakiri, 1987; Nzima et al., 1997). در حالی که برخی گزارش‌ها نشان دادند که کمبود برخی

از نگاه باغبانی، درختان پسته مشکلات فیزیولوژیکی متعددی از جمله ریزش جوانه‌های گل، ریزش میوه‌ها، پوکی، ناخندانی، بدشکلی میوه‌ها و زود خندانی نشان می‌دهند (Acar & Eti, 2007; Crane & Iwakiri, 1981; Ferguson et al., 2005). ریزش شدید جوانه‌های گل در سال پرمحصول و حفظ جوانه‌ها در سال کم محصول سبب پدیده تناوب

و تنش‌های آبیاری و تغذیه‌ای می‌تواند در بروز این پدیده نقش داشته باشند (Ferguson et al., 2005; Polito & Pinney, 1999).

اگرچه درصد ناخندانی در سالهای مختلف و در باغات مختلف متفاوت است اما نشان داد شده است که تا حدود ۲۰ درصد محصول را می‌تواند تحت تأثیر قرار دهد (Crane & Iwakiri, 1981). تشکیل میوه‌های بدشکل در پسته هم از دیگر مشکلات تولید بوده و اگرچه پژوهش‌های کمی در این زمینه صورت گرفته اما به نظر می‌رسد که این پدیده با میزان باردهی، صدمات مکانیکی و حمله آفات و بیماری‌ها در ارتباط باشد (Fabbri et al., 1998; Niven et al., 1994). زودخندانی نیز که چند هفته قبل از زمان برداشت رخ می‌دهد یکی دیگر از مشکلات تولید پسته می باشد و از آنجایی که پسته‌های زودخندان معمولاً آلوده به زهرابه آفلاتوکسین می‌شوند در پایانه‌های ضبط پسته ایجاد مشکل می‌نمایند (Doster et al., 2001). از طرفی مشخص گردید که کمبود برخی عناصر معدنی و آبیاری نامناسب در افزایش پدیده زودخندانی مؤثر است (Doster et al., 2001; Hosseinifard & Panahi, 2006).

اگرچه پژوهش‌های زیادی در ارتباط با ریزش جوانه‌های گل انجام شده است اما اخیراً نشان داده شده است که ریزش جوانه‌های گل پسته تنها یکی از دلایل کاهش عملکرد می باشد (Spann et al., 2009). در حالی که سایر مشکلات مانند ریزش میوه‌ها، پوکی، ناخندانی، زودخندانی و بدشکل شدن میوه‌ها از دیگر عوامل کاهش عملکرد محسوب می‌گردد. به هر حال وقوع هر کدام از مشکلات فیزیولوژیکی یاد شده در صنعت تولید این محصول نامطلوب بوده و یافتن راهکارهایی برای افزایش کمیت و کیفیت این محصول ضروری می‌باشد. کاربرد مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی از طریق محلول‌پاشی در برخی درختان میوه سبب افزایش عملکرد و کیفیت میوه شده است (Faust, 1989). پلی‌آمین‌های آزاد پوترسین^۱، اسپرمیدین^۲ و اسپرمین^۳ از جمله ترکیبات پلی‌کاتیونی با وزن مولکولی پایین می‌باشند و نشان داده شده است که

عناصر معدنی نیز در وقوع این پدیده نقش دارند (Picchioni et al., 1997; Weinbaum et al., 1994). از طرفی توجه پژوهشگران به نقش تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در پدیده ریزش جوانه‌های گل معطوف گردید اما نشان داده شد که مواد شبه جیبرلینی، اسید آبسزیک و اتیلن درون‌زا نقشی در این پدیده ندارند (Lin et al., 1984; Takeda & Crane, 1980; Vemmos et al., 1994).

کاربرد اکسین نیز اگرچه سبب تاخیر در ریزش جوانه‌های گل گردید اما بر کاهش ریزش آنها مؤثر نبود (Pontikis, 1990). برخی پژوهش‌ها نیز نشان دادند که محلول‌پاشی اوره به همراه بنزیل آدنین و همچنین انجام عمل تنک و حلقه‌برداری ریزش جوانه‌های گل را تا حدودی کنترل می‌نماید (Lovatt & Ferguson, 1994; Rahemi & Ramezani, 2007; Talaie et al., 2006). با وجود اینکه مطالعات زیادی در ارتباط با این پدیده انجام شده است اما هنوز مکانیزم دقیق این پدیده مبهم باقی مانده است.

ریزش میوه‌ها یکی دیگر از مشکلات درختان پسته است به طوری که نشان داده شده است که ریزش میوه‌ها در درختان پسته بخصوص در سالهای پرمحصول به حدود ۸۰ درصد هم می‌رسد (Acar & Eti, 2007). نوع گرده، مشکلات گرده‌افشانی و لقاح، شرایط نامساعد محیطی و اختلال در جذب کربوهیدراتها، عناصر معدنی و مواد تنظیم‌کننده رشد از جمله برخی دلایل این پدیده گزارش شده است (Crane & Iwakiri, 1985; Stephenson, 1981).

پوکی نیز یکی دیگر از مشکلات فیزیولوژیکی پسته به شمار می‌آید. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که تولید میوه‌های پوک ممکن است به دلیل مشکلات گرده افشانی و لقاح، شرایط نامساعد محیطی و همچنین تنش‌های تغذیه‌ای، شوری و خشکی رخ دهد که این عوامل می‌توانند سبب اختلال در توزیع نامناسب کربوهیدرات‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد شده و تولید میوه‌های پوک را افزایش دهند (Ferguson et al., 2005; Shuraki & Sedgley, 1996).

در ارتباط با مشکل ناخندانی در پسته، مشخص شده است که نوع گرده، باردهی زیاد، زمان نامناسب برداشت

1. Putrescine
2. Spermidine
3. Spermine

این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی و در دو سال متوالی انجام گردید. در سال اول، هر تیمار شامل سه تکرار (بلوک) و هر تکرار شامل سه درخت پرمحصول بود و روی هر درخت پرمحصول چهار شاخه پرمحصول انتخاب که در اوایل باز شدن گل ها اتیکت زده شدند. این شاخه ها یکساله، تقریباً از نظر طول یکسان و فاقد شاخه جانبی و دارای چهار خوشه بودند. به دلیل ویژگی سال آوری در درختان پسته، درختان پرمحصول سال اول تبدیل به درختان کم محصول در سال دوم شدند و آزمایش روی همان درختان در حالت کم محصول ولی روی شاخه های دیگر انجام گردید. روی این درختان کم محصول نیز چهار شاخه کم محصول انتخاب و اتیکت زده شد. شاخه های انتخابی سال دوم نیز یکساله، تقریباً از نظر طول یکسان و فاقد شاخه جانبی ولی دارای یک خوشه بودند.

تعداد جوانه های گل تمایز یافته شش هفته پس از تمام گل (اوایل اردیبهشت ماه) شمارش شده و مجدداً شش ماه پس از برداشت محصول (اواخر زمستان) شمارش و درصد ریزش جوانه های گل محاسبه گردید. تعداد میوه های هر شاخه دو هفته پس از تمام گل شمارش شده و مجدداً در زمان برداشت محصول (اواخر شهریور) تعداد کل میوه ها شمارش و درصد کل ریزش میوه ها محاسبه گردید.

در زمان برداشت محصول، تمام میوه های هر شاخه از خوشه ها جدا شده و درصد میوه های پوک، ناخندان، خندان و بدشکل تعیین گردید. برای تعیین درصد زودخندانی، چهار هفته قبل از برداشت، تعداد میوه های زودخندان هر شاخه شمارش و درصد آن تعیین گردید. میوه های خندان برداشت شده، پوست گیری و خشک شده و تعداد دانه در واحد اونس (۲۸/۳ گرم) تعیین گردید. برای اندازه گیری سطح برگ در مرداد ماه نمونه گیری از برگ های کامل و سالم شاخه ها انجام گرفته و اندازه گیری نمونه ها با دستگاه دیجیتال سطح برگ (مدل ADC, Hoddeston، ساخت کشور انگلستان) انجام گردید.

طول و قطر شاخه سال جاری با کولیس میلی متری، شش ماه پس از برداشت محصول (اواخر زمستان)

این مواد به عنوان تنظیم کننده رشد در مراحل مختلف رشد و نمو جوانه ها، گل ها و میوه ها در درختان مرکبات، انگور و آلو نقش مهمی ایفا می کنند (Galston & Kaur- Sawhney, 1990; Arias et al., 2005; Aziz et al., 2001; De Dios et al., 2006).

همچنین نشان داده شد که غلظت پلی آمین های داخلی در جوانه های گل پسته در حین نمو مغز کاهش می یابد به طوری که هرچه غلظت پلی آمین ها کاهش می یابد ریزش جوانه های گل افزایش می یابد (Roussos et al., 2004). نتایج پژوهش های مختلف نشان می دهد که محلول پاشی پلی آمین های آزاد از ریزش شدید میوه ها در انگور، انبه و لیچی می کاهد (Aziz et al., 2001; Malik & Singh, 2006; Stern & Gazit, 2000). نتایج محلول پاشی پلی آمین های آزاد در برخی درختان میوه بسیار امیدوارکننده بوده و دسترسی به این مواد تهیه آنها در مقایسه با سایر تنظیم کننده های رشدی که به صورت تجاری در باغات میوه استفاده می شوند ارزان تر می باشند. بنابراین در این پژوهش تأثیر این مواد از طریق محلول پاشی در دو سال پرمحصول و کم محصول و در مراحل مختلف زمانی بر مشکلات فیزیولوژیکی، رشد رویشی و عملکرد پسته رقم کله قوچی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش ها

این آزمایش در بلوک آزمایشی باغ تجاری آمین به ابعاد ۴۵×۸۰ متر در منطقه دهنو واقع در حومه جنوب شرقی شهرستان انار (طول جغرافیایی ۱۷' ۵۵° و عرض جغرافیایی ۵۴' ۳۰°) انجام گردید. درختان کله قوچی مورد آزمایش ۳۰ ساله و با فواصل ۱۰×۴ متر روی پایه بادامی ریز کشت شده بودند. در این آزمایش، تأثیر پلی آمین های آزاد پوترسین، اسپرمیدین و اسپرمین در دو سال پر محصول (۱۳۸۶) و کم محصول (۱۳۸۷) مورد بررسی قرار گرفت. هر سه پلی آمین به کار برده شده خالص، پودری و ساخت شرکت سیگما بودند. محلول پاشی پلی آمین های پوترسین، اسپرمین و اسپرمیدین هر کدام با ۳ غلظت (۰، ۰/۱ و ۱ میلی مولار) و در ۲ مرحله زمانی جداگانه شامل یک هفته قبل از تمام گل و دو هفته بعد از تمام گل انجام گردید. اجرای

در حالی که مشاهده گردید که تیمار پوترسین تأثیر معنی‌داری بر کاهش ریزش میوه‌ها ندارد (جدول ۱). برخی پژوهش‌ها نشان دادند که میزان پلی‌آمین‌های آزاد در گل‌ها و میوه‌های درختان انگور، آلو و مرکبات با رشد و نمو میوه ارتباط دارد و کاهش این مواد در گل‌ها و میوه‌ها منجر به افزایش شدت ریزش آنها می‌گردد (Aziz et al., 2001; Arias et al., 2005; De Dios et al., 2006). از طرفی مشخص شده است که کاربرد خارجی پلی‌آمین‌های آزاد در درختان انبه و لیچی از ریزش شدید میوه‌ها جلوگیری می‌کند (Malik & Singh, 2000; Stern & Gazit, 2006). نقش پلی‌آمین‌ها در افزایش تقسیم و نمو سلولی گل‌ها و میوه‌های کوچک در گیاهان مختلف گزارش شده است (Evans & Malmberg, 1989; Galston et al., 1997). از آنجایی که ریزش میوه‌ها در پسته با مشکلات گرده افشانی و لقاح، غالبیت گل‌ها و میوه‌ها در خوشه و یا غیرطبیعی بودن اندام‌های زایشی ارتباط دارد (Crane & Iwakiri, 2007; Acar & Eti, 1985). به نظر می‌رسد که پلی‌آمین‌ها در بهبود عمل لقاح و سپس رشد و نمو جنین نقش مهمی ایفا نموده و از این طریق در کنترل ریزش میوه‌ها نقش دارند. از طرفی نشان داده شده است که برای سنتز پلی‌آمین‌ها پیش ماده S-آدنوزیل متیونین نیاز می‌باشد که برای سنتز اتیلن نیز همین پیش ماده لازم است بنابراین با افزایش سنتز پلی‌آمین‌ها و یا افزایش غلظت آنها در گیاه، سنتز اتیلن کاهش می‌یابد (Alcazar et al., 2006). لذا کاهش ریزش میوه‌ها پس از محلول‌پاشی با اسپرمین و اسپرمیدین ممکن است به دلیل کاهش سنتز اتیلن باشد.

نتایج نشان داد که علی‌رغم تأثیر غیرمعنی‌دار تیمارهای پوترسین و اسپرمیدین بر درصد پوکی، تیمار اسپرمین (۰/۱ و ۱ میلی‌مولار) در سال کم محصول و در هر دو مرحله زمانی سبب کاهش درصد پوکی گردید (جدول ۲). از آنجایی که مشخص شده است که در سال پرمحصول درصد پوکی درختان پسته بسیار کمتر از سال کم محصول می‌باشد (Ferguson et al., 2005)، بنابراین به نظر می‌رسد که کاربرد پلی‌آمین اسپرمین در سال کم محصول بر کاهش درصد پوکی مؤثرتر از سال پرمحصول است. نشان داده شده است که مهمترین

اندازه‌گیری گردید. در این آزمایش عملکرد شاخه‌های اتیکت زده شده مد نظر قرار گرفت به طوری که میزان عملکرد به صورت وزن خشک میوه‌های خندان پوست‌گیری شده و خشک شده به ازای هر شاخه در نتایج ذکر گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها بر اساس رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS انجام گردید و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که کاربرد تیمار اسپرمین (۱ میلی‌مولار) دو هفته پس از تمام گل در سال پرمحصول سبب کاهش معنی‌دار درصد ریزش جوانه‌های گل گردید در حالی که شاخه‌های شاهد در هر دو مرحله زمانی و در هر دو سال پرمحصول و کم محصول بیشترین میزان ریزش جوانه‌های گل را نشان دادند (جدول ۱). مشاهده گردید که تیمارهای پوترسین و اسپرمیدین بر کاهش ریزش جوانه‌های گل تأثیر معنی‌داری ندارد. پژوهش‌های متعددی در ارتباط با کنترل ریزش جوانه‌های گل در درختان پسته انجام شده است که در میان این پژوهش‌ها محلول‌پاشی اوره به همراه سایتوکینین و همچنین اعمال تیمارهای مناسب هرس و تنک تا حدودی در کاهش ریزش جوانه‌های گل موفقیت‌آمیز بوده‌اند (Lovatt & Ferguson, 1994; Talaie et al., 2006; Rahemi & Ramezani, 2007). گزارش گردید که ارتباط نزدیکی بین پلی‌آمین‌های درون‌زای جوانه‌های گل و درصد ریزش آنها وجود دارد به گونه‌ای که در زمان ریزش جوانه‌های گل غلظت پلی‌آمین‌های درون‌زای جوانه‌ها بخصوص اسپرمین کاهش می‌یابد (Roussos et al., 2004). با توجه به این گزارش و نتایج پژوهش حاضر به نظر می‌رسد که محلول‌پاشی پلی‌آمین اسپرمین از طریق افزایش غلظت این ماده در شاخه‌ها نقش مهمی در جلوگیری از ریزش جوانه‌های گل ایفا می‌نماید.

کاربرد تیمارهای اسپرمین (۰/۱ و ۱ میلی‌مولار) و اسپرمیدین (۱ میلی‌مولار) یک هفته قبل از تمام گل در سال پرمحصول سبب کاهش درصد ریزش میوه‌ها گردید

کاربرد پلی آمین اسپرمین ممکن است از طریق حفظ اندام های مختلف کیسه جنینی، درصد پوکی را کاهش دهد.

محلول پاشی اسپرمین (۱ میلی مولار) دو هفته پس از تمام گل در سال پرمحصول سبب کاهش معنی دار درصد ناخندانی گردید (جدول ۲). از طرفی مشخص

دلیل پوکی پسته مربوط به عدم تمایز مناسب و همچنین تخریب قسمت های مختلف کیسه جنینی و فونیکول می باشد (Shuraki & Saedgley, 1996) و از آنجایی که مشخص شده است که پلی آمین ها سبب توسعه و تمایز مناسب کیسه جنینی و رشد و نمو جنین در گیاهان مختلف می شوند (Galston et al., 1997)، لذا

جدول ۱- تأثیر محلول پاشی پلی آمین های آزاد بر درصد ریزش جوانه های گل و ریزش میوه های پسته رقم کله کوچی طی سالهای ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷

ریزش میوه (%)		ریزش جوانه های گل (%)		تیمار
مرحله (۱)	مرحله (۲)	مرحله (۱)*	مرحله (۲)	
۷۵/۰±۲/۵	۸۰/۰±۲/۹a	۸۹/۰±۰/۶a	۸۷/۳±۴/۳**	شاهد
۷۳/۰±۵/۷	۷۹/۳±۴/۱a	۸۹/۷±۱/۷a	۸۶/۰±۶/۴	پوترسین (۰/۱ میلی مولار)
۷۳/۷±۶/۸	۸۱/۰±۲/۶a	۸۸/۳±۱/۲a	۸۴/۰±۸/۱	پوترسین (۱ میلی مولار)
۷۴/۰±۹/۵	۸۱/۲±۴/۴a	۹۰/۰±۱/۷a	۸۴/۷±۶/۶	اسپرمیدین (۰/۱ میلی مولار)
۷۳/۶±۸/۴	۷۰/۳±۴/۲b	۸۷/۶±۰/۳a	۸۳/۶±۷/۵	اسپرمیدین (۱ میلی مولار)
۷۲/۷±۶/۲	۶۹/۳±۲/۳b	۸۲/۳±۱/۹ ab	۸۵/۰±۷/۲	اسپرمین (۰/۱ میلی مولار)
۶۵/۳±۰/۳	۷۰/۰±۲/۹b	۷۶/۷±۲/۴b	۸۳/۰±۶/۸	اسپرمین (۱ میلی مولار)
۷۰/۰±۰/۵	۷۲/۳±۲/۴	۲۶/۰±۴/۲	۲۵/۶±۴/۹	شاهد
۶۷/۰±۲/۱	۷۰/۷±۲/۲	۲۴/۰±۳/۱	۲۴/۳±۳/۹	پوترسین (۰/۱ میلی مولار)
۶۸/۳±۱/۸	۷۰/۳±۲/۸	۲۳/۳±۳/۲	۲۳/۰±۴/۷	پوترسین (۱ میلی مولار)
۶۶/۷±۱/۸	۷۱/۰±۲/۵	۲۴/۷±۲/۹	۲۳/۳±۴/۹	اسپرمیدین (۰/۱ میلی مولار)
۶۶/۰±۰/۶	۶۸/۰±۴/۶	۲۴/۶±۳/۱	۲۳/۱±۴/۷	اسپرمیدین (۱ میلی مولار)
۶۵/۳±۲/۴	۶۵/۷±۴/۲	۲۳/۷±۲/۹	۲۳/۷±۴/۷	اسپرمین (۰/۱ میلی مولار)
۶۵/۰±۲/۱	۶۴/۷±۳/۷	۲۲/۳±۳/۵	۲۲/۳±۴/۹	اسپرمین (۱ میلی مولار)

* مرحله (۱) محلول پاشی = یک هفته قبل از تمام گل؛ مرحله (۲) محلول پاشی = دو 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٪ آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۲- تأثیر محلول پاشی پلی آمین های آزاد بر درصد پوکی، ناخندانی، بدشکلی و زود خندانی پسته رقم کله کوچی طی سالهای ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷

زود خندانی (%)		بدشکلی (%)		ناخندانی (%)		پوکی (%)		تیمار
مرحله (۱)	مرحله (۲)	مرحله (۱)	مرحله (۲)	مرحله (۱)	مرحله (۲)	مرحله (۱)*	مرحله (۲)	
۱/۶±۰/۰۷	۱/۸±۰/۰۸	۱۲/۷±۱/۲a	۱۲/۱±۰/۵	۲۴/۳±۲/۴a	۲۳/۸±۳/۴	۱۱/۳±۲/۹	۱۳/۹±۲/۹**	شاهد
۱/۶±۰/۰۶	۱/۶±۰/۰۴	۱۲/۳±۱/۲a	۱۱/۸±۰/۶	۲۳/۰±۳/۱a	۲۲/۳±۳/۲	۱۱/۷±۲/۷	۱۳/۴±۳/۱	پوترسین (۰/۱ میلی مولار)
۱/۴±۰/۰۹	۱/۶±۰/۰۵	۱۱/۷±۱/۱a	۱۱/۵±۰/۶	۲۱/۷±۰/۹a	۲۱/۰±۳/۵	۹/۳±۱/۵	۱۱/۵±۰/۹	پوترسین (۱ میلی مولار)
۱/۱±۰/۰۵	۱/۸±۰/۰۶	۶/۳±۰/۴b	۱۱/۱±۰/۴	۲۲/۷±۳/۹a	۲۰/۷±۳/۷	۱۰/۳±۱/۵	۱۲/۴±۰/۸	اسپرمیدین (۰/۱ میلی مولار)
۱/۷±۰/۰۹	۱/۲±۰/۰۷	۵/۴±۰/۷b	۱۰/۸±۰/۴	۲۲/۶±۰/۹a	۲۰/۳±۳/۵	۹/۱±۰/۶	۱۰/۰±۳/۲	اسپرمیدین (۱ میلی مولار)
۱/۳±۰/۰۶	۱/۴±۰/۰۷	۵/۷±۰/۲b	۱۰/۲±۰/۳	۲۰/۰±۱/۵a	۱۹/۷±۵/۲	۹/۳±۲/۳	۱۰/۳±۱/۷	اسپرمین (۰/۱ میلی مولار)
۱/۲±۰/۰۴	۱/۶±۰/۰۵	۵/۵±۰/۳b	۱۰/۴±۰/۳	۱۴/۰±۱/۶b	۱۹/۳±۳/۲	۸/۸±۲/۷	۹/۶±۰/۸	اسپرمین (۱ میلی مولار)
۱/۷±۰/۰۷	۲/۲±۰/۱	۷/۳±۱/۲a	۶/۸±۰/۷	۱۳/۳±۲/۴	۱۳/۷±۴/۲	۲۳/۱±۲/۲a	۲۱/۰±۱/۱a	شاهد
۱/۵±۰/۰۳	۱/۸±۰/۰۶	۷/۳±۱/۴a	۷/۱±۰/۵۲	۱۲/۵±۲/۱	۱۱/۳±۲/۹	۲۲/۳±۰/۹a	۱۹/۰±۰/۶a	پوترسین (۰/۱ میلی مولار)
۱/۵±۰/۰۷	۱/۷±۰/۰۶	۶/۹±۱/۳a	۶/۸±۰/۵	۱۰/۳±۰/۹	۱۱/۷±۴/۳	۲۱/۷±۰/۹a	۲۰/۶±۰/۳a	پوترسین (۱ میلی مولار)
۱/۱±۰/۰۸	۱/۱±۰/۰۹	۵/۰±۰/۶b	۵/۸±۰/۲	۱۳/۲±۲/۹	۹/۷±۲/۲	۲۱/۰±۰/۶a	۱۹/۷±۰/۳a	اسپرمیدین (۰/۱ میلی مولار)
۰/۹±۰/۰۷	۱/۲±۰/۰۵	۵/۱±۰/۶b	۵/۹±۰/۲۲	۱۰/۳±۰/۹	۱۰/۳±۲/۴	۲۰/۳±۱/۵a	۱۸/۷±۱/۹a	اسپرمیدین (۱ میلی مولار)
۰/۹±۰/۰۶	۱/۴±۰/۰۵	۴/۷±۰/۶b	۵/۷±۰/۲	۱۰/۷±۱/۵	۱۱/۳±۲/۹	۱۳/۷±۲/۳b	۱۴/۰±۲/۱b	اسپرمین (۰/۱ میلی مولار)
۰/۷±۰/۰۴	۱/۱±۰/۰۸	۴/۵±۰/۵b	۵/۹±۰/۴	۱۰/۱±۱/۶	۹/۶±۲/۱	۱۲/۳±۰/۹b	۱۰/۳±۲/۷b	اسپرمین (۱ میلی مولار)

* مرحله (۱) محلول پاشی = یک هفته قبل از تمام گل؛ مرحله (۲) محلول پاشی = دو 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٪ آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

گردید که کاهش رشد و نمو مغز با افزایش درصد ناخندانی مرتبط است (Ferguson et al., 2005). بنابراین به نظر می‌رسد که اسپرمین با افزایش تحریک رشد و نمو مغز سبب کاهش درصد ناخندانی می‌گردد.

مشاهده گردید که در هر دو سال پرمحصول و کم محصول، تیمارهای اسپرمین و اسپرمیدین سبب کاهش درصد میوه‌های بدشکل گردید (جدول ۲). مشخص شده است که پلی‌آمین‌ها سبب القای مقاومت گیاهان در برابر آفات و بیماری‌ها می‌شود (Walters, 2003; Angelini, 2008). بنابراین اگر بدشکلی میوه‌ها در اثر صدمات مکانیکی و خسارت آفات و بیماری‌ها باشد (Niven et al., 1994)، به نظر می‌رسد که پلی‌آمین‌ها بخصوص اسپرمین سبب تعادل قسمت‌های مختلف رشد و نمو میوه و القای مقاومت میوه در برابر این صدمات می‌گردد و در صورتی که بدشکلی میوه در اثر سطح باردهی باشد احتمالاً اسپرمین با تنظیم میزان باردهی شاخه از طریق کنترل ریزش جوانه‌های گل میزان بدشکلی را کنترل می‌کند.

نتایج نشان داد که هیچ کدام از تیمارهای پلی‌آمین بر کاهش درصد زودخندانی پسته تأثیر معنی‌داری ندارد

(جدول ۲). اگر چه مشخص گردید که درصد ناخندانی شاخه‌ها از ۲ درصد کمتر است اما گزارش شده است که همین درصد کم پسته‌های آلوده زودخندان، مقادیر بیشتری از پسته‌ها را در پایانه‌های ضبط پسته به زهرابه آفلاتوکسین آلوده می‌نماید (Doster et al., 2001).

نتایج نشان داد که تیمارهای پلی‌آمین بر تعداد دانه در اونس، که بیانگر اندازه میوه است و همچنین بر رشد طولی و قطری شاخه‌ها تأثیر معنی‌داری ندارد (جدول ۴). کاربرد اسپرمین (۰/۱ و ۱ میلی‌مولار) یک هفته قبل از تمام گل در سال پرمحصول، سبب افزایش معنی‌دار تعداد دانه در خوشه و عملکرد شاخه گردید (جدول ۳). از طرفی تیمار اسپرمین (۰/۱ و ۱ میلی‌مولار) سطح برگ را در سال پرمحصول افزایش داد (جدول ۴). به نظر می‌رسد که افزایش میزان سطح برگ و به دنبال آن افزایش سنتز کربوهیدرات‌ها و آسیمیلات‌ها می‌تواند در کاهش ریزش جوانه‌های گل، ریزش میوه‌ها و همچنین کاهش میزان پوکی و ناخندانی میوه‌ها مؤثر بوده و اسپرمین از این طریق سبب افزایش عملکرد شاخه‌ها می‌گردد. به طور کلی مشخص شده است که پلی‌آمین‌ها بخصوص اسپرمین از جمله ترکیبات غنی از نیتروژن و

جدول ۳- تاثیر محلول پاشی پلی‌آمین‌های آزاد بر درصد خندانی، تعداد دانه در خوشه، اونس و عملکرد شاخه‌های پسته رقم کله قوچی طی سالهای ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷

تیمار	خندانی (%)		تعداد دانه در خوشه		تعداد دانه در اونس*		عملکرد (گرم)	
	مرحله (۱)**	مرحله (۲)	مرحله (۱)	مرحله (۲)	مرحله (۱)	مرحله (۲)	مرحله (۱)	مرحله (۲)
شاهد	۵۲/۱±۳/۳***	۵۱/۷±۳/۹d	۱۸/۳±۲/۳b	۱۹/۳±۰/۷	۲۵/۹±۰/۷	۲۶/۵±۰/۴	۶۷/۷±۱۰/۳b	۸۰/۳±۲/۳
سال پوترسین (۰/۱ میلی‌مولار)	۵۲/۴±۵/۷	۵۳/۰±۴/۵cd	۱۹/۰±۳/۴b	۲۰/۳±۰/۳	۲۵/۵±۰/۷	۲۶/۳±۰/۵	۷۴/۲±۶/۷ b	۸۱/۷±۲/۹
پرمحصول پوترسین (۱ میلی‌مولار) (۱۳۸۶)	۵۶/۰±۳/۶	۵۷/۳±۲/۳bcd	۱۹/۷±۳/۷b	۲۱/۳±۱/۲	۲۵/۲±۰/۴	۲۶/۱±۰/۹	۸۴/۲±۱۸/۱b	۹۲/۹±۱۳/۴
اسپرمیدین (۰/۱ میلی‌مولار)	۵۵/۸±۴/۹	۶۰/۷±۳/۹bc	۱۸/۷±۲/۳b	۱۹/۷±۱/۵	۲۵/۹±۰/۵	۲۵/۵±۰/۷	۷۷/۵±۱۴/۹b	۸۴/۶±۱۵/۱
اسپرمیدین (۱ میلی‌مولار)	۵۸/۹±۵/۶	۶۲/۸±۱/۸ b	۲۰/۳±۳/۸b	۲۱/۰±۲/۱	۲۵/۲±۰/۴	۲۵/۴±۰/۶	۸۶/۸±۸/۳ b	۸۶/۵±۱۳/۲
اسپرمین (۰/۱ میلی‌مولار)	۵۹/۸±۸/۵	۶۴/۹±۴/۳ab	۳۰/۰±۵/۸a	۲۲/۳±۵/۳	۲۵/۴±۰/۹	۲۵/۵±۰/۶	۱۳۹/۲±۲۸/۳ a	۱۰۶/۴±۱۶/۵
اسپرمین (۱ میلی‌مولار)	۶۰/۶±۶/۴	۷۱/۸±۱/۵ a	۳۱/۳±۴/۲a	۲۳/۷±۱/۵	۲۵/۱±۰/۹	۲۵/۲±۰/۳	۱۳۷/۸±۱۶/۱ a	۱۱۰/۵±۱۴/۱
شاهد	۵۸/۵±۴/۲ c	۵۶/۲±۵/۱c	۲۲/۳±۱/۵	۲۳/۳±۳/۸	۲۴/۱±۰/۳	۲۴/۱±۰/۶	۳۰/۸±۳/۱	۳۳/۶±۲/۵b
سال کم پوترسین (۱ میلی‌مولار)	۶۲/۶±۲/۳bc	۵۷/۹±۳/۹ c	۲۴/۷±۰/۷	۲۴/۰±۳/۵	۲۴/۵±۰/۵	۲۲/۹±۰/۶	۳۸/۳±۳/۱	۳۲/۸±۳/۶b
محصول اسپرمیدین (۰/۱ میلی‌مولار)	۶۰/۹±۳/۵bc	۶۱/۱±۲/۷ c	۲۶/۷±۰/۹	۲۵/۳±۳/۸	۲۳/۲±۰/۸	۲۲/۸±۰/۶	۴۰/۴±۴/۸	۳۸/۲±۱/۵b
اسپرمیدین (۱ میلی‌مولار) (۱۳۸۷)	۶۴/۸±۲/۹bc	۶۰/۷±۳/۸ c	۲۵/۳±۰/۷	۲۴/۰±۳/۸	۲۳/۷±۰/۴	۲۲/۲±۰/۷	۳۶/۶±۱۱/۳	۳۳/۴±۸/۲b
اسپرمیدین (۱ میلی‌مولار)	۶۵/۱±۳/۸bc	۶۴/۲±۱/۳bc	۲۷/۳±۲/۹	۲۷/۰±۴/۶	۲۳/۹±۰/۳	۲۲/۶±۰/۴	۴۳/۶±۴/۶	۴۲/۷±۱۳/۸b
اسپرمین (۰/۱ میلی‌مولار)	۶۸/۹±۱/۶ab	۷۰/۹±۱/۷ab	۲۸/۳±۲/۱	۳۰/۷±۵/۸	۲۳/۲±۰/۷	۲۳/۵±۰/۳	۴۶/۵±۴/۱	۷۶/۴±۱۸/۳a
اسپرمین (۱ میلی‌مولار)	۷۴/۱±۲/۲a	۷۳/۱±۰/۷ a	۲۷/۷±۲/۱	۲۸/۷±۱/۸	۲۳/۱±۰/۸	۲۳/۳±۰/۴	۵۰/۱±۱۵/۷	۷۷/۸±۱۹/۳a

* اونس = ۲۸/۳ گرم

** مرحله (۱) محلول پاشی = یک هفته قبل از تمام گل؛ مرحله (۲) محلول پاشی = دو هفته بعد از تمام گل

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

جدول ۴- تأثیر محلول پاشی پلی آمین های آزاد بر میزان سطح برگ، رشد طولی و رشد قطری شاخه های پسته رقم کله قوچی طی سالهای ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷

رشد قطری (mm)		رشد طولی (cm)		سطح برگ (cm ²)		تیمار	
مرحله (۱)	مرحله (۲)	مرحله (۱)	مرحله (۲)	مرحله (۱)*	مرحله (۲)		
۵/۶±۰/۳	۵/۸±۰/۲	۱۰/۸±۱/۱	۱۰/۶±۰/۴	۷۶/۵±۷/۹b	**۸۷/۷±۵/۸	شاهد	
۵/۶±۰/۳	۵/۹±۰/۳	۱۱/۶±۰/۳	۹/۷±۰/۴	۷۷/۵±۷/۵b	۷۶/۵±۲/۹	پوترسین (۰/۱ میلی مولار)	سال
۵/۷±۰/۲	۵/۷±۰/۱	۱۰/۳±۱/۲	۱۱/۱±۰/۵	۷۷/۷±۸/۱b	۷۷/۰±۳/۱	پوترسین (۱ میلی مولار)	پرمحصول
۵/۷±۰/۲	۵/۶±۰/۲	۱۱/۹±۰/۳	۹/۱±۱/۴	۷۶/۹±۷/۶b	۷۹/۵±۵/۶	اسپرمیدین (۰/۱ میلی مولار)	(۱۳۸۶)
۵/۹±۰/۱	۵/۹±۰/۳	۱۰/۹±۱/۶	۱۰/۳±۰/۵	۷۸/۷±۷/۷b	۸۰/۰±۵/۵	اسپرمیدین (۱ میلی مولار)	
۵/۹±۰/۳	۵/۹±۰/۴	۱۱/۷±۰/۷	۹/۸±۰/۹	۹۳/۳±۸/۷a	۸۰/۹±۴/۹	اسپرمین (۰/۱ میلی مولار)	
۶/۱±۰/۳	۶/۳±۰/۹	۱۰/۵±۰/۳	۱۰/۱±۱/۱	۹۴/۱±۸/۸a	۸۱/۵±۴/۸	اسپرمین (۱ میلی مولار)	
۷/۳±۰/۱	۷/۲±۰/۳	۸/۸±۱/۲	۸/۰±۱/۲	۸۸/۷±۱۰/۲	۸۳/۰±۱۱/۹	شاهد	
۷/۳±۰/۲	۷/۳±۰/۲	۸/۳±۰/۹	۸/۶±۱/۲	۸۹/۳±۱۰/۱	۸۳/۳±۱۲/۴	پوترسین (۰/۱ میلی مولار)	سال کم
۷/۴±۰/۱	۷/۵±۰/۴	۸/۷±۰/۹	۷/۸±۱/۳	۹۰/۳±۱۰/۱	۸۴/۷±۱۲/۱	پوترسین (۱ میلی مولار)	محصول
۷/۶±۰/۲	۷/۲±۰/۱	۹/۲±۱/۱	۸/۲±۱/۲	۸۹/۷±۹/۵	۸۴/۴±۱۱/۹	اسپرمیدین (۰/۱ میلی مولار)	(۱۳۸۷)
۷/۶±۰/۲	۷/۷±۰/۴	۹/۰±۱/۱	۹/۲±۱/۱	۹۱/۱±۹/۸	۸۵/۶±۱۲/۳	اسپرمیدین (۱ میلی مولار)	
۷/۸±۰/۳	۷/۶±۰/۲	۸/۷±۰/۵	۹/۴±۰/۹	۹۰/۸±۱۱/۳	۸۴/۸±۱۲/۴	اسپرمین (۰/۱ میلی مولار)	
۷/۹±۰/۳	۷/۸±۰/۱	۸/۵±۰/۸	۸/۳±۱/۴	۹۲/۳±۱۱/۲	۸۶/۱±۱۲/۳	اسپرمین (۱ میلی مولار)	

* مرحله (۱) محلول پاشی = یک هفته قبل از تمام گل؛ مرحله (۲) محلول پاشی = دو 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٪ آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

دو غلظت اسپرمین (۰/۱ و ۱ میلی مولار) سبب کاهش بیشتر مشکلات فیزیولوژیکی پسته و افزایش عملکرد شاخه ها گردید در حالی که تیمارهای پوترسین و اسپرمیدین در افزایش عملکرد تأثیر معنی داری نشان ندادند. این که تأثیر محلول پاشی اسپرمین بر کاهش مشکلات فیزیولوژیکی پسته رقم کله قوچی به صورت مستقیم از طریق افزایش میزان اسپرمین شاخه ها می باشد و یا به طور غیرمستقیم از طریق تغییر سایر تنظیم کننده های رشد مانند اکسین، اسید آبسزیک، اتیلن و غیره می باشد هنوز به خوبی مشخص نیست و پژوهش های بیشتری در این زمینه لازم است.

سپاسگزاری

از آقایان علی اکبر امین، عبدالله حسینی و مهندس محسن غلامرضایی که با حمایت خود زمینه اجرای این پژوهش را فراهم آوردند تشکر و قدردانی می گردد.

مهارکننده بیوسنتز اتیلن بوده و کاربرد آنها در درختان میوه به دلیل نقش تنظیم کنندگی آنها در رشد و نمو جوانه ها، گل ها و میوه ها می باشد (Galston et al., 1997; Roussos et al., 2004).

با توجه به نتایج امیدوارکننده محلول پاشی پلی آمین اسپرمین در افزایش عملکرد شاخه ها و از آنجایی که کاربرد اسپرمین در مقایسه با سایر تنظیم کننده های رشدی که به صورت تجاری در باغات میوه استفاده می شود هزینه اقتصادی کمتری داشته و به راحتی در دسترس می باشد، لذا کاربرد این ماده می تواند در باغات پسته مؤثر باشد.

نتیجه گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که در هر دو سال پرمحصول و کم محصول، تأثیر محلول پاشی پلی آمین های اسپرمین و اسپرمیدین به میزان زیادی بستگی به زمان کاربرد و غلظت مورد استفاده آنها دارد. به هر حال هر

REFERENCES

- Acar, I. & Eti, S. (2007). Abscission of pistachio flowers and fruits as affected by different pollinators. *Pakistan Journal of Biological Science*, 10, 2920-2924.
- Alcázar, R., Marco, F., Cuevas, J. C., Patron, M., Ferrando, A., Carrasco, P., Tiburcio, A. F. & Altabella, T. (2006). Involvement of polyamines in plant response to abiotic stress. *Biotechnology Letters*, 28, 1867-1876.
- Angelini, R., Tisi, A., Rea, G., Chen, M. M., Botta, M., Federico, R. & Cona, A. (2008). Involvement of

- polyamine oxidase in wound healing. *Plant Physiology*, 146, 162–177.
4. Arias, M., Carbonell, J. & Agusti, M. (2005). Endogenous free polyamines and their role in fruit set of low and high parthenocarpic ability citrus cultivars. *Journal of Plant Physiology*, 162, 845–853.
 5. Aziz, A., Brunb, O. & Audran, J. (2001). Involvement of polyamines in the control of fruitlet physiological abscission in grapevine (*Vitis vinifera*). *Physiologia Plantarum*, 113, 50–58.
 6. Crane, J. C. & Iwakiri, B. T. (1981). Morphology and reproduction of pistachio. *Horticultural Review*, 3, 376–393.
 7. Crane, J. C. & Iwakiri, B.T. (1985). Vegetative and reproductive dominance in pistachio. *HortScience*, 20, 1092–1093.
 8. Crane, J. C. & Iwakiri, B. T. (1987). Reconsideration of the cause of inflorescence bud abscission in pistachio. *HortScience*, 22, 1315–1316.
 9. De Dios, P., Matilla, A. & Gallardo, M. (2006). Flower fertilization and fruit development prompt changes in free polyamines and ethylene in damson plum (*Prunus insititia* L.). *Journal of Plant Physiology*, 163, 86–97.
 10. Doster, M. A., Michailides, T. J., Goldhamer, D. A. & Morgan, D. P. (2001). Insufficient spring irrigation increases abnormal splitting of pistachio nuts. *California Agriculture*, 55, 28–31.
 11. Evans, T. P. & Malmberg, R. L. (1989). Do polyamines have roles in plant development? *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 40, 235–269.
 12. Fabbri, A., Ferguson, L. & Polito, V. S. (1998). Crop load related deformity of developing *Pistacia vera* cv 'Kerman' nuts. *Scientia Horticulturae*, 77, 219–234.
 13. Faust, M. (1989). *Physiology of Temperate Zone Fruit Trees*, John Wiley & Sons, New York.
 14. Ferguson, L., Beede, R. H., Freeman, M. W., Haviland, D. R., Holtz, B. A. & Kallsen, C. E. (2005). *Pistachio Production Manual* (4th ed.). Fruit and Nut Research and Information Center, University of California, Davis, California.
 15. Galston, A. W. & Kaur-Sawhney, R. (1990). Polyamines in plant physiology. *Plant Physiology*, 94, 406–410.
 16. Galston, A. W., Kaur-Sawhney, R., Altabella, T. & Tiburcio, F. (1997). Plant polyamines in reproductive activity and response to abiotic stress. *Botanical Acta*, 110, 197–207.
 17. Hosseinifard, J. & Panahi, B. (2006). The effect of different mineral nutrients on early splitting in pistachio. *Acta Horticulturae*, 726, 325–328.
 18. Lin, T. S., Crane, J. C. & Ryugo, K. (1984). Gibberellin-like substances in pistachio as related to inflorescence bud abscission. *Hort Science*, 19, 267–268.
 19. Lovatt, C. J. & Ferguson, L. (1994). Using foliar application of urea combined with 6-benzyladenine to decrease pistachio floral bud abscission in an on-year to increase yield the next year. *California Pistachio Industry, Annual Report*, 155–158.
 20. Malik, A. & Singh, Z. (2006). Improved fruit retention, yield and fruit quality in mango with exogenous application of polyamines. *Scientia Horticulturae*, 110, 167–174.
 21. Niven, A. C. M., Fabbri, A., Dollo, L., Polito, V., Metheney, P., Ferguson, L., Cruz, H., Bentley, W. & Blackwell, B. (1994). Investigation of damage by other means in developing pistachios, *California Pistachio Industry, Annual Report*, 87–91.
 22. Nzima, M., Martin, G. & Nishijima, C. (1997). Seasonal changes in total nonstructural carbohydrates within branches and roots of naturally "Off" and "On" 'Kerman' pistachio trees. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 122, 856–862.
 23. Picchioni, G. A., Brown, P. H., Weinbaum, S. A. & 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 American Society for Horticultural Science*, 122, 267–274.
 24. Polito, V.S. & Pinney, K. (1999). Endocarp dehiscence in pistachio (*Pistacia vera* L.). *International Journal of Plant Science*, 160, 827–835.
 25. Pontikis, C. A. (1990). Effects of 2-naphthaleneacetic acid on alternate bearing of pistachio. *Fruits*, 5, 281–285.
 26. Rahemi, M. & Ramezani, A. (2007). Potential of ethephon, NAA, NAD and urea for thinning pistachio fruitlets. *Scientia Horticulturae*, 111, 160–163.
 27. Roussos, P. A., Pontikis, C. A. & Zoti, M. A. (2004). The role of free polyamines in the alternate-bearing of pistachio (*Pistacia vera* cv. Pontikis). *Trees*, 18, 61–69.
 28. Shuraki, Y. D. & Sedgley, M. (1996). Fruit development of *Pistacia vera* (Anacardiaceae) in relation to embryo abortion and abnormalities at maturity. *Australian Journal of Botany*, 44, 35–45.
 29. Spann, T. M., Beede, R. H. & DeJong, T. M. (2009). Contributions of short- and long-shoots to yield of 'Kerman' pistachio (*Pistacia vera* L.). *Scientia Horticulturae*, 121, 495–500.
 30. Stern, R. A. & Gazit, S. (2000). Application of the polyamine putrescine increased yield of 'Mauritius'

- litchi (*Litchi chinensis* Sonn.). *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 75, 612–614.
31. Stephenson, A. G. (1981). Flower and fruit abortion: Proximate causes and ultimate functions. *Annual Review of Ecological System*, 12, 253–79.
 32. Takeda, F. & Crane, J. C. (1980). Abscisic acid in pistachio as related to inflorescence bud abscission. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 105, 573–576.
 33. Talaie, A., Seyedi, M., Panahi, B. & Khezri, M. (2006). Effects of shoot girdling and urea combined with 6-benzyl adenine on abscission of inflorescence buds in “Ohadi” pistachio cultivar (*Pistacia vera* L.). *International Journal of Agriculture & Biology*, 8, 474–476.
 34. Vemmos, S. N., Pontikis, C. A. & Tolia-Marioli, A. P. (1994). Respiration rate and ethylene production in inflorescence buds of pistachio in relation to alternate bearing. *Scientia Horticulturae*, 57, 165–172.
 35. Walters, D. R. (2003). Polyamines and plant disease. *Phytochemistry*, 64, 97–107.
 36. Weinbaum, S. A., Picchioni, G. A., Muraoka, T. T., Ferguson, L. & Brown, P. H. (1994). Fertilizer nitrogen and boron uptake, storage, and allocation vary during the alternate-bearing cycle in pistachio trees. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 119, 24–31.