مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۳۱، شماره ۲، سال ۱۳۹۴

اثر پروهگزادیون- کلسیم و برخی ترکیبات معدنی بر تنک و کیفیت میوه سیب رقم رددلیشز در شرایط آب و هوائی سمیرم

Effects of Prohexadione- calcium and some Oranic Compounds on Fruit Thining and Quality of Allple cv. Red Delicious in Semirom Areas

وهب اسدی[۱]، محسن پیرمرادیان[۲]، نوشین کاظمی[۳] و موسی رسولی[۴]

۱- پژوهشکده ملی کشمش و انگور، دانشگاه ملایر
۲- مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان
۳- دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۴- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، داشگاه ملایر

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۴/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۲۴

چکیده

اسدی، و.، پیرمرادیان، م.، کاظمی، ن.، و رسولی، م. ۱۳۹۴. اثر پروهگزادیون- کلسیم و برخی ترکیبات معدنی بر تنک و کیفیت میوه سیب رقم رددلیشز در شرایط آب و هوائی سمیرم. **مجله به‌زراعی نهال و بذر ۱-۳۱:** ۱۸۶- ۱۷۳.

با هدف بررسی تاثیر چند تنک کننده معدنی و یک تنظیم کننده زیستی بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه سیب رقم رد دلیشز و مقایسه آن با تنک دستی گل و میوه، پژوهشی دو ساله در یک باغ تجاری در شهرستان سمیرم اصفهان انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و سه تکرار انجام شد. تیمارهای گوگرد - آهک (۶ و ۸ میلی‌لیتر گوگرد و آهک در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب و دوبار کاربرد ۶ درصد)، آمونیوم‌تیوسولفات (۲۰ و ۲۵ میلی‌لیتر آمونیوم تیوسولفات در یک لیتر آب و دو بار کاربرد۲۰ میلی‌لیتر در لیتر) و تنظیم کننده پروهگزاریون کلسیم با نام‌های آپوچی (۳۰۰ و ۴۵۰ میلی‌گرم در یک لیتر آب و دوبار کاربرد ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر) در مرحله گلدهی (محلول‌پاشی در تیمارهای تک مرحله‌ای در ۸۰-۷۰ درصد و تیمارهای دو مرحله‌ای ابتدا در ۴۰-۳۰ درصد و سپس در ۸۰-۷۰ درصد شکوفایی)، تنک دستی گل در مرحله تمام گل (۸۰-۷۰ درصد گلدهی) و تنک دستی میوه چهار هفته پس از مرحله تمام گل روی درختان منتخب اعمال شد. نتایج نشان داد که تمام تیمارها به جز آپوچی (۳۰۰ و ۴۵۰ میلی‌گرم در لیتر) به طور معنی‌داری باعث تنک میوه و کاهش ۱۰ تا ۵۰ درصدی تشکیل میوه شدند. تیمارها باعث افزایش حجم (۴۸٪)، وزن (۵۱٪)، کل مواد جامد محلول (۲۳٪)، نسبت کل مواد جامد محلول به اسید کل (۳۸٪)، رنگ میوه و سطح برگ (۳۰٪) میوه‌ها شدند. بین شاهد و تیمارها تفاوت معنی‌داری در میزان اسید کل میوه دیده نشد. تیمار آمونیوم‌تیوسولفات دو بار مصرف ۲۰ میلی‌لیتر در لیتر بهترین تیمار از نظر اقتصادی بود. تیمارهای مختلف مقدار عملکرد را تغییر دادند و بین تیمارها از نظر عملکرد تفاوت معنی‌دار وجود داشت به طوری که شاهد بیشترین و تیمار ۸ درصد گوگرد-آهک کمترین عملکرد را نشان داشتند.

واژه‌های کلیدی: سیب، گوگرد-آهک، آمونیوم تیو سولفات، آپوچی، راندمان عملکرد.

نویسنده مسئول: wahab.assadi@gmail.com تلفن: ۰۸۵۱۳۳۳۹۸۴۱

مقدمه

تشکیل زیاد میوه در درختان باعث تولید میوه‌های ریز با کیفیت پایین، شکستگی شاخه، کاهش ذخیره غذایی درخت، خستگی گیاه و کاهش مقاومت به بیماری‌ها، آفات و سرما می‌شود (Childers, 1969؛ Taghipoor and Rahemi, 2008). از طرفی بر اساس تحقیقات صورت انجام شده، تنک زود هنگام گل در سیب و هسته‌داران بسیار مهم است زیرا روی اندازه و عملکرد میوه موثر می اثر زیادی دارد (Fallahi *et al*., 1992). به علت پرهزینه بودن تنک دستی و آسیب ناشی از تنک مکانیکی، استفاده از تنک شیمیایی برای کم کردن تعداد میوه‌چه‌های درختان اولویت می یابد. البته در برخی از کشورها به علت عواقب مصرف مواد هورمونی، این امر کمتر صورت انجام می‌شود (Talaii, 1998؛ Rahemi, 1990). تنک‌کننده‌های شیمیایی اغلب با آسیب‌ها و پیامدهای زیست محیطی همراه است زیرا با از بین بردن حشرات مفید برای گرده‌افشانی و نیز بر هم زدن تعادل هورمونی گیاه علاوه بر آسیب به محیط زیست از نظر سلامت غذایی نیز ایجاد اشکال می‌کند. ترکیبات مضر هورمونی به نظر می‌رسد علی‌رغم جواب مناسب می‌توانند با تنک‌کننده‌های معدنی و زیستی جایگزین شوند (Fallahi and Willemsen, 2002؛ Fallahi *et al*., 2006؛ Fallahi *et al*., 1992). در درختان زردآلو، آلوی اروپایی و ژاپنی، تنک میوه تنها در صورت سطوح میوه‌بندی خیلی زیاد انجام می‌شود ولی در گونه‌های گیلاس، آلبالو و بادام که نسبت تعداد میوه به قطر شاخه (راندمان عملکرد) زیاد است، تنک میوه تجاری نیست چرا که وزن میوه در سانتی‌مترمربع تنه درخت نسبت به هلو و سیب، کم است و اندازه میوه هم اثر خیلی شدیدی بر بازار پسندی آن ندارد (Talaii, 1998؛ Taghipoor and Rahemi, 2008). تنک گل درختان سیب و هلو می‌تواند باعث افزایش ۳۰-۷ درصدی در اندازه میوه شود (Byers and Lyons, 1985). در عمل، تمامی تنک‌کننده‌های شیمیایی اندازه میوه‌ها را افزایش می‌دهند، اگرچه استفاده از مواد تنک‌کننده باعث کاهش میزان تشکیل میوه می‌شود، تفاوت اندازه میوه‌های درخت تیمار شده با درختان شاهد کاملاً مشخص و مشهود است. البته یک استثنا در این میان وجود دارد، در مورد سیب‌های ارقام گلدن دلیشز (Golden Delicious)، و واین سپ (Winesap) که به وسیله NAA (Naphthalene acetic acid) محلول پاشی شده‌اند، میوه‌های جوان ریزش نمی‌کنند و به رشد خود ادامه می‌دهند، اما اندازه میوه‌ها معمولاً کاهش می‌یابد. این مشخصه باعث محدودیت استفاده از آن روی ارقام دلیشس شده است (Williams, 1979). تحقیقات نشان می‌دهد ترکیب گوگرد- آهک توانایی کاهش تشکیل میوه را در سیب و هلو

دارد (Guak *et al.*, 2004؛ Noordijk and Schupp, 2003). کاربرد گوگرد آهک و نیز روغن ماهی برای ماندگاری ماده موثره روی گیاهان، منجر به کاهش ۲۹٪ تشکیل میوه در گیلاس در مقایسه با شاهد شد (Lenahan and Whiting, 2006). در مطالعه دیگری ترکیب گوگرد- آهک پس از کاربرد در زمان گلدهی باعث تنک بیشتر نسبت به مواردی که ترکیب روی میوه مورد استفاده قرار گرفته بود، شد (Lenahan, 2006). گوگرد-آهک توانایی کاهش تشکیل میوه در بعضی ارقام سیب و هسته داران را دارد (Noordijk and Schupp, 2003؛ McArtney *et al.*, 2006). بیروزولیون (Byres and Lyons, 1985) در آزمایشگاه مرکز تحقیقات میوه وینچستر ویرجینیا چند ترکیب تنک‌کننده دیگر معرفی کردند. ترکیباتی که علاوه بر کاربرد تنک کننده‌ای به منظور مقاصد تغذیه‌ای و به عنوان کود نیز استفاده می‌شدند. اصولا این تنک‌کننده‌ها در زمان تمام گل استفاده می‌شدند. از آن جمله می‌توان به ترکیب تیو سولفات آمونیوم (Ammonium Thiosulfate) اشاره کرد، که این ترکیب به صورت عملی توسط آن‌ها و چند محقق دیگر مورد بررسی قرار گرفت و اثر مناسبی را به دنبال داشت به خصوص زمانی که در مراحل اولیه به کار برده می‌شد (Childers, 1988). ورت هایم (Wertheim, 2000) بیان کرد که ترکیب آمونیوم‌تیوسولفات با غلظت‌های ۱۰، ۱۵ و ۲۰ میلی‌لیتر در لیتر در زمان گلدهی می‌تواند منجر به کاهش تشکیل میوه در سیب و گلابی شود. در مطالعه‌ای که وارنر در سال ۱۹۹۸ انجام داد چند تنک‌کننده مانند آمونیوم‌تیوسولفات (Ammonium thiosulfate)، ویلتین (Wilthin) و ایندوتال (Endothall) را مورد مقایسه قرار داد و بیان کرد که آمونیوم‌تیوسولفات در شرایط آب و هوایی واشینگتن بهترین تنک کننده گل می‌باشد (Warner, 1998). ویتینگ و همکارن در سال ۲۰۰۶ بیان کردند کاربرد دو مرحله‌ای آمونیوم تیوسولفات و روغن ماهی، ابتدا در شروع گلدهی (۱۰٪) و سپس در تمام گل (۹۰٪) باعث کاهش معنی‌دار تشکیل میوه در گیلاس رقم بینگ می‌شود. آپوجی (پروهگزادیون-کلسیم) تنظیم کننده جدیدی است که به دلیل فعالیت ضد جیبرلینی خود، در ابتدا برای کاهش رشد رویشی روی درخت سیب مورد استفاده قرار گرفت (Greene, 1999). این ترکیب با کاهش نیاز به هرس در درختان سیب منجر به بهبود رنگ میوه و کاهش بیماری‌هایی مانند بلایت نیز می‌شود و در نتیجه با کاربرد این ترکیب حتی می‌توان دفعات استفاده از سموم شیمیایی برای مبارزه با بیماری‌ها را کم کرده و از این رو محیط زیست کمتر با سموم شیمیایی آلوده می‌شود (Schupp *et al.*,2002). این ترکیب براساس غلظت و دفعات پاشش روی درخت منجر به

تنک میوه نیز می‌شود (Byers *et al*., 2004؛ Medjdoub *et al*., 2005).

با توجه به اهمیت درخت سیب از نظر سود اقتصادی حاصل از پرورش و نقشی که در سلامت انسان دارد و با توجه به انبوهی محصول در این درخت و هزینه‌های زیاد مربوط به تنک‌های دستی، در این پژوهش اثر تنک کننده‌های معدنی و تنظیم کننده زیستی بر میزان تنک میوه و اثر آن‌ها بر خصوصیت کمی و کیفی سیب رقم رد دلیشز مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال‌های ۱۳۹۱و ۱۳۹۲ در باغی تجاری در شهرستان سمیرم از توابع اصفهان انجام شد. درختان بالغ ۱۴ ساله سیب رقم رد دلیشز بر پایه بذری با فواصل ۵/۵ × ۴/۵ نسبت به هم قرار داشتند. درختان مورد آزمایش دارای سیستم هرس و آبیاری یکسان بوده و حتی‌الامکان درختان با قدرت رشد و اندازه یکنواخت انتخاب شدند. به منظور کاهش خطا در داده برداری شاخه‌های با قطر و اندازه یکسان برای نمونه‌گیری مشخص شدند.

پژوهش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. در هر بلوک ۸۴ درخت در نظر گرفته شد، ۱۲ تیمار شامل شاهد (بدون محلول‌پاشی)، گوگرد-آهک نوع 32 oz از شرکت Hi yield (۶، ۸ و دوبار مصرف ۶ درصد)، تیوسولفات آمونیوم (۲۰، ۲۵ و دوبار مصرف ۲۰ میلی‌لیتر بر لیتر)، آپوجی نوع BASF Corporation, Research Triangle Park از شرکت Hi yield، (۳۰۰، ۴۵۰ و دو بار مصرف ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر، تیمارهای تک مرحله‌ای محلول‌پاشی در ۸۰-۷۰ درصد تمام گل و در تیمارهای دو مرحله‌ای محلول‌پاشی ابتدا در ۴۰-۳۰ و سپس در ۸۰-۷۰ درصد تمام گل صورت انجام شد)، تنک دستی گل در مرحله تمام گل (۸۰-۷۰درصد تمام گل) و تنک دستی میوه چهار هفته پس از مرحله تمام گل می‌باشد. به دلیل این که محلول پاشی تنک‌کننده‌ها در مراحل مختلف گلدهی (۴۰-۳۰ و ۸۰-۷۰ درصد) باید انجام شد، این کار در ده روز اول اردیبهشت ماه انجام شد. تنک دستی گل و میوه به این صورت انجام شد که روی شاخه‌های از پیش علامت زده شده، به ازای هر ۱۰ سانتی‌متر گل یا میوه باقی بماند.

شمارش گل و میوه‌ها در سه مرحله در زمان محلول‌پاشی (مرحله تمام گل و ریزش گلبرگ‌ها)، دو هفته پس از آن (زمانی که میوه‌چه‌ها به اندازه ۱۰-۸ میلی‌متر رسیده بودند) و زمان برداشت (نیمه اول مهرماه) انجام و درصد میوه‌های ریزش کرده محاسبه شد. برداشت در نیمه اول مهر ماه انجام شد و میوه‌ها بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند و ویژگی‌های وزن میوه، حجم میوه، رنگ میوه (شماره‌دهی روش ۵-۱)، مواد جامد محلول کل (TSS)، اسیدیته کل (TA)، سطح برگ و میزان سوختگی سطح برگ (دستگاه اندازه‌گیری و

آنالیز سطح برگ مدل Windias) اندازه‌گیری شدند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ استفاده و مقایسه میانگین با آزمون LSD انجام شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، تمامی صفات به جز صفت میزان اسیدیته قابل تیتراسیون در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱). معنی‌دار بودن بلوک در اکثر موارد، نشان دهنده بلوک‌بندی صحیح بود چون با توجه به شرایط محیطی متغیر (زاویه تابش و سایه‌اندازی ردیف‌ها، تغییرات ناشی از سیستم آبیاری، اثر وزش باد بر دقت محلول پاشی و غیره) امکان افزایش خطا در اجرای آزمایش به نظر می‌رسید.

بررسی نتایج و داده‌ها نشان داد تمامی تیمارها به جز تنظیم کننده Apogee در غلظت ۳۰۰و ۴۵۰ به طور معنی‌دار پس از دو هفته محلول‌پاشی، باعث تنک میوه‌ها نسبت به شاهد شدند. کمترین درصد تشکیل میوه در این مدت در تیمار تنک دستی گل و سپس دو بار مصرف تیوسولفات آمونیوم ۲۰ میلی‌لیتر بر لیتر و گوگرد- آهک ۸ درصد و دوبار مصرف ۶ درصد ایجاد شد. شمارش میوه‌ها در زمان برداشت نشان داد که تمام تیمارهای تیوسولفات آمونیوم (ATS) و گوگرد- آهک منجر به کاهش معنی‌دار در تشکیل میوه شده بودند (جدول ۲). کاربرد گوگرد-آهک و ATS با اثر سوزانندگی بر اندام‌های گل باعث عدم تشکیل میوه می‌شوند و نیز با افزایش سطح تولید هورمون اتیلن میزان ریزش را افزایش دهند. همچنین با تخریب مراکز فعال در تولید اکسین‌ها، ممکن است بر انتقال و تولید این مواد تاثیر گذاشته و پایداری میوه‌های جوان را مختل کرده و در نتیجه میوه‌ها ریزش کنند. این نتایج با نتایج پژوهش‌های ویتینگ و همکاران (Withing *et al*., 2006) روی گیلاس، بیرز و لیون (Byers and Lyons, 1985) و همچنین فلاحی و ویلمسن (Fallahi and Willemsen, 2002) مطابقت دارد.

در این پژوهش تاثیر تیمارهای مختلف بر وزن میوه نشان داد که تمام تیمارها به جز Apogee (۳۰۰ و ۴۵۰ میلی‌گرم در لیتر) باعث افزایش معنی‌دار وزن و حجم میوه شدند. همان طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود میانگین وزن میوه‌ها بین ۱۰۲/۴۶ گرم (شاهد) و ۲۰۹/۳۰ گرم (تنک دستی گل) بود. بیشترین وزن در تیمار تنک دستی گل و دوبار کاربرد ATS ۲۰میلی لیتر در لیتر و گوگرد آهک ۶٪ به دست آمد که البته بین این دو تیمار تفاوت معنی‌دار وجود نداشت(جدول ۳). حجم میوه‌ها نیز تحت تاثیر تیمارهای مختلف قرار گرفت. بیشترین حجم میوه از تیمار تنک دستی گل و دو بار کاربرد ATS ۲۰میلی‌لیتر در لیتر حاصل شد که دارای تفاوت معنی‌دار با هم بودند (جدول ۳). در تحقیقات فلاحی و همکاران

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری مختلف در سیب رقم رد دلیشز تحت تأثیر تیمارهای تنک کننده

Table 1. Analysis of variance for different traits in apple cv. Red Delicious as affevted by thining treatments

			میانگین مربعات MS										
S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	راندمان عملکرد TCSA	عملکرد Yield	تشکیل میوه نهایی Final Fruit Set	تشکیل میوه اولیه Primary Fruit Set	حجم میوه Fruit volume	وزن میوه Fruit weight	قند محلول TSS	اسیدیته قابل تیتراسیون TA	کسر رسیدگی TSS/TA	رنگ میوه Fruit	سطح برگ Leaf area
Rep	بلوک	2	0.39**	21.28**	34.08**	5.60^{ns}	31.74**	20.72**	0.23**	0.65**	0.11**	0.98**	624.56**
Treatment	تیمار	11	4.58**	2118.88**	2569.43**	2208.17**	6808.73**	17001.12**	4.79**	0.94^{ns}	0.74**	5.61**	1255.07**
Error	اشتباه	22	0.01	13.45	4.458	18.33	8.00	18.58	0.37	0.00	0.02	0.17	31.679
Total	کل	35	231.703	719924.87	24454.84	56852.54	271374.08	682422.94	4662.51	628.46	180.28	413.71	134039.24
CV. (%)	درصد ضریب تغییرات		11.32	5.81	13.82	18.63	11.48	9.73	13.38	7.22	10.23	8.99	9.79

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

ns: Not-significant

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

ns : غیر معنی‌دار.

جدول ۲- مقایسه میانگین درصد تشکیل میوه اولیه و میوه نهائی در سیب رد دلیشز در تیمارهای مختلف تنک کننده

Table 2. Mean comparison of primary and final fruit set percentages in apple cv. Red Delicious in different thining treatments

Treatment	تیمار	درصد تشکیل میوه اولیه Primary fruit set (%)	درصد تشکیل میوه نهایی Final fruit set (%)
Control	شاهد	60.55a	44.43a
Flower hand-thin	تنک دستی گل	30.51c	15.65c
Fruit hand-thin	تنک دستی میوه	55.67a	17.88c
Lime-Sulfur 6%	گوگرد-آهک (۶ درصد)	50.77ab	31.69b
Lime-Sulfur 8%	گوگرد-آهک (۸ درصد)	36.91c	25.74b
Double Lime-Sulfur 6%	دو بار مصرف گوگرد-آهک (۶ درصد)	37.12bc	21.79bc
ATS (20 mll^{-1})	ATS (۲۰ میلی لیتر بر لیتر)	49.76b	40.21a
ATS (25 mll^{-1})	ATS (۲۵ میلی لیتر بر لیتر)	45.09b	28.74b
Double ATS (20 mll^{-1})	دوبار مصرف ATS (۲۰ میلی لیتر بر لیتر)	35.81c	19.67c
Apogee (300 mgl^{-1})	آپوجی (۳۰۰ میلی گرم بر لیتر)	51.98a	45.33a
Apogee (450 mgl^{-1})	آپوجی (۴۵۰ میلی گرم بر لیتر)	65.62a	44.28a
Double Apogee (300 mgl^{-1})	دوبار مصرف آپوجی (۳۰۰ میلی گرم بر لیتر)	58.88a	42.58a

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند از نظر آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.
Means with similar letters in each in each colume are not significantly different at 5% level of probability using LSD.

(۱۹۹۲) نیز تاثیر معنی‌دار ATS بر تنک سیب گزارش شد. همچنین نوریدجک و اسچوپ (Noordijk and Schupp, 2003) بیان کردند که گوگرد- آهک منجر به افزایش وزن و حجم میوه سیب می‌شود و اثر معنی‌دار گوگرد- آهک در کاهش تشکیل تعداد میوه همراه با افزایش حجم و وزن میوه را به دلیل تاثیر این ترکیب در ممانعت از رشد لوله گرده گزارش کرده‌اند (Yoder *et al.*, 2009). مکانیسم فعالیت تنک کننده‌ها به این شکل است که تشکیل میوه کاهش می‌یابد و کاهش در تعداد میوه، به کاهش رقابت و دریافت مواد فتوسنتزی بیشتر منجر می‌شود(McArtney *et al.*, 2006).

بر اساس جدول ۴ میزان عملکرد در تیمار شاهد بیشترین مقدار بود. به غیر از تیمار Apogee (۳۰۰ و ۴۵۰ میلی‌گرم بر لیتر) در سایر تیمارها تشکیل میوه و میزان عملکرد کاهش

جدول ۳- مقایسه میانگین حجم و وزن میوه در سیب رقم رد دلیشیز در تیمارهای مختلف تنک کننده
Table 3. Mean comparison of fruit volume and weight in apple cv. Red Delicious in different thining treatments

Treatment	تیمار	حجم میوه Fruit volume (cm^3)	وزن میوه Fruit weight (g)
Control	شاهد	70.59g	102.26f
Flower hand-thin	تنک دستی گل	136.57a	209.30a
Fruit hand-thin	تنک دستی میوه	124.37b	187.85bc
Lime-Sulfur 6%	گوگرد-آهک (۶ درصد)	112.09d	170.28de
Lime-Sulfur 8%	گوگرد-آهک (۸ درصد)	114.64cd	179.33cd
Double Lime-Sulfur 6%	دو بار مصرف گوگرد-آهک (۶ درصد)	114.57cd	186.45bc
ATS (20 mll^{-1})	ATS (۲۰ میلی لیتر بر لیتر)	101.54e	169.87de
ATS (25 mll^{-1})	ATS (۲۵ میلی لیتر بر لیتر)	102.54e	177.68cd
Double ATS (20 mll^{-1})	دوبار مصرف ATS (۲۰ میلی لیتر بر لیتر)	102.44bc	198.26ab
Apogee (300 mgl^{-1})	آپوجی (۳۰۰ میلی گرم بر لیتر)	91.58f	132.60f
Apogee (450 mgl^{-1})	آپوجی (۴۵۰ میلی گرم بر لیتر)	92.71f	139.17f
Double Apogee (300 mgl^{-1})	دوبار مصرف آپوجی (۳۰۰ میلی گرم بر لیتر)	94.72f	157.43e

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند از نظر آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.
Means with similar letters in each in each colume are not significantly different at 5% level of probability using LSD.

یافت. کمترین عملکرد مربوط به تیمار گوگرد-آهک ۸ درصد بود که منجر به سوختگی برگ‌ها و تنک بیش از حد میوه‌ها شد. راندمان عملکرد نیز به همین صورت با تاثیر تیمارهای مختلف، تغییر کرده بود. بیشترین راندمان عملکرد مربوط به تیمار شاهد و کمترین راندمان عملکرد مربوط به تیمار گوگرد-آهک ۸ درصد و دو بار کاربرد ATS ۲۰ میلی‌لیتر بر لیتر بود که تفاوت این دو تیمار معنی‌دار بود. فلاحی و همکاران (۱۹۹۲) کاهش عملکرد را طی کاربرد گوگرد آهک و آمونیوم‌تیوسولفات مشاهده کردند. همچنین گواک و همکاران (Guak *et al.*, 2004) در مطالعه‌ای روی سیب گالا و فوجی، کاهش عملکرد را طی کاربرد گوگرد آهک گزارش نمودند. کاهش در میزان سطح عملکرد در تیمارهای مختلف مشاهده شد که مطمئناً به دلیل کاهش تشکیل تعداد میوه است. اثر سوزانندگی گوگرد -آهک و تیوسولفات‌آمونیوم بر گل‌ها در زمان گلدهی منجر به کاهش عملکرد شده بود.

تفاوت معنی‌داری در میزان اسید کل میوه‌های تیمار شده مشاهده نشد (جدول ۵)، اما

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد و راندمان عملکرد میوه در سیب رقم رد دلیشیز در تیمارهای مختلف تنک کننده

Table 4. Mean comparison of yield and TCSA (Fruti/ Trunk Cross Section Area) of fruit in apple cv. Red Delicious in different thining treatments

Treatment	تیمار	عملکرد Yield (g/tree)	راندمان عملکرد TCSA
Control	شاهد	120.53a	3.95a
Flower hand-thin	تنک دستی گل	91.16f	2.82fgh
Fruit hand-thin	تنک دستی میوه	89.90f	2.76fgh
Lime-Sulfur 6%	گوگرد-آهک (۶ درصد)	103.91cde	3.12def
Lime-Sulfur 8%	گوگرد-آهک (۸ درصد)	84.82f	2.46h
Double Lime-Sulfur 6%	دو بار مصرف گوگرد-آهک (۶ درصد)	98.10e	2.89efg
ATS (20 mll^{-1})	ATS (۲۰ میلی لیتر بر لیتر)	107.69bcd	3.42bcd
ATS (25 mll^{-1})	ATS (۲۵ میلی لیتر بر لیتر)	102.94de	3.32cde
Double ATS (20 mll^{-1})	دوبار مصرف ATS (۲۰ میلی لیتر بر لیتر)	101.40de	2.95gh
Apogee (300 mgl^{-1})	آپوجی (۳۰۰ میلی گرم بر لیتر)	113.59b	3.78ab
Apogee (450 mgl^{-1})	آپوجی (۴۵۰ میلی گرم بر لیتر)	110.78bc	3.75ab
Double Apogee (300 mgl^{-1})	دوبار مصرف آپوجی (۳۰۰ میلی گرم بر لیتر)	106.26cde	3.55bc

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند از نظر آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.
Means with similar letters in each in each colume are not significantly different at 5% level of probability using LSD.

تیمارهایی مانند تنک‌های دستی گل و میوه و تیمار ATS دوبار کاربرد ۲۰ میلی‌لیتر بر لیتر کاهشی در میزان اسید کل را نشان دادند. از بین تیمارهای به کار رفته تنک دستی گل و میوه به همراه تیمار دوبار مصرف گوگرد- آهک ۶ درصد و دو بار مصرف ATS ۲۰ میلی‌لیتر بر لیتر به طور معنی‌داری نسبت به شاهد باعث افزایش در درصد مواد جامد محلول شدند، البته سایر تیمارها نیز افزایش محسوس TSS را نشان دادند (جدول ۵). بر اساس تجزیه آماری صفت نسبت کل مواد جامد محلول به اسیدیته، افزایش معنی دار این نسبت، در تیمارهای تنک دستی گل و میوه و نیز تیمارهای دوبار مصرف گوگرد آهک ۶ درصد و دو بار مصرف ATS ۲۰ میلی‌لیتر بر لیتر مشاهده شد. این کسر که به عنوان کسر رسیدگی نیز معروف است نشان دهنده بهبود طعم میوه است مک آرتنی و همکاران (۲۰۰۶) نیز کاربرد گوگرد آهک برای تنک سیب، افزایش TSS و نسبت کل مواد جامد محلول به اسید کل را مشاهده

جدول ۵- مقایسه میانگین درصد مواد جامد محلول کل، اسیدیته کل و شاخص رسیدگی در سیب رقم رد دلیشز در تیمارهای مختلف تنک کننده

Table 3. Mean comparison of total soluable solids (TSS), total acidity (TA) and yield efficient (TSS/TA) in apple cv. Red Delicious in different thining treatments

Treatment	تیمار	مواد جامد محلول TSS (%)	اسیدیته کل TA ($mg100ml^{-1}$)	شاخص رسیدگی Yield efficiency (TSS/TA)
Control	شاهد	13.21b	5.45a	2.42b
Flower hand-thin	تنک دستی گل	17.08b	4.26a	4.01a
Fruit hand-thin	تنک دستی میوه	16.44a	4.47a	3.67a
Lime-Sulfur 6%	گوگرد-آهک (۶ درصد)	14.48b	5.31a	2.72b
Lime-Sulfur 8%	گوگرد-آهک (۸ درصد)	14.09b	4.49a	3.49b
Double Lime-Sulfur 6%	دو بار مصرف گوگرد-آهک (۶ درصد)	16.13a	4.62a	3.49a
ATS ($20\ mll^{-1}$)	ATS (۲۰ میلی لیتر بر لیتر)	13.79b	4.53a	3.04b
ATS ($25\ mll^{-1}$)	ATS (۲۵ میلی لیتر بر لیتر)	15.44ab	5.02a	3.07ab
Double ATS ($20\ mll^{-1}$)	دوبار مصرف ATS (۲۰ میلی لیتر بر لیتر)	16.49a	4.15a	3.97a
Apogee ($300\ mgl^{-1}$)	آپوجی (۳۰۰ میلی گرم بر لیتر)	13.41b	5.47a	2.45b
Apogee ($450\ mgl^{-1}$)	آپوجی (۴۵۰ میلی گرم بر لیتر)	14.71b	5.36a	2.74b
Double Apogee ($300\ mgl^{-1}$)	دوبار مصرف آپوجی (۳۰۰ میلی گرم بر لیتر)	13.95b	4.43a	3.32b

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند از نظر آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means with similar letters in each in each colume are not significantly different at 5% level of probability using LSD.

کردند. در واقع می‌توان این افزایش را این طور توجیه کرد که پس از تنک میوه نسبت سطح برگ بیشتری برای میوه‌های باقیمانده در مقایسه با شاهد ایجاد می‌شود و تولید مواد فتوسنتزی بیشتر باعث افزایش مواد جامد محلول می‌شود.

همان طور که در جدول ۶ مشاهده می‌شود، سطح برگ در همه تیمارها به جز تیمار آپوجی و گوگرد آهک دو بار مصرف ۶ درصد افزایش معنی‌دار داشت. آپوجی با خاصیت ضد جیبرلینی مانع رشد مناسب رویشی می‌شود و در نتیجه سطح برگ افزایش معنی‌دار نمی‌یابد (Greene, 1999). در مورد سایر مواد تنک کننده، کاهش تشکیل میوه توسط این ترکیبات علاوه بر اثر آن‌ها بر افزایش قدرت بخش رویشی نسبت به رشد زایشی و میوه، منجر به این می‌شوند که اکسین‌ها باعث کشیده شدن و بزرگ شدن سلول‌ها شده و در نتیجه سطح برگ افزایش می‌یابد.

ترکیب ATS در بعضی تیمارها باعث سوختگی برگی شد که این امر به دلیل اثر سوزانندگی این ترکیبات است. با همین مکانیسم این ترکیبات منجر به ازبین بردن اندام

جدول ۶- مقایسه میانگین سطح برگ و رنگ میوه در سیب رقم رد دلیشیز در تیمارهای مختلف تنک کننده

Table 6. Mean comparison of leaf area and fruit color in apple cv. Red Delicious in different thining treatments

Treatment	تیمار	سطح برگ Leaf area	رنگ میوه Fruit color (1-5 scode)
Control	شاهد	60.45c	3.36b
Flower hand-thin	تنک دستی گل	71.44ab	4.81a
Fruit hand-thin	تنک دستی میوه	78.04a	4.21a
Lime-Sulfur 6%	گوگرد-آهک (۶ درصد)	63.27bc	3.13b
Lime-Sulfur 8%	گوگرد-آهک (۸ درصد)	72.84ab	3.95ab
Double Lime-Sulfur 6%	دو بار مصرف گوگرد-آهک (۶ درصد)	62.43bc	4.41a
ATS (20 mll^{-1})	ATS (۲۰ میلی لیتر بر لیتر)	77.21a	4.28a
ATS (25 mll^{-1})	ATS (۲۵ میلی لیتر بر لیتر)	76.54a	4.32a
Double ATS (20 mll^{-1})	دوبار مصرف ATS (۲۰ میلی لیتر بر لیتر)	81.66a	4.83a
Apogee (300 mgl^{-1})	آپوجی (۳۰۰ میلی گرم بر لیتر)	66.19b	3.57b
Apogee (450 mgl^{-1})	آپوجی (۴۵۰ میلی گرم بر لیتر)	59.27c	3.45b
Double Apogee (300 mgl^{-1})	دوبار مصرف آپوجی (۳۰۰ میلی گرم بر لیتر)	58.88c	3.92b

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند از نظر آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.
Means with similar letters in each in each colume are not significantly different at 5% level of probability using LSD.

حساس گل و میوه می‌شوند. تیمارهای گوگرد- آهک ۸ درصد و ATS ۲۵ میلی‌لیتر در لیتر هر دو باعث ایجاد لکه‌های سوخته در برگ‌ها شدند که این اثر در تحقیقات پیش از این نیز گزارش شده است (Fallahi *et al.*, 1992). با توجه به اثر سوزانندگی این ترکیبات باید بر میزان مصرف آن‌ها دقت شود.

تمام تیمارها به جز آپوجی باعث افزایش رنگ میوه نیز شدند. این افزایش رنگ به نظر می‌رسد به دلیل افزایش ظرفیت فتوسنتز و تولید بیشتر پیش ماده‌های تولید این ترکیب آنتی اکسیدانت‌دار باشد.

در مجموع از نتایج این پژوهش می‌توان به افزایش اندازه، وزن و حجم میوه‌ها، کاهش تشکیل تعداد میوه در درخت در اثر کاربرد ترکیبات معدنی گوگرد- آهک و تیوسولفات آمونیوم اشاره کرد. تیمارهای تنک دستی گل و میوه بهترین تیمارها شناخته شدند و پس از آن‌ها تیمارهای دوبار مصرف آمونیوم تیوسولفات

۲۰ میلی‌لیتر بر لیتر و دو بار مصرف گوگرد آهک ۶ ٪ از نظر بهبود صفات کیفی بسیار مناسب عمل کرده و به نظر کاربرد دو مرحله‌ای این ترکیبات نتیجه بهتری حاصل می‌کند. باید در نظر داشت، در تیمارهای ذکر شده با وجود افزایش کیفیت، میزان عملکرد کاهش یافته بود ولی به دلیل اهمیت میزان کیفیت محصول در بازاریابی و فروش مناسب محصول که مشکل همه باغداران است، کیفیت مناسب تا حدود زیادی میزان کاهش عملکرد را جبران می‌کند. با وجود دقیق و مناسب بودن تیمارهای تنک دستی ولی هزینه اقتصادی زیادی را تحمیل می‌کند در نتیجه با توجه به شرایط کیفی و کمی محصول، بهترین تیمار از نظر اقتصادی تیمار دوبار کاربرد آمونیوم تیوسولفات ۲۰ میلی‌لیتر بر لیتر بود. احتمالاً این مواد با اثر سوزانندگی بر اندام تشکیل‌دهنده گل منجر به کاهش تشکیل میوه می‌شوند. تیمار آپوجی اثر خاصی بر تشکیل میوه و میزان تنک ایجاد نکرد. هرچند که تاثیر رقم و شرایط محیطی در زمان اجرای تیمارها می‌تواند بر صفات اندازه‌گیری شده بسیار موثر باشد اما دو ترکیب معدنی در تنک محصول نقش به سزائی داشتند.

References

Taghipour, L., and Rahemi, M. 2008. Evaluation the effects of some chemical agents on thinning percent and quality of apricot cv. Khiary (Prunus armenica L. cv. Khiary). Journal of Horticultural Sciences. 23: 78-84.

Byers, R.E., Carbaugh, D.H., and Combs, L.D. 2004. The influence of prohexadione–calcium sprays on apple tree growth, chemical thinning, and return bloom. Journal of American Pomology Society 58: 111-117.

Byers, R.E., and Lyons, C.G. Jr. 1985. Peach flower thinning and possible sites of action of desiccating chemicals. Journal of the American Society for Hortcultural Sciences. 110: 662-667.

Childers, N. F. 1969. Modern Fruit Science. Horticultural Publications, New Brunswick, Germany, 912 pp.

Childers, N. F. 1988. The Peach. Fruit Crops, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville 32611, USA.

Fallahi, E., Fallahi, B., McFerson, R. E., Byers, R. C., Ebel, R. T., Boozer, J., and Wilkins, B. S. 2006. Tergitol-TMN-6 surfactant is an effective blossom thinner for stone fruits. Journal of Hortcultural Science. 41 (5): 1243-1248.

Fallahi, E., Simons, B. R., Fellman, J. K. and Colt, W. M. 1992. Use of hydrogen cyanamide for apple and plum thinning. Journal of Plant Growth Regulator 11: 435-439.

Fallahi, E., and Willemsen, M. W. 2002. Blossom thinning of pome and stone fruit. Journal of Horticultural Sciences 37: 474-477.

Greene, D.W. 1999. Tree growth management and fruit quality of apple trees treated with prohexadione– calcium (BAS 125). Journal of Horticultural Sciences 40: 397-400.

Guak, S., Beulah, M., and Looney, N. E. 2004. Thinning of Fuji and Gala apple with lime sulphur and other chemicals. Acta Horticulturae 636: 339-346.

Lenahan, O. M. 2005. Crop load manipulation in sweet cherry: Physiological effects and horticultural benefits of chemical thinners and gibberellic acid. MS Thesis, Washing State University, Pullman, USA.

Lenahan, O. M., and Whiting, M. D. 2006. Fish oil plus lime sulfur shows potential as a sweet cherry postbloom thinning agent. Journal of Hortcultural Science 41(3): 860-861.

McArtney, S., Palmer, J., Davies, S., and Seymour, S. 2006. Effects of lime sulfur and fish oil on pollen tube growth, leaf photosynthesis and fruit set in apple. Journal of Hortcultural Science. 41: 357-360.

Medjdoub, R., Val, J., and Blanko, A. 2005. Inhibition of vegetative growth in red apple cultivars using prohexadione–calcium. Journal of Hortcultural Science and Biotechnol 80: 263-271.

Noordijk, H., and Schupp, J. 2003. Organic post bloom apple thinning with FO and lime sulfur. Journal of Hortcultural Science 38:690 (abstr.).

Rahemi, M. 1990. Pollination and Fruit Set. Shiraz University Press, Shiraz, Iran. 120 pp. (in Persian).

Schupp, J.R., Rosenberger, D.A., Robinson, T.L., Aldwinkle, H., Norelli, J., and Porpiglia, P.J. 2002. Post- symptom sprays of prohexadione-calcium affect fire blight infection of Gala apple on susceptible or resistant rootstocks. Journal of Hortcultural Science 37(6): 903-905.

Talaii, A. R. 1998. Physiology of Fruit Tress in Temperate Zones. Universiy of Tehran Publications, Tehran, Iran. 423 pp (in Persian).

Warner, G. 1998. Consistent tonnage needed for profitability. *Journal of Good Fruit Grower*. 49:9-10.

Wertheim, S. J. 2000. Developments in the chemical thinning of apple and pear. Journal of Plant Growth Regulation 31**:** 85-100.

Whiting, M. D., Ophardt, D., and McFerson J. R. 2006. chemical blossom thinners vary in their effect on sweet cherry fruit set, yield, fruit quality, and crop value. Journal of Hort Technology 16: 66-70.

Williams, M. W. 1979. Chemical thinning of apples. Hort Reviews 1: 270–300.

Yoder, K., Yuan, R., Combs, L. and Byers, R. 2009. Effects of temperature and the combination of liquid lime sulfur and fish oil on pollen germination, pollen tube growth, and fruit Set in apples. Journal of Hortcultural Science 44(5): 1277-1283.