

بررسی ریزش قبل از برداشت و ارتباط آن با میزان اکسین در ناحیه ریزش میوه پرتقال ایتالیایی (*Citrus sinensis* cv. Italian)

نگین اخلاقی امیری^۱، کاظم ارزانی^۲، محمدجعفر ملکوتی^۳ و محسن برزگر^۴

^۱ دانشجوی دکتری گروه باغبانی، دانشگاه تربیت مدرس، دانشیار گروه باغبانی، دانشگاه تربیت مدرس،
^۲ استاد گروه خاکشناسی، دانشگاه تربیت مدرس و ^۳ دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: ۸۶/۱۲/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۷/۱۶

چکیده

در بین محصولات باغی ایران مرکبات با بیش از ۳/۹ میلیون تن محصول در سال رتبه اول تولید کشور و مقام ششم تولید سالیانه مرکبات جهان را به خود اختصاص داده است. در برخی از ارقام مرکبات مانند پرتقال ایتالیایی، ریزش مقدار زیادی میوه قبل از برداشت مشکلی اساسی است که سبب کاهش بازده، سود اقتصادی و نیز هدررفت ذخایر درخت می‌گردد. با توجه به متوسط عملکرد پرتقال ایتالیایی در باغ بهارستان ساری در سال پرمحصول، سالانه حدود ۷/۵ تن میوه در هکتار در فاصله کوتاهی قبل از برداشت ریزش کرده و از بین می‌روند. به منظور بررسی و امکان کاهش ریزش در این رقم طرحی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۷ تیمار شامل: ۱. شاهد ۲. 2,4-D، ۳. 2,4-D، ۴. 2,4-D و سولفات روی ۵. 2,4-D و ساکارز ۶. 2,4-D و GA₃ ۷. GA₃ و اوره ۴ و تکرار اجرا شد. در هفته آخر آبان ماه، سال ۱۳۸۴ تیمارها محلول‌پاشی و سپس هر هفته تعداد میوه‌های ریزش کرده شمارش شده و در پایان، درصد ریزش میوه در تیمارهای مختلف محاسبه شد. در زمان برداشت، قسمت کالیکس میوه‌ها جدا گردید و میزان اکسین در منطقه ریزش این نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که همه تیمارها به جز تیمار ۷ میزان ریزش را نسبت به شاهد کاهش دادند و این کاهش از نظر آماری معنی‌دار بود. تیمارهای ۲ و ۵ به ترتیب با ۶۴ و ۶۵ درصد کاهش ریزش نسبت به شاهد، بیش‌ترین اثر را داشتند. متوسط کاهش ریزش در تیمارها به غیر از تیمار ۷، حدود ۶۰ درصد نسبت به شاهد بود. کاهش ۶۰ درصدی ریزش، برابر با حدود ۴/۵ تن افزایش عملکرد در هکتار می‌باشد. میزان اکسین منطقه ریزش نمونه‌ها در تیمارهای مختلف نشان داد که تیمارها موجب افزایش میزان اکسین در این منطقه شده و این افزایش در تیمارهای ۲، ۳، ۴ و ۵ نسبت به شاهد معنی‌دار بود که احتمالاً افزایش میزان اکسین موجب کاهش میزان ریزش شده‌است. لذا با توجه به نتایج این آزمایش، مصرف 2,4-D می‌تواند به‌عنوان یکی از راه‌های بسیار موثر و مقرون به صرفه برای کاهش ریزش قبل از برداشت مرکبات پیشنهاد شود.

واژه‌های کلیدی: مرکبات، پرتقال ایتالیایی، ریزش، اکسین و کالیکس

مقدمه

مرکبات به عنوان یک محصول تجاری در حدود ۴۹ کشور جهان پرورش می‌یابند. کشور ایران نیز از مناطق مستعد کشت مرکبات است که بیش از ۳/۹ میلیون تن تولید در سال (آمارنامه کشاورزی، ۲۰۰۳) مقام ششم تولید مرکبات جهان (هوجو و همکاران، ۲۰۰۲) و مقام اول تولید محصول‌های باغی کشور را با بیش از ۳/۹ میلیون تن در سال به خود اختصاص داده است (آمارنامه کشاورزی، ۲۰۰۳). عوامل مختلفی از مرحله تشکیل میوه تا رسیدن و عرضه آن به مصرف‌کننده، سبب از بین رفتن مقدار زیادی میوه و در نتیجه خارج شدن از چرخه تولید می‌شوند. کاهش تلفات در این مراحل کمک بزرگی به تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان و اقتصاد کشور است. ریزش میوه در برخی از ارقام مرکبات بسیار مشکل‌ساز است و سبب کاهش بازده و سود اقتصادی باغدار و همچنین کاهش ذخایر درخت می‌گردد. ریزش قبل از برداشت میوه، اغلب ضایعات سنگینی به تولیدکننده وارد می‌کند. بنابراین لازم است پژوهش‌هایی به منظور ارائه راهکارهای مناسب برای کنترل و یا کاهش آن صورت گیرد (دیویس، ۱۹۸۶).

میوه مرکبات دارای دو ناحیه ریزش است. اولین ناحیه بین شاخه و دم میوه و دومین ناحیه در قسمت کالیکس (ناحیه اتصال میوه به دم میوه) واقع شده است. در طی ۸ هفته اول نمو میوه، ریزش از ناحیه ریزش اول اتفاق می‌افتد. بعد از این زمان ناحیه اول توانایی خود را برای ریزش از دست می‌دهد و میوه‌ها از قسمت کالیکس ریزش می‌کنند (برنز، ۱۹۹۷). سلول‌های منطقه ریزش تحت تغییرات آناتومیکی مختلفی قرار می‌گیرند که سبب ریزش میوه می‌شود. قبل از شروع ریزش، سوبرین، لیگنین و دانه‌های نشاسته در این سلول‌ها افزایش می‌یابد (گورن، ۱۹۹۳). تقسیم سلولی در این قسمت افزایش یافته و دیواره سلولی منطقه ریزش ضخیم‌تر می‌شود. ضخیم شدن دیواره سلول، در اثر شکستن لاملای میانی به دنبال هیدراسیون اجزاء دیواره سلولی می‌باشد. با پیشرفت فرایند ریزش، دیواره اولیه سلول تخریب شده و در

نهایت، یک شکستگی از بین منطقه ریزش توسعه می‌یابد که سبب جدا شدن میوه از دم میوه می‌شود (برنز، ۱۹۹۷؛ برنز، ۱۹۹۸). تحقیقات انجام شده در گذشته اثبات کرده است که هورمون‌های گیاهی در کنترل ریزش دخالت دارند. اکسین یکی از مهم‌ترین هورمون‌های گیاهی است که در مدیریت ریزش از آن استفاده شده است. به طور طبیعی اکسین ریزش را به تأخیر می‌اندازد ولی اثر اکسین بر ریزش، به توازن هورمونی داخلی که در زمان پیشرفت پدیده ریزش، تغییر می‌کند بستگی دارد (برنز، ۱۹۹۷). تحقیقات نشان می‌دهد که اکسین طبیعی IAA اثرات متفاوتی بر فرایند ریزش دارد، به طوری که در مرحله‌ای که اتیلن هنوز قادر به تحریک ریزش نیست، اکسین باعث تأخیر ریزش می‌شود زیرا در این حال اکسین افزایش فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک را به تأخیر می‌اندازد (گورن، ۱۹۹۳). در مقادیر بالای اکسین، اتیلن در تحریک ریزش مرکبات موثر نمی‌باشد اما زمانی که ریزش آغاز شد، کاربرد اکسین نه تنها مانع ریزش نشده بلکه از طریق تسریع تولید اتیلن داخلی موجب تسریع ریزش نیز می‌شود. به طور کلی غلظت اکسین باید در منطقه ریزش میوه مرکبات از یک آستانه مشخص پایین‌تر بیاید تا اتیلن بتواند ریزش را تسریع کند (برنز، ۱۹۹۷؛ برنز، ۱۹۹۸). اکسین‌ها فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک^۱ مانند سلولاز^۲ و پلی‌گالاکتوروناز^۳ را که مسئول تخریب دیواره‌های سلول در سلول‌های منطقه ریزش گل، برگ و میوه مرکبات می‌باشند، به تأخیر می‌اندازند (برنز، ۱۹۹۷؛ برنز، ۱۹۹۸؛ گورن و همکاران، ۱۹۷۳). به نظر می‌رسد که بعضی از تنظیم‌کننده‌های رشد مثل دی‌کلروفنوکسی استیک اسید (2,4-D)^۴، تری‌کلروفنوکسی استیک اسید (2,4,5-T)^۵، نفتالن استیک اسید (NAA)^۶، جیبرلیک اسید (GA₃)^۷ و تشکیل لایه ریزش را توسط افزایش اکسین داخلی به

- 1- Indole Acetic Acid
- 2- Hydrolytic Enzymes
- 3- Cellulase
- 4- Poly Galacturonase
- 5- 2,4-Dichloro Phenoxy Acetic Acid
- 6- 2,4,5-Trichloro Phenoxy Acetic Acid
- 7- Naphtalene Acetic Acid
- 8- Gibberelic Acid

محلول‌پاشی درختان نارنگی ناگپور^۱ در هند با ۱۵ میلی‌گرم در لیتر GA_3 ، ۱۵ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر 2,4-D به‌همراه بنومیل و اوره (۱ درصد) به‌ترتیب ۶۷ درصد، ۶۶ درصد و ۵۷ درصد کاهش ریزش قبل از برداشت نسبت به شاهد نشان داد (هوچه و همکاران، ۲۰۰۰). در تحقیقی دیگر، به‌منظور کاهش ریزش قبل از برداشت و افزایش فصل برداشت میوه‌های بالغ پرتقال هانی^۲، درختان با غلظت‌های مختلف 2,4-D و GA_3 محلول‌پاشی شدند و مشاهده شد که استفاده از 2,4-D همراه یا بدون GA_3 سبب کاهش ریزش گردید (رودریگو و همکاران، ۲۰۰۰). همچنین تحقیقات انجام شده در باغ‌های مرکبات شرق مازندران نشان داده است که به‌دلیل آهکی بودن خاک و مصرف نامتعادل کودهای شیمیایی، کمبود روی بسیار مشهود است، می‌توان گفت که کمبود روی یکی از عوامل محدودکننده تولید در این منطقه بوده و می‌تواند یکی از علل افزایش ریزش مرکبات این منطقه باشد (اسدی کنگرشاهی و همکاران، ۲۰۰۱؛ اسدی کنگرشاهی و همکاران ۲۰۰۲). ریزش قبل از برداشت در شرق مازندران همانند دیگر مناطق مرکبات خیز جهان و به‌ویژه در برخی ارقام مرکبات مانند پرتقال ایتالیایی از نظر کمی، میزان بالایی دارد. فصل برداشت پرتقال‌های مازندران از اوائل دی شروع و با توجه به شرایط بازار تا اواسط اسفند ادامه می‌یابد. ریزش میوه اغلب در آذر ماه شروع می‌شود و معمولاً با پیشرفت فصل برداشت، افزایش می‌یابد. هدف اصلی از این پژوهش، بررسی تیمارهای مختلف به‌منظور تعیین امکان کاهش ریزش قبل از برداشت و ارتباط آنها با میزان اکسین ناحیه ریزش میوه پرتقال ایتالیایی بوده‌است. از 2,4-D به‌عنوان مهم‌ترین ماده کاهش‌دهنده ریزش و از GA_3 ساکارز، اوره و سولفات روی به‌عنوان مواد کمکی احتمالی برای بهبود نقش 2,4-D در ترکیب تیمارها استفاده شد.

تأخیر می‌اندازند و لیکن تأثیر آنها در کاهش ریزش با توجه به منطقه، رقم و... بسیار متفاوت است (هوچه، ۲۰۰۱؛ اخلاقی‌امیری و همکاران، ۲۰۰۲). از میان عناصر غذایی، نیتروژن نیز سبب تأخیر در ریزش و کاهش آن شده است که به‌نظر می‌رسد به‌علت اثر آن در سنتز اکسین می‌باشد. محلول‌پاشی اوره با تأثیر در سنتز برخی فاکتورهای رشد مثل پلی‌آمین‌ها می‌تواند در کاهش ریزش موثر باشد (هوچه، ۲۰۰۱). نتایج تحقیقات متعدد نشان داده است که محلول‌پاشی اوره می‌تواند یک راه بسیار کارآمد برای تامین نیتروژن گیاه در زمان‌های خاص باشد و باید در برنامه‌های مدیریت تغذیه‌ای برای ذخیره حداقل قسمتی از نیتروژن مورد نیاز درخت لحاظ شود (ال‌اوتمانی و همکاران، ۲۰۰۰). برخی از میوه‌های در حال نمو به‌جهت رقابت در دریافت مواد فتوسنتزی ریزش می‌کنند. مقدار ساکارز و نسبت ساکارز به هگروز در میوه‌های در حال رشد عوامل مهمی هستند که ریزش را تحت شرایط کمبود کربن تحریک می‌کنند (مهواچی و همکاران، ۲۰۰۰). قبل از برداشت مرکبات، برای کنترل ریزش و همچنین در مواردی برای بهبود اندازه میوه می‌توان از محلول 2,4-D استفاده کرد (آنتونی و کوگینز، ۱۹۹۹؛ برنز، ۱۹۹۸). آژانس حفاظت محیط زیست امریکا یک بار محلول‌پاشی 2,4-D برای کاهش ریزش قبل از برداشت مرکبات را مجاز اعلام کرده است، مشروط بر این که حداقل تا هفت روز بعد از محلول‌پاشی، برداشت میوه انجام نشود (ادواردز، ۲۰۰۵). در کالیفرنیا از 2,4-D و GA_3 برای کنترل ریزش قبل از برداشت محصول مرکبات و نیز تأخیر پیری میوه استفاده شده‌است (کوگینز و لووات، ۲۰۰۴). به‌منظور افزایش زمان برداشت و اجتناب از ریزش میوه بالغ پرتقال هاملین، در برزیل، از محلول‌پاشی ۱۰ و ۱۵ میلی‌گرم در لیتر 2,4-D به‌تنهایی و یا در ترکیب با ۱۰ و ۱۵ میلی‌گرم در لیتر GA_3 استفاده کردند و نتایج نشان داد که تیمارها سبب کاهش ریزش میوه شد، ولی تأثیری در کیفیت میوه نداشتند. همچنین گزارش شد که ترکیب 2,4-D و GA_3 بهتر از مصرف جداگانه آنها می‌باشد (دومینگز و همکاران، ۲۰۰۰).

مواد و روش‌ها

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار و چهار تکرار، بر درختان بیست ساله بالغ پرتقال ایتالیایی (*Citrus sinensis cv. Italian*) با پایه نارنج در باغ بهارستان شهرستان ساری در استان مازندران در سال ۱۳۸۴ به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل:

۱. شاهد (آب)

۲. 2, 4-D (۲۰ میلی‌گرم در لیتر)

۳. 2, 4-D (۲۰ میلی‌گرم در لیتر) و اوره (۱ درصد)

۴. 2, 4-D (۲۰ میلی‌گرم در لیتر) و سولفات روی (۰/۵ درصد)

۵. 2, 4-D (۲۰ میلی‌گرم در لیتر) و ساکارز (۱ درصد)

۶. 2, 4-D (۲۰ میلی‌گرم در لیتر) و GA_3 (۱۵ میلی‌گرم در لیتر)

۷. GA_3 (۱۵ میلی‌گرم در لیتر) و اوره (۱ درصد)

قبل از اجرای آزمایش در شروع فصل زراعی، نمونه‌های خاک از عمق ۳۰-۶۰ سانتی‌متری سایه‌انداز درختان مورد نظر تهیه و پس از انتقال و آماده‌سازی نمونه‌ها، خصوصیات فیزیکوشیمیایی آنها مطابق روش‌های معمول در موسسه تحقیقات خاک و آب تعیین گردید (احیایی، ۱۹۹۷). همچنین نمونه‌های برگ در تیر ماه از درختان مورد نظر تهیه و میزان عناصر غذایی آنها مطابق روش‌های معمول تعیین گردید (امامی، ۱۹۹۶).

مصرف کودهای شیمیایی برای همه تیمارها با توجه به آزمون برگ، آزمون خاک و عملکرد به‌طور یکسان صورت گرفت (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی‌امیری، ۲۰۰۷). محلول‌پاشی‌ها در هفته آخر آبان ماه انجام شد. قبل از انجام محلول‌پاشی کلیه علف‌های هرز و میوه‌های ریزش یافته در سطح باغ جمع‌آوری گردید. بعد از محلول‌پاشی تا زمان برداشت، هر هفته تعداد میوه‌های ریزش یافته در پای درختان شمارش و سپس جمع‌آوری گردید. برداشت محصول در هفته اول بهمن ماه انجام شد و عملکرد کلیه درختان تحت تیمار ثبت گردید. تعداد ۳۰ میوه به‌طور تصادفی از هر درخت برداشت و سپس وزن و

قطر متوسط میوه در هر درخت محاسبه شد (گومز کلدانس و همکاران، ۲۰۰۰). قسمت کالیکس میوه‌ها برای اندازه‌گیری میزان اکسین جدا و ابتدا با آب معمولی و سپس با آب مقطر شستشو شده، سپس در خشک‌کن انجمادی در دمای زیر صفر و فشار کم در حالت خلا خشک شدند. کالیکس‌های خشک‌شده با ازت مایع و آسیاب برقی پودر شده سپس در فریزر ۸۰- درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند (ارگون و همکاران، ۲۰۰۲). از آب میوه‌ها نیز برای اندازه‌گیری صفات کیفی شامل اسیدیته عصاره (PH)، بریکس یا کل املاح محلول (TSS)، اسیدیته کل (TA) و اسکوربیک اسید (As.A) استفاده شد. با تقسیم میزان عملکرد در زمان برداشت بر وزن متوسط میوه، تعداد میوه در زمان برداشت محاسبه گردید و با افزودن تعداد کل ریزش از زمان محلول‌پاشی تا زمان برداشت به تعداد میوه در زمان برداشت، تعداد کل میوه‌های درخت به‌دست آمد. میزان ریزش با ضرب تعداد کل ریزش در وزن متوسط میوه، محاسبه شد و با افزودن این مقدار به عملکرد در زمان برداشت، عملکرد کل به‌دست آمد. سپس درصد ریزش میوه محاسبه گردید.

مراحل اندازه‌گیری اکسین، در آزمایشگاه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. برای اندازه‌گیری میزان اکسین نمونه‌ها، ابتدا به ۰/۵ گرم از نمونه کالیکس پودر شده، ۶۰ میلی‌لیتر محلول متانول، کلروفرم، آمونیوم هیدروکساید ۲ نرمال با نسبت حجمی ۳/۵/۱۲ و ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد (ارگون و همکاران، ۲۰۰۲). بعد از صاف‌کردن با کاغذ صافی، به‌منظور رسوب فاز کلروفرم در فریزر قرار داده و در ادامه با استفاده از تبخیرگردان^۱، فاز متانول نیز از محلول زردرنگ باقیمانده جدا گردید. در مرحله بعد با استفاده از

- 1- Total soluble solid
- 2- Total acidity
- 3- Ascorbic acid
- 4- Ruto evaporator

اسید کلریدریک ۱ نرمال، PH محلول باقی مانده در ۲/۵ تنظیم شد. سپس به محلول به دست آمده طی سه مرحله، هر بار ۱۵ میلی لیتر اتیل استات اضافه و فاز شفاف بالایی جدا گردید. فاز اتیل استات نیز توسط تبخیرگردان جداسازی شد. در مرحله بعد جداسازی اکسین با استفاده از کروماتوگرافی لایه نازک (TLC)^۱ انجام، سپس با استفاده از دنسیتومتر، سطح زیر لکه های تشکیل شده با طول موج ۲۲۲ نانومتر اندازه گیری شد. سطح زیر لکه های مربوط به مقادیر ۰/۲۵ تا ۵۰ میلی گرم در لیتر ایندول استیک اسید (IAA)^۲ نیز به عنوان استاندارد با TLC جداسازی و با دنسیتومتر در طول موج ۲۲۲ نانومتر قرائت شد (ارگون و همکاران، ۲۰۰۲). سپس با استفاده از منحنی درجه بندی، غلظت اکسین نمونه ها تعیین شده و در نهایت مقادیر با واحد میکروگرم اکسین در یک گرم نمونه خشک محاسبه گردید. در نهایت همه داده های به دست آمده با استفاده از نرم افزار MSTATC تجزیه و تحلیل شده و مقایسه میانگین ها با آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

بر اساس جدول تجزیه واریانس، درصد ریزش میوه در تیمارهای مختلف در سطح ۵ درصد معنی دار شده

است (جدول ۱).

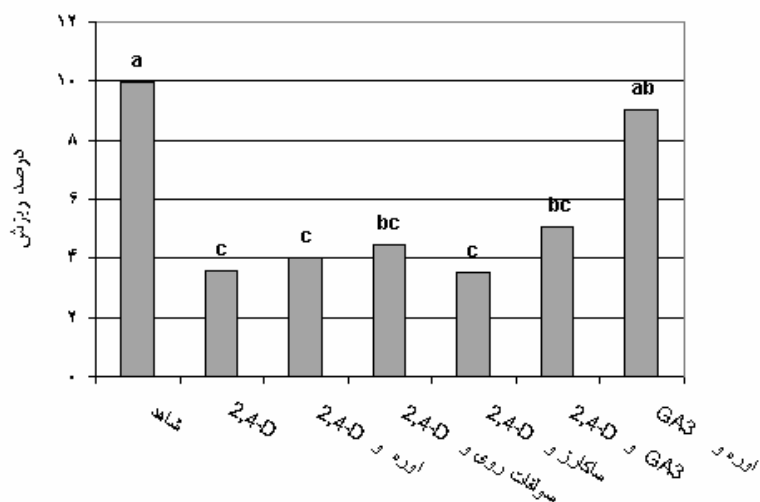
نتایج حاصل از مقایسه میانگین تیمارهای مختلف بر درصد ریزش قبل از برداشت پرتقال ایتالیایی شکل ۱ نشان می دهد که تیمارهای مختلف در گروه های مختلف آماری قرار گرفته اند. تیمار شاهد حداکثر در صد ریزش را در بین تیمارها به خود اختصاص داد. درصد ریزش میوه در همه تیمارهای دیگر به استثنای تیمار ۷ (GA₃) و اوره)، نسبت به شاهد کاهش معنی داری نشان داد. تیمارهای ۲ (2,4-D)، ۳ (2,4-D و اوره) و ۵ (2,4-D و ساکارز) در گروه حداقل درصد ریزش قرار گرفتند.

اثر تیمارهای مختلف محلول پاشی بر برخی از صفات کمی و کیفی میوه پرتقال ایتالیایی در جدول ۲ نشان داده شده است. همان طور که ملاحظه می شود به استثنای عملکرد، صفات دیگر مثل قطر و وزن متوسط میوه، PH، TSS، T.A. و As.A عصاره، اختلاف معنی داری از نظر آماری نشان ندادند. در واقع می توان گفت که تیمارهای مختلف تأثیر معنی داری بر کیفیت و کمیت میوه نداشتند و افزایش عملکرد در تیمارهای مختلف، ناشی از اثر آنها بر کاهش ریزش قبل از برداشت بوده است. (دومینگز و همکاران، ۲۰۰۰).

جدول ۱- تجزیه واریانس درصد ریزش میوه پرتقال ایتالیایی در تیمارهای محلول پاشی.

منبع	درجه آزادی	جمع مربعات	میانگین مربعات	آزمون F	سطح احتمال
تکرار	۳	۳۲/۰۴۰	۱۰/۶۸۰	۱/۱۱۴۷	۰/۳۶۹۲
تیمار	۶	۱۷۳/۴۵۲	۲۸/۹۰۹	۳/۰۱۷۳	۰/۰۳۲۰ *
خطا	۱۸	۱۷۲/۴۵۸	۹/۵۸۱		

* معنی دار در سطح ۵ درصد



شکل ۱- درصد ریزش میوه پرتقال ایتالیایی در تیمارهای محلول پاشی.

جدول ۲- اثر تیمارهای مختلف محلول پاشی بر برخی صفات کمی و کیفی پرتقال ایتالیایی.

تیمار	عملکرد در زمان برداشت (کیلوگرم)	قطر متوسط میوه (سانتی متر)	وزن متوسط میوه (گرم)	pH	TSS	T.A.	As. A
۱. شاهد	۲۵۰ ^b	۶/۰۸ ^a	۱۱۷ ^a	۳/۲۸۳ ^a	۱۰/۰۰ ^a	۱/۳۶۵ ^a	۶۶/۴۴ ^a
۲. 2,4-D	۳۲۹ ^{ab}	۵/۹۷ ^a	۱۰۹ ^a	۳/۲۸۳ ^a	۹/۷۵ ^a	۱/۴۷۷ ^a	۶۴/۲۴ ^a
۳. 2,4-D و اوره	۳۳۵ ^{ab}	۵/۶۴ ^a	۹۷ ^a	۳/۲۹۰ ^a	۱۰/۲۵ ^a	۱/۳۹۵ ^a	۶۴/۲۴ ^a
۴. 2,4-D و سولفات روی	۳۷۰ ^a	۵/۸۳ ^a	۱۰۳ ^a	۳/۳۶۵ ^a	۹/۲۵ ^a	۱/۳۳۵ ^a	۶۴/۲۴ ^a
۵. 2,4-D و ساکارز	۳۵۹ ^a	۵/۹۸ ^a	۱۱۰ ^a	۳/۳۸۸ ^a	۹/۵۰ ^a	۱/۲۸۳ ^a	۵۹/۸۴ ^a
۶. GA ₃ و 2,4-D	۳۵۵ ^{ab}	۶/۰۲ ^a	۱۱۷ ^a	۳/۳۱۸ ^a	۹/۸۷ ^a	۱/۴۴۷ ^a	۶۳/۵۸ ^a
۷. GA ₃ و اوره	۲۷۷ ^{ab}	۶/۲۲ ^a	۱۲۰ ^a	۳/۳۱۵ ^a	۹/۸۷۵ ^a	۱/۴۱۸ ^a	۶۰/۰۶ ^a

^{ns} اختلاف غیر معنی دار، * معنی دار در سطح ۵ درصد

تیمار ۷ حداکثر تعداد ریزش را داشتند. وزن میوه‌های ریخته در تیمارهای ۲، ۳ و ۵ از حداقل مقدار نسبت به تیمارهای دیگر برخوردار بود. در مقایسه با عملکرد متوسط در هر تیمار (جدول ۲)، در صد کاهش ریزش در همه تیمارها نسبت به تیمار شاهد، کاهش داشت و حداکثر این کاهش با مقادیر قابل توجه ۶۴، ۶۰ و ۶۵ درصد به ترتیب در تیمارهای ۲، ۳ و ۵ مشاهده شد.

اثر تیمارهای مختلف محلول پاشی بر برخی عوامل مربوط به ریزش میوه در جدول ۳ آمده است. اثر تیمارهای مختلف بر تعداد میوه در زمان برداشت، تعداد ریزش در درخت و وزن میوه‌های ریخته شده، از نظر آماری معنی دار شده است. تیمار شاهد و تیمار ۷ حداقل تعداد میوه و تیمار ۴ حداکثر تعداد میوه در زمان برداشت را به خود اختصاص دادند. در مقابل، تیمار ۲ حداقل و

جدول ۳- اثر تیمارهای مختلف محلول پاشی بر ریزش میوه پرتقال ایتالیایی.

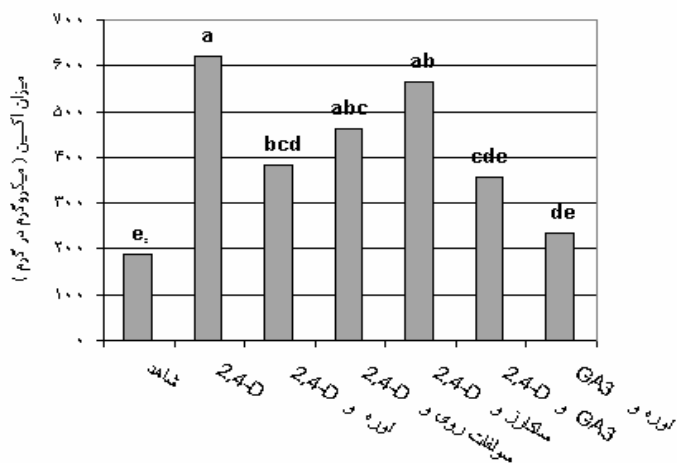
تیمار	تعداد میوه در زمان برداشت*	متوسط تعداد ریزش در درخت*	متوسط وزن میوه‌های ریخته در درخت* (کیلوگرم)	درصد کاهش ریزش نسبت به شاهد*
۱. شاهد	۲۳۸۲ ^b	۱۸۶ ^{ab}	۲۲ ^{ab}	
۲. 2,4-D	۳۰۸۱ ^{ab}	۱۱۲ ^c	۱۲ ^c	۶۴ ^a
۳. 2,4-D و اوره	۳۴۷۸ ^{ab}	۱۴۴ ^{bc}	۱۴ ^c	۶۰ ^a
۴. 2,4-D و سولفات روی	۳۶۰۵ ^a	۱۶۹ ^{abc}	۱۷/۵ ^{bc}	۵۵ ^a
۵. 2,4-D و ساکارز	۳۳۸۸ ^{ab}	۱۲۱ ^{bc}	۱۳ ^c	۶۵ ^a
۶. GA ₃ و 2,4-D	۲۹۰۷ ^{ab}	۱۵۴ ^{bc}	۱۸ ^{bc}	۵۰ ^a
۷. GA ₃ و اوره	۲۳۰۶ ^b	۲۳۰ ^a	۲۸ ^a	۱۰ ^b

^{ns} اختلاف غیر معنی‌دار، * معنی‌دار در سطح ۵ درصد

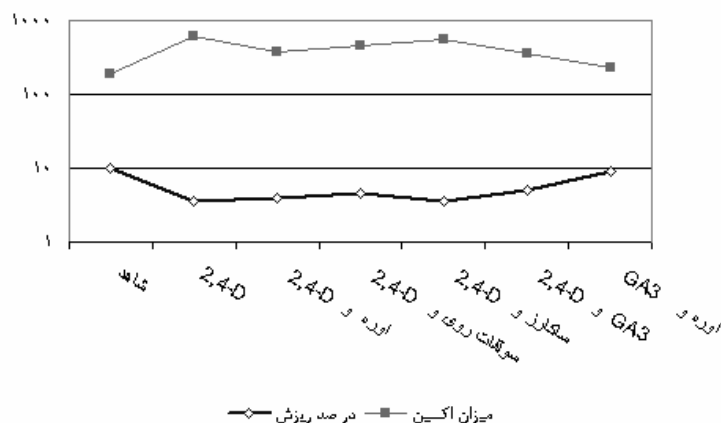
افزایش قطر و وزن میوه سبب جبران ریزش میوه نشده و عملکرد نسبت به تیمارهای دیگر کاهش یافته است. همچنین با وجود بیشتر بودن متوسط تعداد ریزش و میزان ریزش در تیمار ۷ نسبت به شاهد، به علت بیشتر بودن عملکرد تیمار ۷، درصد ریزش میوه شاهد، حدود ۱۰ درصد بیشتر از تیمار ۷ بوده است.

اثر تیمارهای محلول پاشی بر میزان اکسین نمونه‌های کالیکس پرتقال ایتالیایی در شکل ۲ نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که تیمار شاهد از حداقل مقدار اکسین در کالیکس، برخوردار بود و به استثنای تیمارهای ۶ و ۷، میزان اکسین در تیمارهای دیگر نسبت به شاهد، افزایش معنی‌داری داشت. حداکثر میزان اکسین در تیمار ۲ مشاهده شد.

مقایسه متوسط عملکرد (جدول ۲) و میزان ریزش (شکل ۱) نشان می‌دهد که تیمارهای شاهد و ۷ به ترتیب، کم‌ترین عملکرد و بیش‌ترین میزان ریزش را به خود اختصاص داده‌اند. تیمارهای ۴ (2,4-D + سولفات روی) و ۵ (2,4-D + ساکارز) بیش‌ترین عملکرد و تیمارهای ۵ و ۲ (2,4-D) کم‌ترین میزان ریزش را داشته‌اند. در مقابل تیمار ۷ (GA₃ + اوره) بیش‌ترین قطر و وزن میوه را داشته است (جدول ۳) البته این اختلاف از نظر آماری نسبت به تیمارهای دیگر معنی‌دار نبوده است. همچنین تیمارهای ۷ و شاهد به ترتیب کم‌ترین تعداد میوه (جدول ۳) را در زمان برداشت به خود اختصاص داده‌اند. کمتر بودن تعداد میوه سبب کاهش رقابت بین میوه‌ها و در نتیجه افزایش قطر و وزن میوه شده است. در هر حال



شکل ۲- اثر تیمارهای محلول پاشی بر میزان اکسین نمونه‌های کالیکس پرتقال ایتالیایی.



شکل ۳- رابطه لگاریتمی بین درصد ریزش میوه و میزان اکسین کالیکس پرتقال ایتالیایی در تیمارهای مختلف.

معنی داری داشت. این نتیجه با نتایج تحقیق محققان دیگر از جمله آنتونی و کوگینز (۱۹۹۹) که با استفاده از ۵ فرم مختلف 2,4-D سبب کاهش معنی داری در ریزش قبل از برداشت ارقام مختلف مرکبات شدند و نیز هوچه و همکاران (۲۰۰۰) که با استفاده از غلظت‌های مختلف 2,4-D سبب کاهش ریزش قبل از برداشت نارنگی ناگپور گردیدند مطابقت دارد.

هدف از کاربرد GA₃ در درختان مرکبات تأخیر پیری میوه است و بهتر است محلول‌پاشی در حالی که میوه هنوز از نظر فیزیولوژیکی جوان است ولی به مرحله بلوغ نزدیک شده‌است، انجام شود (گورن، ۱۹۹۳؛ دومینگز و همکاران، ۲۰۰۰؛ هوچه و همکاران، ۲۰۰۰). بنابراین اگر زمان محلول‌پاشی تیمار GA₃ و یا ترکیب 2,4-D و GA₃ زودتر از زمان محلول‌پاشی در تحقیق حاضر، انجام شده بود، احتمالاً نتایج بهتری از این تیمارها حاصل می‌شد. به‌رحال این مساله نیاز به بررسی و در صورت لزوم نیاز به انجام طرح تحقیقاتی دارد. بر اساس نتایج این آزمایش مصرف 2,4-D برای کاهش میزان ریزش قبل از برداشت از GA₃ بسیار موثرتر است.

ترکیب تیمار 2,4-D با اوره، روی و ساکارز نشان داد که از نظر کاهش ریزش، استفاده از 2,4-D به تنهایی، با اختلاف ۱ درصد رتبه دوم را به خود اختصاص داده است. در واقع در مورد کاهش ریزش، تیمارهای ترکیبی اثری بیشتر از تیمار منفرد 2,4-D نشان نداده‌اند و در

شکل ۳ رابطه لگاریتمی بین درصد ریزش میوه پرتقال ایتالیایی و میزان اکسین کالیکس در تیمارهای مختلف را نشان داده‌است. نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان می‌دهد افزایش میزان اکسین با کاهش درصد ریزش همبستگی معکوسی داشته است (شکل ۳). به‌طوری‌که تیمار شاهد که بیش‌ترین میزان ریزش را نشان داد، کم‌ترین میزان اکسین و تیمارهای ۲ و ۵ که حداقل ریزش را داشتند، حداکثر میزان اکسین در منطقه ریزش را به خود اختصاص دادند. در واقع می‌توان گفت که کاهش درصد ریزش به علت افزایش میزان اکسین در منطقه ریزش می‌باشد که این نتیجه با نتیجه تحقیق محققان دیگر که افزایش میزان اکسین را سبب تأخیر ریزش دانسته‌اند، مطابقت دارد (برنز، ۱۹۹۷؛ برنز، ۱۹۹۸).

همچنین برای کنترل ریزش میوه در مرکبات، تیمارهای کنترل‌کننده بایستی به مدت کوتاهی قبل از شروع ریزش استفاده شوند (برنز، ۱۹۹۷؛ برنز، ۱۹۹۸). در این تحقیق نیز، تیمارهای مختلف در اواخر آبان ماه یعنی زمانی که هنوز مشکل ریزش شروع نشده و حساسیت بافت به ریزش افزایش نیافته بود، اعمال شدند. هرچه به زمان رسیدن میوه نزدیک می‌شویم، میزان تولید اتیلن در گیاه افزایش می‌یابد و در این حال محلول‌پاشی اکسین تأثیری در تأخیر ریزش نخواهد داشت. همان‌طور که ملاحظه می‌شود در تمامی تیمارهایی که از 2,4-D استفاده شد، درصد ریزش نسبت به شاهد کاهش

برابر با افزایش عملکرد محصول تا حدود ۴/۵ تن در هکتار می‌شود که از نظر اقتصادی برای باغداران منطقه بسیار حائز اهمیت است. به‌طور کلی با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان گفت که استفاده از 2,4-D سبب افزایش میزان اکسین در منطقه ریزش و تأخیر در فرایند ریزش شده و محلول‌پاشی با آن به‌منظور کاهش ریزش قبل از برداشت مرکبات بسیار موثر بوده و مصرف آن برای افزایش سود اقتصادی باغ‌دار کاملاً اقتصادی به‌نظر می‌رسد.

سپاسگزاری

از آقای مهندس کاظمی، مسئول آزمایشگاه گروه علوم دامی دانشگاه تربیت مدرس، به‌خاطر کمک در انجام برخی کارهای آزمایشگاهی، تشکر و سپاسگزاری می‌شود.

مورد ترکیب روی با 2,4-D این اثر ۸-۹ درصد نسبت به تیمار مجزای 2,4-D کاهش یافته است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که طبق نتایج این آزمایش، اگر هدف از کار تنها کاهش ریزش قبل از برداشت باشد، نیازی به ترکیب 2,4-D با ماده دیگری نیست. البته در مورد عملکرد، مساله متفاوت بوده است. عملکرد تیمارهای ترکیبی 2,4-D با ساکارز و با روی افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد داشتند. همچنین بعد از تیمار شاهد، تیمار منفرد 2,4-D کمترین میزان عملکرد را داشته است.

براساس نتایج تحقیق حاضر، عملکرد متوسط درختان پرتقال ایتالیایی حدود ۲۵۰ کیلوگرم در سال پر محصول است و با تراکم ۳۰۰ درخت در هکتار و متوسط ۱۰ درصد ریزش، متوسط میزان ریزش میوه سالانه حدود ۷/۵ تن در هکتار است و کاهش ریزش در حد ۶۰ درصد

منابع

1. Ahyae, M. 1997. Methods of Soil chemical analysis. Publication 1024. Soil and Water Institute, Tehran, Iran. (In Persian)
2. Akhlaghi Amiri, N., Arzani, K., and Ebrahimi, Y. 2002. Application of synthetic auxins, a way for reducing of citrus losses. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology. 3:1-2.59-66. (In Persian)
3. Anthony, M.F., and Coggins, Ch.W. 1999. The efficacy of five forms of 2,4-D in controlling pre harvest fruit drop in citrus, Scientia Horticulturae. 81: 267-277.
4. Asadi Kangarshahi, A., Akhlaghi Amiri, N., Mahmoudi, M., and Malakouti, M.J. 2001. Diagnosis of nutritional disorders in citrus of Mazandaran (limited and recommends): part 1. macro elements. Publication 268. Agricultural Research and Education Organization, Agricultural Ministry, Karaj, Iran. (In Persian)
5. Asadi Kangarshahi, A., Akhlaghi Amiri, N., Mahmoudi, M., and Malakouti, M.J. 2002. Diagnosis of nutritional disorders in citrus of Mazandaran (limited and recommends): part 2. micro elements. Publication 269. Agricultural Research and Education Organization, Agricultural Ministry, Karaj, Iran. (In Persian)
6. Asadi Kangarshahi, A., and Akhlaghi Amiri, N. 2007. Evaluation of environmental condition and the most suitable fertilization method for citrus in east of Mazandaran. P650, In: 5th Iranian Horticultural Sciences Congress, Shiraz, Iran. (In Persian)
7. Burns, J.K. 1997. Citrus fruit abscission. Citrus flowering and fruiting short courses, Citrus Research and Education Center, Lake Alfred. pp: 130-136.
8. Burns, J.K. 1998. Abscission in citrus fruit, leaves and flowers: physiology, molecular biology and possible points of control. Proceeding of the citrus abscission workshop, Citrus Research and Education Center, Lake Alfred. 28 - 36.
9. Coggins, C.W., and Lovatt, C.J. 2004. Citrus, pre harvest fruit drop control with 2,4-D. IPM Pest Management Guidelines. Publication 3441. University of California.
10. Davies, F.S. 1986. The navel orange. P. 129-179, In: Janick, J. (eds.), Horticultural Reviews, vol. 8, AVI Publishing Company.

11. Domingues, M.C.S., Ono, E.O., and Rodrigues, J.D.R. 2000. Influence of 2,4-dichlorophenoxy acetic acid and gibberellic acid on pre harvest of ripening fruits of Hamlin sweet orange (*Citrus sinensis* Osbeck). P153, In: 9th International Citrus Congress, Orlando, Florida, USA.
12. Edwards, D. 2005. Reregistration eligibility decision for 2,4-D. Prevention, pesticides and toxic substances (7508C). United States Environmental Protection Agency. 320 p.
13. El-Otmani, M., Ait-Oubahou, A., Taibi, F.Z., Lmoufid, B., and Lovatt, C.J. 2000. Foliar urea and gibberellic acid increase Clementine mandarin fruit set, size and yield. P154, In: 9th International Citrus Congress, Florida, USA.
14. Emami, A. 1996. Methods of plant analysis. Publication 982. Soil and Water Institute, Tehran, Iran. (In Persian)
15. Ergun, N., Topcuoglu, S.F., and Yildiz, A. 2002. Auxin (Indole-3-acetic acid), gibberellic acid (GA₃), abscisic acid (ABA) and Cytokinin (Zeatin) production by some species of mosses and lichens. Turkey Journal of Botany. 26: 13-18.
16. Gomez-Cadenas, A., Mehouchi, J., Tadeo, F.R., Primo-Millo, E., and Talon, M. 2000. Horticultural regulation of fruitlet abscission induced by carbohydrate shortage in citrus. Planta. 210: 636-643.
17. Goren, R., Teitelbaum, G., and Rather, A. 1973. The role of cellulase in the abscission of citrus leaves and fruits in relation to exogenous treatments with growth regulators. Acta Horticulturae. 34: 103-109.
18. Goren, R. 1993. Anatomical, physiological and hormonal aspects of abscission in citrus. P145-182, In: Janick, J. (eds.), Horticultural Review, vol.15, AVI Publishing Company.
19. Huchche, A.D., Ram, L., and Singh, Sh. 2000. Fruit drop and its control in Nagpur mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). P154, In: 9th International Citrus Congress, Orlando, Florida, USA.
20. Huchche, A.D. 2001. Nature and management of citrus fruit drop. P287-294, In: Singh, S., S.A.M.H. Naqvi (eds.), Citrus, International Book Distributing Company, India.
21. Huchche, A., Naqvi, S.A.M.H., and Huchche, Sh. 2002. Citrus germplasm, cultivars and rootstocks. Kalyani Publishers, New Delhi, India, 166 p.
22. Mehouchi, J., Iglesias, D.J., Tadeo, F.R., Lliso, I., Moya, J.L., Gomez-Cadenas, A., Primo-Millo, E., and Talon, M. 2000. Citrus fruitlet abscission: physiological bases supporting the "competition hypothesis". P52, In: 9th International Citrus Congress, Orlando, Florida, USA.
23. Rodrigues, J.D.R., Domingues, M.C.S., and Ono, E.O. 2000. Natural abscission reduction of Honey orange mature fruits by application of auxin and gibberellin. P155, In: 9th International Citrus Congress, Orlando, Florida, USA.
24. Statistics and Information Office of Agricultural Ministry. 2003. Agricultural statistics for agronomical and horticultural crop, Tehran, Iran. (In Persian)

Investigation of pre harvest drop and its relation with auxin amount in abscission zone of Italian orange fruit (*Citrus sinensis* cv. Italian)

N. Akhlaghi Amiri^{1,*}, K. Arzani², M.J. Malakouti³ and M. Barzegar⁴

¹Ph.D. student Dept. of Horticultural science Tarbiat Modarres University Tehran, Iran, ²Associate Prof. Dept. of Horticultural sciences Tarbiat Modarres University Tehran, Iran, ³Prof. Dept. of Soil science Tarbiat Modarres University Tehran, Iran, ⁴Associate Prof. Dept. of Food science and Technology Tarbiat Modarres University Tehran, Iran

Abstract

Citrus with annual production more than 3.9 million tones occupies first place among horticultural crop in Iran and sixth place in world annual citrus production. Abscission of a lot of fruit before harvest in some citrus cultivars like Italian orange is a main problem that caused to reduce yield and income and also loss of tree resources. Regarding to average yield of Italian orange in Baharestan garden of Sari in "on year", annually about 7.5 tons crop per hectare abscise and destroy pre harvest. To evaluation and possibility of abscission reduction in this cultivar, a randomized complete block design (RCBD) was performed with 7 treatments: 1) control 2) 2,4-D 3) 2,4-D and urea 4) 2,4-D and zinc sulfate 5) 2,4-D and sucrose 6) 2,4-D and GA₃ 7) GA₃ and urea and 4 replications in Sari of Mazandaran in 2005. In third week of November, treatments were applied, then abscised fruits were counted weakly and percent of abscised fruit in different treatments was calculated finally. Calyx of harvested fruits was removed and auxin amount of abscission zone was measured. Results showed that abscission in all treatments except 7 had significant reduction compared with control. Treatments 2 and 5 with 64 and 65 percent reduction compared with control had the highest effect, respectively. Average of abscission reduction in treatments except 7 was 60 percent compare with control. 60 percent reduction in abscission is about 4.5 tons increase in yield per hectare. Auxin amount of abscission zone in different treatments showed that treatments caused increase of auxin in calyx and in treatments 2, 3, 4 and 5 was significant compare with control. Increase of auxin in abscission zone is possible reason to abscission reduction. So, regarding procedure of this experiment, 2, 4-D can suggest as an effective and economical way to reduce citrus pre harvest drop.

Keywords: Citrus; Italian orange; Abscission; Auxin; Calyx

*- Corresponding Author; Email: arzani_k@modares.ac.ir