

تاثیر کاربرد کائولین و جیبرلیک اسید بر برخی ویژگی‌های کیفی و کاهش آفتاب سوختگی میوه انار (*Punica granatum*) رقم «رباب نیریز»

Effect of Kaolin and Gibberellic Acid Application on Some Qualitative Characteristics and Reducing the Sunburn in Pomegranate Fruits (*Punica granatum*) cv. 'Rabab Neiriz'

سکینه احتشامی^۱، حسن ساری خانی^{۲*} و احمد ارشادی^۲

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر تیمارهای کائولین و جیبرلیک اسید بر کاهش خسارت آفتاب سوختگی و کیفیت میوه انار رقم «رباب نیریز» انجام شد. تیمار کائولین در دو غلظت ۲/۵ و ۵ درصد از اواسط خردادماه در سه نوبت با فاصله زمانی یک ماه روی شاخه‌ها و میوه‌ها و تیمار جیبرلیک اسید با غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر هم‌زمان با مرحله اول تیمار کائولین به‌صورت جداگانه انجام شد. نتایج نشان داد که کاربرد کائولین با غلظت ۵ درصد باعث افزایش اندازه میوه و آریل و کاهش ضخامت پوست میوه نسبت به تیمارهای دیگر شد. میوه‌های تیمار شده با کائولین ۲/۵ و ۵ درصد و جیبرلیک اسید در مقایسه با شاهد میزان آب دانه‌ی بیش‌تری داشتند. اگرچه کائولین ۵ درصد باعث کاهش محتوای آنتوسیانین آریل‌ها شد. تیمار جیبرلیک اسید باعث کاهش شدت و درصد آفتاب سوختگی نسبت به تیمار شد. کم‌ترین درصد و شدت آفتاب سوختگی در تیمارهای کائولین مشاهده گردید که از این لحاظ اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای ۲/۵ و ۵ درصد آن مشاهده نشد. در کل، کاربرد کائولین به‌طور موثری می‌تواند باعث کاهش آفتاب سوختگی و افزایش کیفیت میوه‌ی انار رقم «رباب نیریز» شود.

واژه‌های کلیدی: انار، آنتوسیانین، آفتاب سوختگی و ضخامت پوست

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

۲- استادیاران گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

*: نویسنده مسوول Email: sarikhani@basu.ac.ir

دهنده و سایه کردن میوه با پوشش‌هایی مانند پاکت‌های کاغذی (بازیکی و کایناک، 2006) و یا استفاده از مواد منعکس کننده نور مانند کائولین (ملگارجو^۷ و همکاران، 2003) و مواد شیمیایی مانند ویتامین E و ضد آفتاب‌های تجاری (گلن و همکاران، 2002) می‌توانند بر کاهش آفتاب سوختگی میوه‌ها موثر باشند. استفاده از مواد منعکس کننده به علت سهولت استفاده و هزینه کمتر در کشورهای توسعه یافته، ترجیح داده می‌شود (پاراچومچوک و مهرویک، 1996 و ملگارجو و همکاران، 2003).

مهم‌ترین ویژگی این مواد شیمیایی رنگ سفید و انعکاس نور است که در بین این مواد، کائولین به‌عنوان یک ماده بی‌خطر در کشاورزی ارگانیک برای کاهش موثر آفتاب سوختگی روی میوه‌های مختلف پیشنهاد شده است (گلن و همکاران، 1999؛ وند^۸ و همکاران، 2006 و ویرکودی^۹ و همکاران، 2009). این ماده در ابتدا برای کنترل آفات مورد استفاده قرار گرفت. کائولین هم‌چنین ممکن است بلوغ و کیفیت داخلی میوه را تحت تأثیر قرار دهد و در مواردی گزارش شده است که بلوغ را به تأخیر می‌اندازد (گلن و همکاران، 2002). محلول‌پاشی با کائولین دمای سطح میوه را کاهش می‌دهد و باعث بهبود رنگ قرمز در سیب و کاهش آفتاب سوختگی می‌شود (گلن و همکاران، 2002 و وند و همکاران، 2006). وند و همکاران (2005) گزارش کردند که کاربرد کائولین تأثیری بر آنتوسیانین پوست یا محتوای فنول در میوه‌های تیمار شده ندارد.

غلظت‌های مختلف جیبرلیک اسید برای کنترل ترک خوردگی انار استفاده شده‌اند که در غلظت‌های بالاتر از ۵۰ میلی‌گرم در لیتر کاهش زنگار و ترک خوردگی میوه گزارش شده است (ایلماز و زگان^{۱۰}، 2006 و شارما و بلسار^{۱۱}، 2011). جیبرلیک اسید با تأثیر بر پوست میوه و افزایش کشش پذیری آن، باعث کاهش ترک خوردگی پوست میوه می‌گردد (محمد^{۱۲}، 2004). غلظت‌های پایین آن تأثیر چندانی بر ضخامت پوست و کاهش ترک خوردگی ندارد اما در غلظت ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش ضخامت پوست و کاهش آفتاب سوختگی شده است (محمد، 2004 و پاوار^{۱۳} و همکاران، 2005). با توجه به این‌که ضخامت پوست و کشش

انار (*Punica granatum* L.) یکی از قدیمی‌ترین میوه‌هایی است که در ایران کشت می‌شود. این گیاه بومی مناطق مرکزی آسیا از ایران تا هیمالیا است (جکسون و لونی^۱، 1999). در حال حاضر کشور ایران با داشتن بیش از ۵۷۰۰۰ هکتار باغ انار و تولید حدود ۷۵۰ هزار تن میوه، بزرگ‌ترین تولید کننده و صادر کننده انار دنیاست (طباطبایی، ۱۳۸۸). بیشتر مناطق انارکاری ایران در مناطق گرم و خشک استان‌های فارس، مرکزی، اصفهان و یزد قرار دارند و آفتاب سوختگی تابستانه در این مناطق یک پدیده شایع است که در مواردی باعث از بین رفتن بیش از ۴۰ تا ۵۰ درصد از کل محصول تولید شده می‌شود (شاکری، ۱۳۸۵).

آفتاب سوختگی به‌وسیله گرمای زیاد و اشعه خورشید به‌ویژه اشعه ماورای بنفش ایجاد (گلن^۲ و همکاران، 2002) و باعث تغییر رنگ پوست میوه به زرد یا برنزه می‌شود (شراذر^۳ و همکاران، 2009). آسیب‌های اولیه آفتاب سوختگی شامل تغییر رنگ یا سوختگی سطحی میوه است که در حالت شدید، پوست میوه از قهوه‌ای به سیاه تغییر رنگ می‌دهد و کاهش محتوی آب و خشکی آریل‌ها مشاهده می‌شود (بازیکی^۴ و کایناک، 2006). به‌دلیل خشکی پوست در میوه‌های آفتاب سوخته ترک خوردن میوه نیز مشاهده می‌گردد. در بسیاری از موارد، این میوه‌ها دارای حبه‌های کم آب و سفید رنگ در قسمت زیر بخش آفتاب سوخته هستند که این موضوع باعث کاهش ارزش آن‌ها حتی برای فرآوری می‌شود (شاکری و همکاران، ۱۳۸۵). رابطه بین تنش گرما و نور برای آفتاب سوختگی به‌طور مستقیم روشن نشده است، برخی از پژوهش‌گران بیان کرده‌اند که آفتاب سوختگی به‌وسیله تقابل دما و نور شدید رخ می‌دهد (گلن و همکاران، 2002 و شراذر و همکاران، 2009). به‌طور معمول در سال‌های اول باردهی درخت، به‌علت پوشش برگی کم میوه‌ها در بخش جنوب غربی درخت بیشتر دچار آسیب می‌شوند (گیندبا و وند^۵، 2007).

رژیم آبیاری و کود دهی مناسب، از طریق کمک به رشد رویشی و محافظت میوه‌ها به‌وسیله برگ‌ها؛ عارضه آفتاب سوختگی را کاهش می‌دهد (گلن و همکاران، 2002). روش‌های مختلفی مانند خنک کردن تبخیری در دماهای خیلی بالا (پاراچومچوک و مهرویک^۶، 1996)، مواد پوشش

7. Melgarejo *et al.*
8. Wand *et al.*
9. Weerkody *et al.*
10. Yılmaz and Özgüven
11. Sharma and Belsare
12. Mohamed
13. Pawar *et al.*

1. Jackson and Looney
2. Glenn *et al.*
3. Schrader *et al.*
4. Yazici and Kaynak
5. Gindaba and Wand
6. Parchomlochuk and Meherruk

میکرولیتر از آن با ۱۵۰۰ میکرولیتر معرف فولین رقیق شده (با نسبت یک به ۱۰) ترکیب شد. پس از پنج دقیقه ۱۲۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم ۷ درصد به آن اضافه شد و پس از ۹۰ دقیقه، جذب آن با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (کری ۱۰۰، ساخت شرکت واریان، آمریکا) در طول موج ۷۶۰ نانومتر اندازه گیری شد و با مقایسه با منحنی استاندارد گالیک اسید، محتوای فنل کل براساس میلی گرم اسید گالیک در گرم آب میوه بیان گردید.

فعالیت آنتی اکسیدانی با استفاده از بررسی روش برن-ویلیامز^۲ و همکاران (1995) اندازه گیری شد. از عصاره متانولی تهیه شده برای اندازه گیری فنل کل، ۵۰۰ میکرولیتر برداشته شد و به همراه ۵۰۰ میکرولیتر آب مقطر به مدت ۵ دقیقه با ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه در دمای اتاق سانتیفریوژ شد و سپس ۷۵ میکرولیتر از فاز رویی به همراه ۲۹۲۵ میکرولیتر محلول DPPH (۰/۰۲۴ گرم DPPH با متانول ۸۵٪ به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد) ورتکس شد. سپس جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (کری ۱۰۰، ساخت شرکت واریان، آمریکا) اندازه گیری و پس از گذشتن ۳۰ دقیقه، دوباره جذب نمونه‌ها اندازه گیری شده و با استفاده از رابطه زیر درصد باز ماندگی آب میوه تیمارهای مختلف محاسبه گردید.

$$[A_{410} - A_{E30} / A_{410}] \times 100 = \text{فعالیت آنتی اکسیدانی (درصد)}$$

A_{410} جذب نمونه در زمان صفر و A_{E30} جذب نمونه پس از ۳۰ دقیقه

آنتوسیانین کل با استفاده از روش اختلاف pH بین دوسیستم بافری بر اساس روش گیوستی و رولستاد^۳ (2001) اندازه گیری شد. در این روش پس از آماده سازی عصاره آب میوه در دو بافر با اسیدیته ۱ و ۴/۵، جذب نمونه‌ها در طول موج‌های ۵۱۰ و ۷۰۰ نانومتر اندازه گیری شده و آنتوسیانین کل براساس سیانیدین-۳- گلوکوزاید به عنوان آنتوسیانین غالب انار با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید.

$$[A \times MW \times DF \times 100] / MA = \text{آنتوسیانین کل}$$

$$A = (A_{510} - A_{700}) pH_{1.0} - (A_{510} - A_{700}) pH_{4.5}$$

که در آن، MW وزن مولکولی آنتوسیانین غالب، df فاکتور رقت (=۱) و MA ضریب جذب مولی سیانیدین-۳- گلوکوزاید (۲۶/۹۰۰) است.

وجود لکه‌های قهوه‌ای روشن تا سیاه در سطح پوست میوه به عنوان آسیب آفتاب سوختگی در نظر گرفته شد که میزان آن به دو صورت درصد و شدت آفتاب سوختگی اندازه

پذیری آن نیز می‌تواند بر میزان آفتاب سوختگی موثر باشد، در پژوهش حاضر تنها یک غلظت بالای آن بر کنترل آفتاب سوختگی با کاربرد کائولین مقایسه گردید.

انار رقم «رباب نیریز» یکی از مهم‌ترین ارقام انار مورد کشت در استان فارس است که به علت شدت بالای آفتاب در مناطق انار کاری این استان، بخش زیادی از محصول آن به ویژه در سال‌های اول باردهی به دلیل خسارت آفتاب سوختگی از بین می‌رود. بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر کاربرد کائولین و هم‌چنین تیمار جیبرلیک اسید بر کاهش آفتاب سوختگی و کیفیت میوه انار رقم «رباب نیریز» انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در یک باغ الگویی در شهرستان ممسنی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و چهار درخت در هر تکرار روی انار رقم «رباب نیریز» در سال ۱۳۹۰ به اجرا درآمد. تیمارها شامل کائولین در دو غلظت ۲/۵ و ۵ درصد و جیبرلین با غلظت ۱۵۰ میلی گرم در لیتر و شاهد (تیمار آب مقطر) بود. اولین محلول پاشی کائولین روی درخت در اواسط خرداد (۳۵ روز پس از تمام گل) انجام شد و در ادامه فصل رشد و با فاصله ۳۰ روز دو بار دیگر محلول پاشی تکرار شد. محلول پاشی شاخه‌ها با جیبرلین تنها یک بار و در اواسط خرداد، هم‌زمان با مرحله اول محلول پاشی کائولین، صورت گرفت. میوه‌ها در مرحله بلوغ تجاری و در اواخر مهر ماه برداشت شده و به آزمایشگاه پژوهشی گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا منتقل شدند.

برای ارزیابی صفات کمی و کیفی، ۹ میوه از هر درخت انتخاب و صفاتی از قبیل: وزن، طول، قطر و ضخامت پوست و هم‌چنین طول و عرض دانه‌ها اندازه گیری شدند. مواد جامد محلول با استفاده از رفراکتومتر دستی (مدل NI ساخت شرکت آتاگو ژاپن) و pH آب میوه از دستگاه pH متر (مدل AG ساخت شرکت متروهم، سوئیس) در دمای آزمایشگاه اندازه گیری شدند. محتوای آب پوست و آب حبه به ترتیب با استفاده از وزن کردن ۵ دیسک به قطر ۱۰ میلی متر و ۱۰۰ حبه و سپس وزن خشک آن محاسبه گردید. سفتی حبه‌ها با استفاده از دستگاه تست مواد (ساخت شرکت زویک، آلمان) اندازه گیری شد.

محتوای فنول کل با استفاده از معرف فولین-سیکالته (سینگلتن و روسی^۱، 1965) اندازه گیری شد. به طور خلاصه، ۰/۵ گرم آب میوه با ۳ میلی لیتر متانول ۸۵٪ مخلوط شده و ۳۰۰

2. Brand-Williams
3. Giusti and Wrolstad

1. Singleton and Rossi

افزایش اندازه میوه تاثیر داشته باشند. به نظر می‌رسد، کائولین با کاهش تبخیر آب از سطح میوه باعث افزایش اندازه میوه شده باشد (وند و همکاران، 2006). البته این ترکیب ممکن است به روش‌های دیگر از جمله تاثیر بر محتوی هورمونی میوه (یاکوشیجی^۱ و هاسه، 1991) نیز اثر مثبتی بر اندازه میوه داشته باشد. احتمال آن وجود دارد که در اثر سایه ایجاد شده توسط کائولین تخریب اکسینی کم‌تری در میوه رخ داده و از این طریق، رشد بیش‌تری اتفاق افتاده باشد که این موضوع برای تایید نیازمند بررسی‌های بیش‌تری است.

اندازه آریل نیز تحت تاثیر تیمارها قرار گرفت. میوه‌های تیمار شده با کائولین ۵ و ۲/۵ درصد طول و عرض آریل بیش‌تری نسبت به شاهد داشتند. هم‌چنین جیبرلیک اسید باعث افزایش معنی‌دار عرض آریل گردید. کاربرد کائولین و جیبرلین باعث افزایش معنی‌دار محتوای آب آریل نسبت به شاهد گردید که از این لحاظ اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نشد (جدول ۲). ولی‌پور (۱۳۹۰) گزارش کرد که کاربرد جیبرلیک اسید در غلظت‌های مختلف تاثیر معنی‌داری بر اندازه میوه و دانه ندارد که نتایج مشابهی نیز در پژوهش حاضر مشاهده شد. افزایش محتوای آب دانه در تیمار کائولین احتمالاً به دلیل کاهش تبخیر آب در این میوه‌ها به دلیل کاهش آفتاب سوختگی از یک طرف و رشد رویشی بیش‌تر آن‌ها می‌باشد.

بالاترین میزان مواد جامد محلول در تیمار کائولین ۲/۵ درصد مشاهده شد. تیمارهای کائولین ۵ درصد و جیبرلیک اسید پس از تیمار کائولین ۲/۵ درصد قرار گرفتند که اختلاف معنی‌داری را با هم نداشتند. کم‌ترین مقدار مواد جامد محلول در شاهد مشاهده گردید. هیچ‌کدام از تیمارهای به‌کار برده شده اثر معنی‌داری بر pH آب میوه نداشتند. هم‌چنین از نظر میزان آنتی‌اکسیدانی و فنل کل اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای کائولین مشاهده نشد، اما کاربرد جیبرلیک اسید باعث کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و فنل کل گردید. کاربرد کائولین باعث کاهش میزان آنتوسیانین کل گردید به طوری که با افزایش غلظت کائولین به ۵ درصد، غلظت آنتوسیانین نسبت به سایر تیمارها کاهش یافت. کاربرد جیبرلین تاثیری بر محتوای آنتوسیانین نداشت (جدول ۳).

تمامی میوه‌ها براساس شدت آفتاب سوختگی در چهار گروه (صفر- بدون آسیب آفتاب سوختگی، ۱- آفتاب سوختگی ملایم شامل لکه‌های زرد رنگ، ۲- آفتاب سوختگی متوسط شامل لکه‌های برنزی و قهوه‌ای رنگ و ۳- آفتاب سوختگی زیاد شامل لکه‌های سیاه) نمره‌دهی شدند (گن و همکاران، 2002). درصد آفتاب سوختگی براساس اندازه گیری مساحت سطح میوه آفتاب سوخته در ده گروه جداگانه شامل ۱- صفر تا ۱۰ درصد آفتاب سوختگی، ۲- ۱۰ تا ۲۰ درصد آفتاب سوختگی، ۳- ۲۰ تا ۳۰ درصد آفتاب سوختگی. و ۱۰- ۹۰ تا ۱۰۰ درصد آفتاب سوختگی طبقه بندی شد. داده‌های حاصل از نمره دهی میانگین گیری شد و مورد تجزیه قرار گرفت. تجزیه آماری داده‌ها به روش مدل خطی عمومی (GLM) به کمک نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

کاربرد کائولین باعث افزایش اندازه و وزن میوه‌های انار شد. حداکثر وزن میوه با تیمار کائولین ۵ درصد به‌دست آمد. هم‌چنین تیمار محلول پاشی با جیبرلیک اسید نیز باعث افزایش اندازه میوه‌ها گردید، که از این لحاظ اختلاف معنی‌داری با تیمار کائولین ۲/۵ درصد وجود نداشت اما با شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۱). بیش‌ترین طول میوه نیز با تیمار ۵ درصد کائولین مشاهده شد در حالی که سایر تیمارها اثر معنی‌داری بر طول میوه نداشتند. کاربرد کائولین باعث افزایش درصد آریل گردید. بالاترین درصد آریل در تیمار ۲/۵ درصد کائولین مشاهده شد. هم‌چنین تیمارهای کائولین ۵ درصد و جیبرلیک اسید درصد آریل بیش‌تری را نسبت به تیمار شاهد داشتند اما بین آن‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. کاربرد کائولین باعث کاهش معنی‌دار ضخامت پوست میوه شد ولی بین شاهد و اسید جیبرلیک از نظر ضخامت پوست تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. هیچ‌کدام از تیمارهای به‌کار رفته اثر معنی‌داری بر محتوای آب پوست نداشتند و اختلاف معنی‌داری از این لحاظ بین تیمارها مشاهده نشد (جدول ۱).

قرقانی و همکاران (۱۳۹۰) اثر مثبت کائولین بر اندازه میوه سیب را گزارش کردند. آن‌ها مشاهده کردند که با افزایش غلظت کائولین از ۲ به ۶ درصد، علاوه بر کاهش آفتاب سوختگی، اندازه میوه (شامل وزن، طول و قطر میوه) نیز تحت تاثیر قرار گرفته و افزایش یافت. هم‌چنین در پژوهش ملگارجو و همکاران (2004) نیز تاثیر کائولین بر افزایش قطر میوه تا زمان قبل از برداشت گزارش شده است. عوامل متعددی می‌توانند بر

جدول ۱: اثر کائولین و جیبرلیک اسید بر ویژگی‌های فیزیکی میوه انار رقم «رباب نیریز»

Table 1: Effect of kaolin and gibberellic acid on physical properties of pomegranate fruit cv. Rabbab Neiriz.

| Peel water content (%) | Aril percentage (w/w) | Peel thickness (mm) | Fruit diameter (mm) | Fruit length (mm) | Fruit weigh(g) | Treatments |
|------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|------------------|
| 62.83 ^a | 43.6 ^c | 4.61 ^a | 81.2 ^b | 99.1 ^b | 276.9 ^c | Control |
| 63.29 ^a | 53.2 ^a | 4.00 ^b | 85.3 ^{ab} | 100.6 ^b | 304.9 ^{bc} | Kaolin (2.5%) |
| 63.47 ^a | 49.7 ^b | 4.10 ^b | 88.1 ^a | 106.6 ^a | 366.2 ^a | Kaolin (5%) |
| 64.57 ^a | 48.6 ^b | 4.35 ^{ab} | 85.5 ^{ab} | 102.9 ^b | 319.3 ^b | Gibberellic acid |

Similar letters in each column show non-significant differences at 5% level of probability using DMRT.

جدول ۲: اثر کائولین و جیبرلیک اسید بر برخی ویژگی‌های فیزیکی آریل انار رقم «رباب نیریز»

Table 2: Effect of kaolin and gibberellic acid on some physical properties of aril in pomegranate cv. Rabbab Neiriz

| Seed firmness (Nm ⁻²) | Aril water content (%) | Aril width (mm) | Aril length (mm) | Treatments |
|-----------------------------------|------------------------|--------------------|---------------------|------------------|
| 76.47 ^a | 78.82 ^b | 6.77 ^c | 10.77 ^b | control |
| 69.26 ^a | 79.83 ^a | 7.05 ^{ab} | 11.27 ^a | Kaolin (2.5%) |
| 64.05 ^a | 80.19 ^a | 7.20 ^a | 10.99 ^{ab} | Kaolin (5%) |
| 64.05 ^a | 80.47 ^a | 6.88 ^{bc} | 10.72 ^b | Gibberellic acid |

Similar letters in each column show non-significant differences at 5% level of probability using DMRT.

جدول ۳: اثر کائولین و جیبرلیک اسید بر برخی ویژگی‌های کیفی آریل انار رقم «رباب نیریز»

Table 3: Effect of kaolin and gibberellic acid on some qualitative properties of arils in pomegranate cv. Rabbab Neiriz

| Total antocyanin (mg l ⁻¹) | Total pPhenol (mg l ⁻¹) | Antioxidant activity (%) | pH | TSS (°Brix) | Treatments |
|--|-------------------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| 2.87 ^a | 13.88 ^{ab} | 70.25 ^a | 3.36 ^a | 12.4 ^c | control |
| 2.63 ^{ab} | 14.89 ^a | 64.78 ^b | 3.31 ^a | 14.6 ^a | Kaolin (2.5%) |
| 1.88 ^b | 15.28 ^a | 65.90 ^{ab} | 3.36 ^a | 13.2 ^{bc} | Kaolin (5%) |
| 2.77 ^a | 12.79 ^b | 48.47 ^c | 3.43 ^a | 13.6 ^b | Gibberellic acid |

Similar letters in each column show non-significant differences at 5% level of probability using DMRT.

متابولیسم ترکیبات فنولی تاثیر می‌گذارند (رسوس^۲ و همکاران، ۲۰۰۹). کاهش میزان کل ترکیبات فنولی آب میوه توت‌فرنگی (رسوس و همکاران، ۲۰۰۹) در رابطه با محلول‌پاشی جیبرلیک‌اسید گزارش شده است. وند و همکاران (۲۰۰۶) تاثیر کائولین بر کاهش رنگ‌گیری سطح میوه را گزارش کردند. ساخته شدن آنتوسیانین و تجمع آن در بافت‌های گیاهی تحت تاثیر عوامل مختلفی از جمله کیفیت نور و شدت آن و هم‌چنین مقدار کربوهیدرات موجود در بافت‌ها قرار می‌گیرد (تایز^۳ و زایگر، ۲۰۰۶). با توجه به این که کائولین به‌عنوان یک پوشش ضد آفتاب از رسیدن نور شدید

تاثیر متفاوت کائولین بر میزان مواد جامد محلول ارقام مختلف سیب توسط وند و همکاران (۲۰۰۶) گزارش شده است. این موضوع می‌تواند به میکروکلیمای ایجاد شده ارتباط داشته باشد. جیبرلیک اسید از طریق تاثیر بر مجاری آوند و افزایش قدرت میوه باعث افزایش انتقال کربوهیدرات‌ها به میوه و در نتیجه افزایش محتوای مواد جامد محلول می‌شود (کاتاواکا^۱ و همکاران، ۲۰۰۹). میزان ترکیبات فنولی میوه به- شدت تحت تاثیر میزان رسیدگی میوه، شرایط پرورش درخت و هم‌چنین شرایط محیطی قرار دارد. تنظیم‌کننده‌های رشد با اثر مستقیم بر رشد و نمو گیاه، به‌طور غیرمستقیم بر میزان

2. Roussos *et al.*
3. Taiz and Zeiger

1. Kataoka *et al.*

درجه سانتی‌گراد نسبت به شاهد کاهش داد. دمای بالا در سطح میوه باعث تبخیر و کاهش آب میوه می‌شود که این موضوع می‌تواند بر محتوای آب پوست و دانه موثر باشد. در پژوهش حاضر همبستگی بین محتوای آب پوست و دانه با میزان آفتاب سوختگی مورد بررسی قرار گرفت که ارتباط منفی معنی‌دار در سطح ۵ درصد بین آفتاب سوختگی و صفات میزان آب پوست ($r=-0/301$) و آب آریل ($r=-0/375$) مشاهده شد. ملگارجو و همکاران (2004) با محلول پاشی کائولین روی درخت انار از اواخر خرداد تا اواسط مرداد، مشاهده کردند که پوشش سفید ایجاد شده به وسیله کائولین به‌طور معنی‌داری آسیب آفتاب سوختگی را از ۲۱/۹ درصد در نمونه‌های شاهد به ۹/۴ درصد در نمونه‌های تیمار شده کاهش داد. گلن و همکاران (2002) نیز اثرات مشابه کاهش آفتاب سوختگی سیب با کاربرد کائولین در غلظت‌های ۳، ۶ و ۱۲ درصد مشاهده کردند.

کاربرد کائولین در مقایسه با جیبرلیک اسید اثرات مثبت بیشتری هم بر افزایش اندازه و کیفیت میوه و هم بر کاهش آفتاب سوختگی دارد. همچنین از نظر اقتصادی نیز به دلیل فراوانی کائولین در طبیعت و قیمت پایین آن توجیه اقتصادی قابل قبولی برای کاربرد آن وجود دارد. در پژوهش حاضر کاربرد کائولین با غلظت‌های ۲/۵ و ۵ درصد اثرات مطلوبی بر کاهش آفتاب سوختگی میوه انار رقم «رباب نیریز» را داشت. اگرچه در غلظت بالا کائولین باعث اثرات مطلوب بر اندازه و وزن میوه گردید اما در مقابل باعث کاهش محتوای آنتوسیانین حبه‌ها شد. در انارهای رنگین مانند انار رقم «رباب نیریز» رنگ قرمز دانه از نظر مصرف کننده اهمیت زیادی دارد. لذا با توجه به میزان یکسان آنتوسیانین و همچنین افزایش اندازه میوه و کاهش آفتاب سوختگی پس از کاربرد کائولین با غلظت ۲/۵ درصد، این تیمار قابل توصیه است.

به سطح میوه جلوگیری می‌کند، لذا به‌نظر می‌رسد از این طریق بر کاهش محتوای آنتوسیانین موثر باشد.

کاربرد کائولین و جیبرلیک اسید اثرات مثبتی بر کاهش آفتاب سوختگی میوه‌ها نشان دادند (جدول ۴). کم‌ترین شدت آفتاب سوختگی در کاربرد کائولین در غلظت‌های ۵ و ۲/۵ درصد مشاهده شد. تیمار جیبرلیک اسید باعث کاهش شدت آفتاب سوختگی در میوه‌ها نسبت به شاهد شد. همچنین کم‌ترین درصد آفتاب سوختگی در تیمارهای ۲/۵ و ۵ درصد کائولین دیده شد. کاربرد جیبرلیک اسید نیز به‌طور معنی‌داری اثرات مثبتی بر کاهش درصد آفتاب سوختگی در مقایسه با شاهد بود (جدول ۴).

جدول ۴: اثر کائولین و جیبرلیک اسید بر شدت و درصد

آفتاب سوختگی انار رقم «رباب نیریز»

Table 4: Effect of kaolin and gibberellic acid on sunburn severity and percent of pomegranate cv. Rabbab Neiriz

| Sunburn (%) | Sunburn intensity | Treatments |
|--------------------|-------------------|------------------|
| 54.07 ^a | 2.22 ^a | control |
| 28.89 ^c | 1.22 ^c | Kaolin (2.5%) |
| 29.63 ^c | 1.08 ^c | Kaolin (5%) |
| 37.54 ^b | 1.67 ^b | Gibberellic acid |

Similar letters in each column show non-significant differences at 5% level of probability using DMRT.

آفتاب سوختگی سطح میوه تحت تاثیر وضعیت دمای بالا و تابش اشعه‌های مضر با شدت زیاد رخ می‌دهد (رابیتوویچ^۱ و همکاران 1974؛ گلن و همکاران، 2002؛ شرادر و همکاران، 2009 و یازیکی و کایناک، 2006). به‌نظر می‌رسد کائولین و ترکیبات مشابه دیگر از طریق دو مکانیسم کاهش اشعه‌های مضر که به سطح میوه می‌رسند و کاهش دمای سطح میوه، باعث کاهش آفتاب سوختگی در بسیاری از میوه‌ها می‌شود (گلن و همکاران، 2002؛ وانس^۲ و همکاران، 2004 و گیندبا و وند، 2005). گلن و همکاران (2002) مشاهده کردند که کاربرد ضد آفتاب تجاری Surround که بر پایه کائولین تهیه شده است باعث کاهش معنی‌دار دمای سطح میوه در طی فصل رشد می‌شود. همچنین به‌طور معنی‌داری باعث انعکاس بخش ماورای بنفش نور خورشید می‌گردد. ملگارجو و همکاران (2004) گزارش کردند که کائولین دمای سطح برگ و میوه را به ترتیب ۴/۹ و ۲/۵

1. Robinowitch
2. Wunsche

منابع

- شاکری، م.، اشکان، م. و زکیئی، ز. ۱۳۸۵. آفتاب سوختگی تنه و سرشاخه درختان انار و راه‌های کنترل آن. مجله علوم کشاورزی ایران، ج ۳۷، ش ۱، ص ۹۳-۱۰۰.
- شاکری، م. و سادات اخوی، ی. ۱۳۸۲. آفات و بیماری‌های انار. انتشارات تسبیح. ص. ۹۲-۹۱.
- طباطبائی، ض. ۱۳۸۸. برنامه راهبردی انار: بررسی وضعیت موجود انار و انارکاری، وزارت جهاد کشاورزی، سازمان ترویج آموزش و تحقیقات کشاورزی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.
- قرقانی، ع.، راحمی، م.، روشن‌زاده، ح. و لطفی، ع. ۱۳۹۰. محلول پاشی کائولین راه‌کاری نو برای کاهش آفتاب سوختگی سطحی میوه در باغات سیب. هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران، ۱۷-۱۴ شهریور ماه، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ولی‌پور، م. ۱۳۹۰. بررسی روند رشد بذر و تاثیر اسید جیبرلیک بر سفتی دانه انار. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. گروه علوم باغبانی. دانشگاه بوعل سینا. ۹۱ صفحه.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology* 28: 25-30.
- Gindaba, J. and Wand, S. 2007. Do fruit sunburn control measures affect leaf photosynthetic rate and stomatal conductance in Royal Gala apples? *Environmental and Experimental Botany* 59: 160-165.
- Giusti, M. M. and Wrolstad, R. E. 2003. Acylated anthocyanins from edible sources and their application in food systems. *Biochemical Engineering Journal* 14: 217-225.
- Glenn, D. M., Prado, E., Erez, A., McFerson J. and Puterka, G. J. 2002. A reflective, processed-kaolin particle film affects fruit temperature, radiation reflection, and solar injury in apple. *Journal of American Society for Horticultural Science* 127:188-193.
- Glenn, D. M., Puterka, G., Vanderzwet, T., Byers, R. E. and Feldhake, C. 1999. Hydrophobic particle films: A new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. *Journal of Economic Entomology* 92: 759-771.
- Jackson, D. I. and Looney, N. E. 1999. *Temperate and Subtropical Fruit Production*. CABi Publishing. 332p.
- Kataoka, K., Yashiro Y., Habu T., Sunamoto K. and Kitajima A. 2009. The addition of gibberellic acid to auxin solutions increases sugar accumulation and sink strength in developing auxin-induced parthenocarpic tomato fruits. *Scientia Horticulturae* 123: 228-233.
- Melgarejo, P., Martinez, J. J. Hernandez, F. Martinez-Font, R. Barrows, P. and Erez, A. 2003. Kaolin treatment to reduce pomegranate sunburn. *Scientia Horticulturae* 100:349-353.
- Mohamed, A. K. A. 2004. Effect of gibberellic acid (GA₃) and benzyladine on splitting and quality of Mafalouty fruits. *Assiut Journal of Agricultural Science* 35: 11-21.
- Parchomlochuk, P. and Meheriuk, M. 1996. Orchard cooling with pulsed over tree irrigation to prevent solar injury and improve fruit quality of Jonagold apples. *HortScience* 31: 802-804.
- Pawar, P. W., Shirsath, H. K. and Garad, B. V. 2005. Effect of plant growth regulators (PGRs) on fruit characters of pomegranate cv. Mridula. *Ecology Environment and Conservation* 11: 145-148.
- Robinowitch, H. D., Frideman, M. and Ben-David, B. 1986. Light is essential for sunscald induction in cucumber and pepper fruits, whereas heat conditioning provides protection. *Scientia Horticulturae* 29:21-29.
- Roussos, P. A., Denaxa, NK. and Damvakaris, T. 2009. Strawberry fruit quality attributes after application of plant growth stimulating compounds. *Scientia Horticulturae* 119: 138-146.
- Schrader L. E., Kahn C. and Elfving D. C. 2009. Sunburn browning decreases at-harvest internal fruit quality of apples (*Malus domestica* Borkh.). *International Journal of Fruit Science* 9: 425-437.
- Schupp, J. R., Fallahi, E. and Chun, I. J. 2002. Effect of particle film on fruit sunburn, maturity, and, quality of Fuji and Honeycrisp apples. *Acta Horticulturae* 636:551-556.
- Sharma N. and Belsare, C. 2011. Effect of plant bio-regulators and nutrients on fruit cracking and quality quality in pomegranate (*Punica granatum* L.) 'G-137' in Himachal Pradesh. *Acta Horticulturae* 890: 347-352.
- Singleton, V. L. and Rossi, J. A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture* 16: 144-158.
- Taiz, L. and Zeiger, E. 2006. *Plant physiology*, (4th Edition). Sinauer Associates, Sunderland, Mass, 623 p.
- Wand, S. J. E., Theron, K. I., Ackerman, J. and Marais, S. J. S. 2006. Harvest and post-harvest apple fruit quality following applications of kaolin particle film in South African orchards. *Scientia Horticulturae* 107:271-276
- Weerkkody, P., Jobling, J. Infante, M. and Rogers, G. 2009. The effect of maturity, sunburn and the application of sunscreens on the internal and external qualities of pomegranate fruit grown in Australia. *Scientia Horticulturae*. 124: 57-61.
- Wunsche, J. N., Lombardini, L. and Greer, D. H. 2002. Surround particle film applications-effect on whole canopy physiology of apple. *Acta Horticulturae* 636:565-571.
- Yakushiji, H. and Hase, Y. 1991. Influence of number of seeds and tree shading on June drop and phytohormone content of Japanese persimmon (*Diospyros kaki*) Fuyu fruit. *Bulletin of the Fruit Tree Research Station* 19: 49-59.

- Yazici, K and L. Kaynak, 2006. Effects of kaolin and shading treatment on sunburn on fruit of Hicnazar cultivar of pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Hicnazar). Acta Horticulturae 818:167-174.
- Yazici, K. and Kaynak, L. 2009. Effects of air temperature, relative humidity and solar radiation on fruit surface temperatures and sunburn damage in pomegranate (*Punica granatum* L.cv. Hicaznar). Acta Horticulturae 818:181-186.
- Yılmaz, C. and Özgüven A. I. 2006. The effect of some plant nutrients, gibberellic acid and pinolene treatments on the yield, fruit quality and cracking in pomegranate. Acta Horticulturae 818:205-212.

Effect of Kaolin and Gibberellic Acid Application on Some Qualitative Characteristics and Reducing the Sunburn in Pomegranate Fruits (*Punica granatum*) cv. 'Rabab Neiriz'

Ehteshami¹, S., Sarikhani^{2*}, H. and Ershadi², A.

Abstract

This study is aimed to investigate the effects of kaolin and gibberellic acid on sunburn and quality of pomegranate fruit cv 'Rabab Neiriz'. Kaolin was applied on branches and fruits at two concentrations, 2.5 and 5 percent, followed by two monthly replications. Gibberellin was applied as another treatment at 150 mg/l at same time of first application of kaolin. Results indicated that application of kaolin at 5 percent significantly increased fruit and aril size, and reduced fruit skin thickness. However, application of kaolin in both concentrations and gibberellic acid showed a significant increase in aril water content. Anthocyanin content of aril reduced in fruits treated by 5 percent of kaolin. Gibberellic acid prevents sunburn intensity and percentage in comparison to those of control. The lowest rate of sunburn intensity and percentage was observed in kaolin treated fruits and there was no significant differences between 2.5 and 5 percent of it. As a conclusion, Kaolin is an effective treatment for reducing sunburn and increasing fruit quality in pomegranate fruit.

Keywords: Pomegranate, Anthocyanin, Sunburn intensity and Peel thickness

1 And 2. MSc Student and Assistant Professors respectively. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan.

*: Corresponding author Email: sarikhani@basu.ac.ir

