آفات و بيماري‌هاي گياهي
جلد ۸۰، شماره ۲، اسفند ۱۳۹۱

اثر کائولين فرآوري شده بر آفتاب سوختگي ميوه‌هاي انار

حسين فرازمند✉
موسسه تحقيقات گياهپزشکی کشور، صندوق پستی ۱۴۵۴، تهران ۱۹۳۹۵
(تاريخ دريافت: مهر ۱۳۹۱؛ تاريخ پذيرش: بهمن ۱۳۹۱)

چکيده

عارضه آفتاب سوختگي و ترکيدگي ميوه انار، يکي از عوامل مهم خسارتزاي انار در ايران و ساير کشورهاي توليد کننده آن است. اين عارضه موجب کاهش کمي و کيفي انار مي‌گردد. در سال ۱۳۸۹، تأثير ماده طبيعي کائولين فرآوري شده (سپيدان® WP) به صورت محلول پاشي، در دو منطقه ساوه و گرمسار بر روي ارقام ملس و گلوباريک، در قالب طرح آماري بلوک‌هاي کامل تصادفي بررسي شد. اين محلول چهار مرتبه به فواصل ۴ تا ۵ هفته، در دو غلظت ۳ و ۵ درصد، در فاصله زماني خرداد تا شهريور ماه روي درختان پاشيده شد. در زمان برداشت ميزان شاخص آفتاب سوختگي و ترکيدگي در ميوه‌ها بررسي گرديد. ميانگين شاخص آفتاب سوختگي ميوه‌هاي انار در تيمارهاي شاهد و محلول پاشي شده با کائولين پنج درصد، به ترتيب، ۴/۱۵ و ۱/۷۷ بدست آمد. در اين به ترتيب، حدود ۴۴/۷ و ۴/۲ درصد ميوه‌ها داراي آفتاب سوختگي شديد شدند. نتايج بيانگر کاهش ترکيدگي ميوه به ميزان ۶۴ درصد و افزايش ميانگين وزن ميوه‌ها به ميزان ۹ درصد نسبت به شاهد بود. نتايج بررسي ميزان کلروفيل برگ و فتوسنتز در درختان شاهد و محلول پاشي شده با کائولين فاقد اختلاف معني‌دار بود که نشان دهنده عدم تأثير سوء کائولين روي درختان انار مي‌باشد. با توجه به نتايج بدست آمده، چهار بار محلول پاشي درختان انار با کائولين فرآوري شده با غلظت پنج درصد، به فواصل ۴ تا ۵ هفته، مي‌تواند خسارت آفتاب سوختگي ميوه‌هاي انار را کاهش دهد.

واژه‌هاي کليدي: انار، آفتاب سوختگي، ترکيدگي ميوه، کائولين، کلروفيل، 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 علمـي *Punica granatum* L. از خـانواده Punicaceae يكي از ميوه‌هاي نيمه گرمسيري اسـت كـه زادگـاه اصلي آن فلات ايران مـي‌باشـد، بـه طـوري كـه بـا توجـه بـه سازگاري درخت انار با شرايط آب و هوايي ايران، كشت و كار آن در اكثر مناطق كشور متداول بوده و به جهت عدم استفاده از سموم و استفاده كنترل شده از كودهاي شيميايي و مطرح شدن به عنوان محصول سالم و ارگانيـک، از لحـاظ صـادراتي داراي ارزش است (Mohseni, 2010).

پديده آفتاب سـوختگي از جملـه عـوارض فيزيولـوژيكي مي‌باشد، كه خسارت زيادي را به ميوه‌هاي انـار وارد مـي‌كنـد. پوست ميوه انار در برابر تابش شديد و مـداوم نـور خورشـيد، سوخته و طراوت خود را از دست مي‌دهد و در نتيجه دانه هاي انار در آن قسمت رشد طبيعي نكرده، كوچک و كم آب مانـده و تا حدودي بي‌رنـگ بـاقي مـي‌ماننـد. ايـن عارضـه بـه نحـو چشمگيري از مرغوبيت و بازار پسندي انـار كاسـته و موجـب خسارت سنگيني به باغداران مـي‌گـردد (Ranjbar *et al.*, 2004). پوست ميوه هايي كه در معرض تابش مستقيم نور آفتـاب قـرار مي‌گيرند در اثر شدت تابش سوخته و سياه مي‌شود. آب دانه‌ها تبخير شده و فقط هسته‌ها باقي مي‌ماننـد و در صـورت شـدت عارضـه ممكـن اسـت ميـوه انـار غيـر قابـل اسـتفاده گـردد. همچنين اين ميوه ها معمـولاً دچـار تركيـدگي نيـز مـي‌گردنـد (Shakeri, 2003). يكي ديگر از عوامل مهـم آفتـاب سـوختگي، طولاني بودن دوره آبياري است كـه بـه دليـل نرسـيدن آب بـه پوست ميوه ها در قسمتي كه در معرض نور شديد آفتاب قـرار دارند، آب خود را از دست داده و قهوه‌اي يا سياه مـي‌شـوند و معمولاً در همان ناحيه ترک مي‌خورند (Mohseni, 2010). ميـزان خسارت ناشي از عارضه آفتاب سـوختگي ميـوه‌هـا در منطقـه مديترانه‌اي تركيه ۴۰ تا ۵۰ درصد برآورد شده است و در نتيجه آن، علاوه بر تغيير رنـگ سـطح پوسـت ميـوه بـه قهـوه‌اي تـا سياه، خشكيدگي و سـفيد شـدن دانـه‌هـا نيـز اتفـاق مـي‌افتـد كـه ايـن موجـب كـاهش شـديد بازارپسـندي ميـوه مـي‌شـود (Yazici *et al.*, 2005). در كشـور اسـپانيا، آفتـاب سـوختگي ميـوه‌هـاي انـار، در تابسـتان‌هـايي كـه دمـا بـالاي ٤٥ درجـه مي‌رسد، منجـر بـه كـاهش ٤٠ درصـدي محصـول مـي‌گـردد (Melgareo *et al.*, 2003).

آفتاب سوختگي تنه و سرشاخه‌هاي درختان انار از جملـه عوارض ديگر تابش مستقيم آفتاب است كه علائم آن تا حدود زيادي شبيه به اثرات سرماي ناگهاني يا سرماي شديد زمسـتان مي‌باشد و عمدتاً در درختان مسن مشاهده مي‌گردد. در اثر اين عارضه، پوست ناحيه آفتاب سوخته تنه و سرشاخه‌هاي درخت متورق شده و از قسمت‌هاي چوبي جدا مي‌گـردد و ايـن نـوع خسارت معمولاً در قسمت‌هاي جنوبي درختان كه در معـرض تابش عمودي‌تر خورشيد مي‌باشند، بيشـتر مشـاهده مـي‌گـردد (Shakeri, 2003).

از جمله عوارض فيزيولوژيكي ديگر انار، پديده تركيـدگي ميوه‌هاي انار مي‌باشد كه علاوه بر پديده آفتـاب سـوختگي كـه سبب اين عارضه مي‌شود، عوامل ديگري از قبيل نامنظم بـودن دور آبياري، بارندگي بي موقع، بادهاي شديد گرم و سوزان نيز در ايجاد تركيـدگي ميـوه مـوثر هسـتند (Ranjbar *et al.*, 2004). همچنين تغييرات درجه حرارت در شبانه روز به خصـوص در زمان برداشت ميـوه، يكـي از عوامـل اصـلي تركيـدگي اسـت (Mohseni, 2010).

براي كنترل عارضه آفتاب سوختگي ميوه، انتخـاب فاصـله مناسب كاشت مطابق با اقليم منطقه، انتخاب رديف كاشـت در جهت مناسب (جهت شمال شـرقي- جنـوب غربـي) و انجـام هـرس اصـولي، مـي‌توانـد مـوثر باشـد (Ranjbar *et al.*, 2004). روش‌هاي مختلف از قبيل خنک كردن درختان از طريق آبياري باراني، پوشـش ميـوه‌هـا، كـاربرد تركيبـات شـيميايي از قبيـل Sunshield®، ويتامين E، Vapogard® در كشورهاي مختلـف بـه منظور كاهش خسارت آفتـاب سـوختگي ميـوه بكـار مـي‌رود (Yuri *et al.*, 2002). در تركيـه، بـراي كـاهش عارضـه آفتـاب سوختگي ميوه‌هاي انار، ميوه‌ها را با روزنامه مي‌پوشانند كـه بـه دليل نياز به كار زياد و كاهش كيفيت ميوه‌ها، مناسب نمي‌باشـد

(Yazici *et al.*, 2005). استفاده از تركيبات منعكس كننده نور براي كاهش عارضه آفتاب سوختگي مناسب مي‌باشد (Parchomloohuk and Meheriuk, 1996). خصوصيت تركيبات انعكاس دهنده به واسطه رنگ سفيد آن‌ها مي‌باشد كه در اين ميان، كائولين به جهت داشتن اين ويژگي و جهت كاربرد در كشاورزي ارگانيک توصيه مي‌شود (Glenn *et al.*, 1999). همچنين رنگ آميزي تنه و سرشاخه درختان به وسيله مواد بي‌اثر سفيد رنگ، از خسارت آفتاب سوختگي ممانعت مي‌كند (Shakeri, 2003).

كائولين يک ماده معدني سفيد رنگ حاوي سيليكات آلومينيوم، قابل حل در آب و فاقد اثرات مخرب زيست محيطي مي‌باشد. فرمول شيميايي آن $Al_4Si_4O_{10}(OH)$ مي‌باشد (Knight *et al.*, 2000). اين تركيب هيچ گونه مسموميتي براي گياهان و جانوران ندارد و از نكات بارز آن، قابليت شستشوي آسان از روي محصول، پس از برداشت مي‌باشد (Glenn *et al.*, 1999). كائولين يک ماده معدني خوراكي است كه در فرآيند هاي غذايي و نيز در تركيباتي مثل خمير دندان به كار رفته و لذا براي پستانداران غير سمي مي‌باشد. بنابراين يک تركيب مناسب و مطمئن جهت برنامه مديريت تلفيقي آفات مي‌باشد (Glenn and Puterka, 2005). كائولين براي محافظت از گياهان در برابر حشرات، پاتوژن‌ها و همچنين از آفتاب سوختگي و تنش‌هاي حرارتي به كار مي‌رود (Glenn *et al.*, 1999; Glenn and Puterka, 2005; Wand *et al.*, 2006). كائولين جهت كاهش خسارت آفتاب سوختگي ميوه‌هاي سيب توصيه شده است (Gindaba and Wand, 2007; Wand *et al.*, 2006). كائولين باعث كاهش استرس گياه از طريق كاهش تنش‌هاي محيطي شده و موجب افزايش رشد ميوه‌ها مي‌شود. همينطور باعث دير رسيدن ميوه و رسيدن كيفي آن مي‌شود، در نتيجه موجب افزايش محصول مي‌گردد (Wu and Guo, 2005). در شرايطي كه درختان مو تحت تأثير استرس آبي قرار بگيرند، درختاني كه كائولين پاشي شده‌اند مقاوم‌تر از درختاني هستند كه كائولين پاشي نشده‌اند (Bota *et al.*, 2001). مصرف كائولين روي درختان ميوه (بادام، سيب و ...) موجب افزايش ۹% فتوسنتز در آن‌ها مي‌شود و در نتيجه افزايش محصول را به دنبال خواهد داشت (Steiman *et al.*, 2007). تكنولوژي اخير اجازه توسعه لايه نازک كائولين پيشرفته‌تري را فراهم آورد. اين لايه‌هاي نازک چندين كاربرد دارد. كاهش بيماري‌ها و صدمات خورشيدي و به طبع آن كاهش خسارت وارده از جانب حشرات آفت از مزاياي استفاده از اين تكنيک است (Puterka and Glenn, 2005). ميوه انار حاوي تركيبات آنتي اكسيدان مختلفي از قبيل تانن‌ها، فلاونوئيدها و آنتي سيانين‌ها است كه از نظر تغذيه‌اي داراي خواص مهمي مي‌باشند (Mertens-Talcott *et al.*, 2006; Mousavinejad *et al.*, 2009). وزش بادهاي شديد، گرم و سوزان و نيز اختلافات زياد دمايي در شبانه روز موجب ايجاد تنش در درختان انار مي‌گردد و استمرار اين تنش‌ها در دماهاي بالا موجب كاهش سطح متابوليت‌هاي آنتي‌اكسيدان در گياه مي‌شود (Chen *et al.*, 2008) كه اين مسئله از لحاظ تركيبات غذايي ميوه حائز اهميت مي‌باشد. به همين منظور استفاده از تركيبات پوشش دهنده از قبيل كائولين كه اثر استرس‌هاي محيطي را كاهش مي‌دهد، مي‌تواند مانع كاهش كيفيت ميوه‌هاي انار از لحاظ تركيبات غذايي گردد (Palitha *et al.*, 2010). در اين تحقيق تأثير كائولين فرآوري شده روي ميزان آفتاب سوختگي و نيز فيزيولوژي درخت انار بررسي شد.

روش بررسی

جهت انجام اين تحقيق، در سال ۱۳۸۹، در دو منطقه ساوه و گرمسار، در هر منطقه يک باغ نسبتا همگن از درختان چهار ساله رقم ملس در ساوه و رقم گلوباريک در گرمسار انتخاب شد. در هر باغ تعداد ۳۶ درخت انار شامل ۱۲ درخت براي هر تيمار بر اساس نقشه طرح علامت گذاري گرديد. آزمايش به صورت طرح بلوك‌هاي كامل تصادفي با چهار تكرار و سه تيمار و در هر كرت آزمايشي با سه درخت انجام گرفت. تيمارهاي آزمايش شامل محلول پاشي با ماده معدني كائولين

در دو غلظت ٣ و ٥ درصد و محلول پاشي با آب براي تيمار شاهد بود. تركيب مورد استفاده از كائولين فرآوري شده ساخت شركت كيمياسبزآور (سپيدان®، WP) بود. محلول پاشي توسط سم پاش فرقوني (مجهز به بهمزن)، در چهار مرتبه روي هر درخت، از نيمه دوم خرداد به فواصل حدود يک ماه، انجام شد. در پايان فصل در هنگام برداشت، ميانگين شاخص آفتاب سوختگي، درصد تركيدگي ميوه‌ها و وزن ميوه‌ها در تيمارهاي مختلف اندازه گيري و مقايسه آماري شدند. درصد تركيدگي ميوه با شمارش تعداد ميوه‌هاي ترک خورده محاسبه گرديد. جهت تعيين شاخص آفتاب سوختگي، در زمان برداشت ميوه، بر اساس معيار زير به هر ميوه بصورت مشاهده‌اي رتبه داده شد و محاسبه گرديد:

ميوه فاقد آفتاب سوختگي=درجه يک (S1)، ميوه آفتاب سوخته كم (از ١ تا ٢٥ درصد سطح ميوه)= درجه دو (S2)، ميوه آفتاب سوخته متوسط (از ٢٦ تا ٥٠ درصد سطح ميوه)=درجه سه (S3)، ميوه آفتاب سوخته زياد (از ٥١ تا ٧٥ درصد سطح ميوه)=درجه چهار (S4)، ميوه آفتاب سوخته شديد (از ٧٦ تا ١٠٠ درصد سطح ميوه)= درجه پنج (S5).

سپس ميانگين شاخص آفتاب سوختگي هر درخت براساس فرمول زير محاسبه گرديد:

$$\text{Sunburn rate}=[(S1\times1)+(S2\times2)+(S3\times3)+(S4\times4)+(S5\times5)]/n$$

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 بررسي تأثير كائولين روي روند فيزيولوژي درختان انار، ميانگين وزن ميوه‌هاي سالم، مقدار كلروفيل برگ و ميزان فتوسنتز برگ اندازه گيري شد. براي تعيين ميانگين وزن ميوه‌هاي سالم، در زمان برداشت تعداد ميوه‌هاي سالم در هر تيمار آزمايشي شمارش و وزن آنها با ترازو اندازه گيري و ثبت گرديد. ميزان كلروفيل برگ در شهريور ماه بين ساعات ١٤-١٠ با استفاده از دستگاه كلروفيل سنج Minolta (Konica Minolta, Japan) انجام شد. به همين منظور از تمام درختان محلول پاشي شده در ٤ بلوک آزمايش، تعداد ١٠ برگ بطور تصادفي از اطراف هر درخت انتخاب و ميزان كلروفيل اندازه گيري و ثبت گرديد. جهت بررسي تأثير كائولين روي ميزان فتوسنتز درختان، ميزان فتوسنتز برگ درختان چهار مرحله محلول پاشي شده با كائولين پنج درصد و نيز محلول پاشي شده با آب (شاهد)، در مهر ماه، در منطقه ساوه، اندازه گيري شد. اندازه گيري فتوسنتز با دستگاه Photosynthesis System، مدل CI-340 Hand-Held (CID Inc., USA) انجام شد. به همين منظور از تمام درختان محلول پاشي شده در ٤ بلوک آزمايش، تعداد ١٠ برگ بطور تصادفي از اطراف هر درخت انتخاب و ميزان فتوسنتز اندازه گيري و ثبت گرديد. جهت اندازه گيري فتوسنتز، هر برگ درون اتاقک اندازه‌گيري، طوري قرار داده شد كه سطح فوقاني برگ به طرف بالا قرار گرفته نور كافي دريافت كند. اندازه گيري با شدت نوري ثابت صورت گرفت. مقدار فتوسنتز خالص بر اساس ميزان جذب گاز كربنيك در هر متر مربع برگ در هر ثانيه ($\mu MolCO_2m^{-2}s^{-1}$) محاسبه گرديد.

آناليز آماري نتايج با استفاده از نرم افزار آماري SAS انجام و گروه‌بندي با استفاده از آزمون چند دامنه اي دانكن (α=0.05) صورت گرفت. در موارد فاقد توزيع نرمال، از تبديل داده Log(x) استفاده شد.

نتيجه و بحث

تجزيه آماري ميزان آفتاب سوختگي ميوه‌هاي انار نشان مي‌دهد كه بين تيمارهاي آزمايش در سطح يک درصد اختلاف معني‌دار وجود دارد ($F_{2, 12}$=44.89; P=0.0001; C.V.=19.10%). بر اساس نتايج بدست آمده، بيشترين ميانگين شاخص آفتاب‌سوختگي مربوط به تيمار شاهد (۴/۱۵) و كمترين آن مربوط به تيمار كائولين با غلظت پنج درصد (١/٧٧) بود (جدول ١). همچنين در تيمارهاي محلول پاشي شده با كائولين ٣ و ٥ درصد، به ترتيب، ٣۶/۴ و ١۶/۶ درصد ميوه دچار آفتاب سوختگي متوسط به بالا شدند، در حالي كه در درختان شاهد حدود ٧١/٣ درصد ميوه‌ها داراي عارضه آفتاب سوختگي در

اين سطح گرديدند. علاوه بر اين در درختان محلول پاشي شده با كائولين، ميوه‌هاي با آفتاب سوختگي شديد خيلي كم بود، در حالي كه در درختان شاهد، درصد آفتاب سوختگي شديد و زياد، به ترتيب ۲۲/۵۰ و ۲۲/۲۴ درصد بود. بطوركلي در ميوه‌هاي محلول پاشي شده با كائولين پنج درصد فقط حدود ۵۳ درصد ميوه‌ها داراي آفتاب سوختگي شدند، در حالي كه اين مقدار در تيمار كائولين ۳ درصد و شاهد، به ترتيب، برابر ۵۹ و ۸۲ درصد بدست آمد (شكل ۱).

جدول ۱- ميانگين آفتاب سوختگي و تركيدگي ميوه انار در تيمارهاي مختلف

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

تيمار Treatment	شاخص آفتاب سوختگي Fruit sunburn index	درصد تركيدگي ميوه Fruit cracking (%)
كائولين ۵ درصد Kaolin (5%)	1.77±0.18 b	15.63±2.78 b
كائولين 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)

بررسي ميزان آفتاب سوختگي ميوه‌ها در دو منطقه نشان داد كه كه بين نتايج دو منطقه در سطح يک درصد اختلاف معني‌دار وجود دارد ($F_{1, 12}$=9.34; P=0.0100; C.V.=19.10%). براساس نتايج بدست آمده در منطقه ساوه (رقم ملس)، بين تيمارهاي مختلف اختلاف معني‌دار وجود داشته ($F_{2, 6}$=1.62; P=0.0001; C.V.=6.93%) و هر تيمار در گروه آماري مستقل قرار مي‌گيرد (جدول ۲) و نتايج بدست آمده در منطقه گرمسار (رقم گلوباريک)، نيز بين تيمارها اختلاف معني‌دار مشاهده شده ($F_{2, 6}$=0.92; P=0.0010; C.V.=10.81%) و دو تيمار كائولين در يک گروه آماري قرار گرفتند (جدول ۲). اطلاعات بدست آمده از دو منطقه نشان مي‌دهد كه درصد آفتاب سوختگي شديد در دو تيمار شاهد و كائولين پنج درصد، در منطقه ساوه، به ترتيب، ۲۳/۵ و صفر درصد و در منطقه گرمسار، به ترتيب، ۶۶ و ۸/۱ درصد است. همچنين ميانگين شاخص آفتاب سوختگي ميوه در دو منطقه ساوه و گرمسار، به ترتيب، ۳/۰۸ و ۲/۴۲ بدست آمد كه بيانگر بيشتر بودن خسارت آفتاب سوختگي در منطقه گرمسار در سال مورد نظر بوده است. علاوه بر اين ميزان كاهش شاخص آفتاب سوختگي ميوه‌ها در تيمار كائولين پنج درصد نسبت به شاهد در دو منطقه ساوه و گرمسار، به ترتيب، ۷۰/۶ و ۴۲/۸ درصد بود.

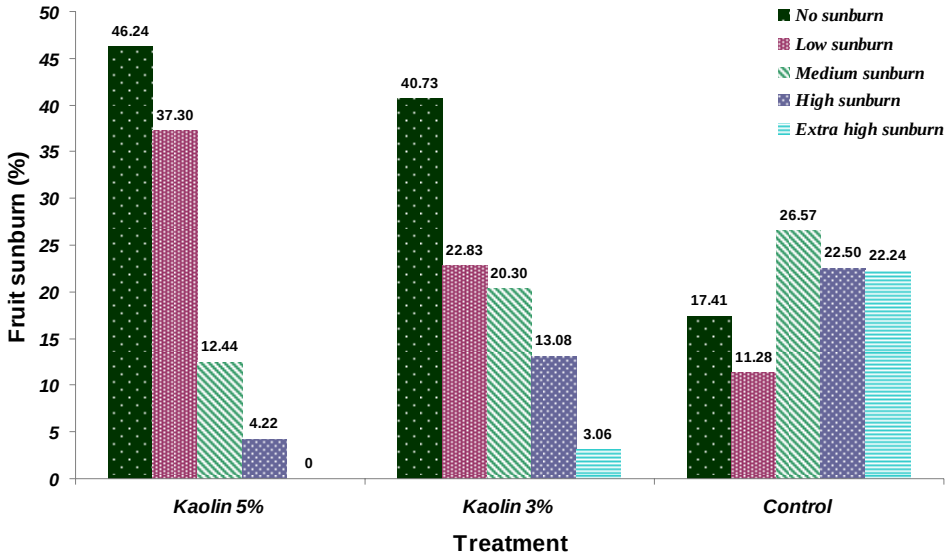
جدول ۲- ميانگين آفتاب سوختگي تيمارهاي مختلف در دو منطقه ساوه و گرمسار

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

تيمار Treatment	منطقه ساوه Saveh region	منطقه گرمسار Garmsar region
كائولين ۵ درصد Kaolin (5%)	2.66±0.02 c	1.28±0.06 b
كائولين 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)

تجزيه و تحليل آماري ميزان تركيدگي ميوه‌هاي انار نشان داد كه بين تيمارهاي آزمايش در سطح يک درصد اختلاف معني‌دار وجود دارد ($F_{2, 12}$=22.12; P=0.0001; C.V.=16.57%). بر اساس نتايج بدست آمده، بيشترين ميزان تركيدگي ميوه مربوط به تيمار شاهد (۴۳/۶۸ درصد) و كمترين آن مربوط به تيمار كائولين با غلظت ۵ درصد (۱۵/۶۳ درصد) بود (جدول ۱). همچنين براساس نتايج مشخص شد كه با افزايش غلظت كائولين ميزان تركيدگي ميوه‌ها نيز كاهش مي‌يابد. علاوه بر اين مقايسه ميزان آفتاب سوختگي و تركيدگي ميوه‌ها بيانگر وجود همبستگي بين اين دو فاكتور است و با كاهش آفتاب سوختگي، ميزان تركيدگي ميوه‌هاي انار نيز كاهش مي‌يابد (r=0.8859)، به طوريكه در اين پژوهش، در نتيجه محلول پاشي درختان انار با كائولين ۵ درصد، با كاهش حدود ۵۷ درصدي ميزان آفتاب سوختگي ميوه‌ها نسبت به شاهد، مقدار تركيدگي ميوه نيز حدود ۶۴ درصد كاهش يافت.



شكل ۱- ميزان آفتاب سوختگي ميوه‌هاي انار در تيمارهاي مختلف

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

اطلاعات بدست آمده از مقايسه ميانگين وزن ميوه‌هاي سالم انار نشان داد كه بين تيمارهاي آزمايش اختلاف معني‌دار وجود ندارد ($F_{2, 12}$=2.35; P=0.1373; C.V.=9.08%). بر اساس نتايج بدست آمده، بيشترين ميانگين وزن ميوه مربوط به تيمار كائولين با غلظت ۵ درصد (۱۸۶ گرم) و كمترين آن مربوط به تيمار شاهد (۱۶۹ گرم) بود (جدول ۳). لذا مشاهده شد كه محلول پاشي با كائولين سبب افزايش مختصر در ميانگين وزن ميوه انار نيز مي‌گردد. تجزيه و تحليل آماري مقدار كلروفيل برگ‌هاي انار نشان دهنده عدم وجود اختلاف معني‌دار بين تيمارهاي آزمايش بود ($F_{2, 11}$=1.15; P=0.5283; C.V.=4.79%). بر اساس نتايج بدست آمده، بيشترين ميزان كلروفيل مربوط به تيمار كائولين با غلظت ۵ درصد (۵۷/۳۰) و كمترين آن مربوط به تيمار شاهد (۵۵/۷۰) بود (جدول ۳). مقايسه ميزان كلروفيل در تيمارهاي مختلف نشان مي‌دهد كه در نتيجه محلول پاشي با كائولين تغييري در ميزان كلروفيل برگ‌هاي انار بوجود نيامده است. مقايسه ميزان فتوسنتز در برگ‌هاي درختان دو تيمار، شامل محلول پاشي شده با كائولين ۵ درصد و شاهد، نشان دهنده عدم وجود اختلاف بين آن‌ها بود. همچنين تجزيه و تحليل داده‌ها توسط آزمون T عدم وجود اختلاف معني‌دار بين دو تيمار را نشان داد (Paired t-test, t=1.271, F=1.44, p<0.6440).

جدول ۳- ميانگين وزن ميوه و شاخص كلروفيل برگ انار در تيمارهاي مختلف

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

Treatment	تيمار	ميانگين وزن ميوه (گرم) Fruit weight (gr)	شاخص كلروفيل برگ Leaf chlorophyll index
Kaolin (5%)	كائولين ۵ درصد	186.1±9.26 a	57.30±1.53 a
Kaolin (3%)	كائولين 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- ميانگين ميزان فتوسنتز در برگ‌هاي انار در تيمارهاي مختلف

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

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

نتايج بدست آمده نشان داد كه ميانگين فتوسنتز در درختان تيمار شاهد، و محلول پاشي شده با كائولين پنج درصد، به ترتيب، ۲/۵۰ و ۲/۸۸ $\mu MolCO_2/m^2/s$ است (جدول ٤). محلول‌پاشي درختان با كائولين سبب كاهش آفتاب سوختگي ميوه و تنش‌هاي حرارتي وارده بر درخت به خصوص در ماه‌هاي گرم سال شده و به طبع بازار پسندي ميوه را افزايش و ميزان صادرات را بالا مي‌برد، بطوري كه، محلول پاشي درختان انار با كائولين (غلظت ۵ درصد) تأثير مطلوبي در كاهش خسارت آفتاب سوختگي ميوه انار داشته و شاخص آفتاب سوختگي را از ۴/۱۵ به ۱/۷۷ كاهش داد، و در نتيجه موجب كاهش حدود ۵۷ درصدي آفتاب سوختگي ميوه‌هاي انار نسبت به شاهد شد. اين نتايج با مطالعات ساير محققين مطابقت داشت. بر اساس تحقيقات انجام شده در اسپانيا، چهار بار محلول‌پاشي كائولين (Sorround®) با غلظت ۵ درصد روي رقم Mollar de Elche انار، از اواخر خرداد تا اوايل شهريور به فواصل ۳ هفته، منجر به كاهش چشمگير دماي درختان و درنتيجه كاهش آفتاب سوختگي مي‌گردد، به طوري كه ميزان خسارت آفتاب سوختگي از ۲۱/۹۰ درصد در شاهد، به ۹/٤ درصد در درختان محلول پاشي شده با كائولين كاهش مي‌يابد (Melgareo *et al.*, 2003).

تحقيقات انجام شده در تركيه بر روي رقم Hicaznar انار نشان داد كه محلول پاشي درختان با كائولين، خسارت آفتاب سوختگي ميوه‌هاي انار را از ميزان ۳۶/۷۹ درصد در شاهد به مقدار ۱۳/۴۰ درصد كاهش مي‌دهد. همچنين كاربرد همزمان كائولين و پوشش ميوه‌هاي انار، تأثير بيشتري در كاهش ميزان آفتاب سوختگي دارد. البته اختلاف مشاهده شده معني‌دار نبوده، به طوري كه ميزان خسارت آفتاب سوختگي ميوه‌هاي انار در تيمارهاي شاهد، پوشش ميوه، كائولين پاشي و پوشش ميوه توام با كائولين پاشي، به ترتيب در حدود ۳۷، ۱۸، ۱۳ و ۱۱ درصد بود. از طرف ديگر با توجه به اين كه در زمان افزايش رطوبت، پوشش ميوه موجب افزايش تركيدگي مي‌شود، لذا استفاده كائولين بهترين روش جهت كاهش خسارت آفتاب سوختگي ميوه انار مي‌باشد (Yazici and Kayanak, 2009). بررسي‌هاي انجام شده در استراليا، روي رقم Wonderfull، نيز موجب كاهش خسارت آفتاب سوختگي گرديد (Weerakkody *et al.*, 2010).

نتايج بدست آمده در اين تحقيق نشان داد كه حدود ۲۲/۲ و ۲۲/۵ درصد ميوه‌هاي درختان انار شاهد، به ترتيب، داراي خسارت بالاي ۷۵ و ۵۰ درصد آفتاب سوختگي بوده، در حالي كه در درختان محلول پاشي شده با كائولين ۵ درصد، ميوه با آفتاب سوختگي بالاي ۷۵ درصد مشاهده نگرديده و مقدار آفتاب سوختگي بالاي ۵۰ درصد نيز در حدود ۴ درصد مشاهد شد. همچنين، به ترتيب، حدود ۲۶/۶ و ۱۲/۴ درصد ميوه‌هاي درختان انار شاهد و محلول پاشي شده با كائولين ۵ درصد داراي آفتاب سوختگي بين ۲۵ تا ۵۰ درصد بودند. اين نتايج با تحقيقات انجام شده در استراليا مطابقت داشت، بطوري كه براساس مطالعات انجام شده، ميزان خسارت بالاي ۵۰% آفتاب سوختگي در درختان محلول پاشي شده با كائولين و شاهد، به ترتيب شامل ۱۱/۷ و ۱۸/۱۱ درصد بود و در نتيجه تعداد ميوه‌هاي با آفتاب سوختگي شديد در تيمار شاهد بيشتر از درختان محلول پاشي شده با كائولين بود (Weerakkody *et al.*, 2010).

نتايج مشابه در كاربرد كائولين در روي ارقام مختلف سيب از لحاظ محافظت ميوه‌ها از خسارت آفتاب سوختگي مشاهده شده است (Thumas *et al.*, 2004; Wonsche *et al.*, 2002). همچنين تحقيقات انجام شده در ارتباط با محلول پاشي درختان سيب با كائولين ۳% نشان داد كه خسارت آفتاب سوختگي ميوه‌هاي 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 ترکیدگي میوه‌هاي انار نشان داد که محلول پاشي درختان با کائولین میزان ترکیدگي میوه‌هاي انار را نیز کاهش می‌دهد و میزان ترکیدگي میوه‌ها را از ۴۳/۷۷ به ۱۵/۶ درصد کاهش می‌دهد، بطوري که محلول پاشي درختان انار با کائولین ۵ درصد، بطور میانگین موجب کاهش حدود ۶۴ درصدي ترکیدگي میوه‌هاي انار نسبت به شاهد شد. بطور کلي ترکیدگي میوه‌هاي انار تحت تأثیر عوامل مختلفي از قبیل آفتاب سوختگي میوه‌ها، گرماي شدید تابستان و تنش‌هاي محیطي و آلودگي به کرم گلوگاه انار می‌باشد که کاربرد کائولین با توجه به تأثیر آن در کاهش عوامل ذکرشده، در نتیجه موجب کاهش ترکیدگي میوه‌هاي انار می‌گردد و نتایج حاصل از این تحقیق نیز موید این مطلب می‌باشد. پوشش تاج میوه انار و پرچم زدایي میوه‌هاي انار نیز موجب کاهش ترکیدگي گردید که علت آن نیز مربوط به تأثیر این روش‌ها در کاهش آلودگي به کرم گلوگاه انار می‌باشد (Sheikhali *et al.*, 2009; Rafiei *et al.*, 2011).

کاربرد ترکیب معدني کائولین بر روي اندام گیاهان این ابهام را در بر دارد که قرارگرفتن لایه نازک کائولین روي سطح برگ ممکن است موجب کاهش فتوسنتز، کلرفیل و رشد رویشي گیاه گردیده و در نتیجه بر فیزیولوژي درخت تأثیر منفي بگذارد. لذا بررسي میزان کلروفیل برگ، فتوسنتز گیاه و نیز عملکرد درخت می‌تواند به این سوال پاسخ دهد. از طرف دیگر هر عاملي که در گیاهان تأثیر منفي 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 میوه‌هاي انار نشان داد که محلول پاشي درختان با کائولین بر میزان وزن میوه‌هاي انار اثر معني‌دار نگذاشت، ولي 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 درصدي وزن میوه‌هاي انار نسبت به شاهد شد. مطالعات انجام شده در اسپانیا و ترکیه نیز حاکي از عدم اثر سوء کائولین بر روي میزان رشد میوه‌هاي انار دارد، به طوري که در در اسپانیا، قطر میوه‌هاي انار در درختان محلول پاشي شده با کائولین ۵ درصد و شاهد فاقد اختلاف معني‌دار بود (Melgareo *et al.*, 2003) و در ترکیه نیز مطالعات نشان داد که در فاکتورهاي مختلف کیفي از قبیل وزن و اندازه میوه، وزن آب میوه، وزن دانه‌هاي انار، وزن خشک میوه، ضخامت پوسته میوه و اسیدیته اختلاف معني‌داري بین درختان محلول پاشي شده با کائولین و شاهد وجود نداشته و علاوه بر آن در نتیجه کاربرد کائولین، میزان وزن خشک میوه و رنگ قرمز دانه‌هاي انار افزایش می‌یابد (Yazici and Kayanak, 2009).

افزایش عملکرد در نتیجه کاربرد کائولین در دیگر محصولات نیز مشاهده شده است. جذب مواد غذایي توسط ریشه‌ها در درختان کائولین پاشي شده انگور و رشد سطح برگ و سرشاخه‌ها و افزایش وزن میوه‌ها بیشتر از درختاني است که از کائولین استفاده نکرده‌اند (Rogiers *et al.*, 2001). محلول پاشي درختان زیتون به وسیله کائولین باعث مي‌شود تبخیر کمتر انجام شود و در نتیجه استفاده بهینه از آب مصرفي بشود و موجب افزایش اندازه میوه‌ها و در نتیجه افزایش عملکرد محصول مي‌شود (Moriana *et al.*, 2003). پودر معدني کائولین بر روي درختان انگور از استرس وارده به گیاه در اثر تغییرات دما جلوگیري میکند و گیاه با آرامش به زندگي و رشد و نمو خود ادامه مي‌دهد و موجب بزرگ شدن میوه‌ها و افزایش عملکرد خواهد شد (McCarthy, 1997). یکي از عواملي که موجب کاهش محصول در نباتات مي‌شود تنش حرارتي است که کائولین باعث برگشت و انعکاس نور خورشید مي‌شود و به دلیل پوشش نازک که روي برگ و شاخه و میوه ایجاد مي‌کند درجه حرارت آن‌ها را پایین مي‌آورد، در نتیجه آب گیاه حفظ مي‌شود و فتوسنتز را زیاد مي‌کند و در نهایت موجب افزایش محصول مي‌شود (Glenn and Puterka, 2005). مصرف کائولین روي درختان میوه (درختان بادام و سیب و ...)

موجب افزايش محصول مي‌گردد (Steiman *et al.*, 2007).

در ارتباط با ميزان كلروفيل برگ نتايج نشان داد كه محلول پاشي درختان با كائولين ميزان كلروفيل را كاهش نمی‌دهد، بطوري كه، محلول پاشي درختان انار با كائولين ۵ درصد، بطور ميانگين موجب افزايش ميزان كلروفيل برگ نسبت به شاهد شد. كلروفيل‌ها، مولكول‌هاي ضروري هستند كه مسئول دريافت انرژي خورشيدي در سيستم‌هاي فتوسنتزي هستند (Tanaka, 2006). بر اساس نظر محققين، تنش خشكي و گرما محتواي كلروفيل را كاهش داده و مقدار كاهش در اين صفت بسته به نوع گونه و مدت زمان تنش فرق ميكند و لذا كاهش كلروفيل در شرايط تنش آبي مي‌تواند به عنوان يك عامل محدود كننده‌ي غيرروزنه اي به حساب آيد (Sairam *et al.*, 1997). لذا بررسي ميزان كلروفيل برگ‌هاي درختان انار نشان داد كه بين برگ‌هاي درختان كائولين پاشي و درختان شاهد اختلاف معني‌داري وجود ندارد و لذا محلول پاشي با كائولين تأثير منفي بر روي ميزان كلروفيل برگ‌ها ايجاد نمی‌كند و بالعكس با كاهش تنش‌هاي محيطي موجب افزايش كلروفيل می‌گردد.

در ارتباط با ميزان فتوسنتز درختان انار، نتايج نشان داد كه محلول پاشي درختان با كائولين ميزان فتوسنتز را كاهش نمی‌دهد و بررسي ميزان فتوسنتز درختان انار حاكي از آن است كه بين درحتان كائولين پاشي و درختان شاهد اختلاف معني‌داري وجود ندارد و لذا محلول پاشي با كائولين تأثير منفي بر روي ميزان فتونسنتز ايجاد نمی‌كند. نتايج حاصل از مقايسه ميزان كلروفيل و فتوسنتز در اين تحقيق، با ساير تحقيقات انجام شده مطابقت دارد. بررسي‌هاي محققين نشان داده كه پودر معدني كائولين موجب كاهش محصول و فتوسنتز در درختان ميوه نمي‌شود (Russo and Diaz-Perez, 2005). پودر معدني كائولين بر روي درختان سيب موجب كاهش استرس دمايي در گياه مي‌شود و موجب افزايش فتوسنتز مي‌شود (Glenn and Puterka, 2005; Glenn, 2010). كائولين باعث ديير رسيدن محصول پنبه و بزرگ شدن آن مي‌شود، در نتيجه موجب افزايش محصول مي‌گردد و دير رسيدن و بزرگتر ميوه موجب كاهش استرس گياه مي‌گردد (Wu and Guo, 2005). مصرف كائولين روي درختان ميوه (درختان بادام و سيب و ...) موجب افزايش ۹% فتوسنتز در آن‌ها مي‌شود (Steiman *et al.*, 2007).

زماني كه سطح برگ درختان سيب توسط كائولين پودرپاشي مي‌شود، به جهت كاهش دماي سطح برگ، تبخير و تعرق را كاهش مي‌دهد و در نتيجه از هدر رفتن آب درخت جلوگيري مي‌كند (Glenn, 2010). كائولين بر روي فتوسنتز و تنفس و روزنه‌هاي برگ‌هاي درختان ليمو اثر منفي ندارد (Kerns and Wright, 2000). همچنين تحقيقات نشان داده است كه كائولين باعث پايين آمدن درجه حرارت برگ درختان سيب و مركبات و قهوه و گريپ فروت و بادام و پنبه مي‌شود (Pace *et al.*, 2006).

كيفيت ميوه انار علاوه بر خصوصيات و ويژگي‌هاي ظاهري، به شاخص‌هاي غذايي و داخلي ميوه نيز بستگي دارد كه از جمله اين شاخص‌ها، ميزان تركيبات فنلي و ميزان فعاليت آنتي اكسيدان است. در شرايط نامساعد محيطي، از جمله درجه حرارت بالا، كه موجب بروز پديده آفتاب سوختگي ميوه می‌شود، موجب كاهش تركيبات فنلي و فعاليت آنتي اكسيدان محتويات ميوه می‌گردد، كه اين موضوع از لحاظ كيفيت غذايي ميوه حائز اهميت می‌باشد (Weerakkody *et al.*, 2010). مطالعات محققين نشان داد كه در اثر خسارت آفتاب سوختگي بالاي ۵۰% ميوه‌هاي انار، ميزان تركيبات فنلي به حدود ۶۳۰ ميلي گرم در ليتر و ميزان فعاليت آنتي اكسيدان به حدود ۲۴ ميلي مول ($mMol\ Fe2L^{-1}$) كاهش می‌يابد (Weerakkody *et al.*, 2010).

با توجه به نتايج بدست آمده از اين پژوهش، كه در يک فصل زراعي و در دو منطقه انجام شده است، مشخص شد كه تركيب كائولين فرآوري شده با غلظت ۵% بر روي درختان انار فاقد هر گونه تأثير سوء بر فاكتورهاي بررسي شده بوده و با توجه به ويژگي‌هاي اين تركيب (قرارگرفتن تركيب كائولين در

فهرست ترکیبات مجاز ارگانیک جهاني)، چهار مرحله محلـول پاشي در اواسط ماه‌هاي خرداد، تير، مرداد و شهريور به فواصل يک ماه، جهت کاهش خسارت عارضه آفتاب سـوختگي ميـوه انار مفيد می‌باشد.

سپاسگزاري

نگارنـده از مـديريت جهـاد کشـاورزي و منـابع طبيعـي شهرستان ساوه و گرمسار به جهت همکاري در انجام تحقيق و آقاي مهندس حميد فرقاني، از مؤسسة تحقيقات ثبت و گواهي نهال و بذر، به جهـت کمـك‌هـاي ارزشـمند در انـدازه گيـري فتوسنتز، تشکر و قدرداني می‌نمايد. اين تحقيق با حمايت مالي موسسه تحقيقات گياه‌پزشـکي کشـور و از محـل اعتبـار مـالي پروژه تحقيقاتي مصوب بـه شـماره‌ي ۸۸۰۰۱-۸۶۰۲-۱۶-۱۶-۰۱٤ اجرا گرديد.

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.