مقاله پژوهشی

بررسی امکان بهبود تشکیل میوه نهال‌های کشت بافتی خرمای رقم برحی با استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد

مریم بروجردنیا[۱]، ابراهیم لطیفی‌خواه[۲]، عزیز تراهی[۳] و سیدسمیح مرعشی[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۲/۲۵- تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۳/۲۶)

چکیده

به منظور بررسی اثرات برخی تنظیم‌کننده‌های رشد بر میوه‌نشینی نخل‌های خرمای کشت بافتی رقم برحی، این تحقیق روی درختان خرمای جوان حاصل از کشت بافت رقم برحی در نخلستان ستاد پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری در شهرستان اهواز انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۷ تیمار محلول‌پاشی با تنظیم‌کننده‌های رشد شامل بنزیل آدنین (۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، پوترسین (۰/۱ و ۱ میلی‌مولار)، اسپرمیدین (۰/۱ و ۱ میلی‌مولار) و آب مقطر (شاهد) با ۴ تکرار برای مدت دو سال صورت گرفت. هر درخت به عنوان یک واحد آزمایشی انتخاب شد. در اوایل فروردین ماه هر سال، گرده افشانی به‌صورت دستی انجام شد و یک و دو هفته بعد از گرده‌افشانی خوشه‌های انتخاب شده بر روی هر درخت با یکی از تیمارها محلول‌پاشی شد. هفته‌های پنجم پس از گرده‌افشانی، درصد میوه‌نشینی، درصد میوه‌های پارتنوکارپ و درصد ریزش گل و میوه ثبت گردید. در مرحله برداشت، عملکرد میوه و برخی خصوصیات کمی میوه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که کاربرد پوتریسین، اسپرمیدین و بنزیل‌آدنین در بهبود میوه‌نشینی و کاهش ریزش میوه و افزایش خصوصیات کمی و کیفی از جمله وزن میوه، طول و قطر میوه، حجم میوه و هسته، عملکرد، رطوبت میوه و نسبت گوشت به هسته مؤثر بود. میزان تأثیر تنظیم‌کننده‌ها به نوع و غلظت مورد استفاده دارد. از بین تیمارهای مختلف، بنزیل‌آدنین ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر در بهبود میوه‌نشینی بیشتر از سایر تیمارها موثر بود. بیشترین عملکرد خوشه نیز در تیمار بنزیل‌آدنین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد.

کلمات کلیدی: اسپرمیدین، بنزیل‌آدنین، پوترسین، رقم برحی، عملکرد

۱- استادیار پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش وترویج کشاورزی، اهواز ، ایران.

۲- استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.

۳- استادیار پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش وترویج کشاورزی، اهواز، ایران.

* پست الکترونیک: Boroujerdnia@gmail.com

مقدمه

نخل خرما (*Phoenix dactylefera* L.) گیاهی تک‌لپه و دو پایه متعلق به خانواده Arecaceae می‌باشد که به‌طور وسیع در نواحی خشک خاورمیانه و آفریقای شمالی کشت می‌گردد (ال‌خیری[1]، ۲۰۰۱). در نخل خرما گل‌های ماده از سه برچه مجزا تشکیل شده‌اند، هر سه برچه گل دارای قابلیت پذیرش دانه گرده و عمل لقاح هستند اما اغلب پس از تلقیح، رشد یکی از برچه‌ها بر دو تای دیگر پیشی می‌گیرد و باعث سقط آن‌ها می‌شود. در مواردی که گل‌ها به هر دلیلی تلقیح نشوند هر ۳ کارپل تلقیح نشده، رشد کرده و تشکیل میوه‌های چندکارپلی (پارتنوکارپ) با اندازه کوچک می‌دهند (دامن‌کشان و همکاران، ۱۳۹۱). در سال‌های اخیر نیاز به حجم انبوه نهال خرما برای احیا و بازسازی نخلستان‌ها، توسعه مناطق جدید کشت و پرورش خرما، اصلاح الگوی کشت نخلستان‌ها و توسعه ارقام مطلوب تجاری جدید موجب شد تا بجای تکثیر خرما به روش سنتی (از طریق پاجوش)، استفاده از تکنیک کشت بافت مورد توجه قرار گیرد ولی احتمال بروز تغییرات ژنتیکی و اپی‌ژنتیکی در نتاج حاصله در طی این فرایند وجود دارد. یکی از مشکلات مشاهده شده در بعضی از ارقام خرمای کشت بافتی مانند برحی، میوه‌نشینی[2] نامطلوب (کاهش تشکیل میوه‌های بذردار و افزایش میوه‌های پارتنوکارپ در خوشه) این درختان در مقایسه با درختان حاصل از پاجوش است که به‌دلیل عملکرد نامناسب و در نتیجه درآمد پایین حاصل از این درختان، خسارت‌های فراوانی به اقتصاد نخل داران تحمیل می‌شود. استان خوزستان با سطح زیرکشت ۴۱۰۸۵ هکتار و تولید ۹۸۹۱۰ تن به‌ترتیب از نظر سطح زیر کشت ۱۵/۷۹ درصد و از نظر تولید ۱۳/۷۸ درصد کل کشور را به خود اختصاص داده است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۹). خرمای برحی، دومین رقم عمده و تجاری این استان است و از ارقام پرمحصول و مرغوب به شمار می‌آید. متوسط عملکرد خرمای رقم برحی در مرحله تولید تجاری حدود ۱۵۰ کیلوگرم در درخت است. درصد تشکیل میوه در خوشه‌های نهال‌های کشت بافتی تفرق زیادی را نشان می‌دهد اما به‌طور کلی متوسط میوه‌نشینی در نهال‌های کشت بافتی بسیار پایین بوده است. در نخل‌های جوان کشت بافتی رقم برحی میزان میوه‌های پارتنوکارپ به ۵۹ تا ۸۶ درصد می‌رسد، بنابراین عملکرد نخل به‌شدت کاهش می‌یابد (الخطیب[3]، ۲۰۰۸). بر اساس تحقیقات انجام شده، یکی از علل میوه‌نشینی نامطلوب در برخی درختان خرمای حاصل از کشت بافت، تغییر در پروفایل هورمون‌های درونی گل‌ها و میوه‌های این درختان در مقایسه با درختان حاصل از پاجوش یا درختان کشت بافتی با میوه‌نشینی نرمال است. عدم میوه‌نشینی مطلوب در این درختان احتمالا به وقایعی مرتبط می‌شود که منجر به رشد آهسته لوله گرده در مراحل اولیه رشد میوه می‌گردد که ممکن است با نسبت بالای میزان اسید آبسیزیک در طی این دوره در ارتباط باشد (هادی[4] و همکاران، ۲۰۱۵). از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی[5] برای بهبود میوه‌نشینی، عملکرد و خواص کیفی و کمی میوه‌های مختلف استفاده می‌شود. زمان و نحوه کاربرد مواد تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و همچنین نوع گونه گیاهی بر نتیجه حاصل از کاربرد این مواد تأثیر زیادی دارند. پلی‌آمین‌ها گروه جدیدی از تنظیم‌کننده‌های رشد هستند که نقش کلیدی در تنظیم رشد و نمو گیاه دارند. پلی آمین‌ها، عمدتا شامل پوترسین‌آدنین (Put)، اسپرمیدین تری‌آمین (Spd) و تتراآمین‌اسپرمین (Spm) می‌باشند (لیو[6] و همکاران، ۲۰۰۶). اثر کاربرد خارجی پلی‌آمین‌ها بر درختان میوه مختلفی از قبیل آواکادو (آپلبوم[7]، ۱۹۸۵)، انبه (مالیک و سینگ[8]، ۲۰۰۴ و ۲۰۰۶)، لیموشیرین (سلیم[9] و همکاران، ۲۰۰۶) و لیچی (استوارت و هیلد[10]، ۱۹۵۰) بررسی شده است و نتایج نشان می‌دهد کاربرد پلی آمین‌ها، ریزش میوه را کاهش داده و عملکرد میوه را افزایش می‌دهد. کاربرد پلی‌آمین‌ها به صورت برگی بر روی زردآلو بر افزایش اندازه میوه و عملکرد نقش داشته است (علی[11] و همکاران، ۲۰۱۰). همچنین تحقیق انجام شده بر روی خرمای رقم کبکاب نشان داد که با کاربرد خارجی نفتالین‌استامید، ۲ و ۴ دی‌ایزوپروپیل‌استر و بنزیل‌آدنین، اندازه میوه، نسبت گوشت به هسته و کیفیت میوه نسبت به شاهد افزایش یافت اما تیمارهای اکسینی باعث کاهش درصد میوه‌های رسیده در خوشه گردید (ایزدی، ۱۳۸۷).

1. Al-Khayri
۲ - تعداد میوه‌های بذردار تشکیل شده به نسبت کل گل‌های هر خوشه‌چه
3. Al Khateeb
4. Hadi
5. Plant growth regulators
6. Liu
7. Apelbaum
8. Malik and Singh
9. Saleem
10. Stewart and Hield
11. Ali

توکلی و راحمی[1] (۲۰۱۴) نشان دادند اثر کاربرد پلی‌آمین‌ها بر عملکرد، خصوصیات فیزیکی (وزن، طول و قطر میوه) و شیمیایی (درصد مواد جامد محلول و pH) میوه خرمای کبکاب معنی‌دار بود. سلیمان و علی[2] (۲۰۰۹) گزارش کردند که کاربرد اسید جیبرلیک در غلظت‌های مختلف باعث کاهش درصد مواد جامد محلول، قندهای کل و احیا و افزایش درصد اسیدیته کل میوه رقم خرمای ساکوتی[3] شد. تحقیقات سلیمان[4] و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد کاربرد BA و GA_3 در غلظت‌های بالا، میانگین وزن خوشه، وزن میوه، وزن گوشت میوه، طول و قطر میوه، مواد جامد محلول کل و قند کل را افزایش و اسیدیته را کاهش داد. بنابراین این پژوهش به‌منظور بررسی اثرات غلظت‌های مختلف بنزیل‌آدنین، پوترسین و اسپرمیدین بر میوه‌نشینی، عملکرد و خصوصیات میوه نخل‌های خرمای کشت بافتی رقم برحی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق روی درختان خرمای جوان (حدوداً ۱۵ سال) حاصل از کشت بافت رقم برحی در نخلستان ستاد پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری در شهرستان اهواز انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۷ تیمار محلول‌پاشی با تنظیم‌کننده‌های رشد در ۴ تکرار برای مدت دو سال (۱۳۹۷-۱۳۹۸) صورت گرفت و هر درخت به‌عنوان یک واحد آزمایشی در نظر گرفته شد. کلیه مراقبت‌های زراعی شامل آبیاری، وجین، هرس، کوددهی و گرده‌افشانی به‌طور مساوی برای آن‌ها اجرا شد. در اوایل فروردین‌ماه هر سال، گرده‌افشانی به‌صورت دستی انجام شد، یک و دو هفته بعد از گرده‌افشانی ۳ خوشه انتخاب شده بر روی هر درخت با یکی از تیمارهای بنزیل‌آدنین با غلظت‌های ۵۰ و۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر، پوترسین با غلظت‌های ۰/۱ و ۱ میلی‌مولار، اسپرمیدین با غلظت‌های ۰/۱ و ۱ میلی‌مولار و آب مقطر (شاهد) محلول‌پاشی شد. هفته‌های پنجم پس از گرده‌افشانی، درصد میوه‌نشینی، درصد میوه‌های پارتنوکارپ و درصد ریزش گل و میوه، از طریق شمارش تعداد میوه‌های بذردار و بی‌بذر و جاهای خالی گل و میوه (گل‌ها و میوه‌های ریزش یافته) روی ۹ خوشه‌چه جدا شده از آن‌ها (۳ خوشه‌چه از هر خوشه)، ثبت گردید.

۱۰۰× (تعداد کل گل‌ها/ تعداد میوه‌های بذردار)= درصد میوه نشینی

۱۰۰ × (تعداد کل گل‌ها/ تعداد میوه‌های بی‌بذر)= درصد میوه‌های بی بذر

۱۰۰ × (تعداد کل گل‌ها/ جاهای خالی گل و میوه)= درصد ریزش (ریزش گل و میوه)

در مرحله برداشت به‌طور همزمان درصد بلوغ میوه ثبت شد. به‌منظور محاسبه درصد رسیدگی میوه در نخل (درصد کیمری، خارک، رطب و خرما از کل میوه‌های سالم در هر نخل) از مجموعه میوه‌های هر خوشه به‌طور تصادفی یک نمونه در حدود ۱۰۰ عدد میوه جدا گردید و درصد رسیدگی میوه (درصد کیمری، خارک، رطب و خرما) در خوشه محاسبه شد. در مرحله برداشت، عملکرد میوه اندازه‌گیری شد و با نمونه‌گیری از میوه‌های خرما صفات میوه از قبیل وزن میوه (گرم)، طول و قطر میوه (سانتی‌متر)، وزن هسته (گرم)، طول و قطر هسته (سانتی‌متر)، نسبت وزن گوشت به هسته، درصد رطوبت و TSS[5] مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. وزن میوه و هسته از طریق توزین مجموعه ۲۵ تایی از آن‌ها با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم و طول و قطر میوه و هسته به‌ترتیب با اندازه‌گیری مجموع طول و قطرهای ۲۵ عدد میوه یا هسته روی یک خط و مماس با هم در کنار خط‌کش ۵۰ سانتی‌متری با دقت ۱ میلی‌متر و حجم میوه و هسته به‌روش غوطه‌وری مجموعه ۲۵ تایی میوه یا هسته در آب درون یک استوانه مدرج ۵۰۰ سی سی و محاسبه تفاضل حجم اندازه‌گیری شده آب حاوی میوه یا هسته و آب بدون آن‌ها و سپس محاسبه میانگین‌های هر صفت برای یک میوه یا هسته بدست آمد. برای اندازه‌گیری درصد رطوبت میوه ابتدا حدود ۵۰ گرم گوشت میوه به قطعاتی با مساحت حدود ۰/۵ سانتی‌متر مربع خرد شد، سپس وزن گوشت خرد شده تازه و خشک شده در ظروف آلومینیومی با وزن مشخص در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت، با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد و از فرمول زیر برای محاسبه درصد رطوبت میوه استفاده گردید:

1. Tavakoli and Rahemi
2. Soliman and Ali
3. Sakkoty
4. Soliman
5. Total solouble solids

وزن گوشت تازه)]= درصد رطوبت میوه
۱۰۰×[وزن گوشت تازه/(وزن گوشت خشک شده -
درصد کل مواد جامد محلول، با عصاره‌گیری از نمونه خرما و قرائت عدد بریکس در دستگاه رفراکتومتر اندازه‌گیری شد. صفات اندازه‌گیری شده توسط نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن در سطح پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های دو ساله حاصل از اجرای این پژوهش در جدول‌های ۱، ۳ و ۵ ارائه شده است.

درصد میوه نشینی، میوه بی بذر و ریزش میوه

در بین تیمارهای مختلف، محلول‌پاشی خوشه با پوترسین در غلظت ۰/۱ میلی‌مولار (۷۱/۹۵ درصد) و بنزیل‌آدنین در غلظت ۲۰۰ میلی‌مولار (۷۵/۴۵ درصد) باعث افزایش میوه نشینی نسبت به شاهد شد. در بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و از نظر آماری در یک گروه با شاهد قرار گرفتند. تیمار اسپرمیدین در هر دو غلظت ۰/۱ و ۱ میلی‌مولار در بهبود میوه‌نشینی نسبت به شاهد مؤثر نبود (جدول ۲). محلول‌پاشی خوشه‌ها با تنظیم‌کننده‌های رشد باعث کاهش میزان تشکیل میوه‌های پارتنوکارپ گردید. در بین تیمارها، پوترسین و بنزیل‌آدنین بیشتر از اسپرمیدین در کاهش میوه‌های بی بذر مؤثر بودند. کمترین میزان میوه‌های بی‌بذر به‌ترتیب در تیمار بنزیل‌آدنین در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر و پوترسین ۰/۱ میلی‌مولار مشاهده شد. بین تیمارهای اسپرمیدین با غلظت ۰/۱ و ۱ میلی‌مولار از نظر درصد میوه‌های بی‌بذر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲). غلظت مورد استفاده در تیمارهای پوترسین و بنزیل آدنین در میزان ریزش میوه نقش داشت. تیمارهای پوترسین ۰/۱ میلی‌مولار و بنزیل‌آدنین در غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر در کاهش ریزش میوه نسبت به سایر تیمارها برتری داشتند. در صورتی که اسپرمیدین در غلظت‌های ۱ و ۰/۱ میلی‌مولار در کاهش ریزش میوه چندان مؤثر نبود (جدول ۲).

وزن میوه

محلول‌پاشی خوشه‌ها با پوترسین، اسپرمیدین و بنزیل آدنین باعث افزایش وزن میوه نسبت به شاهد شده بود. در بین تیمارهای مختلف، محلول‌پاشی خوشه با بنزیل‌آدنین

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر تیمار بر میوه‌نشینی اولیه، تشکیل میوه‌های بی‌بذر اولیه و ریزش اولیه خرمای کشت بافتی رقم برحی طی سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۷

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		میوه‌نشینی	میوه‌های بی‌بذر	ریزش
سال	۱	۱۶/۷۳ns	۱۷/۰۵*	۰/۸۲ ns
خطا	۶	۹/۷۷	۳/۵۹	۷/۷۳
تیمار	۶	۲۹۵/۲۳**	۴۳/۳۳**	۱۴۰/۲۷**
تیمار×سال	۶	۳۸/۰۷ns	۲/۹۲ns	۲۳/۳۲ns
خطا	۳۶	۱۷/۸۳	۲/۳۱	۱۲/۲۶
کل	۵۵			

ns، * و ** به‌ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین تأثیر تیمارها بر درصد میوه‌نشینی اولیه، میوه‌های بی‌بذر اولیه و ریزش اولیه

تیمار	میوه‌نشینی (درصد)	میوه‌های بی‌بذر (درصد)	ریزش (درصد)
پوترسین (۱ میلی‌مولار)	۶۶/۶۵b	۱/۸۹bc	۳۶/۴۵a
پوترسین (۰/۱ میلی‌مولار)	۷۱/۹۵a	۰/۱۱c	۲۷/۹۳b
اسپرمیدین (۱ میلی مولار)	۶۰/۷۴b	۴/۸ab	۳۴/۴۵a
اسپرمیدین (۰/۱ میلی‌مولار)	۶۱/۱۳b	۴/۰۲ab	۳۴/۸۵a
بنزیل آدنین (۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر)	۷۵/۴۵a	۰c	۲۷/۵۵b
بنزیل آدنین (۵۰ میلی‌گرم در لیتر)	۵۹/۷۴b	۲/۰۶bc	۳۸/۲a
شاهد (آب مقطر)	۵۷/۲۵b	۶/۰۶a	۳۵/۸۱a

در هر ستون، تیمارهای دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می باشند.

در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر (۸/۴ گرم) در افزایش وزن میوه بیشتر از سایر تیمارها مؤثر بود، اگرچه اختلاف معنی‌داری با تیمار بنزیل‌آدنین در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر، پوترسین ۱ میلی‌مولار و اسپرمیدین ۰/۱ میلی مولار نداشت (جدول ۴).

قطر و طول میوه

محلول‌پاشی خوشه‌ها با پوترسین، اسپرمیدین و بنزیل آدنین باعث افزایش معنی‌دار قطر و طول میوه نسبت به شاهد شد. تیمار بنزیل‌آدنین در غلظت‌های ۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر (به‌ترتیب ۲/۳۴ و ۲/۲۹ سانتی‌متر) نسبت به پوترسین و اسپرمیدین در افزایش قطر میوه بیشتر مؤثر بودند (جدول ۴). تیمارهای پوترسین ۱ میلی‌مولار (۲/۹۷ سانتی‌متر)، بنزیل‌آدنین با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر (۲/۹۶ سانتی‌متر) و اسپرمیدین ۰/۱ میلی‌مولار (۲/۹۲ سانتی‌متر) بیشترین طول میوه را به خود اختصاص دادند. افزایش غلظت اسپرمیدین از ۰/۱ به ۱ میلی‌مولار باعث کاهش قطر میوه شد. تیمارهای بنزیل آدنین و پوترسین در افزایش طول میوه بیش از اسپرمیدین مؤثر بودند (جدول ۴).

حجم میوه

تیمار خوشه با اسپرمیدین، پوترسین و بنزیل‌آدنین، حجم میوه را به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داد. تیمار بنزیل‌آدنین در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر (۷/۹۹ سانتی مترمکعب) در افزایش حجم میوه نسبت به سایر تیمارها برتری داشت. بین تیمارهای پوترسین و اسپرمیدین در غلظت‌های ۰/۱ و ۱ میلی‌مولار و بنزیل آدنین در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴).

طول هسته

تیمار اسپرمیدین در غلظت یک میلی‌مولار (۱/۷۸ سانتی متر) باعث افزایش طول هسته نسبت به شاهد (۱/۶۶ سانتی‌متر) شده بود اما در سایر تیمارها افزایش طول هسته معنی‌دار نبود (جدول ۴).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر تیمار بر صفات مورد بررسی میوه خرمای کشت بافتی رقم برحی طی سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۷

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		وزن میوه	طول میوه	قطر میوه	حجم میوه	وزن هسته	قطر هسته
سال	۱	۲/۶۴**	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۰/۰۱*	۰/۰۰۴^{ns}
خطا	۶	۰/۰۵۳	۰/۰۱۴	۰/۰۰۲	۰/۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱
تیمار	۶	۲/۳۴**	۰/۰۰۴**	۰/۰۲*	۱/۴**	۰/۰۰۵^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
تیمار×سال	۶	۰/۸۴**	۰/۰۴**	۰/۰۰۶^{ns}	۰/۹۹**	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}
خطا	۳۶	۰/۰۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۶	۰/۰۸	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱
کل	۵۵						

ns، * و ** به‌ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۳ (ادامه)- نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر تیمار بر صفات مورد بررسی میوه خرمای کشت بافتی رقم برحی طی سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۷

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		طول هسته	حجم هسته	عملکرد	رطوبت میوه	مواد جامد محلول	نسبت گوشت به هسته
سال	۱	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۸*	۷۰۷۳۸۱۱۱/۹**	۱۲/۸۶**	۱۹/۱۲*	۲۰/۶۷**
خطا	۶	۰/۰۰۷	۰/۰۰۲	۱۲۲۰۴۹۷/۱	۰/۲۶	۳/۲۸	۰/۴۸
تیمار	۶	۰/۰۱۳*	۰/۰۱۷**	۱۹۷۷۰۲۳۷/۸**	۵/۴۹**	۵/۹۸^{ns}	۳/۳۲**
تیمار×سال	۶	۰/۰۱۳*	۰/۰۰۵*	۲۸۰۹۳۴۱/۸^{ns}	۰/۸^{ns}	۴/۰۶^{ns}	۲/۸۲**
خطا	۳۶	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۱۵۴۳۱۳۱/۲	۰/۷۲	۲/۹۱	۰/۷۸
کل	۵۵						

ns، * و ** به‌ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

حجم هسته

در بین تیمارهای مختلف بنزیل‌آدنین در غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر (۰/۶۱ سانتی‌متر مکعب) و پوترسین ۰/۱ میلی‌مولار (۰/۵۹ سانتی‌متر مکعب)، حجم هسته را نسبت به شاهد (۰/۵۵ سانتی‌مترمکعب) افزایش داد. بین تیمار اسپرمیدین یک میلی‌مولار، بنزیل‌آدنین در غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر و شاهد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. تیمار اسپرمیدین در غلظت ۰/۱ میلی‌مولار و پوترسین یک میلی‌مولار باعث کاهش حجم هسته نسبت به شاهد شدند (جدول ۴).

عملکرد خوشه

تیمار تنظیم‌کننده‌های رشد باعث افزایش معنی‌دار وزن خوشه در درخت نسبت به شاهد شدند. در بین تیمارها، محلول‌پاشی خوشه با بنزیل‌آدنین در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر (۱۳/۷۱ کیلوگرم در هر خوشه) و پوترسین در غلظت ۰/۱ میلی‌مولار (۱۲/۳ کیلوگرم در هر خوشه) در افزایش عملکرد خوشه نسبت به سایر تیمارها مؤثرتر بود. غلظت‌های بالاتر بنزیل‌آدنین و پوترسین به میزان کمتری عملکرد خوشه را افزایش دادند. تیمار خوشه با اسپرمیدین نسبت به پوترسین و بنزیل‌آدنین اثر کمتری در افزایش عملکرد خوشه داشت (جدول ۴).

رطوبت میوه

تیمار تنظیم‌کننده‌های رشد میزان رطوبت میوه را نسبت به شاهد افزایش دادند. میزان رطوبت میوه در تیمار بنزیل آدنین با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۱۷/۸۳ درصد) بیشتر از سایر تیمارها بود. بین تیمارهای پوترسین ۰/۱ میلی‌مولار، اسپرمیدین ۰/۱ و ۱ میلی‌مولار و بنزیل‌آدنین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر تفاوت معنی‌داری از نظر درصد رطوبت میوه وجود نداشت (جدول ۴).

نسبت گوشت به هسته

محلول‌پاشی خوشه‌ها با اسپرمیدین، پوترسین و بنزیل آدنین باعث افزایش معنی‌دار نسبت گوشت به هسته میوه در مقایسه با شاهد (۹/۸۵ درصد) شده بود. بیشترین نسبت گوشت به هسته در تیمار اسپرمیدین ۰/۱ میلی‌مولار (۱۱/۹۳ درصد) مشاهده شد که با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴).

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین تأثیر تیمارها بر عملکرد و صفات مورد بررسی میوه خرمای کشت بافتی رقم برحی

تیمار	وزن میوه (گرم)	طول میوه (سانتی‌متر)	قطر میوه (سانتی‌متر)	حجم میوه (سانتی‌متر مکعب)	وزن هسته (گرم)	طول هسته (سانتی‌متر)
پوترسین (۱ میلی‌مولار)	۷/۹۶a	۲/۹۷a	۲/۲۹ab	۷/۳ab	۰/۶۵a	۱/۷۸a
پوترسین (۰/۱ میلی‌مولار)	۷/۸۸ab	۲/۸۸ab	۲/۲۵abc	۷/۰۳ab	۰/۶۵a	۱/۶۹b
اسپرمیدین (۱ میلی‌مولار)	۷/۵۹ab	۲/۸۳bc	۲/۲۳bc	۷/۰۳ab	۰/۶۲a	۱/۶۹b
اسپرمیدین (۰/۱ میلی‌مولار)	۸/۱۴a	۲/۹۲a	۲/۲۹ab	۷/۱۶ab	۰/۶۳a	۱/۶۹b
بنزیل آدنین (۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر)	۸/۰۱a	۲/۸۹ab	۲/۲۹ab	۷/۲۸ab	۰/۶۷a	۱/۶۷b
بنزیل‌آدنین (۵۰ میلی‌گرم در لیتر)	۸/۴۶a	۲/۹۶a	۲/۳۴a	۷/۹۹a	۰/۶۹a	۱/۷۰b
شاهد (آب مقطر)	۶/۷۶b	۲/۷۷c	۲/۱۸c	۶/۶b	۰/۶۲a	۱/۶۶b

در هر ستون، تیمارهای دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

جدول ۴ (ادامه)- نتایج مقایسه میانگین تأثیر تیمارها بر عملکرد و صفات مورد بررسی میوه خرمای کشت بافتی رقم برحی

تیمار	حجم هسته (سانتی‌متر مکعب)	عملکرد خوشه (گرم)	رطوبت میوه (درصد)	مواد جامد محلول (درصد)	نسبت گوشت به هسته
پوترسین (۱ میلی‌مولار)	۰/۵b	۱۰۴۲۵/۱bc	۱۶/۴۴b	۵۳/۷a	۱۱/۴۳a
پوترسین (۰/۱ میلی‌مولار)	۰/۶a	۱۲۲۹۸/۴ab	۱۷/۱۴ab	۵۲/۴a	۱۱/۰۵a
اسپرمیدین (۱ میلی‌مولار)	۰/۵۴ab	۱۰۳۶۷/۹bc	۱۶/۸۹ab	۵۲/۹a	۱۱/۳۶a
اسپرمیدین (۰/۱ میلی‌مولار)	۰/۴۹b	۱۱۰۶۴/۴b	۱۷/۶ab	۵۴/۹a	۱۱/۹۳a
بنزیل آدنین (۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر)	۰/۵۵ab	۱۱۶۳۴/۸bc	۱۷/۸۳a	۵۴/۳a	۱۱/۱۳a
بنزیل‌آدنین (۵۰ میلی‌گرم در لیتر)	۰/۶۱a	۱۳۷۱۰/۷a	۱۶/۸۶ab	۵۳/۵a	۱۱/۳۷a
شاهد (آب مقطر)	۰/۵۵ab	۸۷۸۷/۹c	۱۵/۳۱c	۵۴/۳a	۹/۸۴b

در هر ستون، تیمارهای دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

میزان رسیدگی میوه

بین تیمارهای مختلف از نظر درصد کیمری، رطب و خرما تفاوت معنی‌داری وجود داشت. تیمار تنظیم‌کننده‌های رشد بر درصد رسیدگی میوه نسبت به شاهد مؤثر بودند. بیشترین درصد کیمری در شاهد (۶/۲۴ درصد) و کمترین آن در تیمار بنزیل‌آدنین با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۰/۸۱ درصد) مشاهده شد. بین تیمارهای اسپرمیدین و پوترسین در دو غلظت مورد استفاده از نظر درصد کیمری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت اما در تیمار بنزیل‌آدنین افزایش غلظت باعث کاهش معنی‌دار درصد کیمری شده بود. از نظر درصد خارک بین غلظت‌های مختلف تیمارهای پوترسین و اسپرمیدین تفاوتی وجود نداشت. درصورتی‌که در تیمار بنزیل‌آدنین با افزایش غلظت، درصد خارک افزایش یافت. تیمار بنزیل‌آدنین ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۳۸/۹۱ درصد) بیشترین درصد خارک را به‌خود اختصاص داد. از نظر درصد رطب، تیمار پوترسین ۰/۱ و ۱ میلی مولار (۳۳/۳۷ و ۳۴/۱۷ درصد) و بنزیل‌آدنین ۵۰ میلی گرم در لیتر (۳۳/۳ درصد) در افزایش درصد رطب نسبت به شاهد مؤثر بودند. کمترین درصد رطب در تیمار اسپرمیدین ۰/۱ میلی‌مولار (۲۵/۶۲ درصد) مشاهده شد که با تیمار اسپرمیدین ۱ میلی‌مولار (۲۹/۰۶ درصد)، بنزیل‌آدنین ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۲۶/۸۸ درصد) و شاهد (۲۶/۹۵ درصد) در یک گروه آماری قرار داشتند. در بین تیمارهای مختلف، تیمار اسپرمیدین در غلظت ۰/۱ و ۱ میلی‌مولار (به‌ترتیب ۵۰/۹۶ و ۵۰/۷۴ درصد) بیشترین درصد خرما را به خود اختصاص داد. در تیمار پوترسین ۰/۱ و ۱ میلی‌مولار نسبت به شاهد درصد خرما به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۶).

جدول ۵- نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب بر درصد رسیدگی میوه خرمای کشت بافتی رقم برحی طی سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۷

		میانگین مربعات			
منابع تغییرات	درجه آزادی	کیمری (درصد)	خارک (درصد)	رطب (درصد)	خرما (درصد)
سال	۱	۰/۱۵	۲۴۳/۴۴**	۱۳۰/۴۲**	۷۳۷/۳۲**
خطا	۶	۰/۶	۱۵/۸۶	۱۲/۵۰	۲۳/۰۷
تیمار	۶	۲۷/۹۷**	۴۴۹/۲۸**	۱۵۹/۴۳**	۷۳۱/۵**
تیمار×سال	۶	۱/۱۸	۲۴/۱۳	۹۱/۱۸**	۸۷/۵۹**
خطا	۳۶	۰/۸۷	۱۳/۵۶	۱۶/۶۱	۲۳/۳۸
کل	۵۵				

ns، * و ** به‌ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۶- نتایج مقایسه میانگین تأثیر تیمارها بر درصد رسیدگی میوه خرمای کشت بافتی رقم برحی

تیمار	کیمری (درصد)	خارک (درصد)	رطب (درصد)	خرما (درصد)
پوترسین (۱ میلی‌مولار)	۱/۲۴bc	۳۲/۴۴b	۳۷/۳۳a	۲۸/۹۹c
پوترسین (۰/۱ میلی‌مولار)	۱/۶۸bc	۳۶/۱۸ab	۳۴/۱۷a	۲۷/۹۶c
اسپرمیدین (۱ میلی‌مولار)	۱/۰۹bc	۱۹/۶c	۲۹/۰۶b	۵۰/۷۴a
اسپرمیدین (۰/۱ میلی‌مولار)	۱/۶۴bc	۲۱/۷۸c	۲۵/۶۲b	۵۰/۹۶a
بنزیل آدنین (۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر)	۰/۸۱c	۳۸/۹۱a	۲۶/۸۸b	۳۳/۴bc
بنزیل آدنین (۵۰ میلی‌گرم در لیتر)	۲/۲۸b	۲۵/۳۴c	۳۳/۳a	۳۹/۰۸ab
شاهد (آب مقطر)	۶/۲۴a	۲۴/۰۲c	۲۶/۹۵b	۴۲/۷۸ab

در هر ستون، تیمارهای دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

در پژوهش حاضر، کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد باعث بهبود میوه‌نشینی و کاهش میوه‌های بی‌بذر در خرمای رقم برحی شد. به‌طوری که در خوشه‌های محلول‌پاشی شده با پوترسین، اسپرمیدین و بنزیل‌آدنین، میوه‌نشینی بین ۴/۳۵ تا ۳۱/۷۹ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد. همچنین تیمار با تنظیم‌کننده‌های رشد باعث کاهش درصد میوه‌های بی‌بذر اولیه نسبت به شاهد شد که این میزان کاهش در خوشه‌های تیمار شده با پوترسین و بنزیل‌آدنین بیشتر از

اسپرمیدین بود. این نتایج با نتایج بونیل و پروتاکیو[1](۲۰۰۲) بر روی انبه، عبدالمجید[2] و همکاران (۲۰۱۳) بر روی خرما مطابقت دارد که کاربرد پلی‌آمین‌های مختلف در مرحله شکوفایی گل باعث افزایش میوه‌نشینی گردید. درصد ریزش میوه، در تیمار پوترسین ۰/۱ میلی‌مولار و بنزیل‌آدنین ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر در حدود ۲۳ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت اما در سایر تیمارها تفاوت قابل ملاحظه‌ای با شاهد مشاهده نشد. مطالعات انجام شده بر روی انبه، سیب، گلابی، لیمو شیرین و آواکادو نشان داد که کاربرد خارجی پلی‌آمین ریزش میوه را کاهش می‌دهد (فرانکو[3] و همکاران، ۲۰۰۵؛ مالیک و همکاران، ۲۰۰۶؛ کوسینا[4]، ۲۰۰۶؛ سلیم[5] و همکاران، ۲۰۰۶). کاربرد خارجی پلی‌آمین‌ها با ممانعت از سنتز ACC و بیوسنتز اتیلن درونی، ریزش میوه را کاهش می‌دهد (کاکر و ری[6]، ۱۹۹۳). پلی‌آمین باعث تحریک متابولیسم سلولی در بافت‌های مصرف‌کننده می‌گردد، همچنین با کاهش ریزش میوه‌ها عملکرد را افزایش می‌دهد، اثرات پلی‌آمین‌ها بر جلوگیری از ریزش میوه و افزایش عملکرد به زمان و غلظت کاربرد بستگی دارد. همچنین افزایش وزن و اندازه میوه در اثر افزایش اندازه سلول یا تعداد سلول و یا بهبود رشد میوه و جذب بهتر عناصر می‌باشد که سبب تسریع فرایندهای متابولیکی می‌شود (هرهاش و عبدالناصر[7]، ۲۰۱۰). این نتایج، با نتایج عبدال‌مجید و همکاران (۲۰۱۳) و استرن[8] و همکاران (۲۰۰۰) در مورد اثر پلی‌آمین‌ها، روشن سروستانی و راحمی (۱۳۸۰)، محمدی و خانکهدانی[9] (۲۰۱۰) و احمد[10] و همکاران (۲۰۱۰) که اثر بنزیل‌آدنین را بر خرما بررسی نمودند، مطابقت دارد. کاربرد پلی‌آمین‌ها به علت افزایش رشد سلولی و پتانسیل جذب کربوهیدرات‌ها در میوه، باعث افزایش اندازه میوه و بهبود خصوصیات فیزیکی آن می‌شود. پلی‌آمین‌ها باعث افزایش انتقال مواد فتوسنتزی، تجمع قندها و افزایش نمو میوه می‌شوند، بنابراین کاربرد خارجی آن‌ها باعث افزایش طول میوه و وزن گوشت میوه می‌گردد (کاسم [11] و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین ترکیبات سایتوکینینی از طریق افزایش ساخت RNA و فعالیت RNAپلیمراز میزان ساخت پروتئین‌ها را افزایش می‌دهند. بنابراین به‌نظر می‌رسد بنزیل‌آدنین از طریق افزایش تقسیم سلول موجب افزایش صفات کمی نظیر طول، قطر و وزن میوه می‌گردد (وصفی[12]، ۱۹۹۵).

میزان رطوبت میوه در خوشه‌های تیمار شده با اسپرمیدین، پوترسین و بنزیل‌آدنین بین ۷ تا ۱۶ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد و این میزان افزایش در تیمار بنزیل‌آدنین بیشتر از سایر تیمارها بود. این نتایج با نتایج سلیمان و علی (۲۰۰۹) در مورد خرما، عیاد[13] و همکاران (۲۰۱۱) در مورد زیتون، قاسم و همکاران (۲۰۱۱) در مورد عناب مطابقت داشت.

عملکرد خوشه در درخت ۱۷/۸ تا ۵۵/۸ درصد نسبت به شاهد در تیمارهای مختلف افزایش نشان داد. تیمار بنزیل آدنین در افزایش عملکرد خوشه مؤثرتر از سایر تیمارها بود. این نتایج با نتایج توکلی و راحمی (۲۰۱۴) بر روی کبکاب و عبدال‌میگد و همکاران (۲۰۱۳) بر روی رقم Amhat مطابقت دارد.

از نظر درصد رسیدگی میوه در تیمار اسپرمیدین درصد رسیدگی میوه به مرحله خرما بیشتر از شاهد و سایر تیمارها بود. در صورتی که میزان رسیدگی میوه به مرحله خرما به‌ترتیب در تیمارهای پوترسین و بنزیل‌آدنین نسبت به شاهد کاهش یافته بود. پلی‌آمین‌ها نقش متفاوتی در رسیدن میوه‌های فرازگرا و نافرازگرا ایفا می‌کنند. ترکیب و نوع پلی آمین‌ها، میزان و عمل آن‌ها در میوه‌های مختلف بسته به مرحله نموی متفاوت است. تحقیقات نشان می‌دهد پوترسین از نظر عملکردی رفتار آنتاگونیسمی با اسپرمیدین و اسپرمین نشان می‌دهد. به طوری‌که میزان پوترسین بالا از رسیدن میوه جلوگیری کرده و نقش مهمی در افزایش عمر ماندگاری میوه ایفا می‌کند. در مقابل میزان بالای اسپرمیدین و اسپرمین رسیدن میوه را افزایش می‌دهد. در مرحله رسیدگی، تبدیل پوتریسین به اسپرمیدین یا اسپرمین افزایش می‌یابد و رسیدن میوه تسریع می‌شود (ژائو[14] و همکاران، ۲۰۲۱). بنابراین با توجه به عملکرد متفاوت پوترسین، کاربرد خارجی آن رسیدن میوه به مرحله

1. Boniel and Protacio
2 . Abd El-Migeed
3. Franco
4. Kosina
5. Saleem
6. Kakkar and Ray
7. Harhash and Abdel-Nasser
8. Stern
9. Mohammadi and Hasanzadeh Khankahdani
10. Ahmed
11. Kassem
12. Wasfy
13. Ayad
14. Gao

خرما را به شدت نسبت به شاهد کاهش داد در صورتی‌که اسپرمیدین رسیدن میوه را تسریع کرد. در توت‌فرنگی نیز به‌عنوان یک میوه نافرازگرا، کاربرد خارجی پوترسین از رسیدن جلوگیری نمود، در مقابل کاربرد اسپرمیدین و اسپرمین رسیدن میوه را افزایش داد (ژئو[1] و همکاران، ۲۰۱۸). در مقایسه با پیشرفت‌های بسیاری که درباره نقش پلی‌آمین‌ها در رسیدن میوه‌های فرازگرا صورت گرفته است در میوه‌های نافرازگرا بررسی های اندکی بر روی میوه‌هایی از قبیل انگور و توت‌فرنگی انجام شده است (فورتز[2] و همکاران، ۲۰۱۵؛ ژئو و همکاران، ۲۰۱۸) بنابراین درک دقیق رفتار پلی‌آمین‌ها در میوه‌های نافرازگرا از قبیل خرما به تحقیقات بیشتری نیازمند است.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به‌نتایج بدست آمده از این تحقیق، کاربرد پوترسین، اسپرمیدین و بنزیل‌آدنین در بهبود میوه‌نشینی از جمله وزن میوه، طول و قطر میوه، حجم میوه و هسته، عملکرد، رطوبت میوه و نسبت گوشت به هسته مؤثر بود. با این حال میزان تأثیر آن‌ها بستگی به نوع و غلظت مورد استفاده داشت. با توجه به اهمیت اقتصادی خرمای رقم برحی در کشور و مشکلاتی که در میوه‌نشینی نخل‌های کشت بافتی حاصل از این رقم وجود دارد، به‌نظر می‌رسد استفاده از تنظیم کننده‌های رشد در بهبود میوه‌نشینی و خصوصیات کمی میوه تأثیرگذار است. با توجه به نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر، بنزیل‌آدنین در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر نسبت به سایر تیمارها بیشترین تأثیر را در بهبود میوه‌نشینی و کاهش میوه‌های بی‌بذر داشت. همچنین در اغلب خصوصیات کمی و کیفی میوه و عملکرد، تیمارهای مرتبط با بنزیل‌آدنین برتری قابل توجهی نسبت به پلی‌آمین‌ها داشتند.

منابع

احمدی، ک.، عبادزاده، ح.، حاتمی، ف.، حسین‌پور، ر. و عبدشاه، ه. ۱۳۹۹. آمارنامه کشاورزی، جلد سوم. محصولات باغبانی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

ایزدی، م. ۱۳۸۷. اثر بنزیل‌آدنین، NAA و ۲و۴- دی‌ایزوپروپی استر روی عملکرد و کیفیت خرمای رقم کبکاب. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد علوم باغبانی، دانشگاه شیراز، ایران.

دامن‌کشان، ب.، پناهی، ب. و اسعدی، م. ۱۳۹۱. معرفی انواع ناهنجاری‌ها در درختان خرمای تکثیر یافته به‌روش کشت بافت. سازمان جهاد کشاورزی استان کرمان، نشریه ترویجی، ۲۴ ص.

روشن‌سروستانی، و. و راحمی، م. ۱۳۸۰. بررسی اثر بنزیل‌آدنین، استیک اسید، کلریدسدیم و اتفن بر زودرسی قبل از برداشت خرمای کبکاب. مجله علوم و فنون باغبانی ایران. بهار و تابستان. ۲(۲-۱): ۱۵-۲۴.

Abd El-Migeed, M.M.M., Mostafa, E.A.M., Ashour, N.E., Hassan, H.S.A., Mohamed, D.M. and Saleh, M.M.S. 2013. Effect of potassium and polyamine sprays on fruit set, fruit retention, yield and fruit quality of Amhat date palm. International Journal of Agricultural Research, 8(2): 77-86.

Ahmed, M. A., Hassan, H. S. A. and Soliman, S. S. 2010. Effect of some growth regulators on yield and fruit quality of ‘Samani’ date palm. Acta Horticulturae, 882: 745-753.

Al Khateeb, A.A. 2008. The problems facing the use of tissue culture technique in date palm (*Phoenix dactylifera* L.). Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences), 9(2): 85-104.

Ali, E.A., Sarrwy, S.M.A. and Hassan, H.S.A. 2010. Improving Canino apricot trees productivity by foliar spraying with polyamines. Journal of Applied Sciences Research, 1359-1365.

Al-Khayri, J.M. 2001. Optimization of biotin and thiamine requirements for somatic embryogenesis of date palm (*Phoenix dactylifera* L.). In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant, 37(4): 453-456.

Apelbaum, A. 1985. Polyamine involvement in the development and ripening of avocado fruit. In V International Symposium on Growth Regulators in Fruit Production, 179: 779-786.

1. Guo

2. Fortes

Ayad, H.S., Yousf, A.R.M. and Moursi, A.E. 2011. Improving fruit and oil quality of picual olive through exogenous application of putrescine and stigmasterol. New York Science Journal, 4(9): 40-45.

Boniel, S.G. and Protacio, C.M. 2002. Potassium nitrate or urea can substitute for putrescine in improving fruit set in mango (*Mangifera indica* L. cv. Carabao). Philippine Agricultural Scientist (Philippines), 85: 233-235.

Fortes, A.M., Teixeira, R.T. and Agudelo-Romero, P. 2015. Complex interplay of hormonal signals during grape berry ripening. Molecules, 20(5): 9326-9343.

Franco-Mora, O., Tanabe, K., Tamura, F. and Itai, A. 2005. Effects of putrescine application on fruit set in 'Housui'Japanese pear (*Pyrus pyrifolia Nakai*). Scientia horticulturae, 104(3): 265-273.

Gao, F., Mei, X., Li, Y., Guo, J. and Shen, Y. 2021. Update on the roles of polyamines in fleshy fruit ripening, senescence, and quality. Frontiers in Plant Science, 12: 610313.

Guo, J., Wang, S., Yu, X., Dong, R., Li, Y., Mei, X. and Shen, Y. 2018. Polyamines regulate strawberry fruit ripening by abscisic acid, auxin, and ethylene. Plant physiology, 177(1): 339-351.

Hadi, S., Al-Khalifah, N.S. and Moslem, M.A. 2015. Hormonal Basis of Shees' Fruit Abnormality in Tissue Culture Derived Plants of Date Palm. International Journal of Agriculture and Biology, 17(3): 607-612.

Harhash, M.M. and Abdel-Nasser, G. 2010. Improving of fruit set, yield and fruit quality of Khalas tissue culture derived date palm through bunches spraying potassium and/or putrescine. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 4: 4164-4172.

Kakkar, R.K. and Rai, V.K. 1993. Plant polyamines in flowering and fruit ripening. Phytochemistry, 33(6): 1281-1288.

Kassem, H.A., Al-Obeed, R.S., Ahmed, M.A. and Omar, A.K.H. 2011. Productivity, fruit quality and profitability of jujube trees improvement by preharvest application of agro-chemicals. Middle-East Journal of Scientific Research, 9(5): 628-637.

Kosina, J. 2006, August. Response of two apple cultivars to chemical fruit thinning. In XXVII International Horticultural Congress-IHC2006: International Symposium on Endogenous and Exogenous Plant Bioregulators, 774: 283-286.

Liu, J.H., Honda, C. and Moriguchi, T. 2006. Involvement of polyamine in floral and fruit development. Japan Agricultural Research Quarterly: JARQ, 40(1): 51-58.

Malik, A.U. and Singh, Z. 2004. Endogenous free polyamines of mangos in relation to development and ripening. Journal of the American Society for Horticultural Science, 129(3): 280-286.

Malik, A.U. and Singh, Z. 2006. Improved fruit retention, yield and fruit quality in mango with exogenous application of polyamines. Scientia Horticulturae, 110(2): 167-174.

Mohammadi, S.A. and Hasanzadeh Khankahdani, H. 2010. Effects of plant growth regulators on quantitative and qualitative traits of 'shahani' date (*Phoenix dactylifera*) fruits. In IV International Date Palm Conference, 882: 717-723.

Saleem, B.A., Malik, A.U., Anwar, R. and Farooq, M. 2006. Exogenous application of polyamines improves fruit set, yield and quality of sweet oranges. In XXVII International Horticultural Congress-IHC2006: International Symposium on Endogenous and Exogenous Plant Bioregulators, 774: 187-194.

Soliman, S.S. and Ali, E.A.M. 2009. Effect of GA_3 on yield and fruit characteristics of Sakkoty date palm under Aswan conditions in Egypt. Green Farming, 2(7): 459-462.

Soliman, S.S., Ahmed, M.A. and Hassan, H.S.A. 2010. Effect of some growth regulators on yield and fruit quality of 'Samani'date palm. In IV International Date Palm Conference, 882: 745-754.

Stern, R.A. and Gazit, S. 2000. Application of the polyamine putrescine increased yield of 'Maturities' litchi (*Litchi chinensis* Sonn.). The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 75(5): 612-614.

Stewart, W.S. and Hield, H.Z. 1950. Effects of 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid and 2, 4, 5-trichIorophenoxyacetic acid on fruit drop, fruit production, and leaf drop of lemon trees. In Proceedings. American Society for Horticultural Science, 55: 163-71.

Tavakoli, K. and Rahemi, M. 2014. Effect of polyamines, 2, 4-D, isopropyl ester and naphthalene acetamide on improving fruit yield and quality of date (*Phoenix dactylifera* L.). International Journal of Horticultural Science and Technology, 1(2): 163-169.

Wasfy, A.E. 1995. Growth Regulators and their use in Agriculture. Academic library El- Tahreer Street, Dokki, Cairo, 343- 387.