

## تأثیر ماده‌های کاهنده تعرق و توری سایبان بر ویژگی‌های فیزیولوژیک میوه انار

### رقم ملس ساوه<sup>۱</sup>

## Influence of Anti-Transpirants and Shading Net on Physiological Traits of Malas Saveh Pomegranate Fruit

ابولفضل عمارلو، یاور شرفی\* و سید جلال طباطبایی<sup>۲</sup>

### چکیده

استفاده از روش‌های مختلف از جمله ماده‌های پوششی کاهنده تعرق از روش‌های افزایش کیفیت میوه انار می‌باشند. در پژوهش حاضر اثر ماده‌های کاهنده تعرق و سایبان سفیدرنگ بر ویژگی‌های فیزیولوژیک میوه‌های انار رقم ملس ساوه در سال ۱۳۹۶ بررسی شد. آزمایش در قالب طرح به‌طور کامل تصادفی در سه تکرار با هشت تیمار شامل شاهد، تالک، اکسید روی، سیلیس، کاتولین، TSZ (ترکیب تالک، سیلیس و اکسیدروی)، TSZK (ترکیب تالک، سیلیس، اکسید روی و کاتولین) و سایبان انجام گرفت. تمامی ماده‌ها با غلظت یکسان به مقدار ۲٪ و در دو نوبت، میانه خرداد و اوایل مرداد محلول پاشی شدند. فاکتورهای مهم فیزیولوژیک و کیفی میوه‌ها شامل شدت آفتاب‌سوختگی، رنگ، آنتوسیانین، ویتامین C و قندها ارزیابی شدند. نتیجه‌ها نشان داد شدت آفتاب‌سوختگی در تمامی تیمارها نسبت به شاهد کاهش یافت. آفتاب‌سوختگی در سایبان نسبت به شاهد ۱۰۰٪ کمتر بود. ماده‌های کاهنده تعرق سبب بهبود برخی از شاخص‌های کیفی میوه مثل ماده‌های جامد محلول شد و سایبان، تالک و سیلیس باعث افزایش پنج الی هشت درصدی ویتامین C نسبت به شاهد گردید. به‌طور کلی ماده‌های کاهنده تعرق باعث بهبود برخی ویژگی‌های کیفی میوه و بهبود رنگ‌گیری پوست و همچنین کاهش تعداد میوه‌های آفتاب‌سوخته از راه کاهش پنج تا هفت درجه سلسیوس دمای میوه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: انار، کاهنده تعرق، سایبان، کیفیت میوه.

### مقدمه

انار با نام علمی (*Punica granatum* L.) متعلق به تیره Punicaceae می‌باشد. انار میوه‌ای نیمه گرمسیری است که در مناطق حاشیه کویر با تابستان‌های گرم و خشک، محصول خوبی می‌دهد. انار افزون بر اینکه در نواحی خشک و نیمه گرمسیری دارای رشد و باردهی خوبی می‌باشد، تحمل آن به عوامل اکولوژیکی نیز بسیار زیاد است (۶، ۱۴، ۱۹، ۲۰). در سال‌های اخیر میوه انار به‌عنوان یک محصول صادراتی در بخش کشاورزی مورد توجه قرار گرفته است. بر اساس آمار سازمان خوارو بار جهانی، ایران به عنوان یکی از بزرگترین تولیدکنندگان و صادرکنندگان انار در دنیا مطرح است (۱۹). بنابراین، تولید این میوه می‌تواند نقش مهمی در اقتصاد کشور بر عهده داشته باشد. هم‌چنین، انار به علت وجود ماده‌های معدنی مختلف از جمله کلسیم، آهن و روی و هم‌چنین، ویتامین B<sub>1</sub>، C، B<sub>12</sub>، ریبوفلاوین و نیاسین و ویژگی‌های ضداکسیدانی بالا یک میوه ارزشمند است. فعالیت ضداکسیدانی انار به علت وجود آنتوسیانین، اسکوربیک اسید و ترکیب‌های فنولی در آریل میوه است (۱۱). میوه انار به‌طور معمول به صورت میوه کامل به فروش می‌رسد. این میوه در مکان‌هایی پرورش می‌یابد که دما به بالای ۴۰ درجه سلسیوس می‌رسد. قرار گرفتن میوه در معرض نور زیاد خورشید باعث ایجاد خسارت آفتاب‌سوختگی می‌شود و از لطافت

پوست و مرغوبیت آن می‌کاهد و میوه را غیرقابل عرضه به بازار می‌کند (۳، ۲۲). انار به علت این که به صورت انتهایی تولید میوه می‌کند و شاخه‌های نازکی دارد، با افزایش وزن میوه، شاخه‌ها خم می‌شوند و بیشتر در معرض آفتاب‌سوختگی قرار می‌گیرند. میوه انار در انتهای تابستان و ابتدای پاییز برداشت می‌شود. بنابراین، میوه‌ها در معرض گرمای شدید و نور زیاد خورشید قرار می‌گیرند و این خسارت آفتاب‌سوختگی در برخی مناطق به بیش از ۳۰٪ می‌رسد (۱۶). آفتاب‌سوختگی توسط برهمکنش دمای بالا و اشعه خورشیدی (اشعه مرئی، اشعه فرابنفش و اشعه فروسرخ) صورت می‌گیرد (۲۳، ۴، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۲۱).

گیاهان چندین سازوکار در برابر آفتاب‌سوختگی دارند که از آن جمله می‌توان به کاهش خسارت اکسیداتیو از راه تولید ماده‌های آنتی‌اکسیدانت و تضعیف اشعه فرابنفش توسط تولید رنگیزه‌های جذب‌کننده آن اشاره نمود. آنتوسیانین‌ها ویژگی‌های ضد اکسیدانی قوی از خود نشان می‌دهند. سازوکار عمل آنتوسیانین‌ها در برابر اشعه فرابنفش شامل جذب اشعه و جارو کردن گونه‌های اکسیژن فعال می‌باشد. تولید آنتوسیانین توسط نور مرئی، اشعه فرابنفش، دمای کم، تنش آب و تنش‌های مکانیکی تحریک می‌شود، اما دمای بالا همراه با نور موجب کاهش معنی‌دار غلظت آنتوسیانین در پوست میوه از راه تخریب آنتوسیانین می‌گردد (۱، ۱۳، ۱۵).

از راهکارهای مقابله با آثار سوء دمای زیاد تابستان در باغ‌های میوه، استفاده از سیستم‌های آبیاری بارانی بالادرختی برای خنک کردن درختان است. این سیستم مستلزم فناوری مدرن، هزینه زیاد و هم‌چنین، آب کافی است و گسترش برخی بیماری‌ها را به دنبال دارد. روش دیگر استفاده از شبکه‌های توری رنگی به منزله سایه‌بان است که مستلزم صرف هزینه‌های بسیار بالایی برای استقرار آن‌ها روی باغ است (۲، ۱۷). در سال‌های اخیر راهکار جدیدی مطرح شده و نتیجه‌های بسیار امیدبخشی نیز به همراه داشته است. در این روش لایه نازکی از برخی ماده‌های ریز کاهنده تعرقی نور روی تاج درختان محلول‌پاشی می‌شود که با بازتابش بخشی از نور رسیده به تاج درختان، دمای تاج درخت را به میزان قابل توجهی (۲ تا ۶ درجه سلسیوس) کاهش می‌دهند. کاهش تنش خشکی، افزایش فتوسنتز خالص و در نهایت افزایش کمی و کیفی محصول و هم‌چنین، کاهش مصرف آب از جمله سودمندی‌های این کاهش دما خواهند بود (۱۸، ۲۴).

با توجه به تأثیر منفی دمای زیاد بر مراحل رشد رویشی، زایشی و رشد و نمو گیاهان، استفاده از ترکیب‌های کاهنده‌تعرق و منعکس‌کننده نور خورشید به منظور کاهش اثر سوء دما در برخی از مناطق دنیا مرسوم شده است. بررسی‌ها نشان داده است که کاربرد کائولین به عنوان یکی از ترکیب‌های طبیعی مورد استفاده برای کاهش اثرهای منفی تنش گرمایی و آبی به علت توانایی بازتاب نور خورشید و کاهش دمای برگ و میوه در برخی از محصولات باغی موجب بهبود قابلیت میوه‌دهی و افزایش کیفیت میوه شده است (۸، ۹، ۱۲).

تأثیرات مواد کاهنده تعرق خورشید بر دمای میوه و آفتاب سوختگی متفاوت است. در یک پژوهش مشخص شد که محلول‌پاشی ماده کاهنده تعرق خورشید در ترکیب کلسیم و مِتِن و پروپیلن آفتاب سوختگی را در گریپ فروت رقم ریو-رد<sup>۱</sup> کاهش داد، اما محلول‌پاشی ماده کاهنده تعرق متن و پروپیلن به تنهایی، نه تنها آفتاب سوختگی را کاهش نداد بلکه باعث افزایش دمای برگ و میوه شد (۲۱). گزارش مشابهی نیز روی نارنگی ارائه شده است (۷). اثر تورهای کاهنده‌تگرگ با رنگ سفید روی سیب بررسی و نتیجه‌ها نشان داد که این توری‌ها باعث کاهش میزان آفتاب‌سوختگی در میوه‌های سیب رقم فوجی<sup>۲</sup> گردید، اما اثر معنی‌داری روی رقم Gala نداشت (۳). هم‌چنین در بررسی اثر سایه‌دهی روی میوه سیب رقم موندیال-گالا<sup>۳</sup> نتیجه‌های مشابه به دست آمده است (۱۲).

در این پژوهش اثر ماده‌های کاهنده تعرق شامل تالک، اکسید روی، سیلیس، کائولین، TSZ<sup>۴</sup>، TSZK<sup>۵</sup> و سایبان روی انار رقم ملس ساوه با هدف جلوگیری از آفتاب سوختگی و بهبود ویژگی‌های فیزیولوژیک، مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در تابستان سال ۱۳۹۶ در شهرستان قم و پنج کیلومتری جاده قم-کاشان روی درختان شش ساله انار رقم ملس ترش ساوه انجام گردید. این منطقه از نظر دمایی دارای تابستان‌های بسیار گرم با دماهای نزدیک به ۴۹ درجه سلسیوس در تیر و مرداد بوده که میزان خسارت آفتاب‌سوختگی انار را تشدید می‌کند. درختان به فواصل سه متر در شش متر از هم کاشته شده

۱- Rio Red -۲ Fuji -۳ Mondial Gala -۴ Talc, Silica, Zinc oxide -۵ Talc, Silica, Zinc oxide, Kaolin

بودند و آبیاری به صورت غرقابی و با دور هشت روز انجام می‌شد. منطقه آزمایش در محدوده عرض جغرافیایی ۳۶° ۳۴° شرقی و ۵۱° ۵۳° شمالی و ارتفاع حدود ۹۰۰ متری از سطح دریا قرار داشت و شرایط اقلیمی آن به صورت خشک و نیمه خشک بود. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک باغ.

Table 1. Soil physical and chemical traits of the orchard.

مقدار amount	عنصرهای خاک Soil elements
۳۰/۰۷	درصد ماسه Sand (%)
۱۰/۴۰	درصد سیلت Silt (%)
۰/۱	درصد ماده آلی Organic matter (%)
۶	درصد رس Clay (%)
۰/۰۸	درصد نیتروژن کل Total nitrogen (%)
۱۵ درصد	ظرفیت آب مزرعه Field Capacity
۲۹/۵	درصد اشباع خاک Soil saturation degree (%)
۶/۶ دسی زیمنس بر متر	هدایت الکتریکی Electrical conductivity
۱۲/۵ میلی‌گرم	فسفر P
۲۸۲ میلی‌گرم	پتاسیم K
۹۰ میلی‌گرم	کلسیم Ca
۱۶۰ میلی‌گرم	منیزیم Mg
۱ میلی‌گرم	آهن Fe
۱/۲ میلی‌گرم	منگنز Mn
۱/۱ میلی‌گرم	روی Zn

هشت ماده کاهنده تعرق همگی با غلظت دو درصد شامل کائولین (تولیدی شرکت صنعت پودر آریا)، سیلیس، پودر تالک، اکسید روی، TSZ (ترکیب پودر تالک، سیلیس، اکسید روی)، TSZK (ترکیب پودر تالک، سیلیس، اکسید روی، کائولین)، سایبان سفید رنگ با عبور نوری ۵۰ درصد و شاهد بودند. محلول‌پاشی در دو نوبت یکی ۹۰ روز پس از گلدهی که به تقریب میانه خرداد انجام شد و دومی با دو هفته فاصله از محلول‌پاشی اول یعنی در مرداد ماه صورت گرفت. محلول‌پاشی دوم در واقع همزمان با شروع دومین چرخه رشد میوه و اوج گرما و شدت تشعشع اعمال شد. محلول‌پاشی اول صبح انجام شد و درختان تا زمان چکه کردن محلول از برگ‌ها محلول‌پاشی شدند تا ماده‌های کاهنده تعرق، سطح برگ‌ها را به صورت یکنواخت و کامل بپوشاند (هر درخت ۵ لیتر). درختان مورد آزمایش در تیمار توری با توان عبور نور ۵۰ درصد به عنوان سایبان پوشیده شدند. زمان نصب توری در اواسط خرداد همزمان با شروع اولین محلول‌پاشی بود. شاخص سبزی‌نگی برگ‌ها و کارایی فتوسنتز آن‌ها که در ویژگی‌های بیوشیمیایی میوه‌ها موثر هستند، ارزیابی شد. برای اندازه‌گیری شاخص سبزی‌نگی پنج برگ از قسمت‌های مختلف درخت به صورت تصادفی انتخاب و سپس با دستگاه سبزی‌نگی‌سنج (Minolta SPAD-502 Leaf Chlorophyll Meter Japan)

شاخص سبزینگی برگ روی درخت اندازه گرفته و اعداد خوانده شد و در پایان با میانگین گرفتن از پنج مرتبه خواندن از برگ‌های مختلف شاخص سبزینگی به دست آمد. اندازه‌گیری کارایی فتوسنتزی برگ انار با دستگاه پرتابل سبزینگی فلورسانس مدل (Handy-PEA Portable Fluorometer; Hansatech, UK) انجام شد.

برای اندازه‌گیری میزان دمای برگ در طول تابستان و در اوج گرما از دستگاه ترمومتر دیجیتالی (مدل Infrared Thermometer Testo835-T1 Taiwan) استفاده شد. همچنین، محتوای نسبی آب با فرمول  $RWC = (Fw - Dw) / (Sw - Dw) \times 100$  محاسبه شد که در آن Fw شاخص وزن تر برگ بلافاصله بعد از نمونه‌برداری، Dw شاخص وزن خشک برگ بعد از قرار گرفتن در آون و Sw شاخص وزن اشباع برگ بعد از قرار گرفتن در آب مقطر بود.

وجود لکه‌های قهوه‌ای روشن تا سیاه در سطح پوست میوه به منزله آسیب آفتاب‌سوختگی در نظر گرفته شد که میزان آن به سه صورت درصد میوه‌های دارای آفتاب‌سوختگی، شدت و مساحت آفتاب‌سوختگی اندازه‌گیری شد. برای درصد میوه‌های دارای آفتاب‌سوختگی، نسبت تعداد میوه‌های آفتاب‌سوخته با هر شدت و سطحی به تعداد میوه‌های کل آن تیمار محاسبه شد.

میوه کافی و سالم بدون آلودگی و آفت در تاریخ ۱۲ مهر ۱۳۹۶ از هر درخت برداشت شد. میوه‌ها بی‌درنگ بعد از برداشت به آزمایشگاه تغذیه و تنش دانشگاه شاهد منتقل شدند و در دمای چهار درجه سلسیوس در یخچال نگهداری شدند. ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مربوط به میوه‌ها شامل آنتوسیانین، ویتامین C، قندها و پی‌اچ اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری TSS آب میوه از دستگاه قندسنج دیجیتالی (HI 96801 Romania) استفاده و عدد مربوط بر حسب درجه بریکس خوانده شد. اندازه‌گیری اسکوربیک اسید به روش تیترا با سولفات مس انجام گرفت (۹). برای اندازه‌گیری مقدار کل آنتوسیانین، از روش افتراقی پی‌اچ استفاده شد (۱۶، ۱۹).

پژوهش حاضر در قالب طرح به طور کامل تصادفی با هشت تیمار در سه تکرار به اجرا درآمد. تجزیه و تحلیل داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS ver.19 صورت گرفت و ترسیم نمودارها با کمک نرم افزار Excel انجام شد.

## نتایج و بحث

### دمای برگ

با توجه به شکل ۱ ماده‌های کاهنده تعرق به کار رفته (تالک، سیلیس، اکسید روی، کائولین، TSZ و TSZK) و توری باعث کاهش معنی‌دار دمای برگ نسبت به شاهد در مردادماه شدند که توری با کاهش دمای هشت درجه سلسیوس بهترین عملکرد را میان همه تیمارها داشت. بیشترین دما نیز در برگ گیاهان شاهد مشاهده شد. در پژوهش‌های زیادی اثر مفید سایه‌دهی بر کاهش دما و جلوگیری از آفتاب سوختگی در ارقام مختلف انار (۶، ۱۴، ۱۹)، سیب (۲، ۱۲) و مرکبات (۲۰، ۱۵) گزارش شده که به ویژگی بازتابش نور از سطح میوه و برگ و در نتیجه کاهش دمای آن‌ها برمی‌گردد.

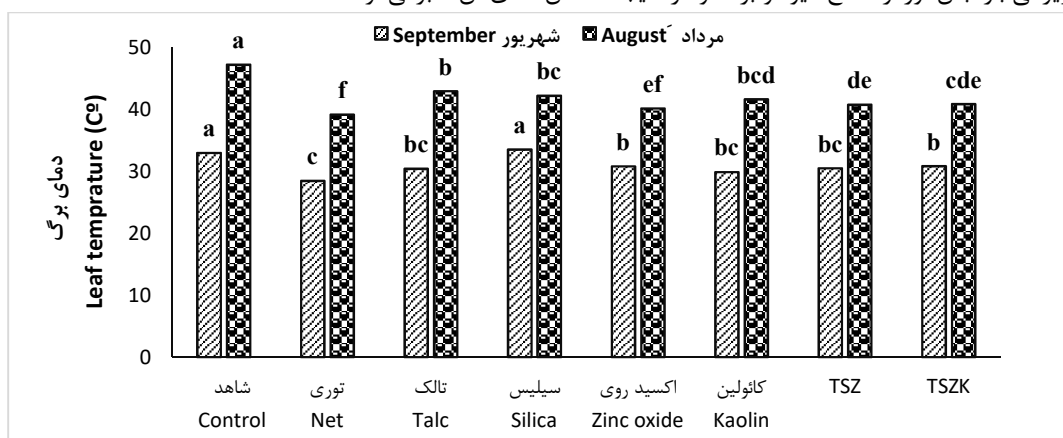


Fig 1. Effect of anti-transpirants and shading net on the pomegranate leaf temperature (Aguste and September). Means followed by the same letters in each column are not significantly different at 1% level of probability according to LSD test.

شکل ۱- اثر ماده‌های کاهنده تعرق و توری سایبان بر دمای برگ انار (مرداد و شهریور ماه). میانگین‌هایی که در هر ستون حرف‌های مشترک دارند در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند

## دمای میوه‌ها

نتیجه‌های به‌دست آمده در مرداد و شهریورماه طبق شکل ۲ نشان داد که میزان دما در شهریور نسبت به مردادماه کاهش داشته و تیمارها نسبت به شاهد تفاوت دمایی کمتری داشتند. با این وجود، ماده‌های کاهنده تعرق (تالک، اکسیدروی، کائولین، TSZ و TSZK) به جز سیلیس، دمای برگ را در شهریورماه نیز به طور معنی‌داری کاهش دادند که توری با کاهش پنج درجه‌ای بهترین عملکرد را داشت و بعد از آن کائولین با کاهش سه درجه‌ای دمای برگ در شهریور بهترین عملکرد را بین تیمارهای محلول‌پاشی شده داشت. مقایسه نتیجه‌ها نشان داد ماده‌های کاهنده تعرق تالک، اکسیدروی، کائولین، TSZ و TSZK معنی‌داری با یکدیگر نداشته و اثر مثبت یکسانی در کاهش دمای برگ داشتند. نتیجه‌های بین توری، تالک، کائولین و TSZ تفاوتی باهم نداشته و اثر یکسانی داشتند. همچنین، همه ماده‌های کاهنده تعرق (تالک، سیلیس، اکسیدروی، کائولین، TSZ و TSZK) و توری به کار گرفته شده نسبت به شاهد باعث کاهش معنی‌دار دمای میوه در مرداد ماه و شهریورماه شدند. در این میان تیمار توری با کاهش هشت درجه‌ای دمای میوه در مرداد ماه و شهریورماه بهترین عملکرد را داشت. از میان تیمارهای محلول‌پاشی شده نیز تیمار کائولین با کاهش هفت درجه‌ای دمای میوه نسبت به شاهد بهترین عملکرد را داشت. نتیجه‌ها نشان داد بین ماده‌های کاهنده تعرق تالک، کائولین، TSZ و TSZK با توری از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و این ماده‌ها می‌توانند برای کاهش اثرهای مضر دمایی به جای توری به کار گرفته شوند. با توجه به نتیجه‌های حاصل از پژوهش حاضر مشخص گردید که ماده‌های کاهنده تعرق توانایی کاهش دما را به اندازه توری داشته و می‌توانند جایگزین خوبی (با توجه به هزینه بر بودن) برای توری باشند که از جمله این ماده‌ها تالک، کائولین، اکسیدروی، TSZ و TSZK می‌باشند.

محلول‌پاشی کائولین با غلظت ۳٪ باعث کاهش معنی‌دار دمای تاج درخت در پرتقال شده است (۲۰) که نتیجه‌های پژوهش حاضر با این یافته‌ها همخوان است. همچنین، محلول‌پاشی کائولین سه درصد روی برگ درختان پسته و انار باعث کاهش پنج درجه‌ای دما نسبت به شاهد شده است (۲۳). در پژوهشی دیگر نشان داده شد که در اواسط روز با وجود دمای بالا و تشعشع برخوردی بالا، محلول‌پاشی کائولین سفید رنگ انعکاس این اشعه‌ها را از سطح برگ گل مریم افزایش داد و کاهش معنی‌داری در دمای آن ایجاد کرد.

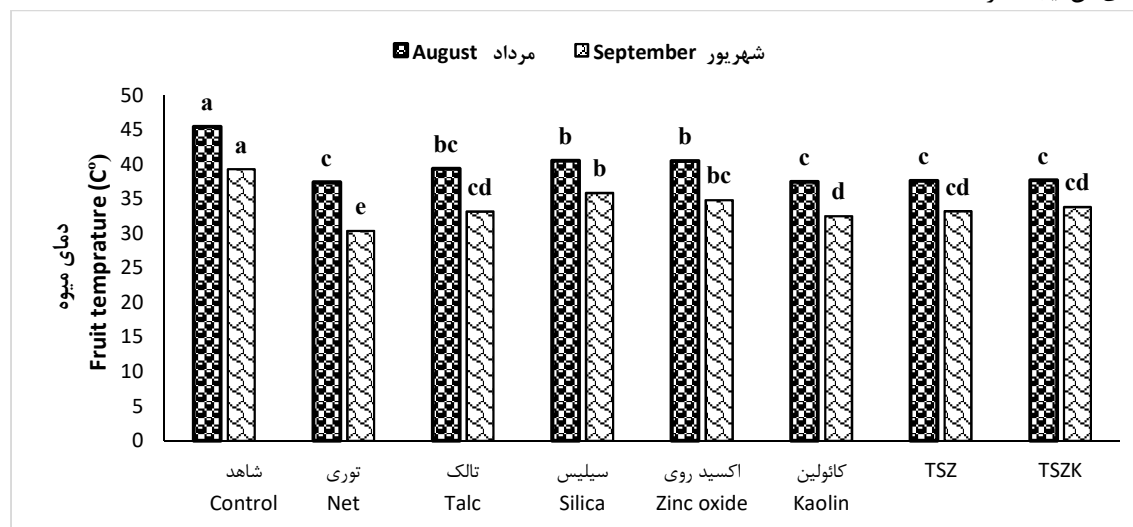


Fig 2. Effect of anti-transpirants and shading net on the pomegranate fruits temperature (August and September). Means followed by the same letters in each column are not significantly different at 1% level of probability according to LSD test.

شکل ۲- اثر ماده‌های کاهنده تعرق و توری بر دمای میوه انار (مرداد و شهریور ماه). میانگین‌هایی که در هر ستون حرف‌های مشترک دارند در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

## اندازه میوه‌ها شامل طول و قطر آن‌ها

بر اساس شکل ۳ ماده‌های ضدتعرق به طور معنی‌داری باعث افزایش طول میوه شدند. در بین ماده‌های کاهنده تعرق، TSZK

بیشترین طول میوه را نشان داد و کمترین طول میوه مربوط به تیمار شاهد بود. براساس نتیجه‌های به دست آمده، ماده‌های ضدتعرق سیلیس و کائولین تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. هم‌چنین، شکل ۳ نشان می‌دهد که ماده‌های کاهنده تعرق به کار رفته باعث افزایش قطر میوه نسبت به شاهد شدند که در این میان تنها تیمارهای تالک و TSZK به طور معنی‌داری نسبت به شاهد باعث افزایش قطر انار شدند. از نظر آماری تفاوتی بین ماده‌های ضدتعرق تالک، اکسید روی، کائولین، TSZK، TSZ و توری وجود نداشت و اثر این ماده‌ها روی قطر میوه یکسان بود. بررسی‌های انجام شده روی پسته نشان داد که تیمارهای سه و شش درصد کائولین، به طور معنی‌داری دمای خوشه میوه پسته را در سطح احتمال پنج درصد، نسبت به شاهد کاهش داد، به طوری که بیشترین کاهش دما در حدود ۲/۵ درجه سلسیوس در شرایط سایه مشاهده شد و کمترین کاهش دما حدود یک درجه سلسیوس بود (۲۳). پژوهش‌های متعدد نشان داده که دمای سطح میوه (۱۰-۵ درجه سلسیوس) با کاربرد کائولین کاهش می‌یابد (۸) بدین شکل که پوشش ذره‌های کائولین دمای سطح میوه را از راه بازتاب نور مرئی، اشعه فرسرخ و اثر فرابنفش کاهش می‌دهد (۹).

### شاخص سبزی‌نگی

براساس جدول ۱ بیشترین مقدار شاخص سبزی‌نگی در شاهد و کائولین (به ترتیب ۱۱۰ و ۱۰۵) مشاهده شد. توری نیز از نظر شاخص سبزی‌نگی با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت و سایر تیمارها با تفاوت معنی‌داری سبب کاهش شاخص سبزی‌نگی برگ انار شدند. در بین ماده‌های کاهنده تعرق TSZK و کائولین تفاوت معنی‌داری با توری وجود نداشت و این نتیجه نشان داد اثر این ماده‌ها با توری به تقریب یکسان است. هم‌چنین، بین ماده‌های TSZ، اکسید روی و سیلیس در این مورد تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. نتیجه‌ها نشان داد ماده کاهنده تعرق تالک نیز از نظر کاربرد با توری و TSZK تفاوت معنی‌داری نداشت که بدین معنی است که این ماده می‌تواند جایگزین توری در این زمینه گردد. هم‌چنین، ماده‌های ضدتعرق اکسید روی، سیلیس، تالک و TSZ باعث کاهش معنی‌داری شاخص سبزی‌نگی گردیدند که با توجه به اهمیت سبزی‌نگی برای فتوسنتز یک اثر منفی به شمار می‌رود. ماده‌های کاهنده تعرق با سازوکار بازتابش تشعشع‌های خورشید به ویژه در فصل گرما در مناطق گرم باعث کاهش دمای سطح گیاه شده و در نهایت باعث افزایش شاخص سبزی‌نگی می‌شوند که در این پژوهش نیز این پدیده اتفاق افتاد.

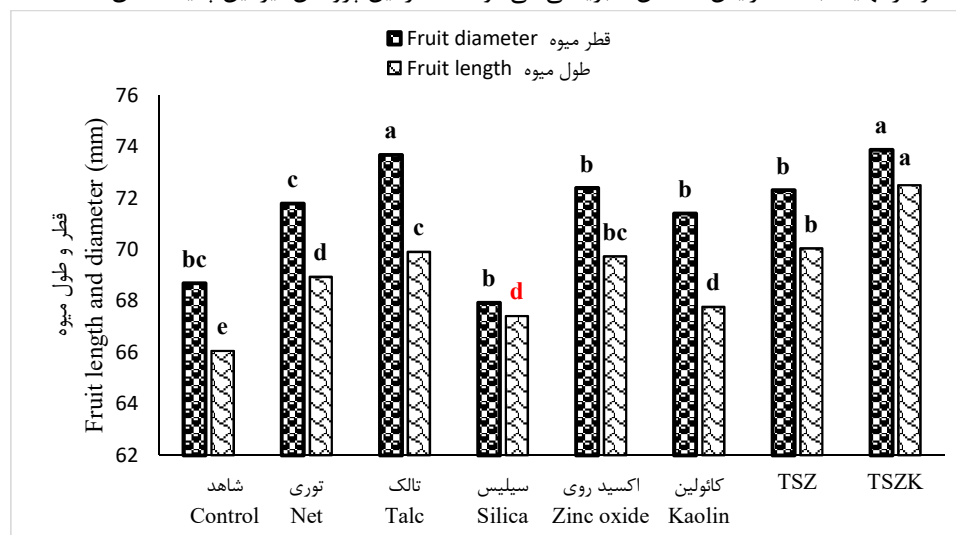


Fig 3. Effect of anti-transpirants and shading net on the pomegranate fruit length and diameter. Means followed by the same letters in each column are not significantly different at 1% level of probability according to LSD test.

شکل ۳- تاثیر مواد بازتابنده و توری بر طول و قطر میوه انار. میانگین‌هایی که در هر ستون حرف‌های مشترک دارند در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

### کارایی فتوسنتز

نتیجه‌های مقایسه میانگین‌ها نشان داد که توری نسبت به شاهد باعث افزایش کارایی فتوسنتز گردید. تیمار TSZ به‌طور

معنی‌داری سبب کاهش کارایی فتوسنتز نسبت به شاهد شد که نشان‌دهنده اثر منفی TSZ بر کارایی فتوسنتز است (جدول ۱). از نتیجه‌ها مشخص گردید تفاوت معنی‌داری بین ماده‌های ضدتعرق تالک، سیلیس، اکسید روی، کائولین و TSZK از نظر کارایی فتوسنتز با شاهد وجود نداشت و این بدین معناست که این ماده‌ها می‌توانند بدون تأثیر منفی روی فتوسنتز برای هدف مورد نظر که کاهش حرارت و دما بود، به کار گرفته شوند. به احتمال زیاد، ماده‌های کاهنده تعرق با بازتابش تشعشع‌های خورشید باعث کاهش دمای سطح گیاه و در نهایت باعث افزایش کارایی فتوسنتز شده است.

### محتوای نسبی آب برگ‌ها

مقایسه میانگین محتوای نسبی آب برگ در تیمارها نشان داد که سیلیس به طور معنی‌دار محتوای نسبی آب برگ را کاهش داد و بقیه ماده‌ها از نظر محتوای نسبی آب برگ با شاهد تفاوت معنی‌دار نداشتند، اما محتوای نسبی آب برگ در تیمارهای توری، تالک و TSZ بیشتر از شاهد بود که نشان می‌دهد این تیمارها سبب بهبود محتوای نسبی آب برگ شدند (جدول ۱). در پژوهش‌های مختلف گزارش شده است که ماده‌های کاهنده تعرق با بازتابش تشعشع‌های خورشید باعث کاهش دمای سطح گیاه و در نهایت باعث افزایش محتوای نسبی آب برگ‌ها و فتوسنتز شده است (۱۶، ۱۸).

### آفتاب سوختگی

ماده‌های ضدتعرق به کار رفته در این پژوهش به طور معنی‌داری باعث کاهش آفتاب‌سوختگی میوه شدند. در این میان توری با صفر درصد سوختگی بهترین عملکرد را بین تیمارها داشت. بیشترین سوختگی با ۷۶/۶۷ درصد مربوط به شاهد بود. تفاوت معنی‌داری بین ماده‌های کاهنده تعرق تالک، اکسید روی، کائولین، TSZ و TSZK با سایبان وجود نداشت (جدول ۱). این بدین معنی است که این ماده‌ها می‌توانند جایگزین خوبی برای توری جهت کاهش آفتاب‌سوختگی میوه باشند. در مطالعه‌ای اثر ماده‌های کاهنده تعرق در کنترل آفتاب‌سوختگی انار رقم ملس ساوه بررسی شد و نتیجه‌ها نشان داد که ماده‌های کاهنده تعرق باعث افزایش ویژگی‌های کیفی میوه و بهبود رنگ‌گیری پوست در نزدیکی زمان برداشت میوه، کاهش شدت و سطح آفتاب سوختگی میوه و کاهش تعداد میوه‌های سوخته از راه کاهش دمای میوه شدند (۱). در نتیجه‌های پژوهش‌های مختلف گزارش شده است که ماده‌هایی مثل کائولین با کاهش ۵ الی ۱۰ درجه سلسیوسی دما در سطح میوه از راه بازتاب نور مرئی، اشعه فرسورخ و اثر فرابنفش باعث خنکی میوه و جلوگیری از آفتاب سوختگی می‌شود (۱، ۹، ۱۰، ۱۱).

### رنگ پوست، رنگ آریل‌ها و رنگ آب میوه

مشخص شد که از نظر درخشندگی آب میوه و کدر بودن آن تفاوتی بین ماده‌های کاهنده تعرق و توری نسبت به شاهد مشاهده نشد، اما تیمارهای شاهد (با شاخص ۳/۲)، کائولین و اکسید روی بالاترین مقادیر را داشتند و کمترین شدت رنگ (با شاخص دو) مربوط به تیمار TSZ بود (جدول ۱). مقایسه میانگین بین تیمارهای کاهنده تعرق و شاهد نشان داد از نظر شاخص شدت رنگ آب میوه بین ماده‌های ضدتعرق و شاهد تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. (جدول ۱). نتیجه‌ها نشان داد که از نظر شاخص رنگ پوست تیمار اکسید روی به طور معنی‌داری کمترین رنگ پوست را نسبت به شاهد و سایر تیمارها داشت. تیمار تالک بیشترین رنگ پوست را داشت. بقیه تیمارها (شاهد، توری، سیلیس، کائولین، TSZ، TSZK) باعث کاهش رنگ پوست شدند، اما این کاهش از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار نبود. مطالعه‌های انجام شده روی انار نشان داد که تیمار کائولین ۲/۵ درصد و پاکت سفید به طور معنی‌داری شاخص قرمزی رنگ را نسبت به شاهد افزایش دادند (۶). محلول‌پاشی کائولین سه و شش درصد روی میوه پرتقال از نظر شاخص درخشندگی رنگ پوست تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت (۲۰). هم‌چنین، اثر کائولین سه و شش درصد باعث کاهش ته‌رنگ نسبت به شاهد گردید، اما این کاهش معنی‌دار نبود که نتیجه‌های پژوهش حاضر با این یافته‌ها همسو است. از نظر شاخص شدت رنگ نیز تیمارهای کائولین سه و شش درصد باعث افزایش شدت رنگ پرتقال شدند، اما این افزایش معنی‌دار نبوده و عدم تأثیر کائولین بر رنگ میوه در تحقیقا مختلف گزارش شده است که نتایج آنها با یافته‌های این تحقیق همسو است (۲۰).

رنگ میوه از نظر اقتصادی ارزش بالایی دارد و باعث افزایش مرغوبیت و بازارپسندی در میوه انار می‌شود. به نظر می‌رسد تیمارهای ماده‌های ضدتعرق و توری با کاهش اثر نور و دمای بالا و هم‌چنین، جلوگیری از آسیب مخرب اشعه‌های مضر و کاهش آفتاب سوختگی میوه‌ها و تغییر رنگ پوست به لکه‌های زرد رنگ، قهوه‌ای رنگ و سیاه رنگ باعث مصون ماندن میوه شده و در نتیجه منجر بهبود در رنگ‌گیری پوست انار شدند (۶).

**ماده‌های جامد محلول (TSS)، اسیدهای قابل تیترا (TA) و نسبت آن‌ها به همدیگر (TA/TSS)**

کمترین میزان ماده‌های جامد محلول در تیمار شاهد مشاهده شد و همه تیمارها باعث افزایش میزان ماده‌های جامد محلول شدند اما مقدار افزایش تیمارهای سیلیس، اکسید روی و TSZK معنی‌دار نبود و تیمارهای کائولین، تالک، TSZ و توری باعث افزایش معنی‌دار ماده‌های جامد محلول نسبت به شاهد شدند. بیشترین میزان ماده‌های جامد محلول (۱۷/۳۷ درجه بریکس) در تیمار توری و کمترین آن (۱۶/۳۴ درجه بریکس) در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۱). در پژوهشی افزایش جزئی در ماده‌های جامد محلول میوه انار بر اثر کاربرد کائولین مورد بررسی قرار گرفت. محلول‌پاشی کائولین سبب کاهش دمای برگ و میوه شده و به این علت سرعت تنفس کاهش پیدا می‌کند (۲۰). بنابراین، میزان سوختن کربوهیدرات‌ها کاهش می‌یابد و در نتیجه میزان تخصیص کربوهیدرات‌ها به هر میوه افزوده می‌شود (۹، ۱۰، ۱۱). نتیجه‌های مقایسه میانگین‌های اثر ماده‌های کاهنده تعرق و توری نشان داد این ماده‌ها تأثیر معنی‌داری روی اسیدیت قابل تیترا میوه نداشتند. نتیجه‌ها نشان داد بیشترین مقدار اسیدیت کل در تیمار شاهد و کمترین مقدار در تیمار کائولین بود (شکل ۱۲). نتیجه‌های حاصل از پژوهشی روی پرتقال رقم واشنگتن ناول<sup>۱</sup> نشان داد که محلول‌پاشی کائولین با غلظت‌های سه و شش درصد اثر معنی‌داری روی اسیدیت کل میوه نداشت، اما باعث کاهش اسیدیت کل نسبت به شاهد گردید (۲۰).

بین تیمارهای ماده‌های ضدتعرق و توری با شاهد در شاخص طعم میوه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. با این وجود تیمار کائولین با مقدار ۱۴/۴۲ بیشترین و تیمار شاهد با ۱۰/۶۳ کمترین مقدار را داشتند. نتیجه‌ها نشان داد همه تیمارها باعث بهبود شاخص طعم میوه نسبت به شاهد شدند، اما این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۱).

**هدایت الکتریکی (EC) و ترشی میوه‌ها (pH)**

تیمارهای TSZ، تالک و اکسید روی به طور معنی‌داری باعث افزایش میزان EC آب میوه نسبت به شاهد شدند. بقیه تیمارها (سیلیس، توری، کائولین و TSZK) تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند. در بین ماده‌های ضدتعرق، TSZ بیشترین (پنج دسی زیمنس) افزایش را در EC میوه داشت، اما از نظر آماری تفاوتی بین TSZ و تالک وجود نداشت. با توجه به نتیجه‌های مقایسه میانگین‌ها مشخص شد که تفاوت معنی‌داری بین ماده‌های ضدتعرق و توری نسبت به شاهد وجود نداشت. کمترین میزان pH مربوط به توری با ۳/۱۹ و بیشترین مقدار آن مربوط به تیمار TSZK با مقدار ۳/۴۳ بود (جدول ۱). محلول‌پاشی کائولین با غلظت‌های سه و شش درصد اثر معنی‌داری روی اسیدیت کل میوه پرتقال رقم واشنگتن ناول نداشت، اما باعث کاهش اسیدیت کل نسبت به شاهد گردید (۲۰) که دلیل احتمالی این نتیجه‌ها را کاهش دمای میوه‌ها توسط کائولین می‌دانند.

**محتوای آنتوسیانین، فنول کل و اسکوربیک اسید میوه‌ها**

از مقایسه نتیجه‌های به دست آمده از مقایسه میانگین تیمارهای ضدتعرق مشخص شد که تیمارهای اکسید روی و TSZ به طور معنی‌داری نسبت به شاهد باعث افزایش میزان اسکوربیک اسید میوه شدند. بقیه تیمارهای به کار رفته نیز باعث افزایش اسکوربیک اسید میوه شدند، اما این افزایش معنی‌دار نبود (جدول ۱). همچنین، نتیجه‌ها نشان داد بین تیمارهای محلول‌پاشی شده و تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری در میزان آنتوسیانین مشاهده نگردید و تنها تیمار توری با افزایش میزان آنتوسیانین، تفاوت معنی‌داری با شاهد داشت (جدول ۱). نور اثرهای متضادی بر ساخت آنتوسیانین دارد. از یک طرف نور پیش‌نیاز ساخت آنتوسیانین است و برای ساخت آنتوسیانین در برخی گیاهان ضروری است و از طرف دیگر عامل مهمی در کاهش رنگ از راه تخریب آنتوسیانین می‌باشد. نور میزان ساخت رنگیزه آنتوسیانین را با تأثیر بر بیان ژن‌های ساختاری و تنظیمی دخیل در سنتز آنتوسیانین زیر تأثیر قرار می‌دهد. از نتیجه‌های بالا مشخص شد که ماده‌های پوششی نظیر توری، سایبان و پاکت با بلوکه کردن نورهای مضر باعث بهبود رنگ‌گیری و هم‌چنین باعث افزایش آنتوسیانین شدند.

با توجه به نتیجه‌های جدول ۱، تیمار شاهد بیشترین و کائولین کمترین میزان فنول آب میوه را داشتند. بررسی‌های انجام شده روی انار نشان داد تیمار کائولین باعث کاهش فنول آب میوه شد، اما این کاهش معنی‌دار نبود. هم‌چنین، پاکت سبز رنگ کشیده شده روی میوه باعث کاهش معنی‌دار فنول آب میوه گردید. در بین ترکیب‌های فنولی مختلف، آنتوسیانین‌ها و پس از آن‌ها فلاونوئید بیشتر به نور حساس هستند (۶). این موضوع می‌تواند به نقش تنظیم‌کنندگی نور در بیان بسیاری از آنزیم‌های

سوخت و ساز ترکیب‌های فنولی ارتباط داشته باشد (۶). مطالعه اثر ماده‌های کاهنده تشعشع بر درصد و ترکیب اسیدهای چرب روغن زیتون رقم ماری نشان داد که ماده‌های کاهنده تعرق باعث افزایش درصد روغن، از راه کاهش دمای میوه و بهبود وضعیت ترکیب اسیدهای چرب از راه افزایش اسیدهای چرب تک‌شاخه‌ای غیر اشباع به ویژه اولئیک اسید می‌شوند (۱۶). بنابراین، با توجه به اثر مثبت ماده‌های کاهنده تعرق بر ویژگی‌های کیفی میوه زیتون و افزایش درصد روغن از راه کاهش دمای برگ و میوه می‌توان آن‌ها را در مناطق گرم و خشک به صورت محلول‌پاشی در پرورش زیتون توصیه نمود.

### نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر، تیمارهای ماده‌های کاهنده تعرق شامل تالک، سیلیس، اکسید روی، کائولین، TSZ و TSZK در غلظت دو درصد و تیمار سایبان نتیجه قابل قبول و معنی‌داری با کاهش دو تا هشت درجه‌ای دمای برگ و میوه بر افزایش ویژگی‌های کیفی میوه‌های انار رقم ملس ساوه داشتند. در مجموع این ماده‌ها با پوشش دادن سطح میوه باعث بهبود رنگ‌گیری میوه انار شدند و در نتیجه بازارپسندی میوه را افزایش دادند. البته، ماده‌های ضدتعرق و توری با توجه به ایجاد پوشش روی برگ باعث کاهش میزان سبزی‌نگی نسبت به شاهد شدند که یک اثر منفی تلقی می‌گردد و برای استفاده از این ماده‌ها باید جانب احتیاط رعایت شده و یا در غلظت‌های کمتر مورد استفاده قرار گیرند. ماده‌های ضدتعرق باعث افزایش طول و قطر میوه شده و در نتیجه میوه‌های بزرگتری تولید کردند که باعث افزایش عملکرد می‌شود. با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان نتیجه گرفت که این ماده‌ها می‌توانند راهکار مناسبی برای افزایش کیفیت میوه‌ها و کاهش خسارت آفتاب‌سوختگی در مناطق گرم مانند قم باشند که باعث افزایش کیفیت ظاهری و بازارپسندی میوه می‌شود.

### سپاسگزاری

نتیجه‌های پژوهش حاضر حاصل طرح پژوهشی مصوب سازمان برنامه و بودجه بوده که بدینوسیله از معاونت محترم توسعه امور علمی و فرهنگی سازمان مدیریت و برنامه ریزی و جهاد دانشگاهی تقدیر و تشکر می‌گردد.

جدول ۲- اثر ماده‌های کاهنده تعرق و توری سایبان بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی و ویژگی‌های کیفی میوه انار.

Table 2. Effects of anti-transpirants and shading net on the physiological trait and quality attributes of pomegranate fruit.

تیمار Treatment	شاخص سبزی‌نگی Chlorophyll index	کارایی فتوسنتز Photosynthesis efficiency (Fv/Fm)	محتوای نسبی آب برگ‌ها Leaf humidity ratio (%)	آفتاب سوختگی Sunburn (%)	رنگ آریل Aril color	رنگ آبمیوه Fruit juice color	رنگ پوست Skin color
شاهد Control	106/03 <sup>a</sup>	0/60 <sup>b</sup>	36/95 <sup>a</sup>	76/67 <sup>a</sup>	3/17 <sup>a</sup>	92/23 <sup>a</sup>	2/50 <sup>ab</sup>
توری Net	92/80 <sup>abc</sup>	0/70 <sup>a</sup>	37/48 <sup>a</sup>	0/00 <sup>c</sup>	2/67 <sup>ab</sup>	89/33 <sup>a</sup>	2/33 <sup>ab</sup>
تالک Talc	82/87 <sup>c</sup>	0/60 <sup>b</sup>	39/41 <sup>a</sup>	40/00 <sup>c</sup>	2/84 <sup>ab</sup>	91/60 <sup>a</sup>	2/83 <sup>a</sup>
سیلیس Silica	59/60 <sup>d</sup>	0/60 <sup>b</sup>	32/76 <sup>ab</sup>	60/00 <sup>b</sup>	2/84 <sup>ab</sup>	87/00 <sup>a</sup>	2/50 <sup>ab</sup>
اکسید روی Zinc oxide	52/60 <sup>d</sup>	0/60 <sup>b</sup>	36/12 <sup>ab</sup>	43/33 <sup>c</sup>	3.00 <sup>ab</sup>	92/20 <sup>a</sup>	1/83 <sup>b</sup>
کائولین Kaolin	102/33 <sup>ab</sup>	0/60 <sup>b</sup>	36/78 <sup>ab</sup>	36/67 <sup>c</sup>	2/17 <sup>ab</sup>	91/67 <sup>a</sup>	2/33 <sup>ab</sup>
تالک، سیلیس، روی (TSZ)	67/13 <sup>d</sup>	0/50 <sup>c</sup>	38/87 <sup>a</sup>	50/00 <sup>bc</sup>	2.00 <sup>b</sup>	86/67 <sup>a</sup>	2/33 <sup>ab</sup>
تالک، سیلیس، روی و کائولین (TSZK)	88/40 <sup>bc</sup>	0/60 <sup>b</sup>	36/16 <sup>ab</sup>	40/00 <sup>c</sup>	2/67 <sup>ab</sup>	82/43 <sup>a</sup>	2/50 <sup>ab</sup>

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at 1% level of probability according to LSD test.

میانگین‌هایی که در هر ستون حرف‌های مشترک دارند در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند

Table 2. Continued.

تیمار Treatment	ماده‌های جامد محلول TSS (Brix)	اسیدهای قابل تیتر آمیوه Titratable acidity (%)	نسبت اسید به قند TA/TSS	اسکوربیک‌اسید Acid scorbic (mg/100g)	هدایت الکتریک Electrical conductivity (dS/m)	ترشی pH	آنتوسیانین Anthocyanin (mg/100g)	فنول آمیوه Fruit juice phenol (mg L <sup>-1</sup> )
شاهد Control	16/34 <sup>b</sup>	1/62 <sup>a</sup>	10/63 <sup>a</sup>	18/48 <sup>b</sup>	4/37 <sup>bc</sup>	3/40 <sup>a</sup>	77/63 <sup>bc</sup>	29/50 <sup>a</sup>
توری Net	17/37 <sup>a</sup>	1/54 <sup>a</sup>	11/77 <sup>a</sup>	19/36 <sup>ab</sup>	4/34 <sup>bc</sup>	3/19 <sup>a</sup>	111/26 <sup>a</sup>	23/48 <sup>bc</sup>
تالک Talc	17/34 <sup>a</sup>	1/50 <sup>a</sup>	11/62 <sup>a</sup>	19/65 <sup>ab</sup>	4/67 <sup>ab</sup>	3/30 <sup>a</sup>	87/44 <sup>b</sup>	24/58 <sup>bc</sup>
سیلیس Silica	17/04 <sup>ab</sup>	1/24 <sup>a</sup>	13/8 <sup>a</sup>	20/83 <sup>ab</sup>	4/40 <sup>ab</sup>	3/36 <sup>a</sup>	76/90 <sup>bc</sup>	26/24 <sup>ab</sup>
اکسید روی Zinc oxide	17/04 <sup>ab</sup>	1/45 <sup>a</sup>	12/04 <sup>a</sup>	22/29 <sup>ab</sup>	4/70 <sup>b</sup>	3/22 <sup>a</sup>	84/15 <sup>b</sup>	23/48 <sup>bc</sup>
کانولین Kaolin	17/20 <sup>a</sup>	1/19 <sup>a</sup>	14/42 <sup>a</sup>	19/95 <sup>ab</sup>	4/27 <sup>c</sup>	3/35 <sup>a</sup>	60/37 <sup>c</sup>	22/09 <sup>c</sup>
تالک، سیلیس، روی (TSZ)	17/30 <sup>a</sup>	1/37 <sup>a</sup>	13/13 <sup>a</sup>	22/29 <sup>a</sup>	5/10 <sup>a</sup>	3/33 <sup>a</sup>	83/86 <sup>b</sup>	26/60 <sup>ab</sup>
تالک، سیلیس، روی و کانولین (TSZK)	16/80 <sup>ab</sup>	1/28 <sup>a</sup>	13/20 <sup>a</sup>	21/71 <sup>ab</sup>	4/37 <sup>bc</sup>	3/43 <sup>a</sup>	80/46 <sup>b</sup>	26/23 <sup>ab</sup>

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at 1% level of probability according to LSD test.

میانگین‌هایی که در هر ستون حرف‌های مشترک دارند در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند

## References

1. Abolfazl, E., Y. Sharafi, and S.J. Tabatabaei. 2020. Control of sunburn with anti-transpirants in pomegranate cultivar Malas Saveh. *Res. Pomol.* 5: 31-44.
2. Aly, M., N.A. El-Megeed and R.M. Awad. 2010. Reflective particle films affected on, sunburn, yield, mineral composition and fruit maturity of 'Anna' apple (*Malus domestica*) trees. *Res. J. Agr. Biol. Sci.* 6(1): 84-92.
3. Amarante, C.V.T., C.A. Steffens and L.C. Argenta. 2011. Yield and fruit quality of 'Gala' and 'Fuji' apple trees protected by white anti-hail net. *Sci. Hort.* 129(1): 79-85.
4. Borochoy-Neori, H., S. Judeinstein, E. Tripler, M. Harari, A. Greenberg, I. Shomer and D. Holland. 2009. Seasonal and cultivar variations in antioxidant and sensory quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. *J. Food Comp. Anal.* 22(3): 189-195.
5. Brillante, L., N. Belfiore, F. Gaiotti, L. Lovat, L. Sansone, S. Poni and D. Tomasi. 2016. Comparing kaolin and pinolene to improve sustainable grapevine production during drought. *PLoS ONE.* 11, e0156631.
6. Ehteshami, S., H. Sari Khani and A. Ershadi. 2013. The effect of using kaolin and gibberellic acid on some quality characteristics and reducing sunburn of Pomegranate fruit (*Punica granatum*) cultivar "Robab Neyriz". *Plant Prod. Tech.* 3(1):24-15. (In Persian).
7. Ennab, H.A., S.A. El-Sayed and M.M.S. Abo El-Enin. 2017. Effect of kaolin applications on fruit sunburn, yield and fruit quality of Balady Mandarin (*Citrus reticulata*, Blanco). *Menoufia J. Plant Prod.* 2: 129-138.
8. Felicetti, D.A. and L.E. Schrader. 2008. Photooxidative sunburn of apples: Characterization of a third type of apple sunburn. *Inter. J. Fruit Sci.* 8: 160-172.
9. 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. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 127: 188-193.
10. Glenn, D.M. 2012. The mechanisms of plant stress mitigation by kaolin-based particle films and applications in horticultural and agricultural crops. *HortScience*, 47: 710-711.
11. Holland, D., K. Hatib and I. Bar-Ya'akov. 2009. Pomegranate: botany, horticulture, breeding. *Hort. Rev.* 35: 127-191.
12. Iglesias, I. and S. Alegre. 2006. The effect of anti-hail nets on fruit protection, radiation, temperature, quality and profitability of 'Mondial Gala' apples. *J. Appl. Hort.* 8(2): 91-100.
13. Jalikop, S., R. Venugopalan, and R. Kumar. 2010. Association of fruit traits and aril browning in pomegranate (*Punica granatum* L.). *Euphytica*, 174(1): 137-141.
14. Kavand, M., K. Arzani, M. Barzegar and M. Mirlatif. 2018. The effect of canopy, kaolin foliar application, fruit thinning and supplementary irrigation on reducing the complication of Ariel pomegranate bleaching of Saveh Mels sour cultivar. *J. Crop Seedl. Seed.* 33-2 (1): 112-85. (In Persian).
15. Lee, T.C., P.J. Zhong and P.T. Chang. 2015. The effects of preharvest shading and postharvest storage temperatures on the quality of 'Ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco) mandarin fruits. *Sci. Hort.* 188: 57-65.
16. Mahzoon, J., Y. Sharafi and S.J. Tabatabaei. 2020. Effects of radiation reflectants on the oil content and fatty acids profile of olive cultivar "Mary". *Res. Pomol.* 5: 76-89.
17. Melgarejo, P., J.J. Martínez, F. Hernández, R. Martínez-Font, P. Barrows, A. Erez, F. Hernández. 2004. Kaolin treatment to reduce pomegranate sunburn. *Sci. Hort.* 100: 349-353.
18. Mishra, D., A. Tripathi and P. Nimbolkar. 2016. Review on physiological disorders of tropical and subtropical fruits: Causes and management approach. *Inter. J. Agr. Environ. Biotech.* 9 (925): 43-56.
19. Moradi Nejad, F., M. Tailor and F. Hamedi. 2019. The effect of pre-harvest packing on the amounts of calcium, potassium, iron and quality of Shisheh Kob pomegranate fruit in cold storage. *Hort. Plants Nutr.* 1(2): 50-37. (In Persian).
20. Mozaffari Fard, M. 2014. The effect of kaolin concentrations on quantitative and qualitative characteristics of Washington Novell orange cultivar during harvest and cold storage. Master Thesis, Shiraz University. (In Persian).
21. Rodriguez, J., A. Anoruo, J. Jifon and C. Simpson. 2019. Physiological effects of exogenously applied reflectants and anti-transpirants on leaf temperature and fruit sunburn in citrus. *Plants*, 8(549): 2-16. DOI: 10.3390/plants8120549.
22. Schrader, L., J. Sun, J. Zhang, D. Felicetti and J. Tian. 2008. Heat and light-induced apple skin disorders: Causes and prevention. *Act Hort.* 772: 51-58.
23. Vatan dost, s. 2014. Effects of thin coating of processed kaolin on some important physiological and phenological characteristics of *Pistacia vera* pistachio and *Punica granatum* L. Ph.D. thesis, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian).
24. Weerakkody, P., J. Jobling M.M.V. 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. *Sci. Hort.* 124: 57-61.
25. Zandalinas, S.I., R. Mittler, D. Balfagón, V. Arbona and A. Gómez-Cadenas. 2018. Plant adaptations to the combination of drought and high temperatures. *Physiol. Plant.* 162: 2-12.

## **Influence of Anti-Transpirants and Shading Net on Physiological Traits of Malas Saveh Pomegranate Fruit**

**A. Emarlou, Y. Sharafi\* and S.J. Tabatabai<sup>1</sup>**

Recently, new and various methods such as anti-transpiration coatings are used for increasing the quality of pomegranate fruit. In the present study, the effect of antiperspirants and shading net on physiological characteristics of pomegranate fruits of Malas Saveh cultivar was investigated in 2017. The experiment was based on a completely randomized design in three replications with eight treatments including control, talc, zinc oxide, silica, kaolin, TSZ (talc, silica, zinc oxide), TSZK (talc, silica, zinc oxide and kaolin) and shading net. Foliar application of all treatments was carried out at 2% concentration in both late June and early August. Important physiological factors of fruits including color and anthocyanin, vitamin C, and sugars content were evaluated. The results showed that TSZK and talc increased fruit diameter by 5% and 10%, respectively. The shading net reduced fruit sunburn by 100% compared to the control. Shading net, talc and silica caused a five to eight percent increase in vitamin C in comparison to the control. Shading net, talc, kaolin, and TSZ increased fruit TSS by two to three percent. However, the anti-transpiration materials improved some of the fruit's qualitative characteristics and improved skin color, reducing the number of burnt fruits by reducing fruit temperature by five to seven centigrade.

**Keywords:** Pomegranate, Anti-transpirants, Shading, Fruit quality.

---

1. Former M.Sc. Student, Horticultural Science, Associate Professor and Professor of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran, respectively.

\* Corresponding Author: Email:( [y.sharafi@shahed.ac.ir](mailto:y.sharafi@shahed.ac.ir))