

اثر پروهگزادیون- کلسیم و برخی ترکیبات معدنی بر تنک و کیفیت میوه سیب رقم رد دلشیز در شرایط آب و هوایی سمیرم

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

وهب اسدی<sup>۱</sup>، محسن پیرمراذیان<sup>۲</sup>، نوشین کاظمی<sup>۳</sup> و موسی رسولی<sup>۴</sup>

- 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، دانشگاه ملایر

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

چکیده

اسدی، و.، پیرمراذیان، م.، کاظمی، ن.، و رسولی، م. ۱۳۹۴. اثر پروهگزادیون- کلسیم و برخی ترکیبات معدنی بر تنک و کیفیت میوه سیب رقم رد دلشیز در شرایط آب و هوایی 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 دلشیز 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 میلی لیتر گوگرد و آهک در ۱۰۰ میلی لیتر آب و دوبار کاربرد ۶ درصد)، آمونیوم تیوسولفات (۲۰ و ۲۵ میلی لیتر آمونیوم تیوسولفات در یک لیتر آب و دو بار کاربرد ۲۰ میلی لیتر در لیتر) و تنظیم کننده پروهگزادیون کلسیم با نام‌های آپوچی (۳۰۰ و ۴۵۰ میلی گرم در یک لیتر آب و دوبار کاربرد ۳۰۰ میلی گرم در لیتر) در مرحله گلدهی (محللول پاشی 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 میلی گرم در لیتر) به طور معنی داری 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 معنی داری در میزان اسید کل میوه دیده نشد. تیمار آمونیوم تیوسولفات دو بار مصرف ۲۰ میلی لیتر در لیتر بهترین تیمار از نظر اقتصادی بود. تیمارهای مختلف مقدار عملکرد را تغییر دادند و بین تیمارها از نظر عملکرد تفاوت معنی دار وجود داشت به طوری که شاهد بیشترین و تیمار ۸ درصد گوگرد-آهک کمترین عملکرد را نشان داشتند.

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

## مقدمه

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 (راندامان عملکرد) زیاد است، تنک میوه تجاری نیست چرا که وزن میوه در سانتی‌متر مربع تنه درخت نسبت به هلو و سیب، کم است و اندازه میوه هم اثر خیلی شدیدی بر بازار پسندی آن ندارد (Talaii, 1998)؛ 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 گل‌دندان 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 دلیشز شده است (Williams, 1979). تحقیقات نشان می‌دهد ترکیب گوگرد-آهک توانایی کاهش تشکیل میوه را در سیب و هلو

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 می‌باشد. 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 می‌یابد. 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., 1992)؛ (Fallahi et al., 2006). در درختان زردآلو، آلوی اروپایی و ژاپنی،

آمونیم تیوسولفات 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 آمونیم تیوسولفات (*Ammonium thiosulfate*)، ویلتین (*Wilthin*) و ایندوتال (*Endothall*) را مورد مقایسه قرار داد و بیان کرد که آمونیم تیوسولفات در شرایط آب و هوایی واشینگتن بهترین تنک‌کننده گل می‌باشد (Warner, 1998). ویتینگ و همکاران در سال ۲۰۰۶ بیان کردند کاربرد دو مرحله‌ای آمونیم 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) تنظیم‌کننده 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

دارد (Guak et al., 2004)؛ کاربرد (Noordijk and Schupp, 2003). 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 هسته‌داران را دارد (Noordijk and Schupp, 2003)؛ بیروزولیون (McArtney et al., 2006). در آزمایشگاه (Byres and Lyons, 1985) مرکز تحقیقات میوه وینچستر ویرجینیا چند ترکیب تنک‌کننده دیگر معرفی کردند. ترکیباتی که علاوه بر کاربرد تنک‌کننده‌ای به منظور مقاصد تغذیه‌ای و به عنوان کود نیز استفاده می‌شدند. اصولاً این تنک‌کننده‌ها در زمان تمام گل استفاده می‌شدند. از آن جمله می‌توان به ترکیب تیوسولفات آمونیم (*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). ورت‌هایم (Wertheim, 2000) بیان کرد که ترکیب

مصرف ۲۰ میلی‌لیتر بر لیتر)، آپوچی 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 (۸۰-۷۰ درصد تمام گل) و تنک دستی میوه چهار هفته پس از مرحله تمام گل می‌باشد. به دلیل این که محلول‌پاشی 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

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 تنک‌کننده‌های معدنی و تنظیم‌کننده زیستی بر میزان تنک میوه و اثر آن‌ها بر خصوصیت کمی و کیفی سیب رقم رد دلشز مورد بررسی قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ در باغی تجاری در شهرستان سمیرم از توابع اصفهان انجام شد. درختان بالغ ۱۴ ساله سیب رقم رد دلشز بر پایه بذری با فواصل  $5/5 \times 4/5$  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 دو بار مصرف ۶ درصد)، تیوسولفات آمونیوم (۲۰، ۲۵ و دو بار

سوزاندگی 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 گویلاس، بی‌رز و لیون و 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. همان‌طور 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 ۲۰ میلی‌لیتر در لیتر و گوگرد آهک ۰/۶٪ 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 ۲۰ میلی‌لیتر در لیتر حاصل شد که دارای تفاوت معنی‌دار با هم بودند (جدول ۳). در تحقیقات فلاحی و همکاران

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 بلوک بندی 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 ۳۰۰ و ۴۵۰ به طور معنی‌دار پس از دو هفته محلول پاشی، 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

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری مختلف در سیب رقم رد دلشیز تحت تأثیر تیمارهای تنک کننده  
 Table 1. Analysis of variance for different traits in apple cv. Red Delicious as affected by thinning treatments

S.O.V.	منابع تغییرات	df.	MS میانگین مربعات										
			راندمان عملکرد آزاد	عملکرد	تشکیل میوه نهایی	تشکیل میوه اولیه	حجم میوه	وزن میوه	قند محلول	اسیدیته قابل تیتراسیون	کسر رسیدگی	رنگ میوه	سطح برگ
			TCSA	Yield	Final Fruit Set	Primary Fruit Set	Fruit volume	Fruit weight	TSS	TA	TSS/TA	Fruit	Leaf area
Rep	بلوک	2	0.39**	21.28**	34.08**	5.60 <sup>ns</sup>	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 <sup>ns</sup>	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 معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.  
 ns: غیر معنی دار.

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

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

Treatment	تیمار	درصد	درصد
		تشکیل میوه اولیه Primary fruit set (%)	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 ml <sup>-1</sup> )	ATS (۲۰ میلی لیتر بر لیتر)	49.76b	40.21a
ATS (25 ml <sup>-1</sup> )	ATS (۲۵ میلی لیتر بر لیتر)	45.09b	28.74b
Double ATS (20 ml <sup>-1</sup> )	دو بار مصرف ATS (۲۰ میلی لیتر بر لیتر)	35.81c	19.67c
Apogee (300 mg l <sup>-1</sup> )	آپوجی (۳۰۰ میلی گرم بر لیتر)	51.98a	45.33a
Apogee (450 mg l <sup>-1</sup> )	آپوجی (۴۵۰ میلی گرم بر لیتر)	65.62a	44.28a
Double Apogee (300 mg l <sup>-1</sup> )	دو بار 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.

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 میلی گرم بر لیتر) در سایر تیمارها تشکیل میوه و میزان عملکرد کاهش

(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 لوله‌گرده گزارش کرده‌اند (Yoder *et al.*, 2009).

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

Treatment	تیمار	حجم میوه Fruit volume (cm <sup>3</sup> )	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 ml <sup>-1</sup> )	ATS (۲۰ میلی لیتر بر لیتر)	101.54e	169.87de
ATS (25 ml <sup>-1</sup> )	ATS (۲۵ میلی لیتر بر لیتر)	102.54e	177.68cd
Double ATS (20 ml <sup>-1</sup> )	دو بار مصرف ATS (۲۰ میلی لیتر بر لیتر)	102.44bc	198.26ab
Apogee (300 mg l <sup>-1</sup> )	آپوجی (۳۰۰ میلی گرم بر لیتر)	91.58f	132.60f
Apogee (450 mg l <sup>-1</sup> )	آپوجی (۴۵۰ میلی گرم بر لیتر)	92.71f	139.17f
Double Apogee (300 mg l <sup>-1</sup> )	دو بار 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.

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 تیوسولفات آمونیوم 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

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 آمونیوم تیوسولفات



جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد و راندمان عملکرد میوه در سیب رقم رد دلشیز 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 thinning 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 ml <sup>-1</sup> )	ATS (۲۰ میلی لیتر بر لیتر)	107.69bcd	3.42bcd
ATS (25 ml <sup>-1</sup> )	ATS (۲۵ میلی لیتر بر لیتر)	102.94de	3.32cde
Double ATS (20 ml <sup>-1</sup> )	دو بار مصرف ATS (۲۰ میلی لیتر بر لیتر)	101.40de	2.95gh
Apogee (300 mg l <sup>-1</sup> )	آپوجی (۳۰۰ میلی گرم بر لیتر)	113.59b	3.78ab
Apogee (450 mg l <sup>-1</sup> )	آپوجی (۴۵۰ میلی گرم بر لیتر)	110.78bc	3.75ab
Double Apogee (300 mg l <sup>-1</sup> )	دو بار 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.

نسبت کل مواد جامد محلول به اسیدیته، افزایش معنی دار این نسبت، در تیمارهای تنک دستی گل و میوه و نیز تیمارهای دو بار مصرف گوگرد آهک ۶ درصد و دو بار مصرف ATS ۲۰ میلی لیتر بر لیتر مشاهده شد. این کسر که به عنوان کسر رسیدگی نیز معروف است نشان دهنده بهبود طعم میوه است مک آرنتی و همکاران (۲۰۰۶) نیز کاربرد گوگرد آهک برای تنک سیب، افزایش TSS و نسبت کل مواد جامد محلول به اسید کل را مشاهده

تیمارهایی مانند تنک‌های دستی گل و میوه و تیمار ATS دو بار کاربرد ۲۰ میلی لیتر بر لیتر کاهشی در میزان اسید کل را نشان دادند. از بین تیمارهای به کار رفته تنک دستی گل و میوه به همراه تیمار دو بار مصرف گوگرد-آهک ۶ درصد و دو بار مصرف ATS ۲۰ میلی لیتر 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

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

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

Treatment	تیمار	مواد جامد محلول TSS (%)	اسیدیته کل TA (mg100ml <sup>-1</sup> )	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 ml <sup>-1</sup> )	ATS (۲۰ میلی لیتر بر لیتر)	13.79b	4.53a	3.04b
ATS (25 ml <sup>-1</sup> )	ATS (۲۵ میلی لیتر بر لیتر)	15.44ab	5.02a	3.07ab
Double ATS (20 ml <sup>-1</sup> )	دو بار مصرف ATS (۲۰ میلی لیتر بر لیتر)	16.49a	4.15a	3.97a
Apogee (300 mg <sup>-1</sup> )	آپوجی (۳۰۰ میلی گرم بر لیتر)	13.41b	5.47a	2.45b
Apogee (450 mg <sup>-1</sup> )	آپوجی (۴۵۰ میلی گرم بر لیتر)	14.71b	5.36a	2.74b
Double Apogee (300 mg <sup>-1</sup> )	دو بار 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 column are not significantly different at 5% level of probability using LSD.

(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 برگ‌ها شد که این امر به دلیل اثر سوزانندگی این ترکیبات است. با همین مکانیسم این ترکیبات منجر به از بین بردن اندام

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

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

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

Treatment	تیمار	سطح برگ Leaf area	رنگ میوه Fruit color (1-5 score)
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 ml <sup>-1</sup> )	ATS (۲۰ میلی لیتر بر لیتر)	77.21a	4.28a
ATS (25 ml <sup>-1</sup> )	ATS (۲۵ میلی لیتر بر لیتر)	76.54a	4.32a
Double ATS (20 ml <sup>-1</sup> )	دو بار مصرف ATS (۲۰ میلی لیتر بر لیتر)	81.66a	4.83a
Apogee (300 mg l <sup>-1</sup> )	آپوجی (۳۰۰ میلی گرم بر لیتر)	66.19b	3.57b
Apogee (450 mg l <sup>-1</sup> )	آپوجی (۴۵۰ میلی گرم بر لیتر)	59.27c	3.45b
Double Apogee (300 mg l <sup>-1</sup> )	دو بار 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.

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 دو بار مصرف آمونیوم تیوسولفات

حساس گل و میوه می‌شوند. تیمارهای گوگرد-آهک ۸ درصد و ATS ۲۵ میلی لیتر 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 سوزاندگی 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

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 سوزاندگی 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 به‌سزائی داشتند.

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

## 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 Horticultural 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 Horticultural 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 Horticultural 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 Horticultural 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 Horticultural Science and Biotechnol* 80: 263-271.
- Noordijk, H., and Schupp, J. 2003.** Organic post bloom apple thinning with FO and lime sulfur. *Journal of Horticultural 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 Horticultural Science* 37(6): 903-905.
- Talaih, 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 Horticultural Science* 44(5): 1277-1283.