

## تأثیر اتیلن و ۱-متیل سیکلوپروپین بر عمر انبارماني میوه انار رقم 'ملس یوسف خانی'

اورنگ خادمی<sup>۱\*</sup>، سیدمحمد حسینی ملا<sup>۲</sup>، داریوش طالعی<sup>۳</sup> و عرفان سپهوند<sup>۴</sup>

۱- \*نویسنده مسئول: استادیار، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران (o.khademi@shahed.ac.ir)

۲- دانش آموزانه کارشناسی ارشد علوم باغبانی، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

۳- استادیار، مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

۴- کارشناس ارشد امور آموزشی و پژوهشی، گروه علوم باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۸/۲۶

### چکیده

انار به عنوان یک میوه نافر از گرا طبقه بندی شده است و بنابراین غیر حساس به اتیلن محسوب می گردد. منتهی در برخی از میوه های نافر از گرا اتیلن منجر به تسریع فرایند پیری می گردد. در این پژوهش به منظور مشخص نمودن حساسیت میوه انار به اتیلن تأثیر تیمارهای اتیلن و ۱-متیل سیکلوپروپین روی ماندگاری میوه انار در طی انبار سرد، به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی، بررسی گردید. برای این منظور میوه انار رقم 'ملس یوسف خانی' با تیمارهای شاهد، اتیلن دو میکرولیتر بر لیتر به مدت ۴۸ ساعت، ۱-متیل سیکلوپروپین یک و دو میکرولیتر بر لیتر به مدت ۲۴ ساعت و تلفیق تیمارهای اتیلن و ۱-متیل سیکلوپروپین تیمار و در دمای چهار درجه سانتی گراد انبار و در زمان های یک، دو و سه ماه پس از انبارداری بررسی شد. نتایج نشان داد که میوه های تیمار شده با اتیلن دارای کاهش وزن بیشتر و درجه بازارپسندی میوه و آریل، نشت یونی، مقدار فنل و ظرفیت آنتی اکسیدانی کمتری در مقایسه با میوه های تیمار شده با ۱-متیل سیکلوپروپین حتی در حضور اتیلن (تیمار تلفیقی) بودند. میوه های تیمار شده با اتیلن دارای شاخص بازارپسندی میوه و آریل و ظرفیت آنتی اکسیدانی کمتری در مقایسه با شاهد نیز بودند. از این رو می توان نتیجه گرفت انار میوه ای حساس به اتیلن بوده و پیری آن با حضور اتیلن تسریع می شود. منتهی در بیشتر شاخص های مورد بررسی نمونه های شاهد دارای کیفیت کمتری در مقایسه با نمونه های تیمار شده با ۱-متیل سیکلوپروپین بودند، بنابراین به نظر می رسد حساسیت میوه انار به اتیلن بالا بوده و همان مقدار اندک اتیلن درونی موجب تسریع پیری آن می شود.

**کلید واژه ها:** نافر از گرا، بازارپسندی، سرمازدگی، آنتی اکسیدان، کاهش وزن.

### مقدمه

ایران به عنوان مهم ترین تولیدکننده و صادرکننده میوه انار (*Punica granatum L.*) در سطح جهان به شمار می آید و ارقام گوناگون انار در مناطق مختلف کشور کشت و کار می شوند (Holland et al., 2009). در این بین رقم 'ملس یوسف خانی' دارای کیفیت و ارزش تجاری منحصر به فردی در بین سایر ارقام می باشد. مشکلات عمده پس از برداشت انار شامل شیوع آلودگی های میکروبی، از دست دادن سریع آب و کاهش

وزن و حساسیت به سرمازدگی در صورت نگهداری در دمای پایین می باشد. این عوامل نقصان در پس از برداشت بیشتر میوه ها معمولاً در ارتباط با اتیلن بوده و حضور اتیلن در اطراف محصول آن ها را تحریک می نماید (Elyatem and Kader, 1984; Defilippi et al., 2006). (Kader et al., 1984)

در میوه انار مشخص شده است که تولید اتیلن درونی اندک بوده و با قرار گرفتن در معرض تیمار اتیلن خارجی فقط سرعت تنفس افزایش می یابد، در حالی که

(به‌عنوان ماده آزادکننده اتیلن) فعالیت آنزیم PAL و تجمع آنتوسیانین را تسریع نمود ولی تیمار با ۱-متیل سیکلوپروپین (به‌عنوان ماده ضد عمل اتیلن) رنگ‌گیری را در مقایسه با شاهد به تعویق انداخت. در پژوهشی مشابه روی میوه نافر از گرای خیار اثر تیمارهای اتیلن و پروپیلن و هم‌چنین تیمار ۱-متیل سیکلوپروپین قبل از آن‌ها روی فرایند پیری بررسی و نشان داده شد که اتیلن و پروپیلن فرایند تخریب کلروفیل و پیری را در میوه خیار تسریع نمود ولی تیمار ۱-متیل سیکلوپروپین فرایند پیری القا شده توسط آن‌ها را تا حد زیادی کنترل کرد (Nilsson, 2005).

مطالعه‌ای در خصوص اثر اتیلن در افزایش یا ممانعت از مشکلات پس از برداشت میوه انار صورت نگرفته است بنابراین، در این پژوهش اثر تیمار اتیلن و هم‌چنین اثر ماده ضد عمل اتیلن، ۱-متیل سیکلوپروپین، روی میوه انار طی دوره انبارداری مورد بررسی قرار گرفت تا میزان حساسیت یا مقاومت میوه انار به اتیلن در دوره پس از برداشت مشخص شود.

### مواد و روش‌ها

برای اجرای این طرح در سال ۱۳۹۲ تعداد ۴۸۰ عدد میوه انار رقم 'ملس یوسف‌خانی' از باغ تجاری واقع در اطراف شهر ساوه در مرحله رسیدگی (رنگ‌گیری کامل آریل) برداشت و به آزمایشگاه پس از برداشت دانشگاه شاهد منتقل گردید. میوه‌ها به پنج گروه هر گروه دارای ۹۶ میوه تقسیم‌بندی شدند. گروه اول به‌عنوان شاهد تیماری اعمال نشد، گروه دوم با ۱-متیل سیکلوپروپین در غلظت یک میکرولیتر بر لیتر، گروه سوم با ۱-متیل سیکلوپروپین در غلظت دو میکرولیتر بر لیتر، گروه چهارم با اتیلن در غلظت دو میکرولیتر بر لیتر و گروه پنجم ابتدا با تیمار سوم و سپس با تیمار چهارم تیمار شد (تیمار تلفیقی). تیمار ۱-متیل سیکلوپروپین با استفاده از روش ذکر شده توسط Massolo *et al.* (2011)، در مدت ۲۴ ساعت و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد اعمال شد. برای اعمال تیمار اتیلن از ظروف پلی‌اتیلنی ضخیم که روی درب آن سپتوم تزریق تعبیه شده بود استفاده گردید. پس از قرار دادن میوه‌ها داخل این ظروف درب آن‌ها به‌طور کامل بسته

تیمار اتیلن روی رنگ پوست، رنگ گوشت، اسید قابل تیتراسیون، مقدار مواد جامد محلول اثری ندارد. از این رو بر اساس الگوی تولید اتیلن و رسیدن انار از جمله میوه‌های نافر از گرا<sup>۱</sup> طبقه‌بندی می‌شود و ظاهراً حساسیتی به حضور اتیلن ندارد (Kader *et al.*, 1984). ولی در موارد بسیاری نشان داده شده است که اتیلن در پس از برداشت میوه‌های نافر از گرا همانند توت‌فرنگی اثرگذار است (Nilsson, 2005; Bower *et al.*, 2003; Wang *et al.*, 2006; Tian *et al.*, 2000).

۱-متیل سیکلوپروپین<sup>۲</sup> (1-MCP) به‌عنوان معروف‌ترین و مؤثرترین ترکیب جلوگیری‌کننده عمل اتیلن مطرح می‌باشد (Massolo *et al.*, 2011). استفاده از ترکیب ۱-متیل سیکلوپروپین نه تنها برای افزایش عمر مفید پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها اهمیت دارد، بلکه به‌عنوان ابزاری بسیار ارزشمند برای مطالعه نقش اتیلن در فرایندهای فیزیولوژیکی رشد و نمو و به‌خصوص فرایندهای پیری می‌باشد (Blankenship and Dole, 2003; Watkins, 2006). البته بیشتر اطلاعات موجود در زمینه اثرات مفید این ترکیب روی میوه‌های نافر از گرا بوده و در خصوص اثر این تیمار روی میوه‌های نافر از گرا انجام پژوهش‌های بیشتر ضروری به نظر می‌رسد (Watkins, 2006).

توت‌فرنگی به‌عنوان یک میوه نافر از گرا شناخته می‌شود. در پژوهشی، اثر تیمار اتیلن و ۱-متیل سیکلوپروپین روی میوه توت‌فرنگی بررسی و نشان داده شد که حضور اتیلن در اطراف محصول عمر مفید پس از برداشت آن را کاهش داد. ولی تیمار با ۱-متیل سیکلوپروپین قبل از تیمار اتیلن به‌طور معنی‌داری اثرات ناشی از اتیلن را کاهش داد. البته اعمال تیمار ۱-متیل سیکلوپروپین بدون حضور اتیلن اثر قابل توجهی نداشته و اثر مفید آن تنها کاهش اثرات نامطلوب اتیلن بود (Bower *et al.*, 2003). Villarreal *et al.* (2010) نیز میوه توت‌فرنگی را در مرحله سفید رنگ برداشت و نشان دادند تیمار با اتفون

1- Non climacteric

2- 1-methyl cyclo propene

محلول توسط دستگاه هدایت الکتریکی سنج قرائت گردید. نمونه‌ها به مدت یک ساعت در اتوکلاو قرار گرفته و پس از سرد شدن هدایت الکتریکی ثانویه ( $EC_2$ ) نمونه‌ها اندازه‌گیری و با استفاده از فرمول زیر درصد نشت یونی محاسبه گردید (Mirdehghan *et al.*, 2007):

$$100 \times (EC_1 / EC_2) = \text{درصد نشت یونی}$$

برای اندازه‌گیری مقدار فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی سه گرم از نمونه‌های آریل به کمک نیتروژن مایع پودر شده و ۱۰ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد به آن اضافه و همگن گردید. سپس هموزن حاصل در ۱۰۰۰۰ دور به مدت ۱۵ دقیقه، در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شده و محلول رویی برای اندازه‌گیری فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی جمع‌آوری گردید. برای اندازه‌گیری مقدار فنل کل از روش فولین سیوکالتوآ استفاده شد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آریل نیز از طریق خاصیت خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد DPPH تعیین گردید (Sayyari *et al.*, 2011). برای این منظور ۱۰ میکرولیتر عصاره متانولی به ۱۹۰۰ میکرولیتر محلول DPPH ۱۰۰ میکرومولار (۳/۹۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر متانول) اضافه شد و به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی به‌منظور رسیدن محلول به حالت یکنواخت قرار گرفت. میزان جذب نمونه‌ها در ۵۱۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر (مدل Perkin Elmer-lambda) قرائت و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها به‌صورت درصد بازدارندگی DPPH بر اساس فرمول زیر محاسبه شد که در آن DPPHsc + DPPH) درصد بازدارندگی، Asamp) میزان جذب DPPH + (نمونه) و Acont) میزان جذب DPPH می‌باشد.

$$DPPHsc = (1 - (A_{samp} / A_{cont})) \times 100$$

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل تیمارهای اعمال شده و زمان‌های بررسی بودند. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (ver: 9.3) تجزیه شده و برای مقایسه اختلاف بین میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد

شده و سپس اتیلن توسط یک عدد سرنگ یک میلی‌لیتری و از منبع کپسول اتیلن (با درجه خلوص ۹۹ درصد) به داخل آن تزریق شد. برای اطمینان از پر بودن سرنگ از اتیلن، شیر مانومتر متصل به کپسول اتیلن به آرامی باز شد و سرنگ در داخل خروجی مانومتر قرار گرفت و پس از چند مرتبه پر و خالی شدن در مقدار مورد نظر به داخل ظرف تیمار تزریق گردید. مدت زمان قرار گرفتن میوه‌ها در معرض تیمار اتیلن ۴۸ ساعت در نظر گرفته شد (Nilsson, 2005). پس از اعمال تیمارها، میوه‌ها درون سبدهای مشبک پلی‌اتیلنی قرار گرفته و به سردخانه چهار درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی بالای ۸۰ درصد منتقل شدند. در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز پس از اعمال تیمار، تعداد ۳۲ میوه از هر تیمار به‌عنوان سه تکرار از سردخانه خارج و پس از سه روز نگهداری در دمای معمولی به‌عنوان عمر قفسه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفتند. کاهش وزن نمونه‌ها با اندازه‌گیری وزن هر میوه قبل و پس از دوره انبارداری محاسبه گردید. درجه بازارپسندی میوه و آریل توسط سه نفر و در محدوده ۱ الی ۵ نمره‌دهی شد. ۱: کمترین درجه بازارپسندی و بیشترین درجه سرمازدگی و تخریب ظاهر، ۵: بیشترین درجه بازارپسندی و کمترین درجه سرمازدگی و تخریب ظاهر در نظر گرفته شد. درجه سرمازدگی میوه بر مبنای شدت قهوه‌ای شدن پوست میوه و درجه سرمازدگی آریل بر مبنای میزان رنگ پریدگی آریل و قهوه‌ای شدن پره‌های سفید اطراف آریل ارزیابی شد (Mirdehghan and Rahemi, Kader *et al.*, 1984, 2002). شاخص بازارپسندی توسط فرمول زیر محاسبه گردید (Wang *et al.*, 2006):

$$\text{تعداد میوه} \times (\text{درجه بازارپسندی}) = \text{شاخص بازارپسندی} \\ (\text{تعداد کل میوه در هر تیمار} \times 5) / ((\text{در هر درجه بازارپسندی})$$

برای اندازه‌گیری نشت یونی از قسمت‌های میانی پوست میوه تعداد ۱۰ دیسک به ازای هر واحد آزمایشی به‌وسیله پانچ دستی برداشته شده و در داخل ارلن‌های حاوی ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر قرار گرفتند. پس از ۴ ساعت شیک با سرعت ۱۵۰ دور در دقیقه هدایت الکتریکی اولیه ( $EC_1$ )

استفاده شد. در بیان نتایج در مواردی که اثر برهمکنش بین تیمار و زمان بررسی معنی دار نبود اثرات اصلی تیمار و زمان بررسی ذکر شد ولی در صورت معنی دار بودن اثر برهمکنش بین تیمار و زمان، نتایج برهمکنش آورده شد.

## نتایج و بحث

### درصد کاهش وزن

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر اصلی تیمار و زمان بررسی (در سطح احتمال یک درصد) و اثر برهمکنش بین تیمار و زمان بررسی (در سطح احتمال پنج درصد) بر درصد کاهش وزن میوه انار معنی دار بود (جدول ۱). نتایج برهمکنش بین تیمار و زمان بررسی نشان داد که در زمان یک ماه اختلاف معنی داری بین تیمارهای اعمال شده و شاهد از نظر درصد کاهش وزن مشاهده نشد. ولی در زمان‌های بررسی دو و سه ماه نمونه‌های شاهد و تیمار اتیلن بدون اختلاف معنی دار نسبت به یکدیگر دارای درصد کاهش وزن بیشتری در مقایسه با تیمارهای ۱-متیل سیکلوپروپین و تیمار تلفیقی بودند. نمونه‌های تیمار تلفیقی نیز دارای کاهش وزن کمتری در مقایسه با نمونه‌های تیمارهای ۱-متیل سیکلوپروپین و تیمار تلفیقی بود ولی اختلاف معنی داری بین دو تیمار ۱-متیل سیکلوپروپین یک و دو میکرولیتر بر لیتر از نظر درصد کاهش وزن در دو زمان بررسی دو و سه ماه مشاهده نشد (شکل ۱).

### شاخص بازارپسندی میوه و آریل

بر اساس نتایج تجزیه واریانس در هر دو شاخص بازارپسندی میوه و آریل اثر اصلی تیمار، اثر اصلی زمان بررسی و اثر برهمکنش بین تیمار و زمان بررسی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین برهمکنش بین تیمار و زمان بررسی نشان داد که در زمان بررسی یک ماه اختلاف معنی داری بین تیمارهای اعمال شده و شاهد از نظر شاخص بازارپسندی میوه مشاهده نشد. با گذشت زمان آزمایش بازارپسندی میوه در تمام نمونه‌ها به طور معنی داری کاهش یافت. در زمان بررسی دو ماه نمونه‌های شاهد و تیمار اتیلن بدون اختلاف معنی دار نسبت به یکدیگر به طور معنی داری دارای

بازارپسندی کمتری در مقایسه با تیمارهای ۱-متیل سیکلوپروپین و تلفیقی بودند. در این زمان بررسی اختلاف معنی داری بین تیمارهای ۱-متیل سیکلوپروپین و تلفیقی از نظر شاخص بازارپسندی میوه مشاهده نشد. در زمان بررسی سه ماه نمونه‌های تیمار اتیلن به طور معنی داری دارای درجه بازارپسندی کمتری در مقایسه با نمونه‌های سایر تیمارها و حتی شاهد بودند. در این زمان بررسی نیز نمونه‌های شاهد دارای درجه بازارپسندی کمتری در مقایسه با نمونه‌های تیمارهای ۱-متیل سیکلوپروپین و تلفیقی بودند. نمونه‌های تیمارهای ۱-متیل سیکلوپروپین یک و دو میکرولیتر بر لیتر بدون اختلاف معنی دار نسبت به یکدیگر دارای بیشترین درجه بازارپسندی در زمان بررسی سه ماه بودند. هم‌چنین در زمان بررسی سه ماه نمونه‌های تیمار تلفیقی اختلاف معنی داری با نمونه‌های تیمار ۱-متیل سیکلوپروپین دو میکرولیتر بر لیتر از نظر درجه بازارپسندی میوه نشان ندادند ولی به طور معنی داری دارای درجه بازارپسندی کمتری در مقایسه با نمونه‌های تیمار ۱-متیل سیکلوپروپین یک میکرولیتر بر لیتر بودند (شکل ۲).

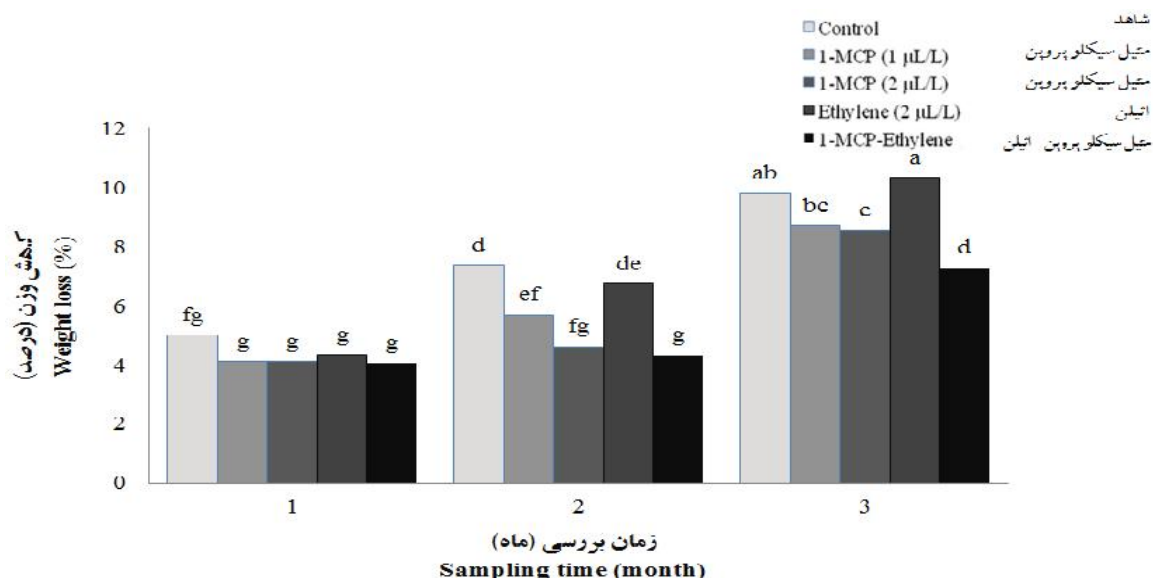
نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با گذشت زمان آزمایش شاخص بازارپسندی آریل در تمام نمونه‌ها به طور معنی داری کاهش یافت. ولی در دو زمان بررسی یک و دو ماه نمونه‌های تیمارهای ۱-متیل سیکلوپروپین یک و دو میکرولیتر بر لیتر بدون اختلاف معنی دار نسبت به یکدیگر دارای شاخص بازارپسندی آریل بیشتری در مقایسه با نمونه‌های سایر تیمارها بودند. در این دو زمان بررسی اختلاف معنی داری بین نمونه‌های تیمارهای اتیلن، تلفیقی و شاهد از نظر شاخص بازارپسندی آریل مشاهده نشد (شکل ۳). در زمان بررسی سه ماه نمونه‌های تیمار اتیلن به طور معنی داری دارای شاخص بازارپسندی کمتری در مقایسه با سایر تیمارها بودند، ولی بین نمونه‌های تیمارهای ۱-متیل سیکلوپروپین در هر دو غلظت یک و دو میکرولیتر بر لیتر، تلفیقی و شاهد اختلاف معنی داری از نظر شاخص بازارپسندی آریل مشاهده نشد (شکل ۳).

جدول ۱- تجزیه واریانس آزمایش تأثیر اتیلن و ۱-متیل سیکلوپروپین بر عمر انبارمانی میوه انار رقم 'ملس یوسف خانی'  
 Table 1. Variance analysis the effect of ethylene and 1-MCP on storability of pomegranate fruit cv. 'Malase Yosef Khani'

میانگین مربعات Mean squares						درجه آزادی df	منابع تغییرات Source of variation
آنتی اکسیدانی Antioxidant	فنل کل Total phenol	نشت یونی Electrolyte leakage	بازارپسندی آریل Aril marketability	بازارپسندی میوه Fruit marketability	کاهش وزن Weight loss		
258**	117*	92.9**	0.18**	0.28**	39**	4	تیمار Treatemnt
2396**	203*	363.18**	0.095**	0.075**	518**	2	زمان بررسی Sampling time
163**	103 <sup>ns</sup>	9.64 <sup>ns</sup>	0.102**	0.132**	7.55*	8	تیمار × زمان بررسی Treatemnt × Time
43	54	20.78	0.0062	0.0055	3.22	30	خطای آزمایش Error
11	2	9	22	15	25		ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)

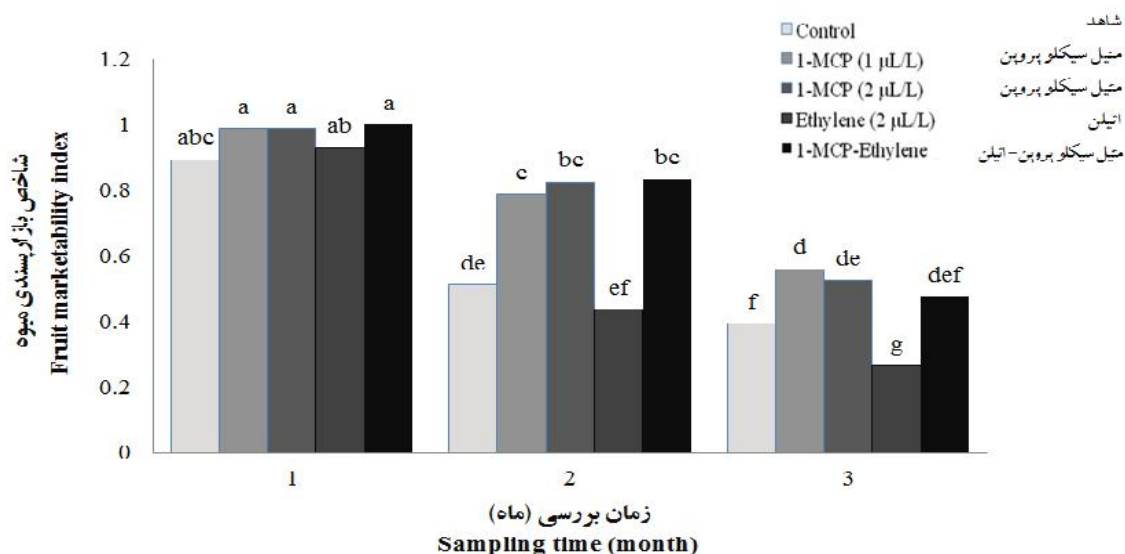
ns, \* و \*\* به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی دار، معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد را نشان می دهد.

ns, \* and \*\* show no significant differences, significant at the 5 and 1 % respectively.



شکل ۱- اثر برهمکنش بین تیمارهای اتیلن و ۱-متیل سیکلوپروپن و زمان‌های بررسی بر درصد کاهش وزن میوه انار رقم 'ملس یوسف خانی' میانگین‌هایی (n=3) با حروف مشترک اختلاف معنی‌داری نسبت به یکدیگر از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند

**Figure 1. Interaction effects of ethylene and 1-MCP treatments and sampling times on weight loss percentage of pomegranate fruit cv. 'Malase Yosef Khani'**  
Means (n=3) with the same letters are not significant at 5% level of Duncan test



شکل ۲- اثر برهمکنش بین تیمارهای اتیلن و ۱-متیل سیکلوپروپن و زمان‌های بررسی بر شاخص بازاریابی میوه انار رقم 'ملس یوسف خانی' میانگین‌هایی (n=3) با حروف مشترک اختلاف معنی‌داری نسبت به یکدیگر از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند

**Figure 2. Interaction effects of ethylene and 1-MCP treatments and sampling times on marketability index of pomegranate fruit cv. 'Malase Yosef Khani'**  
Means (n=3) with the same letters are not significant at 5% level of Duncan test

غیر معنی‌دار بود (جدول ۱). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها درصد نشت یونی تمام نمونه‌ها با گذشت زمان انبارداری به‌طور معنی‌داری افزایش یافت به‌طوری‌که درصد نشت یونی نمونه‌ها در ماه سوم بیشتر از ماه دوم و در ماه دوم بیشتر

### نشت یونی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر اصلی تیمار و زمان بررسی در سطح احتمال یک درصد بر درصد نشت یونی معنی‌دار ولی اثر برهمکنش تیمار و زمان بررسی بر آن

معنی دار نسبت به یکدیگر، به طور معنی داری کمتر از مقدار فنل کل نمونه‌های تیمار شده با ۱-متیل سیکلوپروپین در هر دو غلظت یک و دو میکرولیتر بر لیتر و تیمار تلفیقی بود (جدول ۳). بین نمونه‌های تیمار شده با ۱-متیل سیکلوپروپین در هر دو غلظت یک و دو میکرولیتر بر لیتر و تیمار تلفیقی اختلاف معنی داری از نظر مقدار فنل کل مشاهده نشد.

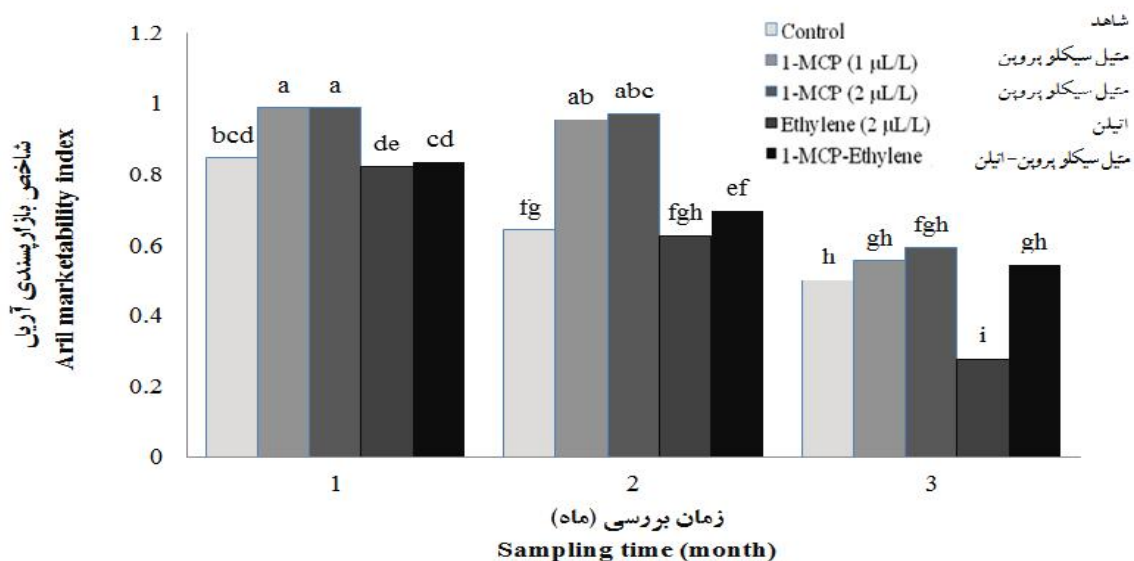
### ظرفیت آنتی اکسیدانی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر اصلی تیمار، اثر اصلی زمان بررسی و اثر برهمکنش بین تیمار و زمان بررسی بر ظرفیت آنتی اکسیدانی در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود. نتایج مقایسه میانگین برهمکنش بین تیمار و زمان بررسی نشان داد که در زمان بررسی یک ماه اختلاف معنی داری بین نمونه‌های شاهد، تیمارهای ۱-متیل سیکلوپروپین در هر دو غلظت یک و دو میکرولیتر بر لیتر و تلفیقی از نظر ظرفیت آنتی اکسیدان مشاهده نشد. در این زمان بررسی کمترین ظرفیت آنتی اکسیدانی در نمونه‌های تیمار اتیلن مشاهده شد که البته اختلاف آن با نمونه‌های شاهد و ۱-متیل سیکلوپروپین دو میکرولیتر بر لیتر معنی دار ولی با نمونه‌های ۱-متیل سیکلوپروپین یک میکرولیتر بر لیتر و تلفیقی غیر معنی دار بود (شکل ۴).

از ماه اول بود (جدول ۲). در این بین درصد نشت یونی نمونه‌های تیمار اتیلن و شاهد بدون اختلاف معنی دار نسبت به یکدیگر بیشتر از درصد نشت یونی نمونه‌های تیمارهای ۱-متیل سیکلوپروپین و تلفیقی بود. بین نمونه‌های تیمارهای ۱-متیل سیکلوپروپین در هر دو غلظت یک و دو میکرولیتر بر لیتر و تلفیقی اختلاف معنی داری از نظر درصد نشت یونی مشاهده نشد (جدول ۳).

### فنل کل

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر اصلی تیمار و اثر اصلی زمان بررسی بر مقدار فنل کل در سطح احتمال پنج درصد معنی دار ولی اثر برهمکنش تیمار و زمان بررسی بر آن غیر معنی دار بود (جدول ۱). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها مقدار فنل تمام نمونه‌ها با گذشت زمان انبارداری کاهش یافت. البته اختلاف معنی داری بین زمان‌های بررسی یک و دو ماه و هم‌چنین بین زمان‌های بررسی دو و سه ماه از نظر مقدار فنل کل نمونه‌ها مشاهده نشد، ولی مقدار فنل کل نمونه‌ها در ماه سوم به طور معنی داری کمتر از مقدار فنل کل نمونه‌ها در ماه اول انبارداری بود (جدول ۲). بر اساس اثر اصلی تیمار مقدار فنل کل نمونه‌های شاهد و تیمار اتیلن، بدون اختلاف



شکل ۳- اثر برهمکنش بین تیمارهای اتیلن و ۱-متیل سیکلوپروپین و زمان‌های بررسی بر شاخص بازارپسندی آریل انار رقم 'ملس یوسف خانی' میانگین‌هایی (n=3) با حروف مشترک اختلاف معنی داری نسبت به یکدیگر از نظر آزمون داکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند

Figure 3. Interaction effects of ethylene and 1-MCP treatments and sampling times on marketability index of pomegranate arils cv. 'Malase Yosef Khani'

Means (n=3) with the same letters are not significant at 5% level of Duncan test

جدول ۲- اثر زمان بررسی بر درصد نشت یونی و مقدار فنل کل میوه انار رقم 'ملس یوسف خانی'  
**Table 2. Effect of sampling time on electrolyte leakage and total phenol of pomegranate fruit cv. 'Malase Yosef Khani'**

زمان بررسی Time	نشت یونی (درصد) Electrolyte leakage (%)	فنل کل (میلی گرم بر لیتر) Total phenol (mg/L)
ماه اول First month	37.68 <sup>c</sup>	477.81 <sup>a</sup>
ماه دوم Second month	42.43 <sup>b</sup>	474.00 <sup>ab</sup>
ماه سوم Three month	48.15 <sup>a</sup>	470.45 <sup>b</sup>

میانگین‌هایی (n=15) با حروف مشترک اختلاف معنی‌داری نسبت به یکدیگر از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.  
 Means (n=15) with the same letters are not significant at 5% level of Duncan test.

جدول ۳- اثر تیمار بر درصد نشت یونی و مقدار فنل کل میوه انار رقم 'ملس یوسف خانی'  
**Table 3. Effect of treatment on electrolyte leakage and total phenol of pomegranate fruits cv. 'Malase Yosef Khani'**

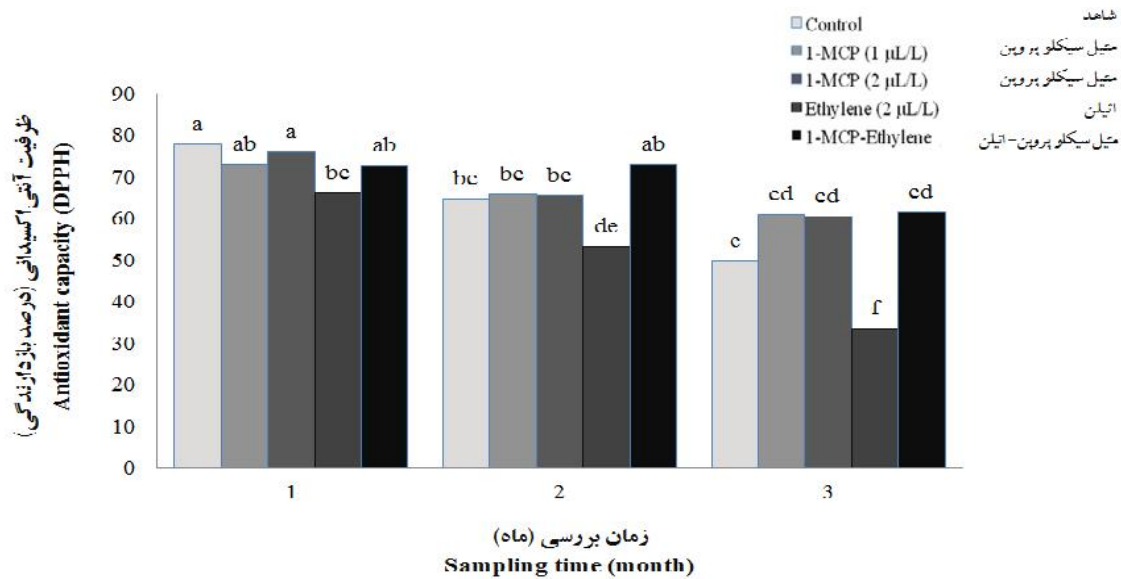
تیمار Treatment	نشت یونی (درصد) Electrolyte leakage (%)	فنل کل (میلی گرم بر لیتر) Total phenol (mg/L)
شاهد Control	46.70 <sup>a</sup>	469.71 <sup>b</sup>
۱-متیل سیکلوپروپین 1-MCP (1 μL/L)	40.85 <sup>b</sup>	476.20 <sup>a</sup>
۱-متیل سیکلوپروپین 1-MCP (2 μL/L)	40.13 <sup>b</sup>	476.29 <sup>a</sup>
اتیلن Ethylene (2 μL/L)	45.67 <sup>a</sup>	470.00 <sup>b</sup>
شاهد Control	41.42 <sup>b</sup>	477.57 <sup>a</sup>

میانگین‌هایی (n=9) با حروف مشترک اختلاف معنی‌داری نسبت به یکدیگر از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.  
 Means (n=9) with the same letters are not significant at 5% level of Duncan test.

نمونه‌های تیمارهای ۱-متیل سیکلوپروپین در هر دو غلظت یک و دو میکرولیتر بر لیتر و تیمار تلفیقی اختلاف آماری معنی‌داری از نظر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مشاهده نشد. کاهش وزن در محصولات تازه‌خوری در اثر اکسیداسیون و متابولیسم سلولی و از دست دادن آب در نتیجه از دست رفتن پایداری غشاهای سلولی رخ می‌دهد (Sapers and Simmons, 1998). انار به دلیل داشتن منافذ متعدد روی پوست ضخیم خود سرعت از دست دادن آب قابل ملاحظه‌ای دارد. با از دست دادن آب پوست میوه خشک و ظاهر آن نامطلوب می‌شود (Nanda et al., 2001).

با گذشت زمان آزمایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در تمامی نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. در زمان بررسی دو ماه ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های تیمار اتیلن به‌طور معنی‌داری کمتر از ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های سایر تیمارها بود. در حالی که بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری از نظر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مشاهده نشد. در زمان بررسی سه ماه نیز کمترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در نمونه‌های تیمار اتیلن مشاهده شد. در این زمان بررسی نمونه‌های شاهد دارای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کمتری در مقایسه با نمونه‌های تیمارهای ۱-متیل سیکلوپروپین و تلفیقی بودند در حالی که بین





شکل ۴- اثر برهمکنش بین تیمارهای اتیلن و ۱-متیل سیکلوپروپین و زمان‌های بررسی بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی انار رقم 'ملس یوسف خانی' میانگین‌هایی (n=3) با حروف مشترک اختلاف معنی‌داری نسبت به یکدیگر از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند

Figure 4. Interaction effects of ethylene and 1-MCP treatments and sampling times and times on antioxidant capacity of pomegranate arils cv. 'Malase Yosef Khani'.

Means (n=3) with the same letters are not significant at 5% level of Duncan test

بر اساس نتایج این پژوهش نمونه‌های شاهد و تیمار اتیلن دارای کاهش وزن بیشتری در مقایسه با سایر نمونه‌ها بودند، ولی تیمار ۱-متیل سیکلوپروپین حتی در حضور اتیلن نقصان وزن انار را تعدیل نمود. در پژوهشی نشان داده شد که تیمار ۱-متیل سیکلوپروپین با کنترل کاهش وزن ظاهر مطلوب میوه‌ها را در طول دوره پس از برداشت حفظ نمود (Ilic *et al.*, 2011). در میوه‌ها و سبزی‌ها معمولاً استفاده از ترکیب ۱-متیل سیکلوپروپین موجب کاهش تولید اتیلن می‌گردد ولی بر اساس نوع رقم، مرحله بلوغ و رسیدگی، غلظت تیمار اعمال شده، ممکن است استفاده از تیمار ۱-متیل سیکلوپروپین موجب افزایش تولید اتیلن به خصوص در میوه‌های نافرزاگرا و یا فرازگرا در مرحله قبل از اوج تنفسی گردد. البته با وجود افزایش تولید اتیلن سرعت تنفس افزایش نیافته و فرایندهای مرتبط با رسیدن تسریع نمی‌شود، چرا که حضور ۱-متیل سیکلوپروپین از عمل اتیلن ممانعت می‌کند. از این رو سرعت تنفس و به‌طور کلی متابولیسم سلولی در حضور ۱-متیل سیکلوپروپین کاهش یافته و به این دلیل کاهش وزن تعدیل می‌یابد (Tian *et al.*, 2000)؛

در آزمایش حاضر عرضه سرمازدگی پوست و آریل انار در قالب بازارپسندی ارزیابی گردید. بر اساس نتایج، بازارپسندی میوه‌های تیمار شده با اتیلن به‌طور معنی‌داری کمتر از میوه‌های تیمار شده با ۱-متیل سیکلوپروپین و حتی شاهد بود. به‌طور عمومی پذیرفته شده است که علائم سرمازدگی ناشی از استرس اکسیداسیونی در بافت میوه می‌باشد که منجر به تولید گونه‌های فعال اکسیژن بیشتر از ظرفیت سلول برای حذف آن می‌شود (Defilippi *et al.*, 2006)؛ نقش اتیلن در پراکسیداسیون چربی و تولید اکسیداتیوهای قوی درون سلولی در قبل از شروع توسعه علائم سرمازدگی به اثبات رسیده است. کاربرد ۱-متیل سیکلوپروپین می‌تواند از تولید اتیلن و افزایش سرعت تنفس و در نتیجه از تولید رادیکال‌های آزاد به دنبال تنش ممانعت نموده و بدین طریق مقاومت سلول در برابر تنش را افزایش دهد. نقش مثبت تیمار ۱-متیل سیکلوپروپین در کاهش علائم سرمازدگی انار در رقم 'واندرفول' (Defilippi *et al.*, 2006)، 'ملس ساوه' (Sepahvand *et al.*, 2013) و رقم

را تشکیل می‌دهند (Sayyari *et al.*, 2011). بر اساس نتایج حاضر نمونه‌های تیمار اتیلن دارای کمترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در بین نمونه‌ها بودند و تیمار ۱-متیل سیکلوپروپن ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه را حفظ نمود. در پژوهش مشابه، روی میوه انار نشان داده شد که در نمونه‌های شاهد مقدار ترکیبات فنلی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در طول نگهداری طولانی مدت کاهش یافت، ولی کاربرد تیمار اسید اگزالیک مقدار فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را در طول انبار حفظ نمود (Sayyari *et al.*, 2010). به نظر می‌رسد تیمار اتیلن با افزایش سطح اکسایدهای داخلی منجر به ایجاد تنش اکسیداتیوی درون سلولی می‌شود و بدین طریق مقدار فنل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه کاهش می‌یابد. منتهی تیمار ۱-متیل سیکلوپروپن با ممانعت از اثر اتیلن از کاهش مقدار ترکیبات فنلی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه در شرایط تنش ممانعت می‌نماید (De Martino *et al.*, 2006).

۱-متیل سیکلوپروپن به‌عنوان تیماری مؤثر در به تعویق انداختن پیری محصولات باغبانی شناخته می‌شود (Blankenship and Dole, 2003; Tian *et al.*, 2000). در میوه‌های نافرازگرا همانند توت‌فرنگی و خیار نشان داده شده است که با وجود تولید اتیلن داخلی ناچیز، تیمار با اتیلن زوال و پیری پس از برداشت را تسریع می‌نماید و اعمال تیمار ۱-متیل سیکلوپروپن به خوبی اثرات نامطلوب اتیلن را ممانعت می‌کند (Bower *et al.*, 2003; Nilsson, 2005; Villarreal *et al.*, 2010; Tian *et al.*, 2000). در آزمایش حاضر نیز به وضوح نشان داده شد که تیمار اتیلن موجب کاهش وزن بیشتر در میوه انار شد و بازارپسندی میوه و آریل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را حتی در مقایسه با نمونه‌های شاهد کاهش داد. بنابراین انار میوه‌ای حساس به اتیلن می‌باشد و اعمال تیمارهای ضد اتیلن می‌تواند در افزایش عمر مفید پس از برداشت آن مؤثر باشد. ولی از طرفی در بیشتر شاخص‌های بررسی شده نمونه‌های شاهد دارای کیفیت کمتری در مقایسه با نمونه‌های تیمار شده با ۱-متیل سیکلوپروپن بودند. بنابراین به نظر می‌رسد مشابه با

‘داهونگ‌پاوو’ (Zhang *et al.*, 2008) نیز نشان داده شده است. از دست دادن آب و توسعه علائم سرمازدگی در محصولات تازه‌خوری تابعی از میزان نفوذپذیری غشاهای سلولی می‌باشد (Sapers and Simmons, 1998). یکی از مهم‌ترین شاخص‌ها در ارزیابی پایداری غشای سلولی اندازه‌گیری میزان نشت یونی است که در میوه انار در پوست آن اندازه‌گیری می‌شود (Mirdehghan *et al.*, 2007). (Sayyari *et al.*, 2009).

در این آزمایش هم‌راستا با نتایج کاهش وزن و سرمازدگی (بازار پسندی کمتر)، نمونه‌های شاهد و تیمار اتیلن دارای نشت یونی بیشتر در مقایسه با نمونه‌های تیمارهای ۱-متیل سیکلوپروپن بودند. اتیلن نقش بسزایی در افزایش پراکسیداسیوان چربی‌های و افزایش نشت یونی غشا دارد (Blankenship and Dole, 2003; Watkins, 2006). از این رو تیمار ۱-متیل سیکلوپروپن با ممانعت از عمل اتیلن، از افزایش اکسیداسیون سلولی و به دنبال آن از آسیب به غشا سلولی جلوگیری می‌کند (De Martino, 2006). در واقع دمای کم موجب تغییر در فاز لیپیدهای غشای سلولی از فاز مایع به فاز ژل-جامد می‌شود که منجر به افزایش نفوذپذیری غشا و تراوش یون‌ها می‌گردد. در میوه انار نشان داده شده است که ترکیب و مقدار لیپیدهای غشا در طول انبار سرد تغییر می‌کند و مقدار هر دوی اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع و هم‌چنین نسبت اسید چرب غیراشباع به اشباع کاهش می‌یابد در حالی که اعمال تیمارهای مؤثر در کاهش علائم سرمازدگی از کاهش مقدار اسیدهای چرب ممانعت نموده و نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع را بالاتر نگه می‌دارد و بدین طریق استحکام و ساختار غشا را در طی تنش سرما حفظ می‌نماید (Mirdehghan *et al.*, 2007).

انار میوه‌ای غنی از آنتی‌اکسیدان‌های مختلف می‌باشد و ترکیباتی همانند پلی‌فنل‌ها، آنتوسیانین‌ها و اسید آسکوربیک ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالای میوه انار

نقصان‌های ایجاد شده توسط اتیلن ممانعت نموده و عمر مفید پس از برداشت انار را افزایش می‌دهد. ولی میوه‌های تیمار شده با ۱-متیل‌سیکلوپروپین دارای کیفیت بهتری در مقایسه با نمونه‌های شاهد نیز بودند. بنابراین، به نظر می‌رسد همان مقدار اندک اتیلن تولیدی درونی منجر به القا فرایند پیری در میوه انار می‌گردد. از این رو انار با وجود طبقه‌بندی به‌عنوان میوه نافرزاگر، همانند بسیاری از میوه‌های نافرزاگر دیگر، حساس به حضور اتیلن بوده و حذف اتیلن از، خطوط بسته‌بندی و انبارهای نگهداری آن و یا اعمال تیمارهای ضد تولید و عمل اتیلن می‌توانند به‌عنوان راهکاری عملی در افزایش عمر مفید پس از برداشت میوه انار در دستور کار قرار گیرند.

توت‌فرنگی حساسیت انار به اتیلن بالا بوده و همان مقدار کم اتیلن درونی نیز برای تسریع فرایند پیری در دوره پس از برداشت کفایت می‌نماید (Kader *et al.*, 1984)؛ (Villarreal *et al.*, 2010). البته این پژوهش فقط به‌عنوان پیش درآمدی برای کارهای آتی در این زمینه می‌باشد.

### نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که اعمال تیمار اتیلن قبل از انبار سرد نقصان میوه انار، شامل کاهش وزن، افزایش سرمازدگی پوست و آریل و کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را در طی انبار در مقایسه با شاهد افزایش می‌دهد. تیمار با ماده ضد عمل اتیلن، ۱-متیل‌سیکلوپروپین، به خوبی از

### References

- Blankenship, S.M. and Dole, J.M. (2003). 1-Methylcyclopropene: A review. *Postharvest Biology and Technology*, 28: 1-25.
- Bower, J.H., Biasi, W.V., and Mitcham, E.J. (2003). Effects of ethylene and 1-MCP on the quality and storage life of strawberries. *Postharvest Biology and Technology*, 28: 417-423.
- De Martino, G., Vizovitis, K., Botondi, R., Bellincontro, A., and Mencarelli, F. (2006). 1-MCP controls ripening induced by impact injury on apricots by affecting SOD and POX activities. *Postharvest Biology and Technology*, 39: 38-47.
- Defilippi, B.G., Whitaker, B.D., Hess-Pierce, B.M., and Kader, K. (2006). Development and control of scald on wonderful pomegranates during long-term storage. *Postharvest Biology and Technology*, 41: 234-243.
- Elyatem, S.M. and Kader, A.A. (1984). Postharvest physiology and storage behavior of pomegranate fruits. *Scientia Horticulturae*, 24: 287-298.
- Holland, D., Hatib, K., and Bar-Yaakov, I. (2009). Pomegranate: Botany, horticulture breeding. *Horticultural Reviews*, 35: 127-191.
- Ilic, Z.S., Trajkovic, R., Perzelan, Y., Alkalai-Tuvia, S., and Fallik, E. (2011). Influence of 1-Methyl-cyclopropene (1-MCP) on postharvest storage quality in green bell pepper fruit. *Food and Bioprocess Technology*, 5: 2758-2767.
- Kader, A.A., Chordas, A., and Elyatem, S. (1984). Responses of pomegranates to ethylene treatment and storage temperature. *California Agriculture*, 38: 14-15.
- Massolo, J.F., Concellon, A., Chaves, A.R., and Vicente, A.R. (2011). 1-Methylcyclopropene (1-MCP) delays senescence maintains quality and reduces browning of non-climacteric eggplant (*Solanum melongena* L.) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 59: 10-15.

- Mirdehghan, S.H. and Rahemi, M. (2002). Reduction of chilling injury in pomegranate fruits (*Punica granatum* L.) by intermittent warming. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 33: 75-80. [In Farsi].
- Mirdehghan, S.H., Rahemi, M., Martinez-Romero, D., Guillen, F., Valverde, J.M., Zapata, P.J., Serrano, M., and Valero, D. (2007). Reduction of pomegranate chilling injury during storage after heat treatment: Role of polyamines. *Postharvest Biology and Technology*, 44: 19-25.
- Nanda, S., Sudhakar-Rao, D.V., and Krishnamurthy, S. (2001). Effects of shrink film wrapping and storage temperature on the shelf life and quality of pomegranate fruits cv. Ganesh. *Postharvest Biology and Technology*, 22: 61-69.
- Nilsson, T. (2005). Effects of ethylene and 1-MCP on ripening and senescence of European seedless cucumber. *Postharvest Biology and Technology*, 36: 113-125.
- Sapers, G. and Simmons, G. (1998). Hydrogen peroxide disinfection of minimally processed fruits and vegetables. *Food Technology*, 52: 48-52.
- Sayyari M., Babalar M., Kalantari S., Serrano M., and Valero D. (2009). Effects of salicylic acid treatment on reducing chilling injury in stored pomegranates. *Postharvest Biology and Technology*, 53: 152-154.
- Sayyari, M., Babalar, M., Kalantari, S., Martinez-Romero, D., Guillen, F., Serrano, M., and Valero, D. (2011). Vapour treatments with methyl salicylate or methyl jasmonate alleviated chilling injury and enhanced antioxidant potential during postharvest storage of pomegranates. *Food Chemistry*, 124: 964-970.
- Sayyari, M., Valero, D., Babalar, M., Kalantari, S., Zapata, P.J., and Serrano, M. (2010). Prestorage oxalic acid treatment maintained visual quality, bioactive compounds, and antioxidant potential of pomegranate after long-term storage at 2°C. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 58: 6804-6808.
- Sepahvand, E., Ghasemnezhad, M., Salvador, A., and Khademi, O. (2013). Comparison of 1-MCP and hot water treatment on maintenance of postharvest quality of pomegranate fruits. *Acta Horticulture*, 1012: 1217-1222.
- Tian, M.S., Prakash, S., Elgar, H.J., Young, H., Burmeister, D.M., and Ross, G.S. (2000). Responses of strawberry fruit to 1-Methylcyclopropene (1-MCP) and ethylene. *Plant Growth Regulation*, 32: 83-90.
- Villarreal, N.M, Bustamante, C.A., Civello, P.M., and Martinez, G.A. (2010). Effect of ethylene and 1-MCP treatments on strawberry fruit ripening. *Journal of Science of the Food and Agriculture* 90: 683-689
- Wang, L., Chen, S., Kong, W., Li, S., and Archbold, D.D. 2006. Salicylic acid pretreatment alleviates chilling injury and affects the antioxidant system and heat shock protein of peaches during cold storage. *Postharvest Biology and Technology*, 41: 224-251.
- Watkins, C.B. 2006. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. *Biotechnology Advance*, 24: 389-409.
- Zhang, L.H., Zhang, Y.H., Li, L.L., and Li, Y.X. (2008). Effects of 1-MCP on peel browning of pomegranates. *Acta Horticulture*, 774: 275-282.

## The Effects of Ethylene and 1-MCP on Storability of Pomegranate Fruit cv. 'Malase Yosef Khani'

O. Khademi<sup>1\*</sup>, S.M. Hosseini Molla<sup>2</sup>, D. Talei<sup>3</sup> and E. Sepahvand<sup>4</sup>

- 1- **\*Corresponding Author:** Assistant Professor, Department of Horticulture, Shahed University, Tehran, Iran (o.khademi@shahed.ac.ir)
- 2- Graduated M.Sc. of Horticulture, Department of Horticulture, Shahed University, Tehran, Iran
- 3- Assistant Professor, Medicinal Herbs Research Center, Shahed University, Tehran, Iran
- 4- M.Sc. Department of Horticultural Science, University of Tehran, Karaj, Iran

Received: 14 June, 2016

Accepted: 16 November, 2016

### Abstract

#### Background and Objectives

Pomegranate is classified as a non-climacteric fruit, so it is considered as insensitive to ethylene. However, in some other non-climacteric fruit it has been shown that ethylene accelerates senescence or increase chilling injury symptoms during postharvest life. In this study, to determine the sensitiveness of pomegranate fruit to ethylene, the effects of ethylene and 1-MCP (as an ethylene inhibitor material) treatments were investigated on the pomegranate storability.

#### Material and Methods

Pomegranate fruit cv. 'Malase Yousef Khani' was harvested at the ripening stage (full aril coloring) from an orchard near Saveh city, and treated following treatments; 2  $\mu\text{L/L}$  ethylene for 48 hours, 1  $\mu\text{L/L}$  1-MCP for 24 hours, and 2  $\mu\text{L/L}$  1-MCP for 24 hours as well as a combination of 2  $\mu\text{L/L}$  1-MCP and  $\mu\text{L/L}$  ethylene treatments. Fruit without any treatment was put as control. The treatments were applied inside the polyethylene container. Then the treated fruits were stored at 4°C and 90% RH for up to 3 month. The fruits were removed from storage in 1, 2 and 3 months of storage and after 3 days keeping at room temperature as shelf life was analyzed. The experiment was conducted as a factorial based on a completely randomized design with 3 replications at Shahed University in 2016.

#### Results

Results showed that ethylene treated fruits, as compared to 1-MCP treated fruit (even in presence of ethylene in combination treatment) had less fruit and aril marketability, as well as less firmness, ion leakage, total phenol content and antioxidant capacity, whilst this fruit had more weight loss than 1-MCP treated fruits. Ethylene treated fruit had also less fruit and aril marketability, and less antioxidant capacity than control fruit. The control fruit had less fruit and aril marketability, ion leakage, total phenol content and antioxidant capacity than 1-MCP fruits.

#### Discussions

According to these results, pomegranate fruit was sensitive to ethylene and its postharvest loss, such as chilling injury symptoms, electro leakage, and antioxidants reduction was accelerated by presence of ethylene around the fruit. On the other hand, since in the most measured characteristics, control fruit had a lower quality than 1-MCP treated fruit, it seems that pomegranate is very sensitive to ethylene and even low level of internal ethylene is enough to accelerate the postharvest loss of this fruit. Therefore, removal of ethylene from the pomegranate storage, or using the anti ethylene materials such as 1-MCP can be effective in increasing postharvest life of pomegranate fruit.

**Keywords:** *Non-climacteric, Marketability, Chilling, Antioxidant, Weight loss.*