آفات و بیماری‌های گیاهی
جلد ۸۰، شماره ۲، اسفند ۱۳۹۱

اثر کائولین فرآوری شده بر آفتاب سوختگی میوه‌های انار

حسین فرازمند✉
موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، صندوق پستی ۱۴۵۴، تهران ۱۹۳۹۵
(تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۱؛ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۱)

چکیده

عارضه آفتاب سوختگی و ترکیدگی میوه انار، یکی از عوامل مهم خسارتزای انار در ایران و سایر کشورهای تولید کننده آن است. این عارضه موجب کاهش کمی و کیفی انار می‌گردد. در سال ۱۳۸۹، تأثیر ماده طبیعی کائولین فرآوری شده (سپیدان® WP) به صورت محلول پاشی، در دو منطقه ساوه و گرمسار بر روی ارقام ملس و گلوباریک، در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی بررسی شد. این محلول چهار مرتبه به فواصل ۴ تا ۵ هفته، در دو غلظت ۳ و ۵ درصد، در فاصله زمانی خرداد تا شهریور ماه روی درختان پاشیده شد. در زمان برداشت میزان شاخص آفتاب سوختگی و ترکیدگی در میوه‌ها بررسی گردید. میانگین شاخص آفتاب سوختگی میوه‌های انار در تیمارهای شاهد و محلول پاشی شده با کائولین پنج درصد، به ترتیب، ۴/۱۵ و ۱/۷۷ بدست آمد. در این به ترتیب، حدود ۴۴/۷ و ۴/۲ درصد میوه‌ها دارای آفتاب سوختگی شدید شدند. نتایج بیانگر کاهش ترکیدگی میوه به میزان ۶۴ درصد و افزایش میانگین وزن میوه‌ها به میزان ۹ درصد نسبت به شاهد بود. نتایج بررسی میزان کلروفیل برگ و فتوسنتز در درختان شاهد و محلول پاشی شده با کائولین فاقد اختلاف معنی‌دار بود که نشان دهنده عدم تأثیر سوء کائولین روی درختان انار می‌باشد. با توجه به نتایج بدست آمده، چهار بار محلول پاشی درختان انار با کائولین فرآوری شده با غلظت پنج درصد، به فواصل ۴ تا ۵ هفته، می‌تواند خسارت آفتاب سوختگی میوه‌های انار را کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: انار، آفتاب سوختگی، ترکیدگی میوه، کائولین، کلروفیل، فتوسنتز

Effect of kaolin clay on pomegranate fruits sunburn

H. FARAZMAND✉
1-Iranian Research Institute of Plant Protection, P. O. Box 1454, Tehran 19395, Iran

Abstract

Sunburn of pomegranate fruits, is one of the most important agent causing losses in Iran and other pomegranate producing countries which reduce the quantity and quality of the product. Application of the kaolin particle film might be an alternative for control of the pomegranate fruit sunburn. To assess the impact of kaolin, trials were conducted in the fields on Malas and Galoobarik varieties of pomegranate during 2009 in Saveh and Garmsar regions (central part of Iran). Two concentrations of kaolin clay (Sepidan® WP) (3 and 5%) were sprayed over the whole canopy and fruits, four times at 4–5-week intervals from early May to early September. Based on the field studies, the rates of fruits sunburn were 4.15 and 1.77 for control and kaolin (5%) treatmentrespectively. Also, the high sunburn of pomegranate fruits were recorded 44.7 and 4.2% for control and kaolin (5%) treatment respectively. The fruit cracking was reduced 64% and fruit weight mean were increased 9% in kaolin treatments in comparison with the control treatment. Spray of kaolin 5% on pomegranate trees was no evil-effect on leaves chlorophyll and photosynthesis .

Key words: Pomegranate, fruit sunburn, fruit cracking, kaolin, chlorophyll, photosynthesis

✉ **Corresponding author: paper@farazmand.ir**

مقدمه

انـار بـا نـام علمـی *Punica granatum* L. از خـانواده Punicaceae یکی از میوه‌های نیمه گرمسیری اسـت کـه زادگـاه اصلی آن فلات ایران مـی‌باشـد، بـه طـوری کـه بـا توجـه بـه سازگاری درخت انار با شرایط آب و هوایی ایران، کشت و کار آن در اکثر مناطق کشور متداول بوده و به جهت عدم استفاده از سموم و استفاده کنترل شده از کودهای شیمیایی و مطرح شدن به عنوان محصول سالم و ارگانیـک، از لحـاظ صـادراتی دارای ارزش است (Mohseni, 2010).

پدیده آفتاب سـوختگی از جملـه عـوارض فیزیولـوژیکی می‌باشد، که خسارت زیادی را به میوه‌های انـار وارد مـی‌کنـد. پوست میوه انار در برابر تابش شدید و مـداوم نـور خورشـید، سوخته و طراوت خود را از دست می‌دهد و در نتیجه دانه های انار در آن قسمت رشد طبیعی نکرده، کوچک و کم آب مانـده و تا حدودی بی‌رنـگ بـاقی مـی‌ماننـد. ایـن عارضـه بـه نحـو چشمگیری از مرغوبیت و بازار پسندی انـار کاسـته و موجـب خسارت سنگینی به باغداران مـی‌گـردد (Ranjbar *et al.*, 2004). پوست میوه هایی که در معرض تابش مستقیم نور آفتـاب قـرار می‌گیرند در اثر شدت تابش سوخته و سیاه می‌شود. آب دانه‌ها تبخیر شده و فقط هسته‌ها باقی می‌ماننـد و در صـورت شـدت عارضـه ممکـن اسـت میـوه انـار غیـر قابـل اسـتفاده گـردد. همچنین این میوه ها معمـولاً دچـار ترکیـدگی نیـز مـی‌گردنـد (Shakeri, 2003). یکی دیگر از عوامل مهـم آفتـاب سـوختگی، طولانی بودن دوره آبیاری است کـه بـه دلیـل نرسـیدن آب بـه پوست میوه ها در قسمتی که در معرض نور شدید آفتاب قـرار دارند، آب خود را از دست داده و قهوه‌ای یا سیاه مـی‌شـوند و معمولاً در همان ناحیه ترک می‌خورند (Mohseni, 2010). میـزان خسارت ناشی از عارضه آفتاب سـوختگی میـوه‌هـا در منطقـه مدیترانه‌ای ترکیه ۴۰ تا ۵۰ درصد برآورد شده است و در نتیجه آن، علاوه بر تغییر رنـگ سـطح پوسـت میـوه بـه قهـوه‌ای تـا سیاه، خشکیدگی و سـفید شـدن دانـه‌هـا نیـز اتفـاق مـی‌افتـد کـه ایـن موجـب کـاهش شـدید بازارپسـندی میـوه مـی‌شـود (Yazici *et al.*, 2005). در کشـور اسـپانیا، آفتـاب سـوختگی میـوه‌هـای انـار، در تابسـتان‌هـایی کـه دمـا بـالای ۴۵ درجـه می‌رسد، منجـر بـه کـاهش ۴۰ درصـدی محصـول مـی‌گـردد (Melgareo *et al.*, 2003).

آفتاب سوختگی تنه و سرشاخه‌های درختان انار از جملـه عوارض دیگر تابش مستقیم آفتاب است که علائم آن تا حدود زیادی شبیه به اثرات سرمای ناگهانی یا سرمای شدید زمسـتان می‌باشد و عمدتاً در درختان مسن مشاهده می‌گردد. در اثر این عارضه، پوست ناحیه آفتاب سوخته تنه و سرشاخه‌های درخت متورق شده و از قسمت‌های چوبی جدا می‌گـردد و ایـن نـوع خسارت معمولاً در قسمت‌های جنوبی درختان که در معـرض تابش عمودی‌تر خورشید می‌باشند، بیشـتر مشـاهده مـی‌گـردد (Shakeri, 2003).

از جمله عوارض فیزیولوژیکی دیگر انار، پدیده ترکیـدگی میوه‌های انار می‌باشد که علاوه بر پدیده آفتـاب سـوختگی کـه سبب این عارضه می‌شود، عوامل دیگری از قبیل نامنظم بـودن دور آبیاری، بارندگی بی موقع، بادهای شدید گرم و سوزان نیز در ایجاد ترکیـدگی میـوه مـوثر هسـتند (Ranjbar *et al.*, 2004). همچنین تغییرات درجه حرارت در شبانه روز به خصـوص در زمان برداشت میـوه، یکـی از عوامـل اصـلی ترکیـدگی اسـت (Mohseni, 2010).

برای کنترل عارضه آفتاب سوختگی میوه، انتخـاب فاصـله مناسب کاشت مطابق با اقلیم منطقه، انتخاب ردیف کاشـت در جهت مناسب (جهت شمال شـرقی- جنـوب غربـی) و انجـام هـرس اصـولی، مـی‌توانـد مـوثر باشـد (Ranjbar *et al.*, 2004). روش‌های مختلف از قبیل خنک کردن درختان از طریق آبیاری بارانی، پوشـش میـوه‌هـا، کـاربرد ترکیبـات شـیمیایی از قبیـل Sunshield®، ویتامین E، Vapogard® در کشورهای مختلـف بـه منظور کاهش خسارت آفتـاب سـوختگی میـوه بکـار مـی‌رود (Yuri *et al.*, 2002). در ترکیـه، بـرای کـاهش عارضـه آفتـاب سوختگی میوه‌های انار، میوه‌ها را با روزنامه می‌پوشانند کـه بـه دلیل نیاز به کار زیاد و کاهش کیفیت میوه‌ها، مناسب نمی‌باشـد

(Yazici *et al.*, 2005). استفاده از ترکیبات منعکس کننده نور برای کاهش عارضه آفتاب سوختگی مناسب می‌باشد (Parchomloohuk and Meheriuk, 1996). خصوصیت ترکیبات انعکاس دهنده به واسطه رنگ سفید آن‌ها می‌باشد که در این میان، کائولین به جهت داشتن این ویژگی و جهت کاربرد در کشاورزی ارگانیک توصیه می‌شود (Glenn *et al.*, 1999). همچنین رنگ آمیزی تنه و سرشاخه درختان به وسیله مواد بی‌اثر سفید رنگ، از خسارت آفتاب سوختگی ممانعت می‌کند (Shakeri, 2003).

کائولین یک ماده معدنی سفید رنگ حاوی سیلیکات آلومینیوم، قابل حل در آب و فاقد اثرات مخرب زیست محیطی می‌باشد. فرمول شیمیایی آن $Al_4Si_4O_{10}(OH)$ می‌باشد (Knight *et al.*, 2000). این ترکیب هیچ گونه مسمومیتی برای گیاهان و جانوران ندارد و از نکات بارز آن، قابلیت شستشوی آسان از روی محصول، پس از برداشت می‌باشد (Glenn *et al.*, 1999). کائولین یک ماده معدنی خوراکی است که در فرآیند های غذایی و نیز در ترکیباتی مثل خمیر دندان به کار رفته و لذا برای پستانداران غیر سمی می‌باشد. بنابراین یک ترکیب مناسب و مطمئن جهت برنامه مدیریت تلفیقی آفات می‌باشد (Glenn and Puterka, 2005). کائولین برای محافظت از گیاهان در برابر حشرات، پاتوژن‌ها و همچنین از آفتاب سوختگی و تنش‌های حرارتی به کار می‌رود (Glenn *et al.*, 1999; Glenn and Puterka, 2005; Wand *et al.*, 2006). کائولین جهت کاهش خسارت آفتاب سوختگی میوه‌های سیب توصیه شده است (Gindaba and Wand, 2007; Wand *et al.*, 2006). کائولین باعث کاهش استرس گیاه از طریق کاهش تنش‌های محیطی شده و موجب افزایش رشد میوه‌ها می‌شود. همینطور باعث دیر رسیدن میوه و رسیدن کیفی آن می‌شود، در نتیجه موجب افزایش محصول می‌گردد (Wu and Guo, 2005). در شرایطی که درختان مو تحت تأثیر استرس آبی قرار بگیرند، درختانی که کائولین پاشی شده‌اند مقاوم‌تر از درختانی هستند که کائولین پاشی نشده‌اند (Bota *et al.*, 2001). مصرف کائولین روی درختان میوه (بادام، سیب و ...) موجب افزایش ٪۹ فتوسنتز در آن‌ها می‌شود و در نتیجه افزایش محصول را به دنبال خواهد داشت (Steiman *et al.*, 2007). تکنولوژی اخیر اجازه توسعه لایه نازک کائولین پیشرفته‌تری را فراهم آورد. این لایه‌های نازک چندین کاربرد دارد. کاهش بیماری‌ها و صدمات خورشیدی و به طبع آن کاهش خسارت وارده از جانب حشرات آفت از مزایای استفاده از این تکنیک است (Puterka and Glenn, 2005). میوه انار حاوی ترکیبات آنتی اکسیدان مختلفی از قبیل تانن‌ها، فلاونوئیدها و آنتی سیانین‌ها است که از نظر تغذیه‌ای دارای خواص مهمی می‌باشند (Mertens-Talcott *et al.*, 2006; Mousavinejad *et al.*, 2009). وزش بادهای شدید، گرم و سوزان و نیز اختلافات زیاد دمایی در شبانه روز موجب ایجاد تنش در درختان انار می‌گردد و استمرار این تنش‌ها در دماهای بالا موجب کاهش سطح متابولیت‌های آنتی‌اکسیدان در گیاه می‌شود (Chen *et al.*, 2008) که این مسئله از لحاظ ترکیبات غذایی میوه حائز اهمیت می‌باشد. به همین منظور استفاده از ترکیبات پوشش دهنده از قبیل کائولین که اثر استرس‌های محیطی را کاهش می‌دهد، می‌تواند مانع کاهش کیفیت میوه‌های انار از لحاظ ترکیبات غذایی گردد (Palitha *et al.*, 2010). در این تحقیق تأثیر کائولین فرآوری شده روی میزان آفتاب سوختگی و نیز فیزیولوژی درخت انار بررسی شد.

روش بررسی

جهت انجام این تحقیق، در سال ۱۳۸۹، در دو منطقه ساوه و گرمسار، در هر منطقه یک باغ نسبتا همگن از درختان چهار ساله رقم ملس در ساوه و رقم گلوباریک در گرمسار انتخاب شد. در هر باغ تعداد ۳۶ درخت انار شامل ۱۲ درخت برای هر تیمار بر اساس نقشه طرح علامت گذاری گردید. آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و سه تیمار و در هر کرت آزمایشی با سه درخت انجام گرفت. تیمارهای آزمایش شامل محلول پاشی با ماده معدنی کائولین

در دو غلظت ۳ و ۵ درصد و محلول پاشی با آب برای تیمار شاهد بود. ترکیب مورد استفاده از کائولین فرآوری شده ساخت شرکت کیمیاسبزآور (سپیدان®، WP) بود. محلول پاشی توسط سم پاش فرقونی (مجهز به بهمزن)، در چهار مرتبه روی هر درخت، از نیمه دوم خرداد به فواصل حدود یک ماه، انجام شد. در پایان فصل در هنگام برداشت، میانگین شاخص آفتاب سوختگی، درصد ترکیدگی میوه‌ها و وزن میوه‌ها در تیمارهای مختلف اندازه گیری و مقایسه آماری شدند. درصد ترکیدگی میوه با شمارش تعداد میوه‌های ترک خورده محاسبه گردید. جهت تعیین شاخص آفتاب سوختگی، در زمان برداشت میوه، بر اساس معیار زیر به هر میوه بصورت مشاهده‌ای رتبه داده شد و محاسبه گردید:

میوه فاقد آفتاب سوختگی=درجه یک (S1)، میوه آفتاب سوخته کم (از ۱ تا ۲۵ درصد سطح میوه)= درجه دو (S2)، میوه آفتاب سوخته متوسط (از ۲۶ تا ۵۰ درصد سطح میوه)=درجه سه (S3)، میوه آفتاب سوخته زیاد (از ۵۱ تا ۷۵ درصد سطح میوه)=درجه چهار (S4)، میوه آفتاب سوخته شدید (از ۷۶ تا ۱۰۰ درصد سطح میوه)= درجه پنج (S5).

سپس میانگین شاخص آفتاب سوختگی هر درخت براساس فرمول زیر محاسبه گردید:

Sunburn rate=[(S1×1)+(S2×2)+(S3×3)+(S4×4)+(S5×5)]/n

The number of fruit: S1= without sunburn, S2= low sunburn, S3= medium sunburn, S4= high sunburn, S5= extra high sunburn, and n= The total number of tree fruits

جهت بررسی تأثیر کائولین روی روند فیزیولوژی درختان انار، میانگین وزن میوه‌های سالم، مقدار کلروفیل برگ و میزان فتوسنتز برگ اندازه گیری شد. برای تعیین میانگین وزن میوه‌های سالم، در زمان برداشت تعداد میوه‌های سالم در هر تیمار آزمایشی شمارش و وزن آنها با ترازو اندازه گیری و ثبت گردید. میزان کلروفیل برگ در شهریور ماه بین ساعات ۱۴-۱۰ با استفاده از دستگاه کلروفیل سنج Minolta (Konica Minolta, Japan) انجام شد. به همین منظور از تمام درختان محلول پاشی شده در ٤ بلوک آزمایش، تعداد ۱۰ برگ بطور تصادفی از اطراف هر درخت انتخاب و میزان کلروفیل اندازه گیری و ثبت گردید. جهت بررسی تأثیر کائولین روی میزان فتوسنتز درختان، میزان فتوسنتز برگ درختان چهار مرحله محلول پاشی شده با کائولین پنج درصد و نیز محلول پاشی شده با آب (شاهد)، در مهر ماه، در منطقه ساوه، اندازه گیری شد. اندازه گیری فتوسنتز با دستگاه Photosynthesis System، مدل CI-340 Hand-Held (CID Inc., USA) انجام شد. به همین منظور از تمام درختان محلول پاشی شده در ٤ بلوک آزمایش، تعداد ۱۰ برگ بطور تصادفی از اطراف هر درخت انتخاب و میزان فتوسنتز اندازه گیری و ثبت گردید. جهت اندازه گیری فتوسنتز، هر برگ درون اتاقک اندازه‌گیری، طوری قرار داده شد که سطح فوقانی برگ به طرف بالا قرار گرفته نور کافی دریافت کند. اندازه گیری با شدت نوری ثابت صورت گرفت. مقدار فتوسنتز خالص بر اساس میزان جذب گاز کربنیک در هر متر مربع برگ در هر ثانیه ($\mu MolCO_2m^{-2}s^{-1}$) محاسبه گردید.

آنالیز آماری نتایج با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام و گروه‌بندی با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن (α=0.05) صورت گرفت. در موارد فاقد توزیع نرمال، از تبدیل داده Log(x) استفاده شد.

نتیجه و بحث

تجزیه آماری میزان آفتاب سوختگی میوه‌های انار نشان می‌دهد که بین تیمارهای آزمایش در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($F_{2, 12}$=44.89; P=0.0001; C.V.=19.10%). بر اساس نتایج بدست آمده، بیشترین میانگین شاخص آفتاب‌سوختگی مربوط به تیمار شاهد (۴/۱۵) و کمترین آن مربوط به تیمار کائولین با غلظت پنج درصد (۱/۷۷) بود (جدول ۱). همچنین در تیمارهای محلول پاشی شده با کائولین ۳ و ۵ درصد، به ترتیب، ۳۶/۴ و ۱۶/۶ درصد میوه دچار آفتاب سوختگی متوسط به بالا شدند، در حالی که در درختان شاهد حدود ۷۱/۳ درصد میوه‌ها دارای عارضه آفتاب سوختگی در

این سطح گردیدند. علاوه بر این در درختان محلول پاشی شده با کائولین، میوه‌های با آفتاب سوختگی شدید خیلی کم بود، در حالی که در درختان شاهد، درصد آفتاب سوختگی شدید و زیاد، به ترتیب ۲۲/۵۰ و ۲۲/۲۴ درصد بود. بطورکلی در میوه‌های محلول پاشی شده با کائولین پنج درصد فقط حدود ۵۳ درصد میوه‌ها دارای آفتاب سوختگی شدند، در حالی که این مقدار در تیمار کائولین ۳ درصد و شاهد، به ترتیب، برابر ۵۹ و ۸۲ درصد بدست آمد (شکل ۱).

جدول ۱- میانگین آفتاب سوختگی و ترکیدگی میوه انار در تیمارهای مختلف

Table 1. The mean (±SE) of fruit sunburn and fruit cracking in different treatments*

تیمار Treatment	شاخص آفتاب سوختگی Fruit sunburn index	درصد ترکیدگی میوه Fruit cracking (%)
کائولین ۵ درصد Kaolin (5%)	1.77±0.18 b	15.63±2.78 b
کائولین ۳ درصد Kaolin (3%)	2.33±0.30 b	23.05±4.10 b
شاهد Control	4.15±0.27 a	43.68±3.47 a

* Means followed by the same letter in each column are not significantly different at 5%, according to Duncan's multiple-range test (P<0.05, DMRT)

بررسی میزان آفتاب سوختگی میوه‌ها در دو منطقه نشان داد که بین نتایج دو منطقه در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($F_{1, 12}$=9.34; P=0.0100; C.V.=19.10%). براساس نتایج بدست آمده در منطقه ساوه (رقم ملس)، بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار وجود داشته ($F_{2, 6}$=1.62; P=0.0001; C.V.=6.93%) و هر تیمار در گروه آماری مستقل قرار می‌گیرد (جدول ۲) و نتایج بدست آمده در منطقه گرمسار (رقم گلوباریک)، نیز بین تیمارها اختلاف معنی‌دار مشاهده شده ($F_{2, 6}$=0.92; P=0.0010; C.V.=10.81%) و دو تیمار کائولین در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۲). اطلاعات بدست آمده از دو منطقه نشان می‌دهد که درصد آفتاب سوختگی شدید در دو تیمار شاهد و کائولین پنج درصد، در منطقه ساوه، به ترتیب، ۲۳/۵ و صفر درصد و در منطقه گرمسار، به ترتیب، ۶۶ و ۸/۱ درصد است. همچنین میانگین شاخص آفتاب سوختگی میوه در دو منطقه ساوه و گرمسار، به ترتیب، ۳/۰۸ و ۲/۴۲ بدست آمد که بیانگر بیشتر بودن خسارت آفتاب سوختگی در منطقه گرمسار در سال مورد نظر بوده است. علاوه بر این میزان کاهش شاخص آفتاب سوختگی میوه‌ها در تیمار کائولین پنج درصد نسبت به شاهد در دو منطقه ساوه و گرمسار، به ترتیب، ۷۰/۶ و ۴۲/۸ درصد بود.

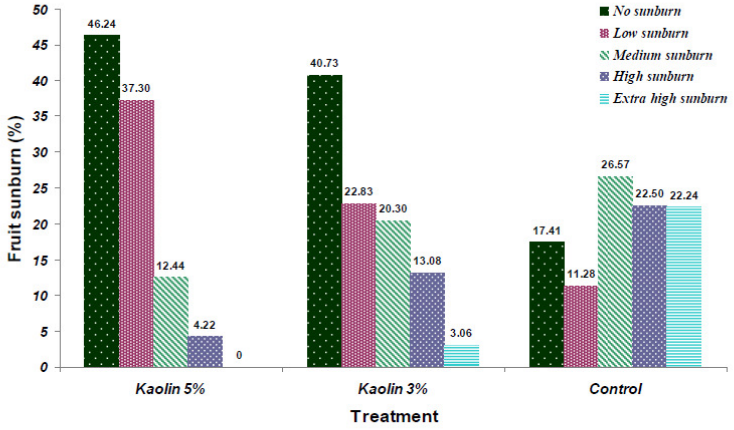
جدول ۲- میانگین آفتاب سوختگی تیمارهای مختلف در دو منطقه ساوه و گرمسار

Table 2. The mean (±SE) of fruit sunburn in different treatments in Saveh and Garmsar regions*

تیمار Treatment	منطقه ساوه Saveh region	منطقه گرمسار Garmsar region
کائولین ۵ درصد Kaolin (5%)	2.66±0.02 c	1.28±0.06 b
کائولین ۳ درصد Kaolin (3%)	3.03±0.13 b	1.63±0.35 b
شاهد Control	3.95±0.16 a	4.36±0.54 a

* Means followed by the same letter in each column are not significantly different at 1%, according to Duncan's multiple-range tes (P<0.05, DMRT)

تجزیه و تحلیل آماری میزان ترکیدگی میوه‌های انار نشان داد که بین تیمارهای آزمایش در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($F_{2, 12}$=22.12; P=0.0001; C.V.=16.57%). بر اساس نتایج بدست آمده، بیشترین میزان ترکیدگی میوه مربوط به تیمار شاهد (۴۳/۶۸ درصد) و کمترین آن مربوط به تیمار کائولین با غلظت ۵ درصد (۱۵/۶۳ درصد) بود (جدول ۱). همچنین براساس نتایج مشخص شد که با افزایش غلظت کائولین میزان ترکیدگی میوه‌ها نیز کاهش می‌یابد. علاوه بر این مقایسه میزان آفتاب سوختگی و ترکیدگی میوه‌ها بیانگر وجود همبستگی بین این دو فاکتور است و با کاهش آفتاب سوختگی، میزان ترکیدگی میوه‌های انار نیز کاهش می‌یابد (r=0.8859)، به طوریکه در این پژوهش، در نتیجه محلول پاشی درختان انار با کائولین ۵ درصد، با کاهش حدود ۵۷ درصدی میزان آفتاب سوختگی میوه‌ها نسبت به شاهد، مقدار ترکیدگی میوه نیز حدود ۶۴ درصد کاهش یافت.



شکل ۱- میزان آفتاب سوختگی میوه‌های انار در تیمارهای مختلف

Fig. 1. Different levels of pomegranate fruits sunburn percentage in different treatments

اطلاعات بدست آمده از مقایسه میانگین وزن میوه‌های سالم انار نشان داد که بین تیمارهای آزمایش اختلاف معنی‌دار وجود ندارد ($F_{2, 12}$=2.35; *P*=0.1373; C.V.=9.08%). بر اساس نتایج بدست آمده، بیشترین میانگین وزن میوه مربوط به تیمار کائولین با غلظت ۵ درصد (۱۸۶ گرم) و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد (۱۶۹ گرم) بود (جدول ۳). لذا مشاهده شد که محلول پاشی با کائولین سبب افزایش مختصر در میانگین وزن میوه انار نیز می‌گردد. تجزیه و تحلیل آماری مقدار کلروفیل برگ‌های انار نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایش بود ($F_{2, 11}$=1.15; *P*=0.5283; C.V.=4.79%). بر اساس نتایج بدست آمده، بیشترین میزان کلروفیل مربوط به تیمار کائولین با غلظت ۵ درصد (۵۷/۳۰) و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد (۵۵/۷۰) بود (جدول ۳). مقایسه میزان کلروفیل در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد که در نتیجه محلول پاشی با کائولین تغییری در میزان کلروفیل برگ‌های انار بوجود نیامده است. مقایسه میزان فتوسنتز در برگ‌های درختان دو تیمار، شامل محلول پاشی شده با کائولین ۵ درصد و شاهد، نشان دهنده عدم وجود اختلاف بین آن‌ها بود. همچنین تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط آزمون T عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین دو تیمار را نشان داد (Paired t-test, t=1.271, F=1.44, p<0.6440).

جدول ۳- میانگین وزن میوه و شاخص کلروفیل برگ انار در تیمارهای مختلف

Table 3. The mean (±SE) of fruit weight and leaf chlorophyll index in different treatments*

Treatment	تیمار	میانگین وزن میوه (گرم) Fruit weight (gr)	شاخص کلروفیل برگ Leaf chlorophyll index
Kaolin (5%)	کائولین ۵ درصد	186.1±9.26 a	57.30±1.53 a
Kaolin (3%)	کائولین ۳ درصد	181.2±7.33 a	56.81±2.01 a
Control	شاهد	169.0±9.06 a	55.70±2.72 a

* Means followed by the same letter in each column are not significantly different at 5%, according to Duncan's multiple-range tes t (P<0.05, DMRT)

جدول ۴- میانگین میزان فتوسنتز در برگ‌های انار در تیمارهای مختلف

Table 4. The photosynthesis mean(±SE) in different treatments*

تیمار Treatment	Photosynthesis ($\mu MolCO_2/m^2/s$)
کائولین ۵ درصد Kaolin (5%)	0.23±2.88
شاهد Control	0.19±2.50

نتایج بدست آمده نشان داد که میانگین فتوسنتز در درختان تیمار شاهد، و محلول پاشی شده با کائولین پنج درصد، به ترتیب، ۲/۵۰ و ۲/۸۸ $\mu MolCO_2/m^2/s$ است (جدول ٤). محلول‌پاشی درختان با کائولین سبب کاهش آفتاب سوختگی میوه و تنش‌های حرارتی وارده بر درخت به خصوص در ماه‌های گرم سال شده و به طبع بازار پسندی میوه را افزایش و میزان صادرات را بالا می‌برد، بطوری که، محلول پاشی درختان انار با کائولین (غلظت ۵ درصد) تأثیر مطلوبی در کاهش خسارت آفتاب سوختگی میوه انار داشته و شاخص آفتاب سوختگی را از ۴/۱۵ به ۱/۷۷ کاهش داد، و در نتیجه موجب کاهش حدود ۵۷ درصدی آفتاب سوختگی میوه‌های انار نسبت به شاهد شد. این نتایج با مطالعات سایر محققین مطابقت داشت. بر اساس تحقیقات انجام شده در اسپانیا، چهار بار محلول‌پاشی کائولین (Sorround®) با غلظت ۵ درصد روی رقم Mollar de Elche انار، از اواخر خرداد تا اوایل شهریور به فواصل ۳ هفته، منجر به کاهش چشمگیر دمای درختان و درنتیجه کاهش آفتاب سوختگی می‌گردد، به طوری که میزان خسارت آفتاب سوختگی از ۲۱/۹۰ درصد در شاهد، به ۹/٤ درصد در درختان محلول پاشی شده با کائولین کاهش می‌یابد (Melgareo *et al.*, 2003).

تحقیقات انجام شده در ترکیه بر روی رقم Hicaznar انار نشان داد که محلول پاشی درختان با کائولین، خسارت آفتاب سوختگی میوه‌های انار را از میزان ۳۶/۷۹ درصد در شاهد به مقدار ۱۳/۴۰ درصد کاهش می‌دهد. همچنین کاربرد همزمان کائولین و پوشش میوه‌های انار، تأثیر بیشتری در کاهش میزان آفتاب سوختگی دارد. البته اختلاف مشاهده شده معنی‌دار نبوده، به طوری که میزان خسارت آفتاب سوختگی میوه‌های انار در تیمارهای شاهد، پوشش میوه، کائولین پاشی و پوشش میوه توام با کائولین پاشی، به ترتیب در حدود ۳۷، ۱۸، ۱۳ و ۱۱ درصد بود. از طرف دیگر با توجه به این که در زمان افزایش رطوبت، پوشش میوه موجب افزایش ترکیدگی می‌شود، لذا استفاده کائولین بهترین روش جهت کاهش خسارت آفتاب سوختگی میوه انار می‌باشد (Yazici and Kayanak, 2009). بررسی‌های انجام شده در استرالیا، روی رقم Wonderfull، نیز موجب کاهش خسارت آفتاب سوختگی گردید (Weerakkody *et al.*, 2010).

نتایج بدست آمده در این تحقیق نشان داد که حدود ۲۲/۲ و ۲۲/۵ درصد میوه‌های درختان انار شاهد، به ترتیب، دارای خسارت بالای ۷۵ و ۵۰ درصد آفتاب سوختگی بوده، در حالی که در درختان محلول پاشی شده با کائولین ۵ درصد، میوه با آفتاب سوختگی بالای ۷۵ درصد مشاهده نگردیده و مقدار آفتاب سوختگی بالای ۵۰ درصد نیز در حدود ۴ درصد مشاهد شد. همچنین، به ترتیب، حدود ۲۶/۶ و ۱۲/۴ درصد میوه‌های درختان انار شاهد و محلول پاشی شده با کائولین ۵ درصد دارای آفتاب سوختگی بین ۲۵ تا ۵۰ درصد بودند. این نتایج با تحقیقات انجام شده در استرالیا مطابقت داشت، بطوری که براساس مطالعات انجام شده، میزان خسارت بالای ۵۰٪ آفتاب سوختگی در درختان محلول پاشی شده با کائولین و شاهد، به ترتیب شامل ۱۱/۷ و ۱۸/۱۱ درصد بود و در نتیجه تعداد میوه‌های با آفتاب سوختگی شدید در تیمار شاهد بیشتر از درختان محلول پاشی شده با کائولین بود (Weerakkody *et al.*, 2010).

نتایج مشابه در کاربرد کائولین در روی ارقام مختلف سیب از لحاظ محافظت میوه‌ها از خسارت آفتاب سوختگی مشاهده شده است (Thumas *et al.*, 2004; Wonsche *et al.*, 2002). همچنین تحقیقات انجام شده در ارتباط با محلول پاشی درختان سیب با کائولین ۳٪ نشان داد که خسارت آفتاب سوختگی میوه‌های رقم Gala از ۳۵ درصد در شاهد به ۱۸

درصد و در رقم Braeburn از ۶۸ درصد در تیمار شاهد به ۲۹ درصد کاهش یافت (Glenn *et al.*, 2002).

مطالعات در ارتباط با میزان ترکیدگی میوه‌های انار نشان داد که محلول پاشی درختان با کائولین میزان ترکیدگی میوه‌های انار را نیز کاهش می‌دهد و میزان ترکیدگی میوه‌ها را از ۴۳/۷۷ به ۱۵/۶ درصد کاهش می‌دهد، بطوری که محلول پاشی درختان انار با کائولین ۵ درصد، بطور میانگین موجب کاهش حدود ۶۴ درصدی ترکیدگی میوه‌های انار نسبت به شاهد شد. بطور کلی ترکیدگی میوه‌های انار تحت تأثیر عوامل مختلفی از قبیل آفتاب سوختگی میوه‌ها، گرمای شدید تابستان و تنش‌های محیطی و آلودگی به کرم گلوگاه انار می‌باشد که کاربرد کائولین با توجه به تأثیر آن در کاهش عوامل ذکرشده، در نتیجه موجب کاهش ترکیدگی میوه‌های انار می‌گردد و نتایج حاصل از این تحقیق نیز موید این مطلب می‌باشد. پوشش تاج میوه انار و پرچم زدایی میوه‌های انار نیز موجب کاهش ترکیدگی گردید که علت آن نیز مربوط به تأثیر این روش‌ها در کاهش آلودگی به کرم گلوگاه انار می‌باشد (Sheikhali *et al.*, 2009; Rafiei *et al.*, 2011).

کاربرد ترکیب معدنی کائولین بر روی اندام گیاهان این ابهام را در بر دارد که قرارگرفتن لایه نازک کائولین روی سطح برگ ممکن است موجب کاهش فتوسنتز، کلرفیل و رشد رویشی گیاه گردیده و در نتیجه بر فیزیولوژی درخت تأثیر منفی بگذارد. لذا بررسی میزان کلروفیل برگ، فتوسنتز گیاه و نیز عملکرد درخت می‌تواند به این سوال پاسخ دهد. از طرف دیگر هر عاملی که در گیاهان تأثیر منفی بگذارد، در نهایت در میزان عملکرد آن گیاه بروز می‌کند و لذا عملکرد و وزن میوه مهم‌ترین فاکتور می‌باشد.

مشاهدات در ارتباط با میزان وزن میوه‌های انار نشان داد که محلول پاشی درختان با کائولین بر میزان وزن میوه‌های انار اثر معنی‌دار نگذاشت، ولی میانگین وزن میوه را از ۱۶۹ به ۱۸۶ گرم افزایش داد. در نتیجه کاربرد کائولین، نه تنها میزان عملکرد و وزن میوه‌ها کاهش نیافته است، بلکه بطور میانگین موجب افزایش ۹ درصدی وزن میوه‌های انار نسبت به شاهد شد. مطالعات انجام شده در اسپانیا و ترکیه نیز حاکی از عدم اثر سوء کائولین بر روی میزان رشد میوه‌های انار دارد، به طوری که در در اسپانیا، قطر میوه‌های انار در درختان محلول پاشی شده با کائولین ۵ درصد و شاهد فاقد اختلاف معنی‌دار بود (Melgareo *et al.*, 2003) و در ترکیه نیز مطالعات نشان داد که در فاکتورهای مختلف کیفی از قبیل وزن و اندازه میوه، وزن آب میوه، وزن دانه‌های انار، وزن خشک میوه، ضخامت پوسته میوه و اسیدیته اختلاف معنی‌داری بین درختان محلول پاشی شده با کائولین و شاهد وجود نداشته و علاوه بر آن در نتیجه کاربرد کائولین، میزان وزن خشک میوه و رنگ قرمز دانه‌های انار افزایش می‌یابد (Yazici and Kayanak, 2009).

افزایش عملکرد در نتیجه کاربرد کائولین در دیگر محصولات نیز مشاهده شده است. جذب مواد غذایی توسط ریشه‌ها در درختان کائولین پاشی شده انگور و رشد سطح برگ و سرشاخه‌ها و افزایش وزن میوه‌ها بیشتر از درختانی است که از کائولین استفاده نکرده‌اند (Rogiers *et al.*, 2001). محلول پاشی درختان زیتون به وسیله کائولین باعث می‌شود تبخیر کمتر انجام شود و در نتیجه استفاده بهینه از آب مصرفی بشود و موجب افزایش اندازه میوه‌ها و در نتیجه افزایش عملکرد محصول می‌شود (Moriana *et al.*, 2003). پودر معدنی کائولین بر روی درختان انگور از استرس وارده به گیاه در اثر تغییرات دما جلوگیری میکند و گیاه با آرامش به زندگی و رشد و نمو خود ادامه می‌دهد و موجب بزرگ شدن میوه‌ها و افزایش عملکرد خواهد شد (McCarthy, 1997). یکی از عواملی که موجب کاهش محصول در نباتات می‌شود تنش حرارتی است که کائولین باعث برگشت و انعکاس نور خورشید می‌شود و به دلیل پوشش نازک که روی برگ و شاخه و میوه ایجاد می‌کند درجه حرارت آن‌ها را پایین می‌آورد، در نتیجه آب گیاه حفظ می‌شود و فتوسنتز را زیاد می‌کند و در نهایت موجب افزایش محصول می‌شود (Glenn and Puterka, 2005). مصرف کائولین روی درختان میوه (درختان بادام و سیب و ...)

موجب افزایش محصول می‌گردد (Steiman *et al.*, 2007).

در ارتباط با میزان کلروفیل برگ نتایج نشان داد که محلول پاشی درختان با کائولین میزان کلروفیل را کاهش نمی‌دهد، بطوری که، محلول پاشی درختان انار با کائولین ۵ درصد، بطور میانگین موجب افزایش میزان کلروفیل برگ نسبت به شاهد شد. کلروفیل‌ها، مولکول‌های ضروری هستند که مسئول دریافت انرژی خورشیدی در سیستم‌های فتوسنتزی هستند (Tanaka, 2006). بر اساس نظر محققین، تنش خشکی و گرما محتوای کلروفیل را کاهش داده و مقدار کاهش در این صفت بسته به نوع گونه و مدت زمان تنش فرق میکند و لذا کاهش کلروفیل در شرایط تنش آبی می‌تواند به عنوان یک عامل محدود کننده‌ی غیرروزنه ای به حساب آید (Sairam *et al.*, 1997). لذا بررسی میزان کلروفیل برگ‌های درختان انار نشان داد که بین برگ‌های درختان کائولین پاشی و درختان شاهد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد و لذا محلول پاشی با کائولین تأثیر منفی بر روی میزان کلروفیل برگ‌ها ایجاد نمی‌کند و بالعکس با کاهش تنش‌های محیطی موجب افزایش کلروفیل می‌گردد.

در ارتباط با میزان فتوسنتز درختان انار، نتایج نشان داد که محلول پاشی درختان با کائولین میزان فتوسنتز را کاهش نمی‌دهد و بررسی میزان فتوسنتز درختان انار حاکی از آن است که بین درختان کائولین پاشی و درختان شاهد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد و لذا محلول پاشی با کائولین تأثیر منفی بر روی میزان فتونسنتز ایجاد نمی‌کند. نتایج حاصل از مقایسه میزان کلروفیل و فتوسنتز در این تحقیق، با سایر تحقیقات انجام شده مطابقت دارد. بررسی‌های محققین نشان داده که پودر معدنی کائولین موجب کاهش محصول و فتوسنتز در درختان میوه نمی‌شود (Russo and Diaz-Perez, 2005). پودر معدنی کائولین بر روی درختان سیب موجب کاهش استرس دمایی در گیاه می‌شود و موجب افزایش فتوسنتز می‌شود (Glenn and Puterka, 2005; Glenn, 2010). کائولین باعث دیر رسیدن محصول پنبه و بزرگ شدن آن می‌شود، در نتیجه موجب افزایش محصول می‌گردد و دیر رسیدن و بزرگتر میوه موجب کاهش استرس گیاه می‌گردد (Wu and Guo, 2005). مصرف کائولین روی درختان میوه (درختان بادام و سیب و ...) موجب افزایش ۹٪ فتوسنتز در آن‌ها می‌شود (Steiman *et al.*, 2007).

زمانی که سطح برگ درختان سیب توسط کائولین پودرپاشی می‌شود، به جهت کاهش دمای سطح برگ، تبخیر و تعرق را کاهش می‌دهد و در نتیجه از هدر رفتن آب درخت جلوگیری می‌کند (Glenn, 2010). کائولین بر روی فتوسنتز و تنفس و روزنه‌های برگ‌های درختان لیمو اثر منفی ندارد (Kerns and Wright, 2000). همچنین تحقیقات نشان داده است که کائولین باعث پایین آمدن درجه حرارت برگ درختان سیب و مرکبات و قهوه و گریپ فروت و بادام و پنبه می‌شود (Pace *et al.*, 2006).

کیفیت میوه انار علاوه بر خصوصیات و ویژگی‌های ظاهری، به شاخص‌های غذایی و داخلی میوه نیز بستگی دارد که از جمله این شاخص‌ها، میزان ترکیبات فنلی و میزان فعالیت آنتی اکسیدان است. در شرایط نامساعد محیطی، از جمله درجه حرارت بالا، که موجب بروز پدیده آفتاب سوختگی میوه می‌شود، موجب کاهش ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی اکسیدان محتویات میوه می‌گردد، که این موضوع از لحاظ کیفیت غذایی میوه حائز اهمیت می‌باشد (Weerakkody *et al.*, 2010). مطالعات محققین نشان داد که در اثر خسارت آفتاب سوختگی بالای ۵۰٪ میوه‌های انار، میزان ترکیبات فنلی به حدود ۶۳۰ میلی گرم در لیتر و میزان فعالیت آنتی اکسیدان به حدود ۲۴ میلی مول (mMol $Fe2L^{-1}$) کاهش می‌یابد (Weerakkody *et al.*, 2010).

با توجه به نتایج بدست آمده از این پژوهش، که در یک فصل زراعی و در دو منطقه انجام شده است، مشخص شد که ترکیب کائولین فرآوری شده با غلظت ۵٪ بر روی درختان انار فاقد هر گونه تأثیر سوء بر فاکتورهای بررسی شده بوده و با توجه به ویژگی‌های این ترکیب (قرارگرفتن ترکیب کائولین در

فهرست ترکیبات مجاز ارگانیک جهانی)، چهار مرحله محلول پاشی در اواسط ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور به فواصل یک ماه، جهت کاهش خسارت عارضه آفتاب سوختگی میوه انار مفید می‌باشد.

سپاسگزاری

نگارنده از مدیریت جهاد کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان ساوه و گرمسار به جهت همکاری در انجام تحقیق و آقای مهندس حمید فرقانی، از مؤسسهٔ تحقیقات ثبت و گواهی نهال و بذر، به جهت کمک‌های ارزشمند در اندازه گیری فتوسنتز، تشکر و قدردانی می‌نماید. این تحقیق با حمایت مالی موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور و از محل اعتبار مالی پروژه تحقیقاتی مصوب به شماره‌ی ۸۸۰۰۱-۸۶۰۲-۱۶-۱۶-۰۱٤ اجرا گردید.

References

BOTA, J., J. FLEXAS and H. MEDRANO, 2001. Genetic variability of photosynthesis and water use in Balearic grapevine cultivars. Annals of Applied Biology 138, 353-361.

CHEN, L. S., P. LI and L. CHENG, 2008. Effects of high temperature coupled with high light on the balance between photooxidation and photoprotection in the sun-exposed peel of apple. Planta 228, 745–756.

GINDABA, J. and S. WAND, 2007. Climate-ameliorating measures influence photosynthetic gas exchange of apple leaves. Annals of Applied Biology. 150:75–80.

GLENN, D. M. and G. J. PUTERKA, 2005. Particle films: A new technology for agriculture. Horticultural Reviews. Vol. 31: 1-44.

GLENN, D. M. 2010. Canopy Gas Exchange and Water Use Efficiency of'Empire'Apple in Response to Particle Film ,Irrigation, and Microclimatic Factors. Journal of the American Society for Horticultural Science. Vol. 135(1):25–32.

GLENN, D. M., E. PRADO, A. EREZ, J. McFERSON and G. J. PUTERKA, 2002. A reflective, processed-kaolin particle film affects fruit temperature, radiation reflection, and solar injury in apple. Journal of the American Society for Horticultural Science. Vol. 127, 188-193.

GLENN, D. M., G. J. PUTERKA, T. VANDERZWET, R. E. BYERS and C. FELDHAKE, 1999. Hydrophobic particle films: a new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. Journal of Economic Entomology. Vol.92: 759-771.

McCARTHY, M. 1997. The effect of transient water deficit on berry development of cv. Shiraz (*Vitis vinifera* L.). Australian Journal of Grape and Wine Research. Vol. 6(2): 136-140.

MELGAREJO, P., J. J. MARTINEZ, FCA, HERNANDEZ, R. MARTINEZ-FONT, P. BARROWS and A. EREZ, 2003. Kaolin treatment to reduce pomegranate sunburn.. Scientia Horticulturae. Vol. 349–353.

MERTENS-TALCOTT, SU., P. JILMA-STOHLAWETZ, J. RIOS, L. HINGORANI and H. DERENDORF, 2006. Absorption, metabolism and antioxidant effects of pomegranate polyphenols after ingestion of a standardized extract in healthy human volunteers. Journal of Agricultural and Food Chemistry. Vol. 54, 8956–8961.

MOHSENI, A. 2010. Pomegranate (production manual). Nashre-Akhar Publication. Tehran. 216 pp.

MORIANA, A., F. ORGAZ, M. PASTOR and E. FERERES, 2003. Yield responses of a mature olive orchard to water deficits. Journal of the American Society for Horticultural Science. Vol. 128, 425-431.

MOUSAVINEJAD, G., Z. EMAM-DJOMEH, K. REZAEI and M. H. H. KHODAPARAST, 2009. Identification and quantification of phenolic compounds and their effects on antioxidant activity in pomegranate juices of eight Iranian cultivars. Food Chemistry. Vol. 115, 1274–1278.

PACE, B., F. BOARI, V. CANTORE, L. LEO, S. VANADIA,

E. DE PALMA and N. Phillips, 2007. Effect of Particle Film Technology on Temperature, Yield and Quality of Processing Tomato. Acta Horticulturae. Vol. 758: 287-294.

PARCHOMLOCHUK, P. and M. MEHERÝUK, 1996. Orchard cooling with pulsed overtree irrigation to prevent solar injury and improve fruit quality of jonagold. apples. Hortiscience 31:802-804.

RANJBAR, V., Y. ASADI, M. HOSEININIA and H. BEHZADI SHAHRE-BABAK, 2004. Pomegranate Guide (plantation, cultivation & harvesting). Nashre Amoozeshe Keshavarzi. Publication. Karaj. 154 pp.

ROGIERS, S. Y., J. A. SMITH, R. WHITE, M. KELLER, B. P. HOLZAPFEL and J. M. VIRGONA, 2001. Vascular function in berries of *Vitis vinifera* (L) cv. Shiraz. Australian Journal of Grape and Wine Research Vol. 7, 47-51.

RUSSO, V. and J. DÍAZ-PÉREZ, 2005. Kaolin-based particle film has no effect on physiological measurements, disease incidence or yields in peppers. Horticultural Science. Vol. 40:98–101.

SAIRAM, R. K., P. S. DESHMUKH and D. S. SHUKLA, 1997. Tolerance to drought and temperature stress in relation to increased antioxidant enzyme activity in wheat. Journal of Agronomy and Crop Science. Vol. 178: 171-177.

SHAKERI, M. 2003. Pests and Diseases of pomegranate. Tasbih Publivation. Yazd. 126 pp.

SHEIKHALI, T., H. FARAZMAND and R. VAFAEI-SHOUSHTARI, 2009. Effect of stamens elimination method of pomegranate flowers for the damage reduction of pomegranate fruit moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Lep.: Pyralidae) in Saveh region. Journal of Entomological Research. Vol. 1(2): 159-167.

STEIMAN, S. R., H. C. BITTENBENDER, T. W. IDOL, 2007. Analysis of kaolin particle film use and its application on coffee. HortScience. Vol. 42: 1605-1608.

TANAKA, A., TANAKA, R., 2006. Chlorophyll metabolism. Plan Biology. 9: 248- 255.

THOMAS, A., M. MULLER, B. DODSON, M. ELLERSIECK and M. KAPS, 2004. A kaolin-based particle film suppresses certain insect and fungal pests while reducing heat stress in apples. Journal-American Pomological Society. Vol. 58: 42-52.

WAND, S. J. E., K. I. THERON, J. AKERMAN and S. J. S. MARAIS, 2006.- Harvest and post-harvest apple fruit quality following applications of kaolin particle film in South African orchards. Scientia Horticulturae, Vol. 107: 271-276.

WEERAKKODY, P., J. JOBLING, M. M. VERGARA INFANTE and G. ROGERS, 2010. The effect of maturity, sunburn and the application of sunscreens on the internal and external qualities of pomegranate fruit grown in Australia. Scientia Horticulturae. Vol. 124 (1): 57-61.

WU, K. and Y. GUO, 2005. The evolution of cotton pest management practices in China. Annual Review Entomology. Vol. 50: 31-52.

WÜNSCHE, J., L. LOMBARDINI and D. GREER, 2002. Surround' particle film applications-effects on whole canopy. physiology of apple. pp. 565-571.

YAZICI, K. and L. KAYNAK, 2009. Effects of kaolin and shading treatments on sunburn on fruit of Hicaznar cultivar of pomegranate (*Punica granatum L. cv. Hicaznar*). Acta Horticulturae. Vol. 818: 167-173.