

تأثیر محلول پاشی برگ‌ی اسیدجیبرلیک و پاکلوبوترازول بر رشد رویشی و زایشی دو رقم توت فرنگی

آزاده خبازی پور، سید عبدالله افتخاری*، نوراله معلمی و سید محمدحسن مرتضوی^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۳/۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۹/۲۲)

چکیده

این تحقیق به منظور ارزیابی تأثیر اسیدجیبرلیک و پاکلوبوترازول به ترتیب بر بهبود گلدهی و کاهش رشد رویشی توت فرنگی در جهت افزایش محصول دهی انجام شد. اسیدجیبرلیک و پاکلوبوترازول از تنظیم کنندگان رشد گیاهی هستند. اسیدجیبرلیک می‌تواند به عنوان افزایش دهنده و پاکلوبوترازول به عنوان کندکننده رشد عمل کند. در این آزمایش اسیدجیبرلیک در غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر در زمان‌های ۳۰ و ۹۰ روز پس از کشت و پاکلوبوترازول در غلظت ۱۵۰ میلی گرم در لیتر در زمان ۵۰ روز پس از کشت در قالب طرح کرت خرد شده با سه تکرار روی دو رقم توت فرنگی دیامنت و پاروس تیمار شدند. نتایج نشان داد که محلول پاشی برگ‌ی اسیدجیبرلیک در زمان ۳۰ روز پس از کشت به اضافه پاکلوبوترازول روی دو رقم، گلدهی، مقدار محصول و مواد جامد محلول میوه را کاهش داد ولی طول ساقه رونده را تا ۱۲۷ سانتی متر افزایش داد. کاربرد اسیدجیبرلیک ۹۰ روز پس از کشت میانگین گلدهی را تا ۲۵ گل افزایش داد ولی مقدار میوه افزایش نیافت. تیمار پاکلوبوترازول تولید ساقه رونده را به شدت کاهش داد ولی بر تعداد برگ و طول دمبرگ اثر نداشت. هم چنین تیمارها تأثیری بر میزان کلروفیل برگ نداشتند. بیشترین و کمترین وزن میوه مربوط به رقم دیامنت بود که به ترتیب در تیمار شاهد با ۱۷/۸ گرم و تیمار دو مرحله اسیدجیبرلیک به اضافه پاکلوبوترازول با ۳/۸ گرم به دست آمد. در کل با تیمار اسیدجیبرلیک میوه دهی بهبود نیافت و تیمار پاکلوبوترازول در کاهش تعداد ساقه رونده بیشتر از دیگر ویژگی‌های رویشی موثر بود.

واژه‌های کلیدی: هورمون گیاهی، بیوسنتز، تمایزیابی

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: eftekhari_9t@yahoo.com

مقدمه

توت‌فرنگی با نام علمی (*Fragaria × ananassa* Duch) متعلق به خانواده گل‌سرخیان است و به خوبی با شرایط محیطی متفاوت سازگار شده و در اقلیم‌های معتدله، مدیترانه‌ای، نیمه گرمسیری و حتی در ارتفاعات مناطق گرمسیری کشت می‌شود (۱۶). توت‌فرنگی از جمله گیاهانی است که بصورت تجاری با ساقه رونده تکثیر می‌شود. رقم دیامنت یک رقم روز خنثی است و رقم پاروس یک رقم روز کوتاه است که در شرایط خواب زمستانه در بهار گل می‌دهد. علاوه بر خصوصیات ژنتیکی، تنظیم‌کنندگان رشد گیاهی از جمله اکسین، سیتوکین و اسیدجیبرلیک نیز بر خصوصیات رویشی گیاه توت‌فرنگی نظیر تعداد برگ، وزن تاج، قطر تاج، سطح برگ، تعداد ساقه رونده و تعداد گیاهان دختری تأثیر می‌گذارد (۲۲). استفاده بهینه از تنظیم‌کنندگان رشد گیاهی موجب بهبود کیفیت میوه و افزایش محصول می‌شود (۱۴).

در توت‌فرنگی مقدار محصول و تعداد میوه با تعداد ساقه رونده تولید شده رابطه منفی دارد، که احتمالاً به دلیل رقابت بین بخش رویشی و زایشی در جذب مواد غذایی می‌باشد (۴ و ۳۴). تعداد گل و خوشه نیز با میزان محصول ارتباط مثبت دارد (۱). برای افزایش مقدار محصول می‌توان رشد رویشی را توسط پاکلوبوترازول محدود ساخت. جیبرلین‌ها از تنظیم‌کنندگان رشد طبیعی در گیاهان هستند که در اندام‌های مختلف از جمله بذور در حال جوانه‌زنی و میوه‌های در حال رشد و جوانه‌های فعال حضور دارند. تامین نیاز سرمایی و نوری برای القای گلدهی در گیاهان روزکوتاه از اثرات اسیدجیبرلیک است. تیمار اسید جیبرلیک در غلظت مناسب موجب افزایش محصول خواهد شد (۳۰). اسیدجیبرلیک تجزیه کلروفیل برگ را به تاخیر می‌اندازد (۵ و ۱۲) و با ممانعت از فعالیت آنزیم‌های سلولاز و همی سلولاز (۳)، از پیری برگ جلوگیری می‌کند. پاروسی و همکاران (۲۴) تأثیر اسیدجیبرلیک بر سه رقم توت‌فرنگی کاماروزا، لاگونا و سیزکیپ را مطالعه نمودند. آنها مشاهده کردند طول خوشه و سطح برگ و تعداد گل در اغلب

تیمارها افزایش یافت که در رقم روزخنثی سیزکیپ نسبت به بقیه ارقام بیشتر بود. شارما و سین (۳۰) اثر اسیدجیبرلیک را در دو مرحله روی توت‌فرنگی چاندلر مطالعه کردند. کاربرد این هورمون طول دوره گل‌دهی و فصل برداشت را نسبت به شاهد تحت تأثیر قرار داد و گیاهان تحت تیمار بیشترین تعداد گل در هر بوته و بیشترین درصد تشکیل میوه را داشتند.

پاکلوبوترازول یکی از مهم‌ترین و کاربردی‌ترین ترکیبات گروه تریازول‌هاست و مانع بیوسنتز اسیدجیبرلیک بوده و به منظور کاهش رشد رویشی در گیاهان به روش‌های مختلف استفاده می‌شود. روش‌های متداول کاربرد آن، محلول‌پاشی و کاربرد خاکی است. دیویس و همکاران (۹) و دیتون و همکاران (۱۰) مشاهده کردند غلظت‌های بالای پاکلوبوترازول، تعداد ساقه‌های رونده و طول آنها را کاهش داده و هم‌چنین سهم زیست‌توده گیاهان دختری را کاهش داد. شاکری و همکاران (۲۹) گزارش دادند کاربرد پاکلوبوترازول به صورت خاکی بر توت‌فرنگی رقم سلوا، سطح برگ، وزن تر اندام هوایی، وزن تر کل بوته و طول دم‌برگ را کاهش داد. عبدالهی و همکاران (۲) نیز مشاهده کردند که رشد رویشی توت‌فرنگی در اثر تیمار پاکلوبوترازول کاهش یافت. افزایش کلروفیل برگ توت‌فرنگی (۲۹)، سیب‌زمینی (۳۱)، بزرگ شدن کلروپلاست گندم (۱۷) و افزایش کلروپلاست غلات (۱۱) در اثر پاکلوبوترازول گزارش شده است. هدف از این آزمایش بهبود گل و میوه‌دهی و رشد میوه‌ها توسط اسیدجیبرلیک و کاهش رشد رویشی گیاه و هدایت آن به سمت رشد زایشی، توسط پاکلوبوترازول بوده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در گلخانه گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز در دی ماه سال ۱۳۸۹ اجرا شد. نشاءهای توت‌فرنگی ارقام دیامنت و پاروس تهیه شده از نهالستان تکثیر ارقام تجاری مریوان، پس از رفع نیاز سرمایی در گلدان‌های پلاستیکی محتوی کوکوپیت در نیمه اول دی ماه در

نتایج و بحث

آنالیز واریانس داده‌ها در جدول ۱ و مقایسه میانگین‌ها در جداول ۲ و ۳ منعکس می‌باشد. با توجه به جدول ۲، تیمار اسیدجیبرلیک ۳۰ روز پس از کشت، تعداد برگ را به‌طور معنادار نسبت به شاهد کاهش داد ($P < 0/01$). تیمارهای اسیدجیبرلیک ۹۰ روز پس از کشت و پاکلوبوترازول ۵۰ روز پس از کشت تأثیری بر تعداد برگ نداشتند. شمارا و سین (۳۰) افزایش تعداد برگ را در اثر اسیدجیبرلیک مشاهده کردند. میزان کلروفیل برگ تیمارهای هورمونی مشابه بود. در اثر اسیدجیبرلیک ۳۰ روز پس از کشت، افزایش طول دمبرگ مطابق با نتایج کوما و هیملریک (۸) به‌دست آمد. اسیدجیبرلیک ۹۰ روز پس از کشت و پاکلوبوترازول اثر معنی‌داری بر این صفات نداشتند (جدول ۲). تامسون و گاتریج (۳۲) بیان کردند که رشد دمبرگ در اثر اسیدجیبرلیک به دلیل افزایش تعداد و طول سلول‌های اپیدرمی است. بنابراین احتمالاً غلظت‌های بالاتر اسیدجیبرلیک، سرعت رشد دمبرگ را بالاتر می‌برد (۲۶). با توجه به جدول ۲، تیمار اسیدجیبرلیک ۳۰ روز پس از کشت بیشترین تعداد ساقه رونده (۶ عدد) را تولید کرد که با شاهد اختلاف معنادار داشت ($P < 0/01$). تیمار اسیدجیبرلیک ۹۰ روز پس از کشت تأثیری بر تعداد ساقه رونده نداشت. تیمار پاکلوبوترازول بدلیل ممانعت از بیوسنتز اسیدجیبرلیک تولید ساقه رونده را متوقف کرد. اثر توام اسید جیبرلیک ۳۰ روز پس از کشت و پاکلوبوترازول، بیشترین طول ساقه رونده را ایجاد کرد (۱۲۷ سانتی‌متر).

اسیدجیبرلیک ۹۰ روز پس از کشت اثر معنی‌داری بر افزایش طول ساقه رونده نداشت ($P < 0/01$). دیتون و همکاران (۱۰) کاهش طول ساقه رونده رقم کاردینال را با اسیدجیبرلیک ۷۵ تا ۱۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر گزارش دادند. نیشیزاوا (۲۳) با کاربرد خاکی و بیش و همکاران (۶) با کاربرد برگ‌گی، کاهش طول ساقه رونده را در اثر پاکلوبوترازول گزارش دادند. اسیدجیبرلیک با فعال کردن برخی آنزیم‌های تجزیه‌کننده پروتئین و ساخت اسیدآمینه‌ها از جمله تربیتوفان به‌طور

قالب طرح اسپلیت پلات بر پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار و هر تکرار شامل ۴ گلدان کشت شدند. بمنظور کاهش شوری بستر (کوکوپیت) پیش از کشت، گلدان‌ها چندین بار توسط آب با شوری پایین آب‌شویی شدند. از محلول غذایی هوگلند تغییر یافته برای تغذیه گیاهان استفاده شد به‌طوری‌که هر گلدان در طول هفته حدود یک لیتر محلول غذایی دریافت کرد.

اسیدجیبرلیک در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر در دو مرحله ۳۰ و ۹۰ روز پس از کشت و پاکلوبوترازول به غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر در زمان ۵۰ روز پس از کشت بر روی برگ‌ها تا مرحله آبچک اسپری شد. طول ساقه رونده و دمبرگ توسط خط کش میلی‌متری اندازه‌گیری شد. میوه‌هایی که از لحاظ رنگ و سفتی رسیده بودند در چند چین برداشت شدند. حجم آنها با روش غوطه‌وری در آب و اندازه‌گیری وزن آب جابجا شده بعنوان حجم میوه، محاسبه شد و وزن میوه‌ها توسط ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد.

مقدار مواد جامد محلول میوه توسط رفاکومتور دیجیتالی قرائت شد. برای سنجش کلروفیل برگ، ۱ گرم از بافت برگ را با ۱۰ سی‌سی استون ۸۰ درصد در هاون چینی مخلوط کرده و در سانتریفوژ ۵۰۰۰ دور در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه قرار داده، سپس میزان جذب در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر از عصاره حاصله توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر قرائت شد. روش محاسبه کلروفیل به شرح زیر است (۲۵).

$$x = [(\text{جذب } 645) - 2/55 (\text{جذب } 663)] \times 12/25 = (\text{mg/gr tissue}) \text{ کلروفیل a}$$

وزن نمونه (mg) / حجم عصاره (ml)

$$x = [(\text{جذب } 663) - 4/91 (\text{جذب } 645)] \times 20/31 = (\text{mg/gr tissue}) \text{ کلروفیل b}$$

وزن نمونه (mg) / حجم عصاره (ml)

$$x = [(\text{جذب } 663) + 7/34 (\text{جذب } 645)] \times 17/76 = (\text{mg/gr tissue}) \text{ کل کلروفیل}$$

وزن نمونه (mg) / حجم عصاره (ml)

آنالیز داده‌ها توسط نرم افزار Mstatc تجزیه واریانس شد و مقایسات میانگین توسط آزمون LSD در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ و ۰/۰۱ انجام شد.

جدول ۱. آنالیز واریانس مربوط به خصوصیات رشدی دو رقم توت فرنگی دیامنت و پاروس

میانگین مربعات					درجه آزادی	منابع تغییرات
تعداد ساقه رونده	کل کلروفیل	طول دم برگ	تعداد برگ	تعداد میوه		
۰/۰۰۸	۰/۰۰۳	۱/۳۹	۱۳/۵۶	۰/۱۴۳	۲	بلوک
۱/۶۰۳**	۰/۰۰۱ ^{ns}	۳۰/۰۶**	۱۵۰/۷۳**	۱/۶۳۱**	۷	ترکیب هورمونی
۰/۳۳۶	۰/۰۰۲	۶/۳	۱۷/۸۹	۰/۱۸۳	۱۴	خطا
۰/۰۱۷ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۱۲۷/۱۰۲**	۱/۲۳۵*	۱	رقم
۰/۲۱۹ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۲۱/۲۵ ^{ns}	۴۲/۹۲ ^{ns}	۰/۵۱۸ ^{ns}	۷	اثر متقابل ترکیب هورمونی و رقم
۰/۳۰۸	۰/۰۰۱	۱۳/۲۳	۲۰/۳۱	۰/۲۳۵	۱۶	خطا
					۴۷	کل
۳۰/۶	۱۰/۶۴	۲۲/۰۲	۲۲/۷۵	۲۵/۵۸		ضریب تغییرات

*, **, ns: به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم معنی داری

جدول ۲. برهمکنش اثرات اسیدجیبرلیک و پاکلوبوترازول بر خصوصیات رشدی دو رقم توت فرنگی دیامنت و پاروس

میانگین ها	تعداد میوه	تعداد برگ	طول دمبرگ (سانتی متر)	تعداد ساقه رونده	طول ساقه رونده (سانتی متر)	کلوفیل (میلی گرم در گرم وزن تر برگ)
شاهد	۵ ^a	۲۵ ^a	۱۳/۳ ^b	۳ ^{bc}	۶۳/۹ ^b	۰/۲۳ ^a
اسیدجیبرلیک ۳۰ روز پس از کشت	۲ ^b	۱۴ ^c	۱۸/۲ ^a	۶ ^a	۱۱۳ ^{ab}	۰/۲۴ ^a
اسیدجیبرلیک ۹۰ روز پس از کشت	۶ ^a	۲۴ ^a	۱۷/۲ ^{ab}	۳ ^{ab}	۱۰۱ ^{ab}	۰/۲۲ ^a
پاکلوبوترازول ۵۰ روز پس از کشت	۶ ^a	۲۵ ^a	۱۳/۵ ^b	۰		۰/۲۲ ^a
اسیدجیبرلیک در دو مرحله	۲ ^b	۱۷ ^{bc}	۲۰ ^a	۶ ^a	۸۳/۷ ^{ab}	۰/۲۵ ^a
اسیدجیبرلیک مرحله اول و پاکلوبوترازول	۳ ^b	۱۴ ^c	۱۷/۲ ^{ab}	۴ ^{ab}	۱۲۷ ^a	۰/۲۳ ^a
اسیدجیبرلیک مرحله دوم و پاکلوبوترازول	۵ ^a	۲۲ ^{ab}	۱۶/۲ ^{ab}	۴ ^{abc}	۶۹/۸ ^b	۰/۲۴ ^a
اسیدجیبرلیک در دو مرحله و پاکلوبوترازول	۲ ^b	۱۶ ^{bc}	۱۶/۶ ^{ab}	۵ ^{ab}	۱۱۳ ^{ab}	۰/۲۲ ^a
میانگین ها برای ارقام						
دیامنت	۳ ^b	۲۵ ^a	۱۶/۵ ^a	۴ ^a	۹۲/۷ ^a	۰/۲۲ ^a
پاروس	۴ ^a	۱۵ ^b	۱۶/۵ ^a	۳ ^a	۹۹/۴ ^a	۰/۲۴ ^a

در هر ستون میانگین هایی که دارای حداقل حروف مشترک هستند اختلاف معنی دار ندارند.

غیرمستقیم مقدار اکسین را افزایش می‌دهد، (۲۰) و موجب افزایش چیرگی انتهایی و القای تقسیم و طول‌شدن سلول از طریق افزایش انعطاف‌پذیری دیواره سلولی و افزایش طول میانگره‌ها می‌شود و از این طریق طول ساقه رونده را افزایش می‌دهد. تیمار اسیدجیبرلیک ۳۰ روز پس از کشت تعداد گل را کاهش داده و اکثر گل‌ها به میوه‌های ریز تبدیل شدند. تیمار اسیدجیبرلیک ۹۰ روز پس از کشت در مجموع دو رقم، بیشترین تعداد گل را داشت ($P < 0.05$) ولی گل‌های جدید حاصل از این تیمار در اثر گرمای هوای آخر فصل رشد تبدیل به میوه نشد. از این تیمار برای رقم پاروس تعداد گل بیشتری ایجاد شد ولی تعداد گل رقم دیامنت تغییر نکرد. کوما و هیم‌لریک (۸) افزایش تعداد گل را با کاربرد غلظت کم اسیدجیبرلیک گزارش دادند. احتمالاً اسیدجیبرلیک جایگزین تامین نیاز سرمایی برای القای گلدهی مجدد در رقم روزکوتاه پاروس شده است. تیمار پاکلوبوترازول اثر معنی‌داری بر تعداد گل دو رقم نداشت (جدول ۳).

پاکلوبوترازول با افزایش کربوهیدرات‌های غیرساختاری (۳۷)، و یا با تغییر مسیر مواد فتوسنتزی ساخته شده در برگ‌ها و ساقه‌های رونده به سمت طوقه، می‌تواند گل‌انگیزی را افزایش دهد (۳۶). هم‌چنین پاکلوبوترازول می‌تواند با افزایش مواد فنولی جوانه انتهایی، نسبت آوند آبکش به چوبی ساقه را تغییر دهد (۱۹). این تغییر می‌تواند در محدودیت رشد رویشی و بالا بردن گلدهی مفید باشد. به نظر می‌رسد غلظت پاکلوبوترازول در این آزمایش کافی نبوده و مانع رشد رویشی نشده در نتیجه تأثیری در افزایش گلدهی نداشته است. در این آزمایش به این علت که اسیدجیبرلیک ۳۰ روز پس از کشت منجر به رشد بیش از حد خوشه‌ها شد، امکان انتقال مواد غذایی به گل‌ها را کاهش داد و تمام ترکیب‌های هورمونی دارای اسیدجیبرلیک ۳۰ روز پس از کشت، کمترین تعداد میوه را داشتند که نسبت به شاهد اختلاف معنادار ($P < 0.01$) داشت و بیشترین تعداد میوه (۶ عدد) مربوط به تیمارهای اسیدجیبرلیک ۹۰ روز پس از کشت و پاکلوبوترازول بود که با

شاهد (۵ عدد) اختلاف معنادار نداشتند ($P < 0.01$) (جدول ۲). شارما و سین (۳۰) با تیمار ۷۵ میلی گرم در لیتر اسیدجیبرلیک در زمان تمایزبایی گل، افزایش تعداد میوه را مشاهده کردند. این صفت در رقم پاروس بهتر از رقم دیامنت بود. ممکن است تیمار اسیدجیبرلیک در زمان مناسب با تأثیر بر اکسین تعداد میوه در افزایش دهد (۱۵). پاروسی و همکاران (۲۴) با تیمار اسیدجیبرلیک ۲۰۰ میلی گرم در لیتر، شاهد افزایش بدشکلی میوه در رقم روزخشتی بودند. احتمالاً ارقام روزخشتی از اسیدجیبرلیک درونی بالایی برخوردار بوده که برای گلدهی نیاز به سرما و فتوپریود خاصی ندارند و تیمار اسیدجیبرلیک بر آنها اثرات بیش از حد دارد و برای ارقام روزخشتی باید از غلظت‌های کمتر اسیدجیبرلیک استفاده شود. با توجه به جدول (۳) بیشترین عملکرد بوته مربوط به تیمار شاهد است.

اثر توام تیمار دو مرحله اسیدجیبرلیک با پاکلوبوترازول، کمترین عملکرد بوته (۶ گرم در رقم دیامنت و ۲۹ گرم در رقم پاروس) را ایجاد کردند که با شاهد اختلاف معنادار داشت ($P < 0.01$)، تیمار اسیدجیبرلیک ۹۰ روز پس از کشت تأثیر معنی‌داری بر مقدار عملکرد بوته نداشت. تیمار پاکلوبوترازول عملکرد رقم دیامنت را کاهش داد و عملکرد رقم پاروس را افزایش داد که معنادار نبود. غیر از شاهد و تیمار اسیدجیبرلیک ۹۰ روز پس از کشت، رقم پاروس محصول بیشتری نسبت به رقم دیامنت داشت. کاسترو و همکاران (۷) که مقدار کم اسیدجیبرلیک را بر رقم روزکوتاه اعمال کردند شاهد افزایش مقدار عملکرد بودند. پاروسی و همکاران (۲۴) که از ۲۰۰ میلی گرم در لیتر اسیدجیبرلیک استفاده کردند کاهش عملکرد را گزارش دادند. لوپز گالارزا و همکاران (۲۱) اسیدجیبرلیک را بر مقدار عملکرد بی‌اثر دانستند.

تفاوت واکنش کولتیوارهای مختلف به اسیدجیبرلیک به دلیل تفاوت در هورمون‌های درونی آنهاست. بیش و همکاران (۶) که از غلظت ۴۰۰ میلی گرم در لیتر پاکلوبوترازول استفاده کردند، افزایش مقدار محصول، و نیشیزاوا (۲۳) که از پاکلوبوترازول بصورت خاک کاربرد به میزان ۰/۲۵ میلی گرم

جدول ۳. برهمکنش اثرات اسیدجیبرلیک و پاکلوبوترازول بر خصوصیات زایشی دو رقم توت‌فرنگی دیامنت و پاروس

میانگین‌ها برای اثر متقابل ترکیب هورمونی و رقم	عملکرد بوته (گرم)	تعداد گل	وزن تر میوه (گرم)	حجم میوه (cm ³)	مواد جامد محلول
شاهد	۱۴۱ ^a	۲۶ ^a	۱۷/۸ ^a	۲۱/۵ ^a	۹/۳ ^{ab}
پاروس	۷۷/۹ ^{abc}	۱۴ ^{bc}	۱۶/۷ ^{ab}	۱۷/۴ ^{ab}	۱۰ ^a
اسیدجیبرلیک ۳۰ روز پس از کشت	۰	۹ ^{cb}	—	—	—
پاروس	۳۳/۷ ^{b-f}	۹ ^{cb}	—	—	—
اسیدجیبرلیک ۹۰ روز پس از کشت	۱۰۰ ^{ab}	۲۶ ^a	۱۳/۵ ^{a-d}	۱۴/۶ ^{bcd}	۱۰/۴ ^a
پاروس	۴۷/۳ ^{b-e}	۲۴ ^{ab}	۱۲/۱ ^{b-e}	۱۵ ^{bc}	۷/۳ ^{bc}
پاکلوبوترازول	۶۲/۳ ^{a-d}	۲۲ ^{ab}	۹/۹ ^{de}	۱۱ ^{c-e}	۱۰/۱ ^a
پاروس	۸۳/۷ ^{ab}	۱۳ ^{bc}	۱۵/۹ ^{abc}	۱۶/۹ ^{ab}	۹/۳ ^{ab}
اسیدجیبرلیک در دو مرحله	۰	۷ ^{cd}	—	—	—
پاروس	۳۴/۳ ^{b-g}	۱۴ ^{bc}	—	—	—
اسیدجیبرلیک مرحله اول و پاکلوبوترازول	۲۰/۳ ^{d-g}	۷ ^d	۷/۸ ^{ef}	۸/۴ ^{ef}	۷/۶ ^{bc}
پاروس	۳۸/۶ ^{c-g}	۹ ^{cd}	۹/۴ ^{de}	۱۰/۳ ^{c-e}	۷/۲ ^c
اسیدجیبرلیک مرحله دوم و پاکلوبوترازول	۴۶/۳ ^{b-d}	۲۵ ^a	۸/۵ ^{d-f}	۹/۴ ^e	۱۰/۵ ^a
پاروس	۱۰۱ ^{ab}	۲۱ ^{ab}	۱۶/۹ ^{ab}	۱۸/۵ ^{ab}	۶/۹ ^c
اسیدجیبرلیک در دو مرحله و پاکلوبوترازول	۶/۴ ^{e-g}	۸ ^{cd}	۳/۸ ^f	۴/۲ ^f	—
پاروس	۲۹ ^{b-g}	۱۴ ^{bc}	۱۰/۷ ^{c-e}	۹/۸ ^{de}	—

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل حروف مشترک هستند اختلاف معنی‌دار ندارند.

کاهش رشد رویشی می‌شود. زمان کاربرد پاکلوبوترازول، غلظت مورد استفاده، میزان تعرق، سرعت حرکت شیره گیاهی و میزان اسیدجیبرلیک درونی بر واکنش گیاه به پاکلوبوترازول موثر است. با توجه به جدول ۳ اسیدجیبرلیک ۹۰ روز پس از کشت و تیمار پاکلوبوترازول حجم میوه رقم دیامنت را به‌طور معنادار کاهش داده و بر حجم میوه رقم پاروس اثر معنادار نداشته است ($P < 0.05$). پاکلوبوترازول مانع بیوسنتز اتیلن است (۳۳ و ۳۵) و احتمالاً با تأثیر بر دیواره سلول‌های بافت میوه افزایش حجم سلول رخ نداده است. هم‌چنین اسیدجیبرلیک ۹۰ روز پس از کشت مانع فعالیت آنزیم‌های

برای هر گیاه استفاده کرد، شاهد افزایش تعداد گل بودند. اثر کاربرد پاکلوبوترازول بر گیاه در روش‌های مختلف متفاوت است که ناشی از اختلاف در جذب و انتقال آن در آوند چوب و آبکش می‌باشد (۱۸). در کاربرد پاکلوبوترازول به‌صورت اسپری برگ‌ی احتمال دارد انتقال ضعیف این ترکیب از آوند آبکش به آوند چوبی موجب تأثیر کم آن در کاهش ویژگی‌های اندام هوایی باشد (۱۳) هم‌چنین پروهیت (۲۷) کاربرد خاکی پاکلوبوترازول را در کنترل رشد ساقه موثرتر از اسپری برگ‌ی آن دانسته است.

پاکلوبوترازول با ممانعت از بیوسنتز اسیدجیبرلیک موجب

از غلظت‌های بالاتر به صورت خاکی و در زمان کشت استفاده می‌شد. احتمالاً غلظت اسیدجیبرلیک در این آزمایش زیاد بوده زیرا در هر نوبت محلول پاشی منجر به تولید گل شده ولی به دلیل رشد زیاد خوشه و عدم رسیدن مواد غذایی به میوه‌هایی که رشد اولیه حاصل از اکسین در اثر تلقیح را آغاز کرده بودند، میوه‌ها کم و کوچک بودند. با توجه به واکنش بهتر رقم روزکوتاه پاروس به اسیدجیبرلیک، نسبت به رقم روزخشتی دیامنت، پیشنهاد می‌شود برای ارقام روزخشتی از غلظت‌های کمتر اسیدجیبرلیک استفاده شود.

سلولاز، همی سلولاز و گالاکتروناز بوده (۳)، در نتیجه مانع نرم شدن دیواره سلولی و رشد حجمی سلول‌های میوه شده است. تیمار اسیدجیبرلیک ۹۰ روز پس از کشت مقدار مواد جامد محلول میوه رقم پاروس را به طور معنادار ($P < 0.05$) کاهش داد. اسیدجیبرلیک موجب بهبود ارتباط آوندی و آبگیری طولانی‌تر میوه می‌شود (۲۸). این می‌تواند علت کاهش مواد جامد محلول میوه باشد.

نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد تاریخ کاربرد پاکلوبوترازول دیر هنگام بوده و تأثیر زیادی بر کاهش رشد رویشی نداشته و هم‌چنین بهتر بود

منابع مورد استفاده

- Abbott, A. J., G. R. Best and R. A. Webb. 1970. The relation of achene number to berry weight in strawberry fruit. *Horticultural Science* 45: 215-222.
- Abdollahi, M., S. Eshghi and E. Tafazoli. 2010. Interaction of paclobutrazol, boron and zinc on vegetative growth, yield and fruit quality of strawberry (*Fragaria×ananassa* Duch.) cv. Selva. *Journal of Biological and Environmental Sciences* 4(11): 67-75.
- Babbitt, J. K., M. J. Powers and M. E. Patterson. 1973. Effects of growth regulators on celluloses, polygalacturonase respiration, color and texture of ripening tomatoes. *Journal of American Society for Horticultural Science* 98: 77-81.
- Bedard, P. R., C. S. Hsu, L. P. S. Spangelo, S. O. Fejer and G. L. Rousselle. 1971. Genetic, phenotypic, and environmental correlations among 28 fruit and plant characters in the cultivated strawberry. *Canadian Journal of Genetics and Cytology* 13:470-479.
- Berhow, A. M. 2000. Effect of early plant growth regulator treatments on flavonoid levels in grapefruit. *Plant Growth Regulators* 30:225-232.
- Bish, E. B., D. J. Cantliffe and C. K. Chandler. 1996. Strawberry plug transplants: Regulation of growth and production. *Proceedings of the Florida state Horticultural Society* 109:160-164.
- Castro, P. R. C., K. Manami and N. A. Vello. 1976. Effects of growth regulators on the fruiting of strawberry cultivar 'Monte Alegre'. *Anais da Escola Superior de Agricultura 'Luis de Queiroz'* 33:67-76.
- Choma, M. E. and D. G. Himelrick. 1984. Responses of day-neutral, June-bearing and everbearing strawberry cultivars to gibberellic acid and phthalamide treatments. *Scientia Horticulture* 22:257- 264.
- Davis, T. D., G. L. Steffens and N. Sankhala. 1988. Triazole plant growth regulators. PP. 63 – 96, In: J. Janick (Ed.), *Horticultural Reviews*. Timber press, USA.
- Deyton, D. E., C. V. Sams and J. C. Cummins. 1991. Strawberry growth and photosynthetic response to paclobutrazol. *Horticultural Science* 26: 1178- 1180.
- Gao, J., G. Hofstra and R. A. Fletcher. 1987. Anatomical changes induced by triazoles in wheat seedlings. *Canadian Journal of Botany* 66:1178- 1185.
- Garcia-Luis, A., A. Herrero-Villen and J. L. Guardiola. 1992. Effect of application of gibberellic acid on late growth, maturation and pigmentation of the 'Clementine' mandarin. *Scientia Horticulture* 49:71-82.
- Hojjati, M., N. Etemadi and B. Bani nasab. 2009. Effect of Paclobutrazol on vegetative growth and flowering of (*Zinnia elegant*). *Iranian Journal of Science and Technology of Agricultural and Natural Resources* 13(47): 649-656. (In farsi).
- Jamali, B., S. Eshghi and E. Tafazoli. 2011. Vegetative and reproductive growth of strawberry plants cv Pajaro' affected by salicylic acid and nickel. *Iranian Journal of Agricultural Science and Technology* 13: 895-904.

15. Kappel, F. and R. Macdonald. 2007. Early gibberellic acid spray increase fruiting and fruit size of Sweetheart sweet cherry. *Journal of the American Pomological Society* 61(1), 38- 43.
16. Kashi, A. and J. Hekmati. 1991. Growing Strawberries. Pub.slahtiri. 121 pages.
17. Khalil, I. A. 1995. Chlorophyll and carotenoid contents in cereals as affected by growth retardants of triazole series. *Cereal Research Communication* 23: 183–189.
18. Klinac, D. J., H. Rohitha and J. C. Pevreal. 1991. Effects of Cultar (paclobutrazol) on vegetative growth and fruit production by Nashi. (*Pyrus serotina* Rehd). *Crop and Horticultural Science* 19: 229-235.
19. Kurian, R. M. and C. P. A. Iyer. 1992. Stem anatomical characteristics in relation to tree vigour in mango (*Mangifera indica* L.). *Scientia Horticulture* 50: 245-253.
20. Leshem, Y. 1973. The Molecular and Hormonal Basis of Plant Growth Regulation. Pergamon Press, New york.
21. Lopez-Galarza, S., B. Pascual, J. Alargada and J. Maroto. 1989. The influence of winter gibberellic acid applications on earliness, productivity and other parameters of quality in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cultivation on the Spanish Mediterranean coast. *Acta Horticulture* 265: 217-222.
22. Momenpur, A., T. Taghavi and M. Mehrbanian. 2009. Effect of application of benzyladenin and gibberellin on stolen production and some vegetative traits in three strawberry cultivars. *Iranian Journal of Seed and Plant Production* 25(2):229 – 245. (In Farsi).
23. Nishizawa, T. 1993. The effect of paclobutrazol on growth and yield during first year greenhouse strawberry production. *Scientia Horticulture* 54: 267- 274.
24. Paroussi, G., D. G. Voyatzis, E. Parussi and P. D. Drogour. 2002. Growth, flowering and yield responses to GA3 of strawberry grown under different environmental conditions. *Scientia Horticulture* 96: 103- 113.
25. Pora, R. J., W. A. Thompson and P. E. Kriedemann. 1989. Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophyll a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectroscopy. *Biochemistry & Biophysics. Acta (BBA) Bioenergetics* 975: 384- 394.
26. Porlingis, I. and D. Boynton. 1961. Growth responses of the strawberry plant *Fragaria chiloensis* var. ananassa, to gibberellic acid and to environmental conditions. *Proc. Florida State Horticultural Society* 78: 261 – 269.
27. Purohit, S. S. 1986. Hormonal Regulation of Plant Growth and Development. V III. Agro Botanical Pub., India.
28. Rastgar, S., and M. Rahemi. 2008. Effect of concentration and time of spraying gibberellic acid and di-2, 4 isopropylester, in improvement of some fruit attribute of Novel orange and Clementine tangerine. *Iranian Journal of Science and Technology of Agricultural and Natural Resources* 11 (42): 197- 206. (In Farsi).
29. Shakeri, F., B. Bani nasab, S. Ghobadi and M. Mobli. 2009. Effect of Paclobutrazol concentration and application methods of paclobutrazol on vegetative and reproductive growth of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch. cv. Selva). *Iranian Journal of Horticultural Sciences* 23(2): 18- 24. (In Farsi).
30. Sharma, R. R. and R. Singh. 2009. Gibberellic acid influences the production of malformed and button berries, and fruit yield and quality in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Scientia Horticulture* 119: 430-433.
31. Tekalign, T. and P. S. Hammes. 2004. Response of potato grown under non inductive condition to paclobutrazol: shoot growth, chlorophyll content, net photosynthesis assimilate partitioning, yield, quality and dormancy. *Plant Growth Regulators* 43: 227-236.
32. Thompson, P. A. and G. C. Guttridge. 1959. The effect of gibberellic acid on the initiation of flowers in the strawberry. *Nature* 183: 264.
33. Upadhyaya, A., D. Sankhla, T. D. Davis, N. Sankhla and B. N. Smith. 1985. Effect of paclobutrazol on the activities of some enzymes of activated oxygen metabolism and lipid peroxidation in senescing soybean leaves. *Plant Physiology* 121: 453-461.
34. Wahdan, H. A. and P. D. Waister. 1984. Flower initiation, fruit production and vegetative development in non-induced strawberry plants exposed to outdoor conditions in Scotland. *Horticultural Science* 59: 187-196.
35. Wang, S. Y. and G. L. Steffens. 1985. Effect of paclobutrazol on water stress-induced ethylene biosynthesis and polyamine accumulation in apple seedling leaves. *Phytochemistry* 24: 2185- 2190.
36. Wright, C. J. 1989. Manipulation of Fruiting. Butterworth & Co., London.
37. Yeshitela, T., P. J. Robbertse and P. J. C. Stassen. 2004. Paclobutrazol suppressed vegetative growth and improved yield as well as fruit quality of 'Tommy Atkins' mango (*Mangifera indica*) in Ethiopia. New Zealand. *Crop and Horticultural Science* 32: 281-293.