مروری بر کاربرد تیمارهای مختلف پس از برداشت میوه انار به منظور افزایش عمر انبارمانی

علی رحیمی[۱]، حسن صدرنیا[۲*]، جواد رضائی فر[۳]

۱- دانشجوی دکتری گروه مهندسی بیوسیستم دانشگاه فردوسی مشهد و کارشناس سازمان جهاد کشاورزی خراسان جنوبی

۲- عضو هئیت علمی ، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- عضو هیئت علمی، گروه مهندسی کشاورزی، دانشگاه پیام نور تهران

* ایمیل نویسنده مسئول:hassan.sadrnia@um.ac.ir

چکیده

اخیراً تحقیقات بر روی میوه انار با توجه به ارزش تغذیه ای بالا و فواید آن بر سلامتی انسان افزایش چشمگیری داشته است. افزایش تقاضا و لزوم پاسخ به نیاز مشتریان در عرضه میوه باکیفیت انجام تحقیقات در جهت بهبود کیفیت، قابلیت انبارپذیری و افزایش عمر انباری این میوه را افزایش داده است. انار به مشکلات گوناگون پس از برداشت شامل تلفات وزن بالا، پوسیدگی و حساسیت به اختلالات فیزیولوژیکی مانند سرمازدگی و سوختگی پوست مستعد است. در سالیان اخیر به منظور بهبود عمر انبارمانی میوه انار تیمارهای پس از برداشت شیمیایی و فیزیکی مختلفی توسط محققین به کار برده شده است. استفاده از تیمارهای دمایی به علت سهولت کاربرد و نداشتن خطرات باقی مانده مواد شیمیایی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. ترکیبات طبیعی گیاهان مثل پلی آمین ها از قبیل پوترسین و اسپرمیدین و همچنین ارگانیک اسیدها از قبیل اگزالیک اسید و متیل جازمونات نیز به طور موفقیت آمیزی به منظور کنترل فساد و افزایش عمر انبارمانی در میوه انار به کار برده شده اند. این تیمارها تاثیرات متفاوتی بر کیفیت داخلی و خارجی این میوه داشته است که این مقاله مروری به بررسی اثرات تیمارهای مختلف فیزیکی و شیمیایی بر افزایش عمر انبارمانی و کیفیت میوه انار پرداخته است.

واژه‌های کلیدی: انار، پس از برداشت، تیمار، عمر انبارمانی

مقدمه

انار با نام علمی(punica granatum) درختچه ای پر شاخ و برگ با شاخه های نامنظم و کم و بیش خاردار است. انـار در منـاطق سرد سیر و نیمه گرمسیری بصورت خزان کننده و در نواحی گرمسیری بصورت همیشه سبز می باشد. ارتفاع متوسط درخت انار ۵-۲ متر می باشد. پوست این میوه قرمز و یا زرد، چرمی و با دانه های فراوان است. انار بومی ایران و هند می باشـد و از ۴۰۰۰ سـال قبل از میلاد نیز مورد استفاده قرار می گرفته است. مصرف انار از ایران به هند و از آنجا به آفریقای شمالی و چین و سپس به اروپا و امریکا گسترش یافت است. واژه انگلیسی انار(pomergranate) از زبان یونانی به معنی "سیب پرهسته" برگرفته شده است. انار میوه نافرازگراست که پس از برداشت، نرخ تنفس و تولید اتیلن کمی دارد. با وجود نافرازگرا بودن انار باز هم متحمـل هـردو تلفـات کمی و کیفی ناشی از فرآیندهای حمل و نقل و انبارمانی می گردد (Kader *et al.*, 1984). در تحقیقاتی که در طـول چنـد دهـه اخیر بر روی انبارداری انار انجام گرفته است اکثراً به بررسی تیمارهای فیزیکی جدید به منظور افزایش عمر تجاری پرداختـه شـده است. این تیمارها شرایط محیطی انبارداری را تعدیل کرده و بر روی فیزیولوژی و بیوشـیمی و توسـعه میکروارگـانیزم هـای آلـوده کننده سطح میوه تاثیرگذارند. ذخیره انار در دمای اتاق عمر انبارداری آن را کاهش می دهد که در نتیجه به افزایش خشک شدن و بروز پوسیدگی آن منجر می شود. برای طولانی کردن انبارمانی انار به ذخیره میوه در دمای پـایین نیـاز اسـت (Barman *et al.*, 2011) اما وقتی میوه در دمای زیر $5^{o}C$ نگهداری شود مستعد سرمازدگی می شود. این نشانه ها به عنوان تغییر رنـگ قهـوه ای پوست، حفره سطحی و حساسیت به ارگانیزم های پوسیدگی قابل مشاهده هستند (Sayyari *et al.*, 2010) . در بیشتر موارد ایـن نشانه ها باعث کاهش هر دو کیفیت داخلی و خارجی میوه می شوند. سوختگی پوست نشانه سرمازدگی است که سریعتر و شـدیدتر در میوه های انبار شده در دمای بین ۶ و ۱۰ درجه سلیوس از میوه هایی که در دمای پایین تر انبـار مـی شـوند ایجـاد مـی گـردد (Ben-Arie and Or, 1986). پوسیدگی یکی دیگر از تلفات عمده پس از برداشت است که انبارمانی میوه انار را محدود می کنـد مخصوصا زمانیکه انبار در دماهای بالاتر از دمای سرمازدگی است. پوسیدگی معمولا در شرایط انبار معمول (۸-۵ درجـه و رطوبـت ۹۵٪-۹۰٪) بوسیله پاتوژن های مختلفی ایجاد می شود (Roy and Waskar, 1997). چندین تیمار مختلف برای بهبود کیفیت و افزایش عمر انبارمانی میوه انار و آریل آن به کار برده شده است که شامل گرما دادن متناوب، کیورینگ (التیام دهـی)، فـیلم هـای بسته بندی، واکس زدن، پلی آمین ها، اتمسفر کنترل شده و بسته بندی در شرایط اتمسفر اصلاح شده می باشد. با وجود دسترسـی تیمارهای پس از برداشت مختلف بروز تلفات بالای پس از برداشت انار هنوز اغلب متجاوز از ۳۰ درصد برای بعضی ارقـام در یـک فصل اتفاق می افتد که برای حفظ یا افزایش مواد تشکیل دهنده فعال و تغذیه ای میوه انار نیاز به تحقیقات بیشتر دارد.

تیمارهای فیزیکی میوه انار

تیمار آب گرم

چندین مطالعه استفاده از آب گرم را به عنوان تیمار پس از برداشت برای میوه انار گزارش کرده اند. در دو آزمایش جداگانه توسط میردهقان و همکاران (۲۰۰۵) غوطه وری انارها در آب داغ با دمای۵۰ و ۷۵ درجه سلسیوس و دیگری تاثیر تیمار آبگرم در دماهای ۲۵ (شاهد)، ۳۵، ۴۵، ۵۵ و ۶۵ درجه سلسیوس به مدت ۲ و ۵ دقیقه بر عمر پس از برداشت میوه انار مورد بررسی قرار گرفت (Mirdehghan and Rahemi, 2000). در تحقیق دیگری تیمار غوطه وری انار در آب داغ $۴۵^{o}C$ با تیمار آب مقطر $۲۵^{o}C$ به عنوان تیمار شاهد به مدت ۴ دقیقه مورد مقایسه قرار گرفت (Mirdehghan *et al.*, 2007). رمضانیان و همکاران نیز در سال ۲۰۱۰ تاثیر تیمار آب داغ ۴۵ درجه برای مدت ۴ دقیقه و غوطه وری انارها در این تیمار را در عمر انبارمانی انار مورد بررسی قرار دادند (Ramezanian and Rahemi, 2010) .

تاثیر این تیمار بر واکنش های فیزیولوژیکی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی انار

میردهقان و همکاران مشاهده کردند که تیمار میوه انار ملس یزدی با آب گرم در دمای ^{o}C ۵۰ در مقایسه با تیمارهای شیمیایی ایمازیل و بنزیلادنین و میوه شاهد باعث حداقل کاهش وزن میوه می شود. بعلاوه نسبت کاهش وزن میوه با افزایش دمای آب گرم افزایش می یابد (Mirdehghan and Rahemi, 2005). در مطالعه دیگری میوه تیمار شده با آب گرم در مقایسه با تیمار شاهد ۵/۸۶ درصد تلفات وزن میوه انار را کاهش داد، که این کاهش می تواند با بهبود عملکرد غشای سلول ها یا بهبود در خواص کوتیکولی پوست میوه پس از تیمار با آب گرم توجیه شود (Ramezanian and Rahemi, 2010) علاوه بر این مطالعه ای گزارش کرد که قهوه ای شدن پوست در میوه انار تیمارشده با آب گرم ^{o}C ۵۰ در مقایسه با تیمارهای شیمیایی ایمازیل و بنزیل آدنین و تیمار شاهد در میوه انبار شده در دمای ^{o}C ۱.۵ به مدت ۴/۵ ماه کمترین میزان بود. همچنین تیمار آب گرم در دمای ^{o}C ۴۵ به مدت دو و پنج دقیقه بطور معناداری قهوه ای شدن پوست را کاهش داد، اما در دمای ^{o}C ۶۵ زمانیکه میوه برای سه ماه انبار شده بود، گرمازدگی جزئی و افزایش درصد قهوه ای شدن پوست مشاهده شد (Mirdehghan and Rahemi, 2005). به طور مشابه در تحقیق دیگری مشاهده شد تیمار آب گرم در دمای ^{o}C ۶۲ برای مدت ۴ دقیقه بطور معناداری نسبت قهوه ای شدن پوست میوه انار را به میزان ۹ درصد در مقایسه با تیمار شاهد کاهش داد (Ramezanian and Rahemi, 2010). بعلاوه نویسندگان، تیمار HWT را در دمای ^{o}C ۴۵ برای مدت زمان ۴ دقیقه به عنوان بهترین تیمار حرارتی به منظور کنترل سرمازدگی میوه انار ملس یزدی و ساوه پیشنهاد کردند. این مشاهدات در راستای تحقیقات گذشته بوسیله میردهقان و همکارن دز سال ۲۰۰۷ بود که معنی داری تیمار حرارتی ^{o}C ۴۵ برای مدت ۴ دقیقه را بر روی کاهش سرمازدگی میوه انار رقم ملس یزدی در مقایسه با

میوه شاهد گزارش نمودند. با توجه به مطالعات میردهقان و همکاران ۲۰۰۷، فرو بردن انار در آب گرم در دمای ۴۵ ^{o}C برای مدت زمان ۴ دقیقه قهوه ای شدن پوست میوه انار را به تعویق می اندازد و سفتی بافت میوه را در طول انبارداری برای مدت ۹۰ روز حفظ می کند. نویسنده سفتی بافت میوه بهبود داده شده را به تاثیر گسترده حرارت روی آنزیم های مخرب دیواره سلولی نسبت داده است. اگرچه تیمار آبگرم هیچ تاثیر معنی داری روی مقادیر TSSو TAو PH و اسید آسکوربیک میوه بعد از انبار برای ۳ ماه نشان نداد (Mirdehghan and Rahemi, 2005; Ramezanian and Rahemi,2010) اما فعالیت آنتی اکسیدان بطور معنی داری افزایش یافت (Ramezanian and Rahemi, 2010).

التیام دهی و گرمای متناوب

آرتس و همکاران در سال ۲۰۰۰ مطالعه ای در خصوص کیورینگ میوه انار در دمای ۳۳ ^{o}C و رطوبت نسبی ۹۵ درصد برای سه روز و انبارداری در دمای ۲ و ۵ درجه سلسیوس انجاو داد. همچنین کاربرد گرمای متناوب در طول دوره انبارداری میوه انار به صورت قرار دادن میوه هر ۶ روز یکبار به مدت یک روز در معرض دمای ۲۰ ^{o}C در انبارداری در دمای ۲ و ۵ درجه سلسیوس توسط این محقق انجام شد. میوه شاهد در این مطالعه، انبارمانی انار در دمای ۲ و ۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۵ درصد و سپس یک دوره انبارمانی اضافی ۶ روزه در دمای ۱۵ ^{o}C و رطوبت نسبی ۷۵ درصد بود. در تحقیق دیگری توسط مقومی و همکاران (۱۳۹۰) آریل های انار تحت تیمار گرمایی در سه سطح، دمای اتاق(۳۰-۲۵)، ۴۵ و ۵۵ درجه سانتی گراد به مدت ۱ ساعت قرار گرفته و بصورت انفعالی با اتمسفر تعدیل یافته بسته بندی شدند و سپس در سردخانه با دمای صفر تا پنج درجه در رطوبت نسبی ۹۰ درصد برای مدت ۱۵ روز نگهداری شدند.

تاثیر این تیمار بر واکنش های فیزیولوژیکی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی انار

مطالعات نشان داده است که کیورینگ میوه انار به کاهش وزن آن نتیجه می دهد که این کاهش وزن به دمای انبار وابسته است. برای مثال میوه انار التیام داده شده در دمای ۳۳ ^{o}C برای مدت سه روز به کاهش وزن بالایی نتیجه داد (در دمای ۵ ^{o}C نسبت به دمای ۲ ^{o}C تلفات بالاتری مشاهده شد) (Artés *et al.*, 2000). اما هیچ نشانه چروکیدگی بعد از انبار سرد و دوره انبارمانی اضافی انار به مدت ۶ روز در دمای ۱۵ ^{o}C مشاهده نشد. حساسیت میوه انار به کاهش وزن بعد از عمل التیام دهی یا گرمای متناوب به عبور آسان بخار آب از طریق بازشدگی های متعدد روی پوست انار نسبت داده شده است. بروز پوسیدگی در انار می تواند بوسیله تیمار گرمای متناوب کاهش یابد (Artés *et al.*, .2000). نسبت پوسیدگی در میوه ای که در معرض گرمای متناوب قرار داشت در مقایسه با میوه انبار شده بطور مرسوم کمتر بود. اما انتخاب دمای انبار سرد در طول دوره گرمای متناوب مهم است. برای مثال بعد از ذخیره میوه در انبار سرد (۰ ^{o}C ، ۲ ^{o}C و ۵ ^{o}C) برای مدت ۱۲ هفته و دوره انبارمانی اضافی ۶ روزه در دمای ۱۵

درجه و رطوبت نسبی ۷۵٪ در میوه انبار شده در دمای C^{o} ۰ هیچ نشانه ای از پوسیدگی مشاهده نشد در حالیکه میوه انبار شده در دمای C^{o} ۲ در مقایسه با میوه انبار شده در دمای C^{o} ۵ بعد از عمر انبارمانی، کمتر مورد حمله قارچ ها واقع شده بود (Artés et al., 2000). گزارش ها کاربرد کیورینگ را باعث کاهش بروز پوسیدگی میوه در انبار گزارش کرده است. پس از کیورینگ میوه انار و نگهداری آن به مدت ۱۲ هفته در انبار سرد در دمای ۲ و ۵ درجه سلسیوس هیچ نشانه ای از پوسیدگی در میوه مشاهده نشد. نویسندگان بروز پوسیدگی بالاتر میوه در دمای انبار بالاتر را مشاهده کردند (بروز پوسیدگی ۲۸/۷٪ در دمای C^{o} ۵ در مقابل پوسیدگی ۸/۷٪ در دمای C^{o} ۲)(Artés *et al*., 2000). ظاهر فیزیکی میوه انار بسیار مهم است چون بر جذب مشتری و قیمت گذاری محصول موثر است. بنا به نظر نویسنده گرم کردن متناوب و انبارداری در دمای صفر درجه سلسیوس بهترین نتیجه برای نگهداری قابل قبول رنگ قرمز میوه انار می باشد (Artes,et al, 2000). تاثیر تیمارهای پس از برداشت روی ترکیب شیمیایی و تغذیه ای میوه اهمیت بالاتری دارد. آرتس و همکاران مشاهده کردند که هردو تیمار کیورینگ و گرم کردن متناوب میوه انار به کاهشِ جزئی اما غیرمعنی دار محتوای مواد جامد محلول بعد از انبارداری سرد برای مدت ۱۲هفته در دمای ۲ و ۵ درجه سلسیوس نتیجه داد. بعلاوه او مشاهده کرد که هرچند غلظت آنتوسیانین در طول دوره انبارداری کاهش یافت، اما کاربرد کیورینگ غلظت آنتوسیانین میوه انار را حفظ کرد در حالی که در اثر گرم کردن متناوب میوه ذخیره شده در دمای C^{o} ۵ برای ۱۲مدت هفته افزایش جزئی در محتوای آنتوسیانین مشاهده شد. از طرف دیگر کیورینگ در انبارداری در دمای C^{o} ۵ کمترین بو و مزه میوه آریل را نتیجه داد. گرما دادن متناوب درمقایسه با کیورینگ در انبارداری با دمای C^{o} ۲ تیمار بهتری برای میوه انار بود و توانست نتایج بهتری در بو و مزه، مجموع محتوای آنتوسیانین بالاتر، کمترین کاهش در کیفیت نگهداری و عمرانبارمانی بالاتر از ۱۳هفته را برای میوه انار به همراه داشته باشد. در مطالعه دیگری پس از ۱۵ روز انبارمانی آریل های انار گرمادیده در دماهای ۳۰-۲۵، ۴۵ و ۵۵ درجه سلسیوس اسیدیته در تمام نمونه های کاهش پیدا کرد اما تفاوت معنی داری میان تیمارها مشاهده نشد. در میزان TTS نیز تفاوت معنی داری میان تیمارها در طول دوره انبارمانی مشاهده نشد. میزان فساد در نمونه های تیمار شده با تیمار گرمایی C^{o} ۵۵ تا پایان دوره انبارمانی کمترین میزان در مقایسه با شاهد و تیمار ۴۵ درجه بوده است. بر طبق پژوهش حاضر بسته بندی دانه های آماده مصرف انار به روش انفعالی با پوشش پلی پروپیلنی و تیمار با هوای گرم C^{o} ۴۵ نقش بسزایی در کاهش فساد و جلوگیری از کاهش وزن و کاهش خواص انتی اکسیدانی داشته و با حفظ طعم و کیفیت ظاهری محصول به عنوان روشی مقرون به صرفه و ایمن در بازار رسانی محصولی با کیفیت پیشنهاد شده است (مقومی و همکاران، ۱۳۹۰).

بسته بندی فیلمی

در تحقیقی میوه های انار در مخلوط آبی که شامل ۶۰۰ میلی گرم بر لیتر فلودیوکسونیل بود غوطه ور و سپس با فیلم چروک شدنی گرمایی پلی اولفنیک بسته بندی شدند. میوه ها در دمای $8\ ^{o}C$ و رطوبت نسبی ۹۰ درصد برای مدت ۶ و۱۲ هفته بعلاوه یک هفته انبارمانی اضافی در دمای $20\ ^{o}C$ و رطوبت نسبی ۷۰-۶۵ درصد نگهداری و نتایج به دست آمده با یکدیگر مقایسه گردید. در این تحقیق تیمار شاهد، میوه های فاقد بسته بندی بود (D'Aquino *et al.*, 2010) . در مطالعه دیگری تاثیرات بسته بندی پلاستیکی با دو نوع فیلم پلی الفینی و همچنین پوشش پوست میوه با پلی استر ساکاروز بر روی عمر انبارمانی و کیفیت میوه انار رقم گانش انبار شده در دمای ۸ و ۱۵ و ۲۵ درجه سلسیوس بررسی شد (Nanda *et al.*, 2001).

تاثیر این تیمار بر واکنش های فیزیولوژیکی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی انار

نسبت تنفس میوه انار رقم GANESH که در فیلم پلی الفینی بسته بندی شد بود در نتیجه نفوذپذیری پایین فیلم های استفاده شده بطورمعنی داری کاهش یافت (Nanda *et al.*, 2001). جالب توجه است که بعد از گذشت ۱۰ هفته انبارداری، میوه بسته بندی نشده (شاهد) نسبت تنفس کمتری از میوه بسته بندی شده نشان داد. در درجه اول علت این امر می تواند در نتیجه کاهش تعداد سلول های زنده در پوست میوه شاهد باشد که در اثر از دست دادن آب بیش از اندازه صورت گرفته است (D'Aquino *et al.*, 2010. علاوه بر این درصد تلفات وزن بطور معنی داری در میوه های بسته بندی شده کاهش پیدا کرد. مقدار کاهش وزن به ترتیب ۱/۵و ۲/۳ درصد برای میوه بسته بندی شده با فیلم های BDF و P-995 بود درحالیکه این تلفات برای میوه شاهد در دمای ۲۵ درجه و برای مدت ۲۵ روز انبارداری ۱۴ درصد گزارش شد (Nanda *et al.*, 2001) . در مطالعه دیگری ۰/۶ درصد کاهش وزن در انار رقم پریموسول بسته بندی شده در مقابل ۵/۱ درصد کاهش وزن در میوه بسته بندی نشده بعد از گذشت ۶ هفته انبارداری در دمای ۸ درجه گزارش گردید (D'Aquino *et al.*,2010). همچنین بسته بندی با فیلم باعث ممانعت از سوختگی پوست میوه انار در طول دوره انبارداری شد. برای مثال بسته بندی هیچ نشانه ای از سوختگی، تغییر رنگ یا قهوه ای شدن پوست میوه انار را در طول دوره انبارداری ۶ هفته ای در دمای $8\ ^{o}C$ نتیجه نداد درحالیکه پوست میوه شاهد تغییر رنگ زرد به زرد تیره و قهوه ای را با افزایش زمان انبارداری نشان داد (D'Aquino *et al.*,2010). ناندا و همکاران در سال ۲۰۱۲ میزان فساد در میوه انار بسته بندی نشده را ۱۲ درصد گزارش داد درحالیکه میوه بسته بندی شده تازه و از امتیاز بالایی برای حفظ ظاهر خوب برخوردار بود (Nanda *et al.*, 2001). سفتی بافت انار بسته بندی شده با فیلم های الفینی BDF2001 و P-995 در تمام دوره ۱۲ هفته انبارداری حفظ شد درحالیکه میوه غیر بسته بندی از سفتی بافت کمتری برخوردار و پوست آن خشک شده بود (Nanda *et al.*, 2001). علاوه بر این رنگ پریدگی پوست میوه بسته بندی شده در مقایسه با میوه شاهد برای انار رقم پریموسل حداقل شده بود (D'Aquino *et al.*,2010). کاهش فعالیت متابولیکی بطور قابل توجهی در طول ۱۲ هفته ذخیره سازی در میوه

بسته بندی شده کمتر از میوه غیربسته بندی بود که به تنفس بالاتر و کاهش همزمان اسیدیته در میوه غیر بسته بندی در اثر متابولیسم مداوم در میوه نسبت داده شد (Nanda *et al.*, 2001). مزیت دیگر بسته بندی فیلمی میوه انار توانایی آن به کاهش حداقلی ویتامین C در آبمیوه انار است. در مطالعه ای توسط ناندا و همکاران بسته بندی میوه انار به کاهش معنی دار در مجموع محتوای آنتوسیانین و فنولین میوه در طول انبارداری منجر شده است.

واکس زدن

در تحقیقی که توسط بارمن و همکاران (۲۰۱۲) انجام شد میوه های انار تحت تیمارهای پوتریسین ۲ میلی مولار در دمای $۲۵^{o}C$ برای مدت ۸ دقیقه، واکس کارنائوبا با نسبت ۱:۱۰ در دمای $۴۰^{o}C$ برای مدت ۲ دقیقه و ترکیبی از این دو قرار گرفتند. میوه شاهد نیز در آب مقطر به مدت ۳ دقیقه غوطه ور گردید. تیمارها به انبار با دمای $۲^{o}C$ و رطوبت نسبی ۵±۹۰ درصد به مدت ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ روز منتقل و پیش از آنالیز فیزیکی، شیمیایی و فیزیولوِیکی به مدت ۳ روز در دمای ۲۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند (barman *et al.*, 2011).

تاثیر این تیمار بر روی واکنش های فیزیولوژیکی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی انار

تیمار میوه انار با واکس کارنائوبا در ترکیب با پوتریسین (PUT) نسبت تنفس و تولید اتیلن را کاهش داد. این کاهش در نتیجه کاهش تبادل گاز و کاهش اکسیژن در دسترس برای تنفس در طول ۶۰ روز انبارداری در دمای ^{o}C ۳ میوه انار می باشد ترکیب واکس کارنائوبا و پوتریسین همچنین تلفات وزن میوه تیمارشده را تا ۱۰ درصد (در مقایسه با ۱۷ درصد در میوه شاهد) کاهش داد. در اثر تیمار میوه انار با واکس کارنائوبا و پوتریسین در طول انبارداری در دمای ^{o}C ۳ برای ۶۰ روز هیچ فسادی در میوه مشاهده نشد. میوه انار تیمار شده با واکس کارنائوبا و پوتریسین سختی بافت میوه را به علت کاهش وقوع کم آبی و در نتیجه تخریب کمتر اجزای دیواره سلولی در طول دوره انبارداری حفظ کرد (Barman *et al.*, 2011).

پوشش

کاربرد پوشش ها بر روی میوه مانع جزئی به حرکت آب از طریق کاهش تلفات رطوبت از سطح میوه ایجاد می کند Mahajan). (*et al.*,2014 تعدادی از مطالعات استفاده از پوشش روی میوه انار را گزارش کرده اند. در مطالعه ای توسط مارتینز و همکاران (۲۰۱۳) چندین تیمار پس از برداشت بر روی آریل های انار پیش از انبار کردن آن ها در دمای ^{o}C ۳ برای مدت ۱۲ روز در جعبه های پلی پروپیلن فشرده انجام گرفت. در این آزمایش آریل های انار با ترکیب های مختلف اسید سیتریک و اسید آسکوربیک (۰.۵ و ۱ درصد) و ژل آلوئه ورا (۵۰ و ۱۰۰ درصد) تیمار شدند و آب به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد (Martínez-Romero *et al.*, 2013). در تحقیق دیگری دو غلظت مختلف ۳۰۰ و ۶۰۰ppm روغن سرد فشرده سیاهدانه به پوششی خوراکی بر پایه نشاسته

اضافه گردید و به عنوان تیمار پس از برداشت بر روی آریل های انار بکاربرده شد. پوشش نشاسته با نسبت حجمی ۲:۱ با گلیسرول ترکیب شد. در این تحقیق آریل ها به طور جداگانه با دو ترکیب ۳۰۰ppm روغن سیاهدانه + پوشش نشاسته و ۶۰۰ppm روغن سیاهدانه + پوشش نشاسته تیمار و در دمای C^{o} ۴ برای مدت۱۲ روز انبار شدند میوه شاهد در این آزمایش آریل های تیمار نشده بود (Oz and Ulukanli, 2012).

تاثیر این تیمار بر واکنش های فیزیولوژیکی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی انار

پوشش میوه انار (Ganesh) با پلی استر ساکارز منجر به کاهش تلفات وزن آریل ها در طول ذخیره سازی در دمای ۸ و C^{o} ۲۵ گردید (Nanda *et al.*,2001). نشاسته بر پایه پوشش های خوراکی (حاوی روغن سرد فشرده از سیاهدانه) کاهش تلفات وزن در آریل انار را به طور تقریبی تا ۶ برابر کاهش داد. تلفات وزن کاهش یافته به بهبود خصوصیات ضد تبخیر پوشش ها و مقاومت به انتقال آب نسبت داده شد (Oz and Ulukanli, 2012). علاوه بر این استفاده از ژل آلوئه ورا به تاثیرگذاری بر نرخ تنفس در آریل انار رقم Molar (افزایش تدریجی معنی دار در غلظت CO_2 همرا ه با کاهش در غلظت O_2) گزارش شده است (Martínez-Romero *et al.*, 2013). در تحقیق دیگری پوشش آریل انار توسط نشاسته و روغن برای کاهش قهوه ای شدن دانه های انار گزارش شده است (Oz and Ulukanli, 2012).

پوشش آریل با نشاسته یا روغن بطور معنی داری نسبت نرم شدن بافت آریل را کاهش می دهد این نسبت در اثر ترکیب نشاسته و روغن از روغن به تنهایی موثرتر می باشد. نسبت نرم شدگی بافت آریل به ترتیب ۳ و ۵ درصد با استفاده از تیمار نشاسته و روغن در مقایسه با نسبت ۱۸ درصد برای تیمار شاهد گزارش شده است (Oz and Ulukanli, 2012) . بطور مشابه مارتینز و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کرد که سختی بافت آریل در تیمار با ژل آلوئه ورا به تنهایی و یا در ترکیب با اسیدها بهتر از میوه شاهد در طول دوره انبارداری حفظ شده است. او همچنین کاهش در زاویه رنگ (H) آریل تیمارشده با ژل آلوئه ورا را گزارش کرد درحالیکه آریل شاهد افزایش زاویه رنگ در طول انبارداری برای رقم Molar را در نتیجه افزایش رنگدانه های آنتوسیانین در طول انبارداری پس از برداشت میوه انار نشان داد (Sayyari *et al.*, 2011 ;Martínez-Romero *et al.*, 2013). پوشش با پلی استر ساکاروز (SPE) به کاهش جزئی مقادیر TTS میوه انار پس از انبارداری در دمای ۸ و ۱۵ و ۲۵ درجه سلسیوس نتیجه داد. بطور مشابه مشاهده شد پوشش با SPE نمی تواند از تلفات اسیدیته میوه در انار رقم گانش در طول ۹ تا ۱۲ هفته انبارداری در دمای ۸ و ۱۵ و ۲۵ درجه سلسیوس جلوگیری کند (Nanda *et al.*,2001). اوز و همکاران (۲۰۱۲) مشاهده کرد که دانه های انار پوشیده شده با نشاسته و روغن سیاهدانه در طول انبارداری دارای ۱۴/۲درصد تلفات در محتوای TTS بود در حالیکه در آریل انار شاهد این مقدار به ۱۷ درصد می رسید. مطالعات نشان داده اند که محتوای ویتامین C دانه های انار با افزایش دوره انبارداری کاهش می یابد. اما کاربرد روغن و نشاسته به صورت پوشش، تلفات ویتامین C در انار رقم Silifke انبار شده برای مدت ۱۲ روز در دمای ۴ درجه را حداقل

کرد (Oz and Ulukanli,2012). بنا به اظهار نویسندگان از محتوای ویتامین C میوه شاهد ۶۶ درصد کاسته شد (از ۲۴ به ۸ میلی گرم در هر ۱۰۰ گرم) و در مقابل در میوه تیمارشده با ترکیب پوشش روغن و نشاسته تنها ۱۲ درصد (از ۵۸ به ۵۱ میلی گرم در هر ۱۰۰ گرم) مقدار ویتامین C کاهش یافت. مجموع ظرفیت آنتی اکسیدان (TAS) دانه های انار تیمارشده با ترکیب پوشش روغن و نشاسته در طول انبارداری اولیه (از ۴ تا ۶ روز) روند کاهشی و سپس در طول روزهای بعدی انبارداری (۶ تا ۱۲ روز) تثبیت شد (Oz and Ulukanli,2012). مارتینز و همکاران (۲۰۱۳) عنوان کرد که امتیازات خواص حسی مانند رنگ، عطر، بافت، طعم و تصمیم به خرید در انار شاهد کمترین مقدار بود. اما دانه های تیمار شده با ترکیب ژل آلوئه ورا و اسیدها بدون تشخیص هیچ طعم اضافی در این موارد امتیازات بالایی داشتند. یافته های مشابه بوسیله مارتینز و همکاران حاکی از این است که دانه های تیمار شده با آلوئه ورا عطر میوه تازه دارد در حالیکه عطر آریل های شاهد با میوه بیش از از حد رسیده مطابقت دارد. نویسندگان نتیجه گرفتند که عمر مفید آریل های پوشیده شده با ژل آلوئه ورا می تواند برای بیشتر از ۱۲ روز در مقایسه با ۸ روز برای دانه های شاهد افزایش یابند (Martínez-Romero *et al.*, 2013).

پرتو افکنی (تابش)

پرتو افکنی به عنوان یک تیمار در شماری از میوه ها استفاده شده است اما استفاده از آن به علت تاثیرات نامناسب آن روی سلامتی بشر محدود شده است. پرتو افکنی میوه انار نیز محدود است و آنچه بیشتر رایج است کاربرد آن روی آبمیوه است. در تحقیقی کاربرد دوزهای مختلف اشعه گاما (۰.۴، ۱ و ۲.۱KGy) در میوه های انار تازه برداشت شده و تاثیرشان بر روی خواص شیمیایی و حسی بررسی شد فرآیند پرتوافکنی در دمای اتاق بر روی نمونه ها انجام و پس از پوست کندن و جدا نمودن آریل انار بلافاصله آنالیز و یا در دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شدند (Shahbaz *et al.*, 2014). در تحقیق دیگری میوه های انار در دو روز مختلف (اواخر اکتبر و اوایل دسامبر) برداشت و پس از ضدعفونی با کلر و شستشو با آب و خشک شدن، آریل های انار در معرض دوزهای ۰.۵۶، ۱.۱۷، ۲.۲۷، ۴.۸۴، ۹.۰۸ و ۱۳.۶۲ کیلو ژول بر مترمربع اشعه UV-C قرار گرفتند. سپس آریل ها در بسته های پلی پروپیلن با وزن ۱۲۵ گرم قراد داده شده و به مدت ۱۳ تا ۱۵ روز در دمای $5^{o}C$ نگهداری شدند (López-Rubira *et al.*, 2005)

تاثیر این تیمار بر روی واکنش های فیزیولوژیکی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی انار

لوپز و همکاران ۲۰۰۵ مشاهده کردند پرتوهای فرابنفش UV_C آریل های انار رقم MOLLAR روی نرخ تنفس میوه دیر برداشت شده و به موقع برداشت شده هیچ تاثیری نداشتند اگرچه میوه دیربرداشت شده بطور کلی نرخ تنفس بالاتری دارد که با افزایش در فعالیت متابولیک به عنوان نشانه ای از فساد متناسب است. بعلاوه در ترکیب گاز آریل ها به وسیله پرتوافکنی با مشاهده

سطوح CO_2 افزایش یافته و O_2 کاهش یافته در سرتاسر جعبه های انبار شده در دمای 5^oC برای مدت ۱۶روز تاثیر پذیری مشاهده نشد (López-Rubira *et al.*, 2005).

آبمیوه انار از میوه پرتوافکنی شده رنگ روشنتری در مقایسه با میوه شاهد داشت. شاخص های قرمزی (a^*) و زردی (b^*) آبمیوه انار با افزایش دوزهای پرتوافکنی به علت کاهش در فعالیت پلی فنولکسید میوه افزایش می یابد (Shahbaz *et al.*, 2014). دوزهای پایین تر پرتوافکنی (۰/۴ و ۱kGy) بر روی اسیدیته قابل اندازه گیری، PH و مجموع مواد جامد قابل حل تاثیری نداشت اما بروز تلفات، با کاربرد سطوح دوزهای بالاتر (۲ kGy) گزارش شد. بعلاوه مجموع محتوای فنولیک و آنتوسیانین آبمیوه حاصل از میوه انار پرتوافکنی شده با افزایش در دوزهای پرتوافکنی از ۰/۴ به ۲kGy (رقم کالیفرنیا) به تدریج کاهش یافت (Shahbaz *et al.*,2014).

ارزیابی حسی آبمیوه ها درمیان کارشناسان از دوزهای پایین میوه پرتوافکنی شده در مقایسه با آبمیوه شاهد و دوزهای بالاتر میوه تیمار شده انجام شد، نتایج نشان داد که دوزهای بالای پرتوافکنی میتواند سبب ایجاد بویی در آبمیوه انار گردد که بوی پرتوافکنی نامیده می شود (Shahbaz *et al.*,2014) .

تیمارهای شیمیایی میوه انار

پلی آمین ها

پلی آمین ها ترکیبات طبیعی هستند که در تمام سلول ها یافت می شوند و در بسیاری از فرآیندهای رشد و نموی دخالت دارند. در سال های اخیر پژوهش ها نشان داده است که پلی آمین ها در طیف وسیعی از فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان از آغاز اندام زایی تا محافظت در برابر تنش ها نقش دارند. در تحقیقی توسط میردهقان و همکاران (۲۰۰۷) بعد از چیدن انارها در مرحله بلوغ کامل نیمی از میوه ها تحت تیمار محلول پوتریسین ۱ میلی مولار، محلول اسپرمیدین ۱ میلی مولار و آب مقطر (تیمار شاهد) با فشار ۰.۰۵ بار به مدت ۴ دقیقه قرار گرفتند و نیمی دیگر نیز در محلول با همان غلظت مشابه پلی آمین ها و آب مقطر در دمای 25^oC برای مدت ۴ دقیقه غوطه ور شدند. تیمارها پس از خشک شدن به انبار با دمای کنترل شده 2^oC و کاملا تاریک با رطوبت نسبی ۹۰ درصد منتقل شدند. پس از ۰، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ روز انبارمانی ۲۵ میوه از هر تیمار انتخاب و پس از گذراندن ۳ روز انبارمانی اضافی در دمای 20^oC خواص فیزیکی و شیمیایی آن ها مورد بررسی قرار گرفت (Mirdehghan *et al.*, 2007). در تحقیق دیگری میوه های انار تحت تیمارهای پوتریسین ۲ میلی مولار در دمای 25^oC برای ۸ دقیقه، واکس کارنائوبا با نسبت ۱:۱۰ در دمای 40^oC برای ۲ دقیقه و ترکیبی از این دو قرار گرفتند. میوه شاهد نیز در آب مقطر به مدت ۳ دقیقه غوطه ور گردید (Barman *et al.*, 2011). در مطالعه دیگری میوه ها در مرحله بلوغ تجاری چیده و پس از انتقال به آزمایشگاه در محلول های اسپرمین، اسپرمیدین و پوترسین با غلظت های ۱ و ۱.۵ و ۲ میلی مولار و یا در آب گرم ۳۵، ۴۵، ۵۵ درجه به مدت ۴ دقیقه غوطه

ور شدند. از آب مقطر به عنوان تیمار شاهد استفاده شد. پس از ۴ ماه انبارداری در دمای ۶ ^{o}C و رطوبت نسبی ۵±۸۵ درصد میوه ها به مدت ۷۲ ساعت در دمای اتاق نگهداری و سپس مورد ارزیابی قرار گرفتند (تقی پور و همکاران ۱۳۹۰).

تاثیر این تیمار بر واکنش های فیزیولوژیکی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی انار

پلی آمین ها PAs به طور طبیعی در گیاهان در حال تشکیل هستند. کاربرد خارجی پلی آمین هایی از قبیل پوترسین، اسپرمیدین و اسپرمین در چندین مطالعه بر روی انار گزارش شده است. بارمن و همکاران (۲۰۱۱) کاهش نرخ تولید اتیلن میوه انار تیمارشده با پوترسین را به عملکرد ضد اتیلن پلی آمین ها نسبت داد. در حالیکه پوترسین نرخ تنفس میوه انار رقم مریدولا را کاهش داد (Barman *et al.*, 2011). اسپرمیدین بر روی نرخ تنفس میوه انار رقم ملار در طول ۶۰ روز انبار در دمای ۲ ^{o}C تاثیری نداشت (Mirdehghan *et al.*, 2007). پوترسین به صورت تنها یا در ترکیب با واکس کارنائوبا سرمازدگی و قهوه ای شدن پوست انار را ۶۵ درصد کاهش داد. سازگاری به سرما به حفظ سیالیت غشاء در دماهای پایین منجر و در نتیجه قهوه ای شدن پوست را کاهش داد (Barman *et al.*, 2011). بطور مشابه میردهقان و همکاران (۲۰۰۷) مشاهده کرد که کاربرد پوترسین و اسپرمیدین به صورت فشار یا غوطه وری قهوه ای شدن پوست میوه انار را ۲۵٪ و تلفات وزن را ۱۳٪ و ۱۵٪ به ترتیب برای پوترسین و اسپرمیدین کاهش داد. تیمار انار رقم ماردولا با پوترسین + واکس کارنائوبا بالاترین سفتی بافت را بعد از ۶۰ روز انبارداری در دمای ۳ ^{o}C حفظ کرد. تیمار میوه انار (رقم مریدولا) با پوترسین + واکس کارنائوبا به میوه ای با زاویه رنگ بالاتر و ارزش رنگی پایین تر با رنگ قرمز درخشان نتیجه داد و در مقابل در میوه شاهد رنگ قهوه ای مایل به زرد تیره بعد از ۶۰ روز انبارداری در دمای ۳ ^{o}C مشاهده شد. بالاترین مجموع مقدار قند و TA وکمترین مقدار TTS در میوه تیمارشده با پوترسین+واکس کارنائوبا در مقایسه با میوه شاهد در طول ۶۰ روز دوره انبارداری مشاهده شد. این معلول به تلفات آب و فرآیند بلوغ و تنفس کمتر در میوه تیمار شده در مقایسه با میوه شاهد نسبت داده شد (Barman *et al.*, 2011). ایجاد بلوغ با تاخیر به علت کاربرد پوترسین یا تیمارهای SPD به عنوان نتیجه خصوصیات ضد پیری توسط میردهقان و همکاران گزارش شد. با توجه به نتایج ارائه شده توسط بارمن و همکاران (۲۰۱۱)، مجموع محتوای آنتوسیانین میوه انار برای اولین ۱۵ روز انبار داری افزایش یافت، اما کاهش بعدی در میوه تیمارشده با پوترسین۴۰-۳۰ درصد از میوه شاهد بعد از ۶۰ روز انبارداری بیشتر بود (Barman *et al.*, 2011). تیمار انار با PUT و واکس کارنائوبا همچنین ۲۰ درصد بیشتر اسید آسکوربیک را در مقایسه با میوه شاهد در نتیجه خصوصیات ضد پیری پوتریسین بعد از انبارداری در دمای ۳ ^{o}C سلسیوس برای مدت ۶۰ روز حفظ کرد (Barman *et al.*, 2011).

اسیدهای ارگانیک و مشتقات آنها

اسید های ارگانیک که در بقاء گیاهان نقش مهمی را بازی می کنند به طور طبیعی ایجاد می شوند. تعدادی از مطالعات استفاده این ترکیبات در تیمارهای پس از برداشت میوه انار گزارش داده اند. در تحقیقی میوه انار در مرحله بلوغ کامل چیده و پس از انتقال به آزمایشگاه در محلول ۲۰ لیتر با غلظت های ۲، ۴ و ۶ میلی مولار اسید اگزالیک با درجه خلوص ۹۷ درصد به مدت ۱۰ دقیقه تیمار شد. تیمار شاهد در این آزمایش غوطه وری میوه های انار در آب مقطر $۲۰^{o}C$ بود. پس از خشک شدن میوه ها در دمای ۲۰ درجه و به مدت ۲۰ ساعت، تیمارها به انبار با دمای کنترل شده $۲^{o}C$ و رطوبت نسبی ۹۰ درصد برای مدت ۸۴ روز منتقل گردیدند (Sayyari*et al.*, 2010). در مطالعه دیگری توسط سیاری و همکاران (۲۰۱۱) میوه های انار در محلول ۱۰لیتر با غلظت های ۰.۱، ۰.۵ و ۱ میلی مولار اسید سالیسیلیک به مدت ۱۰ دقیقه و در دمای ۲۰ درجه تیمار شدند در این آزمایش میوه های تیمار نشده به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. پس از فرصت خشک شدن تیمارها در دمای $۲۰^{o}C$ و به مدت ۲۰ ساعت تیمارها به انبار با دمای کنترل شده $۲^{o}C$ و رطوبت نسبی ۹۰ درصد برای مدت ۱۴، ۲۸، ۴۲، ۵۶، ۷۰ و ۸۴ روز منتقل و پیش از ارزیابی، تیمارها به مدت ۴ روز در دمای ۲۰ درجه نگهداری شدند (Sayyari *et al.*, 2011).

تاثیر این تیمار بر واکنش های فیزیولوژیکی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی انار

سیاری و همکاران (۲۰۱۱)، مشاهده کردند که کاربرد متیل سالیسیلات(MeSa) و متیل جازمونات (MeJa) در طول انبارداری برای ۴۸ روز روی انار رقم ملار سرمازدگی را ۲ تا ۳ برابر نسبت به میوه شاهد کاهش داد. به طور مشابه تیمار میوه انار (ملار) با اسید اگزالیک نرخ تنفس و تلفات وزن را بعد از ۴۸ روز انبارداری در دمای $۲^{o}C$ کاهش داد (Sayyari *et al.*, 2010). سیاری و همکاران همچنین نشانه های کاهش سرمازدگی میوه را زمانیکه با اسید سالیسیلیک تیمار شده است و اثر بخشی آن را با غلظت های بالاتر اسید گزارش دادند. نتاایج نشان داد کاربرد MEGA و MESA می تواند نرمی بافت میوه انار (ملار) را به تاخیر اندازد که MESA نسبت به MEGA تیمار موثرتری در این تاخیر بود. (Sayyari *et al.*, 2011) در مطالعه دیگری تیمار اسید اگزالیک تاثیر معنی داری بر روی نرمی بافت میوه بعد از ۸۴ روز انبارداری نداشت (Sayyari *et al.*, 2010) . تیمار میوه با اسید اگزالیک کاهش در اسیدیته قابل تیتراسیون را محدود کرد اما روی مجموع محتوای مواد جامد قابل حل انار بعد از ۸۴ روز انبارداری در دمای $۲^{o}C$ موثر نبود (Sayyari *et al.*, 2010) . به طور مشابه TTS و TA به وسیله تیمار با اسید سالیسیلیک نیز تحت تاثیر قرار نگرفته بودند. بعلاوه، کاهش مقدار اسیدهای ارگانیک میوه در طول ذخیره سازی با استفاده از MESA و MEGA کمتر شد. کاربرد اسید اگزالیک به عنوان تیمار در میوه انار تلفات فنولیک را کاهش داد و به طور معنی داری اسید اسکوربیک را در طول انبارداری در دمای ۲ درجه سلسیوس برای مدت ۸۴ روز افزایش داد (Sayyari *et al.*, 2010).

کاربرد اتمسفرهای اصلاح شده و کنترلی

در انبارهای اتمسفر کنترل شده (CAS) و بسته بندی اتمسفر اصلاح شده (MAP)، ترکیب گاز درون انبار یا محتویات بسته تولیدی در حال تغییر است و اغلب غلظت CO_2 افزایش می یابد در حالیکه غلظت O_2 کاهش داده می شود. سوختگی سطح میوه یکی از مهمترین فاکتورهای محدود کننده انبارمانی طولانی میوه انار است و اطلاعات کمی درباره عوامل ایجاد کننده آن در دسترس می باشد. در تحقیقی ارزیابی اثربخشی تیمار میوه انار با دیفنیلامین، ۱-متیل سیکلوپروپن و اتمسفر اصلاح شده در طول دوره انبارداری در قالب ۸ تیمار بر شدت و بروز سوختگی انار رقم واندرفول بررسی شد (Defilippi *et al.*, 2006). در مطالعه دیگری پس از اینکه میوه های انتخاب شده در آب شستشو داده شدند با محلول هیپو کلریت سدیم ۲۰۰ میلی لیتر بر لیتر استریلیزه شدند. سپس آریل انارها بر روی سینی های پلی پروپیلن که با اکسید اتیلن استرلیزه شده بودند توزین و این سینی ها با فیلم پلی لید، کاملا بسته بندی و عایق شدند. بسته ها در دمای ۵، ۱۰ و ۱۵ درجه سلسیوس برای مدت ۱۴ روز با رطوبت نسبی ۲±۹۵ انبار و ارزیابی بر روی نمونه ها در روزهای ۰، ۳، ۷، ۱۰ و ۱۴ انجام گرفت و نتایج با یکدیگر مقایسه شدند (Caleb *et al.*, 2013).

تاثیر این تیمار بر واکنش های فیزیولوژیکی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی انار

نتایج محققان بر تاثیر کاربرد MA/CA (اتمسفر کنترل شده و اتمسفر اصلاح شده) به عنوان عملیات پس از برداشت بر روی میوه انار محدود است. دفیلیپینی و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه ای بر روی پیشرفت سوختگی در انار رقم وندرفول گزارش داد که انبار کردن میوه تحت CA به طور موثری (به ویژه با اتمسفر CO_2 به مقدار 15kPa) سوختگی را برای بیشتر از سه ماه در دمای ^{o}C ۷ انبارداری کنترل می کند (Defilippi *et al.*, 2006). بررسی تاثیرات MAP منفعل بر روی دانه های انار نشان داد که در طول دوره انبارداری غلظت O_2 فضای داخل بسته ها کاهش یافت در حالی که سطوح CO2 به طور معنی داری در طول انبارداری و در دماهای مختلف افزایش یافت (Caleb *et al.*, 2013). به منظور ممانعت از تجمع بیش از حد CO_2 درون بسته ها نویسندگان استفاده از فیلم های پلیمری با نفوذ پذیری بالاتر را پیشنهاد کردند (Caleb *et al.*, 2013). دفیلیپینی گزارش کرد که بعد از ۶ ماه انبارداری CA، انارهای رقم وندرفول رنگ قرمز روشنتری نسبت به میوه شاهد داشتند و این تاثیر روی میوه انبار شده CA به سنتز با تاخیر آنتوسیانین ها و دیگر فنولیک های مسئول برای رنگ قرمز پوست نسبت داده شده است. همچنین در میوه انبار شده تحت CA روشنایی رنگ پوست بالاتری مشاهده گردید. نویسندگان نتیجه گرفتند که تیمارهای CA کیفیت بصری میوه را برای بیشتر از ۶ ماه در انبار سرد خیلی خوب حفظ می کند (Defilippi *et al.*, 2006). در مطالعات اخیر بر روی انار پرورش یافته در آفریقای جنوبی تلفات وزن دانه های انار در طول انبارداری تحت MAP منفعل توسط کالب و همکاران (۲۰۱۳) ثابت گزارش شد. افزایش اولیه در وزن دانه ها در طول دوره اول انبارداری به تبخیر سریع رطوبت از سطح دانه وچگالش درون بسته ها نسبت داده شد. تغییرات غیر معنی داری در سفتی بافت و اسیدیته قابل تیتراسیون زمانیکه دانه های انار برای مدت

۱۴ روز در دمای ۵، ۱۰ و ۱۵ درجه سلسیوس انبار شدند مشاهده شد اما مجموع محتوای آنتوسیانین با طول مدت انبارداری کاهش یافت (Caleb *et al.*, 2013).

نتایج

تیمارهای پس از برداشت شیمیایی و فیزیکی گسترده ای به منظور افزایش کیفیت، انبار و طول عمر مفید میوه انار به کار برده شده اند و نتایج مفیدی از کاربرد این تیمارها حاصل شده است. استفاده از مواد شیمیایی مانند قارچ کش ها به علت تاثیرات بالقوه ای که بر روی سلامتی بشر و محیط زیست می گذارد رو به نزول است. ترکیبات طبیعی گیاهان مثل پلی آمین ها از قبیل پوترسین و اسپرمیدین و همچنین ارگانیک اسیدها از قبیل اگزالیک اسید، متیل جازمونات به طور موفقیت آمیزی به منظور کنترل فساد و افزایش عمر انبارمانی در میوه انار به کار برده شده اند و می توانند جایگزین مناسبی برای استفاده از قارچ کش ها باشند. کاربرد ترکیب تیمارهای فیزیکی و شیمیایی می توانند به عنوان روشی موثر به میوه با کیفیت بهتر منتهی شوند. خصوصیات هردو تیمار به علت طیف گسترده ای که دارند ویژگی های کیفی را بهتر از زمانی که تیمارها به طور انفرادی مورد استفاده قرار می گیرند افزایش می دهد. علاوه بر کاربرد تیمارهای پس از برداشت، استراتژی های مدیریت تولید محصول خوب تاکید می کند که به فاکتورهای پیش از برداشت نیز باید به منظور کسب کیفیت بهتر پس از برداشت توجه ویژه شود.

منابع

مقومی، مهشاد. مستوفی، یونس. زمانی، ذبیح اله. طلایی، علیرضا. و بوجار مسعود. ۱۳۹۰. بررسی اثر تیمار با هوای گرم بر کیفیت پس از برداشت آریل رقم ملس ساوه. همایش ملی انار. ۱۴-۱۳ مهرماه. مرکز تحقیقات انار فردوس.

تقی پور، لیلا. راحمی، مجید. عصار، پدرام. و صداقت کیش، زهره. ۱۳۹۰. بررسی اثر تیمارهای پس از برداشت پلی آمین ها و آب گرم بر خصوصیات کمی و کیفی میوه انار (رقم رباب نی ریز). همایش ملی انار. ۱۴-۱۳ مهرماه. مرکز تحقیقات انار فردوس.

Artés, F., Tudela, J.A., Gil, M.I., 1998. Improving the keeping quality of pomegranate fruit by intermittent warming. Z. Lebensm. Unters. Forsch. A 207, 316–321.

Artés, F., Tudela, J.A., Villaescusa, R., 2000. Thermal postharvest treatments for improving pomegranate quality and shelf life. Postharvest Biol. Technol. 18,245–251.

Barman, K., Asrey, R., Pal, R.K., 2011. Putrescine and carnauba wax pretreatment salleviate chilling injury, enhance shelf life and preserve pomegranate fruit quality during cold storage. Sci. Hortic. (Amst.) 130, 795–800.

Ben-Arie, R., Or, E., 1986. The development and control of husk scald on wonderful pomegranate fruit during storage. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 111, 395–399.

Caleb, O.J., Opara, U.L., Witthuhn, C.R., 2012. Modified atmosphere packaging of pomegranate fruit and arils: a review. Food Bioprocess Technol. 5, 15–30.

D'Aquino, S., Palma, A., Schirra, M., Continella, A., Tribulato, E., La Malfa, S., 2010. Influence of film wrapping and fludioxonil application on quality of pomegranate fruit. Postharvest Biol. Technol. 55, 121–128.

Defilippi, B.G., Whitaker, B.D., Hess-Pierce, B.M., Kader, A.A., 2006. Development and control of scald on 'Wonderful' pomegranates during long-term storage. Postharvest Biol. Technol. 41, 234–243.

Kader, A.A., Chordas, A., Elyatem, S.M., 1984. Responses of pomegranates to ethylene treatment and storage temperature. Calif. Agric. 38, 4–15.

López-Rubira, V., Conesa, A., Allende, A., Artés, F., 2005. Shelf life and overall quality of minimally processed pomegranate arils modified atmosphere packaged and treated with UV-C. Postharvest Biol. Technol. 37, 174–185.

Mahajan, P.V., Caleb, O.J., Singh, Z., Watkins, C.B., Geyer, M., 2014. Postharvest treatments of fresh produce. Phil. Trans. R. Soc. 372.

Martínez-Romero, D., Castillo, S., Guillén, F., Díaz-Mula, H.M., Zapata, P.J., Valero,D., Serrano, M., 2013. Aloe vera gel coating maintains quality and safety of ready-to-eat pomegranate arils. Postharvest Biol. Technol. 86, 107–112.

Mirdehghan, S.H., Rahemi, M., 2005. Effects of hot water treatment on reducing chilling injury of pomegranate (Punica granatum) fruit during storage. ActaHortic. 682, 887–892.

Mirdehghan, S.H., Rahemi, M., Castillo, S., Martínez-Romero, D., Serrano, M., Valero,D., 2007. Pre-storage application of polyamines by pressure or immersion improves shelf-life of pomegranate stored at chilling temperature by increasing endogenous polyamine levels. Postharvest Biol. Technol. 44, 26–33.

Nanda, S., Rao, D.V.S., Krishnamurthy, S., 2001. Effects of shrink film wrapping and storage temperature on the shelf life and quality of pomegranate fruits cv.Ganesh. Postharvest Biol. Technol. 22, 61–69.

Oz, A.T., Ulukanli, Z., 2012. Application of edible starch-based coating including glycerol plus oleum nigella on arils from long-stored whole pomegranate fruits. J. Food Process. Preserv. 36, 81–95.

Ramezanian, A., Rahemi, M., 2010. Effect of pre-storage application of spermidine, calcium chloride and hot water on chilling injury of cold stored pomegranate .Acta Hortic. 877, 491–498.

Roy, S.K., Waskar, D.P., 1997. Pomegranate. In: Mitra, S. (Ed.), Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits. Cab International, Walling ford, UK.

Sayyari, M., Babalar, M., Kalantari, S., Serrano, M., Valero, D., 2009. Effect of salicylic acid treatment on reducing chilling injury in stored pomegranates. Postharvest Biol. Technol. 53, 152–154.

Sayyari, M., Valero, D., Babalar, M., Kalantari, S., Zapata, P.J., Serrano, M., 2010. Prestorage oxalic acid treatment maintained visual quality, bioactive compounds, and antioxidant potential of pomegranate after long-term storage at 2◦C. J. Agric. Food Chem. 58, 6804–6808.

Sayyari, M., Babalar, M., Kalantari, S., Martínez-Romero, D., Guillén, F., Serrano, M.,Valero, D., 2011. Vapour treatments with methyl salicylate or methyl jasmonate alleviated chilling injury and enhanced antioxidant potential during postharvest storage of pomegranates. Food Chem. 124, 964–970

Shahbaz, H.M., Ahn, J.J., Akram, K., Kim, H.Y., Park, E.J., Kwon, J.H., 2014. Chemical and sensory quality of fresh pomegranate fruits exposed to gamma radiationas quarantine treatment. Food Chem. 145, 312–318.