نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۷، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲، ص. ۳۲۵-۳۱۸
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 27, No. 3, Fall 2013, P. 318-325
ISSN: 2008 - 4730

# تاثیر اسانس برخی گیاهان دارویی و پوشش پلی‌اتیلنی بر عمر انبارمانی و کیفیت میوه انار (رقم شیشه‌کپ)

یحیی سلاح‌ورزی[1*] - علی تهرانی‌فر[2]

تاریخ دریافت:۱۳۹۰/۱۱/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۵/۱۸

## چکیده

پوسیدگی‌های انباری همواره به عنوان یکی از مهمترین موانع بر سر راه انبارمانی و صادرات میوه انار مطرح می‌باشند. این پوسیدگی‌ها عمدتا به علت نفوذ وگسترش قارچ‌های ساپروفیتی یا پارازیتی به داخل میوه انار در قبل، زمان برداشت و یا پس از برداشت آن شکل می‌گیرند. بنابراین در تحقیق حاضر تاثیر اسانس گیاهان دارویی زیره سیاه (*Carum carvi*) و نعناع فلفلی (*Mentha piperetta*) با غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام و همچنین استفاده و یا عدم استفاده از پوشش پلی‌اتیلنی (LDPE) با ضخامت ۲۰ میکرون بر کیفیت انبارمانی، درصد پوسیدگی، شاخص سرمازدگی و ویژگی‌های بیوشیمیایی میوه انار مورد بررسی قرار گرفت. میوه‌های انار به مدت ۵ ماه تحت شرایط دمایی ۱±۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰-۸۵ درصد نگهداری شدند. نتایج نشان داد که بیشترین شاخص سرمازدگی و درصد کاهش وزن به ترتیب با میانگین ۳/۴۵ و ۱۷/۰۳٪ مربوط به تیمار بدون پوشش بود. بالاترین درصد پوسیدگی و فساد میوه نیز با میانگین ۲۹/۴۱٪ در شرایط استفاده از پوشش پلی‌اتیلنی به تنهایی به دست آمد. این در حالی است که استفاده از هر دو نوع اسانس گیاهی توانست به خوبی افزایش آلودگی ناشی از استفاده از پوشش را به صورت معنی‌داری کاهش داده و بیشترین مقادیر ترکیبات فنولیک و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آب میوه را به خود اختصاص دهد.

**واژه‌های کلیدی:** ترکیبات فنولیک، پوسیدگی میوه، سرمازدگی، کاهش وزن، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

## مقدمه

انار (*Punica granatum* L.) یکی از قدیمی‌ترین و محبوب‌ترین میوه‌های خوراکی است که به صورت گسترده‌ای در کشورهای دارای آب و هوای گرمسیری و نیمه گرمسیری (۵) از جمله ایران کشت می‌شود. ایران با تولید سالیانه بیش از ۶۷۰ هزار تن انار، بزرگترین تولیدکننده این محصول باارزش در دنیا به شمار می رود (۱). حجم گسترده‌ای از انار تولیدی ایران در بازه زمانی کوتاهی از اواخر تابستان تا اوایل پاییز برداشت می‌شود که متاسفانه به دلیل نبود شرایط مناسب انبارداری، بخش عمده‌ای از آن یا قبل از عرضه به بازار دچار ضایعات شده و یا به دلیل عرضه گسترده با کاهش قیمت مواجه می‌گردد.

روش‌های متعددی جهت انبارمانی طولانی مدت انار بررسی شده است که از آن جمله می‌توان به دمای پایین (۱۰)، گرمادهی متناوب (۵)، اتمسفر کنترل شده (۱۵) و تنظیم کننده‌های رشد گیاهی (۲۱) اشاره نمود. معمولا نگهداری انار در دمای کمتر از ۵ درجه سانتی گراد، تنها به مدت ۲ ماه امکان پذیر است و پس از آن، به شدت علایم سرمازدگی به شکل لکه‌های سطحی، قهوه‌ای شدن پوست، بی رنگ شدن آریل‌ها و همچنین قهوه‌ای شدن پرده‌های غشایی جداکننده آریل بروز می‌نماید (۱۰). هر چند که حساسیت به سرمازدگی از مشکلات عمده انبارداری انار محسوب می‌شود (۲۱)، اما به طور کلی مهمترین عامل محدودکننده انبارداری انار، به رشد و گسترش آلودگی‌های قارچی، خصوصا در قسمت گلگاه آن برمی‌گردد. این مشکل معمولا در دمای بالاتر از ۵ درجه سانتی‌گراد که جهت جلوگیری از سرمازدگی انار لازم است، تشدید می‌گردد (۱۵). بنابراین چنانکه مشخص است در مورد انبارداری طولانی مدت انار با مشکلی دوگانه روبرو می‌باشیم. ازسویی جهت کاهش خسارت سرمازدگی، ناچار به استفاده از دماهای بالاتر (۱۰) و یا پوشش‌های پلاستیکی (۳) خواهیم بود و از سوی دیگر مجموع این شرایط می تواند ضایعات

۱و ۲- به ترتیب مربی مرکز تحقیقات انار دانشگاه فردوسی مشهد و استاد گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(* - نویسنده مسئول: Email: selahvarzi@um.ac.ir)

ناشی از فساد قارچی در انار را تشدید نماید.

در این زمینه تلفات پس از برداشت به علت خسارت قارچها بین ۱۰ تا ۵۰ درصد تخمین زده می شود (۳۴). اخیرا جهت کنترل آلودگی قارچهای پس از برداشت انار از مواد مصنوعی همچون فلودوکسونیل[1]، استفاده شده است (۹). اگرچه سموم شیمیایی، نقش عمده‌ای را در محافظت از گیاهان دارند، اما نکته مهم و قابل توجه در این زمینه خاصیت تجمع پذیری این مواد در سلولهای بدن مصرف کنندگان، دوره کارنس بالا و همچنین زیانهای بیشمار زیست محیطی این ترکیبات مصنوعی است که استفاده بی رویه از آنها را با تردید همراه کرده است (۷). از این رو طی دو دهه اخیر کاربرد برخی ترکیبات طبیعی مانند عصاره ها و اسانس های گیاهی جهت کنترل بیولوژیک عوامل بیماری‌زا، بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است (۳۴).

اسانس‌ها ترکیبات پیچیده فراری می‌باشند که بوسیله بوی قوی خود مشخص می‌شوند. این ترکیبات طبیعی معمولا بوسیله گیاهان معطر به عنوان متابولیت‌های ثانویه تشکیل شده و در طبیعت نقش محافظتی مهمی را به عنوان ضدباکتریایی، ضدقارچی، ضدویروسی و حشره‌کشی در گیاهان بر عهده دارند (۶). همچنین مشخص شده است که اسانس‌ها از پتانسیل قابل توجهی در زمینه کنترل فساد قارچی در دوره پس از برداشت میوه‌ها برخوردارند و می‌توانند جایگزین استفاده از قارچ کش‌های شیمیایی شوند (۳۴). امروزه از بسته بندی‌های فعال به عنوان تکنولوژی جدید مورد استفاده جهت افزایش عمر میوه‌ها و محصولات غذایی یاد می‌شود. این بسته بندی ها شامل ترکیبات طبیعی فعال بوده که می توانند از طریق سازوکارهایی همچون حذف ترکیبات غیرمفید و یا افزودن ترکیبات مفید باعث افزایش دوره انبارمانی محصولات شوند (۲۲). در این زمینه، اسانس‌ها گیاهی می‌توانند هم به صورت مستقیم درون پوشش های پلاستیکی قرار گیرند و هم به صورت پوششی طبیعی، محصول را احاطه کنند (۱۹).

بنابراین پژوهش حاضر به منظور مطالعه امکان استفاده از اسانس های زیره و نعناع فلفلی به عنوان ترکیبات طبیعی و ایمن[2] جهت افزایش عمر انبارمانی میوه‌های انار تحت شرایط بسته‌بندی با پوشش های پلی‌اتیلنی انجام پذیرفت. چنانکه در ادامه مشخص است، هدف از این تحقیق، مقایسه خصوصیات کمی وکیفی میوه‌های تیمار شده در دوره‌های زمانی مختلف از انبارداری نبوده است، بلکه تنها توانایی هریک از تیمارها در حفظ کمی و کیفی میوه های انار پس از یک دوره طولانی مدت انبارداری (۵ ماه) به عنوان هدف نهایی، جهت رفع مشکل انبارداری این محصول باارزش مورد نظر قرار گرفته است.

1- Fludioxonil
2- Safe

## مواد و روش‌ها

در این آزمایش از رقم شیشه‌کپ فردوس به عنوان مهمترین رقم تجاری منطقه استفاده شد. بدین منظور در آبان ماه ۱۳۸۹ انارهای کاملا رسیده از باغ الگویی در شهرستان فردوس جمع آوری و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند. در این مرحله انارهای یکدست و سالم (به لحاظ عدم وجود آسیب‌های فیزیکی و پاتوژن‌های گیاهی) انتخاب و مورد تیمار قرار گرفتند. تیمارها شامل اسپری سوسپانسیون اسانس‌های زیره سیاه (*Carum carvi*) و نعناع فلفلی (*Mentha piperetta*) با غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام و همچنین استفاده و یا عدم استفاده از پوشش پلی‌اتیلنی (LDPE[3]) با ضخامت ۲۰ میکرون بود. میوه‌های انار به مدت ۵ ماه تحت شرایط دمایی ۱±۵ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۹۰-۸۵ درصد نگهداری شدند.

### اندازه‌گیری صفات فیزیوشیمیایی

تلفات وزن نسبت به روز اول انبارداری در هریک از میوه‌ها به صورت درصد کاهش وزن گزارش گردید (۱۴).

اندازه گیری اسیدیته قابل تیتر (TA) بوسیله توزین ۴ گرم آب میوه انار در هریک از تیمارها و سپس رقیق‌سازی آن با ۲۰ میلی لیتر آب مقطر و در نهایت تیتراسیون، با سود ۰/۱ نرمال تا pH=۸ صورت پذیرفت (۱۴).

برای تعیین مقادیر مواد جامد محلول آب میوه انار که شامل انواع قند، اسیدهای آلی، آمینواسیدها، پکتین و دیگر ترکیبات محلول است از دستگاه رفرکتومتر دستی (ATC-1E,UK) استفاده شد (۱۵).

پی اچ (pH) آب میوه‌های انار مورد آزمایش نیز به صورت مستقیم و با استفاده از pH متر (Metrohm 601) گزارش شد.

تعیین فنول کل با استفاده از معرف Folin-ciocalteu در طول موج ۶۶۰ نانومتر صورت پذیرفت (۳۰). در این آزمایش مقادیر فنول کل بوسیله کالیبره‌کردن منحنی استاندارد با گالیک اسید اندازه‌گیری گردید.

روش DPPH[4] نیز جهت اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها و ارزیابی فعالیت خنثی‌سازی رادیکالهای آزاد، مورد استفاده قرار گرفت (۱۳). در این روش ۰/۱ میلی‌لیتر عصاره الکلی از هر نمونه گیاهی به ۱ میلی لیتر DPPH (۵۰۰ میکرومول در متانول) اضافه شد. سپس مخلوط حاصل را به شدت تکان داده و پس از ۳۰دقیقه میزان جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت گردید. نهایتا محاسبه فعالیت آنتی‌اکسیدانی از طریق رابطه زیر انجام پذیرفت (۱۳).

3- Low Density Poly Ethylene
4- 2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl

$$\text{Antioxidant activity} = \left(1 - \frac{A_{sample(517\,nm)}}{A_{control(517\,nm)}}\right) \times 100$$

**اندازه‌گیری صفات کیفی**

ارزیابی حسی میوه‌های انار در پایان آزمایش توسط ۵ فرد آموزش داده شده انجام پذیرفت. در این زمینه عدد صفر خیلی بد؛ ۵ قابل قبول و ۹ عالی در نظر گرفته شد (۲۲).

از علایم مشخص سرمازدگی، لکه‌های قهوه‌ای رنگ موجود برروی پوست میوه انار می باشد که براساس ارزیابی ظاهری در ۵ گروه جداگانه (۱: بدون علایم سرمازدگی، ۲: از ۱ تا ۲۵ درصد خسارت، ۳: از ۲۶ تا ۵۰ درصد خسارت، ۴: از ۵۱ تا ۷۵ درصد خسارت و ۵: از ۷۶ تا ۱۰۰ درصد خسارت) طبقه‌بندی می‌شوند. بنابراین به منظور بررسی خسارات سرمازدگی بر اساس رابطه ذیل از شاخص سرمازدگی استفاده شد (۳).

$$CI = \frac{\sum(ni \times i)}{N}$$

در این رابطه $n_i$ بیانگر تعداد میوه‌هایی است که علایم سرمازدگی را در شدت‌های مختلف i (۱ تا ۵) از خود نشان داده‌اند و N تعداد کل میوه‌ها را مشخص می کند.

جهت ارزیابی فساد و ضایعات قارچی نیز از سیستم نمره‌دهی (۱: سالم، ۲: میوه با آلودگی جزیی، ۳: میوه با آلودگی کم، ۴: میوه با آلودگی متوسط، ۵: میوه با آلودگی زیاد) استفاده شد (۶).

**تجزیه آماری**

این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی با ۴ تکرار و ۱۰ میوه در هر تکرار انجام پذیرفت. تجزیه واریانس داده های حاصل از این آزمایش با استفاده از نرم افزار JMP 4 و مقایسه میانگین‌های صفات مورد ارزیابی بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای ۵ درصد و با استفاده از نرم افزارMSTAT C صورت گرفت.

## نتایج

براساس نتایج تجزیه واریانس موجود در جدول ۱ مشخص گردید که اثر بسته‌بندی با پوشش پلی‌اتیلنی و همچنین اثر نوع اسانس مصرفی بر شاخص سرمازدگی، درصد کاهش وزن، میزان پوسیدگی، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، ترکیبات فنولیک و طعم میوه انار تفاوت معنی‌داری نشان می‌دهد ($p\leq$۰/۰۱). بر این اساس بسته‌بندی میوه‌های انار با پوشش پلی‌اتیلنی توانست, شاخص سرمازدگی و درصد کاهش وزن میوه‌ها را به ترتیب برابر ۶۱/۳ و ۸۹/۳ درصد در مقایسه با شاهد (میوه‌های بدون پوشش) کاهش دهد. درصورتی که استفاده از این پوشش باعث شد تا میزان پوسیدگی، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، ترکیبات فنولیک و طعم میوه انار به ترتیب معادل ۱۳۸/۷, ۲۳/۹، ۶/۳ و ۳۲/۴ درصد در مقایسه با شاهد افزایش یابد (جدول ۲).

از سوی دیگر نتایج تحقیق حاضر نشان داد که اثر نوع اسانس مصرفی بر شاخص سرمازدگی، درصد کاهش وزن، میزان پوسیدگی، ظرفیت آنتی اکسیدانی، ترکیبات فنولیک و طعم میوه انار پس از ۵ ماه انبارداری در سطح احتمال خطای ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). کمترین مقادیر شاخص سرمازدگی، درصد کاهش وزن و پوسیدگی میوه انار به ترتیب با ۲/۲، ۷/۵٪ و ۱۱/۵٪ در تیمار کاربرد اسانس زیره سیاه مشاهده گردید. هرچند که از نظر شاخص سرمازدگی و درصد کاهش وزن، تفاوت معنی‌داری بین دو اسانس مصرفی (زیره سیاه و نعناع فلفلی) دیده نشد (جدول ۲).

**جدول ۱- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده**

| منابع تغییرات | درجه آزادی | شاخص سرمازدگی | کاهش وزن | میزان پوسیدگی | TSS | pH | TA | فعالیت آنتی‌اکسیدانی | ترکیبات فنولیک | ارزیابی حسی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بسته‌بندی (P) | ۱ | ۲۶/۸۸$^{**}$ | ۱۳۸۹/۲$^{**}$ | ۱۷۵۱/۰۴$^{**}$ | ۱/۵۵$^{ns}$ | ۰/۰۸$^{ns}$ | ۰/۲۲$^{ns}$ | ۷۲۶$^{**}$ | ۲۶۸۸/۱$^{**}$ | ۲۰/۵$^{**}$ |
| نوع اسانس (E) | ۲ | ۰/۶۰$^{**}$ | ۵۵/۸۸$^{**}$ | ۱۸۸۱/۲۵$^{**}$ | ۰/۹۳$^{ns}$ | ۰/۰۷$^{ns}$ | ۰/۱۲$^{ns}$ | ۷۸۶/۵$^{**}$ | ۴۰۰۸/۵$^{**}$ | ۲/۷$^{**}$ |
| P × E | ۲ | ۰/۱۰ $^{ns}$ | ۷/۱۱ $^{ns}$ | ۳۶۲/۵۸$^{**}$ | ۰/۱۵$^{ns}$ | ۰/۴۹$^{ns}$ | ۰/۰۵$^{ns}$ | ۶۹/۸$^{**}$ | ۳۴۰/۲$^{ns}$ | ۱/۱$^{*}$ |
| خطا | ۱۸ | ۰/۰۶ | ۴/۰۶ | ۴/۹۸ | ۳/۱۵ | ۲/۲۹ | ۰/۰۶ | ۳/۷ | ۱۶۷/۶ | ۰/۲ |
| C.V. | | ۱۰/۹۱ | ۲۱/۴۰ | ۱۰/۷۰ | ۱۰/۴۱ | ۱۰/۴۳ | ۱۳/۷۱ | ۸/۷۵ | ۱۳/۷۴ | ۷/۴۸ |

* و ** به ترتیب نشانگر معنی‌دار بودن در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد می‌باشد. و ns غیر معنی‌دار بودن را نشان می‌دهد.

P (Packaging) نوع بسته‌بندی (با و بدون بسته‌بندی) و E (Extract) نوع اسانس (اسانس ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام زیره و نعناع فلفلی) را نشان می‌دهد.

**جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات اصلی نوع بسته‌بندی میوه انار و نوع اسانس مصرفی بر صفات مورد ارزیابی**

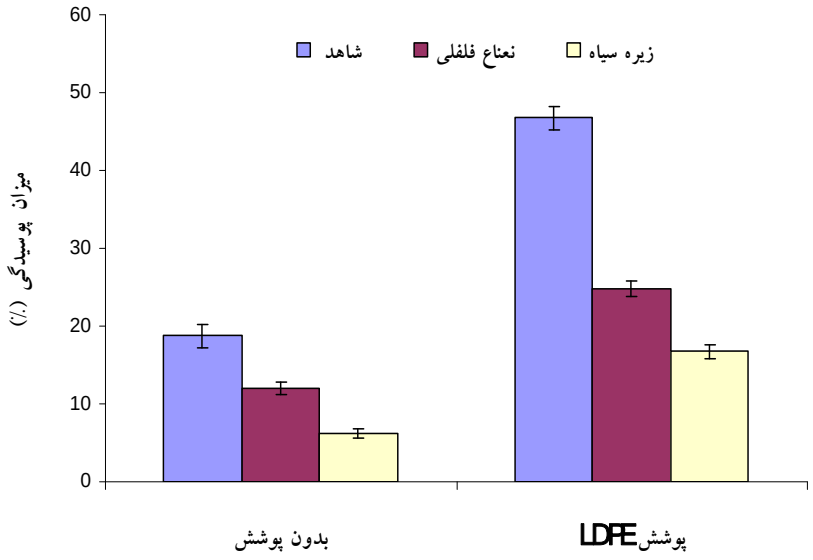
| تیمار | شاخص سرمازدگی | کاهش وزن (٪) | میزان پوسیدگی (٪) | TSS (٪) | pH | TA (mg/۱۰۰g) | فعالیت آنتی‌اکسیدانی (٪) | ترکیبات فنولیک (mg/gfw) | ارزیابی حسی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بسته بندی | | | | | | | | | |
| بدون‌پوشش | ۳/۴۵a | ۱۷/۰۳a | ۱۲/۳۳b | ۱۶/۸۱a | ۳/۳۷a | ۱/۷۴a | ۴۵/۹۱b | ۳۳۵/۹b | ۵/۷۴b |
| پوشش LDPE | ۱/۳۴b | ۱/۸۱b | ۲۹/۴۱a | ۱۷/۳۲a | ۳/۴۸a | ۱/۹۳a | ۵۶/۹۱a | ۳۵۷/۱a | ۷/۵۹a |
| نوع اسانس | | | | | | | | | |
| شاهد | ۲/۷۱a | ۱۲/۴۵a | ۳۲/۷۵a | ۱۶/۹۱a | ۳/۴۳a | ۱/۷۱a | ۴۰/۶۲c | ۳۲۳/۷c | ۶/۱۰c |
| زیره سیاه | ۲/۲۰b | ۷/۵۶b | ۱۱/۵۰c | ۱۶/۸۳a | ۳/۳۵a | ۱/۸۳a | ۵۳/۵۰b | ۳۴۷/۲b | ۷/۵۹a |
| نعناع فلفلی | ۲/۲۸b | ۸/۲۷b | ۱۸/۳۷b | ۱۷/۴۶a | ۳/۴۸a | ۱/۹۶a | ۶۰/۱۰a | ۳۶۸/۵a | ۶/۶۳b |

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون و برای هر عامل در سطح احتمال ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن معنی‌دار نمی‌باشند.

اثر متقابل نوع بسته‌بندی و نوع اسانس مصرفی نیز تنها در مورد میزان پوسیدگی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در سطح احتمال ۱ درصد و در مورد طعم میوه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

همانطور که در شکل ۱ مشخص می‌باشد، بسته‌بندی میوه انار با پوشش پلی‌اتیلنی به شدت میزان پوسیدگی میوه‌ها را افزایش داده است. از سوی دیگر کاربرد اسانس‌های گیاهی به خصوص زیره سیاه نیز در این آزمایش، سبب کاهش پوسیدگی میوه انار گردید. به گونه‌ای که استفاده از اسانس‌های زیره سیاه و نعناع فلفلی، تحت شرایط بسته‌بندی با پوشش پلی‌اتیلنی توانستند پوسیدگی میوه انار را در مقایسه با عدم استفاده از اسانس به ترتیب معادل ۶۴/۲ و ۴۷/۸ درصد کاهش دهد.

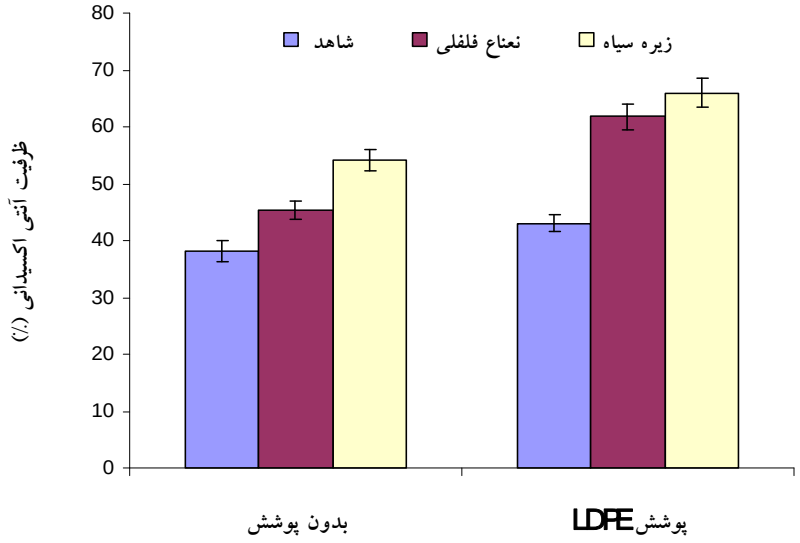
با توجه به شکل ۲ مشخص است که ظرفیت آنتی اکسیدانی میوه‌های انار، در صورت کاربرد اسانس زیره سیاه و نعناع فلفلی در هر دو روش بسته‌بندی از مقادیر بالاتری در مقایسه با شاهد (عدم کاربرد اسانس) برخوردار می‌باشد. بر این اساس کمترین مقادیر این صفت با میانگین ۳۸/۲٪ در تیمار شاهد (بدون اسانس + بدون پوشش) و بیشترین مقادیر آن با میانگین ۶۶٪ با استفاده از پوشش پلی‌اتیلنی و کاربرد اسانس زیره سیاه بدست آمد.



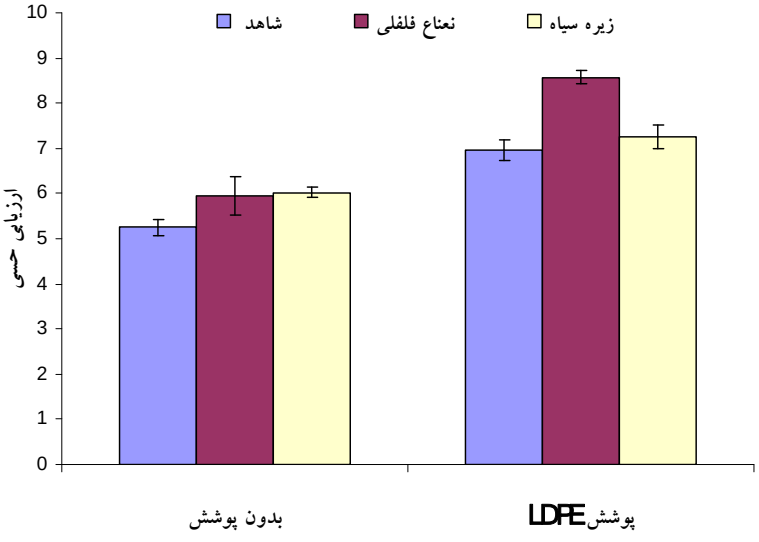

**شکل ۱- اثر نوع اسانس مصرفی بر میزان پوسیدگی میوه انار در دو شرایط با و بدون پوشش LDPE**

کاربرد اسانس‌های گیاهی و به خصوص استفاده از پوشش پلی‌اتیلنی در این آزمایش، باعث حفظ طعم میوه های انار پس از ۵ ماه انبارداری شد. به گونه‌ای که استفاده از پوشش پلی‌اتیلنی و کاربرد اسانس نعناع فلفلی طعم میوه انار را در مقایسه با شاهد (بدون پوشش و بدون اسانس) معادل ۶۳/۲٪ بهبود بخشید (شکل ۳).

همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هیچ یک از اثرات اصلی و متقابل نوع بسته‌بندی و اسانی مصرفی در مورد میزان مواد جامد محلول، pH و اسیدیته قابل تیتر معنی‌دار نبود (جدول ۱).




**شکل ۲- اثر نوع اسانس مصرفی بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه انار در دو شرایط با و بدون پوشش LDPE**




**شکل ۳- اثر نوع اسانس مصرفی بر ارزیابی حسی میوه‌های انار در دو شرایط با و بدون پوشش LDPE**

## بحث

بسته‌بندی محصولات باغی با پوشش‌های پلاستیکی سبب ایجاد یک اتمسفر تغییریافته[1] در اطراف میوه شده که در آن رطوبت و محتوای دی‌اکسید کربن بالا بوده و حجم کمتری از اکسیژن وجود خواهد داشت (۱۲). این شرایط به طور معنی‌داری سبب کاهش تنفس و تخفیف علایم سرمازدگی در میوه‌های انار در طی ۵ ماه انبارداری در مقایسه با میوه‌های بدون پوشش شد. از سوی دیگر افزایش محتوای دی‌اکسید کربن و کاهش اکسیژن موجود در داخل بسته‌های پلی‌اتیلنی، باعث کاهش سنتز و فعالیت اتیلن نیز شده که در نتیجه آن شاخص سرمازدگی کاهش می یابد (۱۱). نتایج مشابهی در مورد میوه‌های حساس به سرما آووکادو (۲۰)، انبه (۲۵) و طالبی (۱۱) بدست آمد. از سوی دیگر کاربرد اسانس زیره سیاه و نعناع فلفلی نیز توانست سبب کاهش خسارات سرمازدگی در میوه‌های انار شود. رنجبر و همکاران (۳) بیان داشتند که تنش ناشی از دمای پایین در میوه انار با تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن از قبیل سوپراکسید و پراکسید هیدروژن همراه است. بنابراین گیاهان جهت کاهش و یا جلوگیری از آسیب‌های ناشی از تنش اکسیدشدن حاصل از دماهای پایین، ناچار به استفاده از سیستم تنفسی جایگزین و یا مهار و تجزیه مواد سمی مذکور می باشند (۲۶). به نظر می رسد اسانس گیاهان مورد استفاده خصوصا زیره به علت خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالا (۲۳) می‌تواند نقش موثری را در کنترل رادیکال‌های آزاد اکسیژن و هیدروکسیل و در نتیجه کاهش خسارات سرمازدگی داشته باشد.

در پژوهش حاضر، چنانکه انتظار می رفت، میوه‌های بسته‌بندی شده با پوشش پلی‌اتیلنی در طی ۵ ماه انبارداری از کاهش وزن کمتری در مقایسه با میوه‌های بدون پوشش برخوردار بودند. این پوشش‌ها نسبت به مولکول‌های بخار آب نفوذناپذیر بوده و در نتیجه سبب ایجاد میکرواتمسفری اشباع از رطوبت در اطراف میوه گردید (۸). شرایط مذکور سبب حداقل تلفات رطوبت و وزن در میوه‌های انار شد. دی- آکواینو و همکاران (۹) نیز نشان دادند که انبارداری انار رقم Primosole با پوشش پلی‌اتیلنی به مدت ۶ هفته کاهش وزنی برابر ۰/۶٪ را در پی داشت، در صورتی که در شرایط مشابه میوه‌های بدون پوشش با کاهش ۵/۱ درصدی همراه بودند. از سوی دیگر به علت اتمسفر تغییر یافته درون پوشش های پلاستیکی (۲۵) تنفس نیز به شدت کاهش یافته (۷) و این نیز می تواند از کاهش وزن بیشتر میوه‌ها جلوگیری نماید. همچنین مطابق با نتایج حاضر مشخص گردیده است که اسانس‌های گیاهی توانسته‌اند سبب کاهش تلفات وزن در میوه‌های گیلاس (۲۷)، توت فرنگی (۶)، انگور (۳۵) و هلو (۲۲) شوند. هرچند که مکانیسم اثر حفاظتی اسانس گیاهان دارویی جهت کاهش تلفات وزن هنوز مشخص نشده است (۲۲) اما به نظر می رسد از آنجا که کاهش وزن با افزایش فساد قارچی همبستگی دارد (۳۵)، لذا احتمالا، به علت اثر بازدارندگی اسانس‌های گیاهی در برابر رشد قارچها و سایر میکروارگانیسم ها، می توانند سبب کاهش تلفات وزن در میوه‌های تیمار شده شوند.

پوشش‌های پلی‌اتیلنی مورد استفاده جهت بسته‌بندی میوه‌های انار در این آزمایش میکرواتمسفری اشباع از رطوبت در اطراف میوه‌ها به وجود آوردند. این شرایط سبب تحریک رشد و گسترش عوامل فساد قارچی بر روی آنها شد. هس-پیرس و کادر (۱۵) بیان کردند که در دمای بالای ۵ درجه سانتی‌گراد (شرایط دمایی معمول نگهداری انار)، فساد ناشی از آلودگی بالا به اسپورهای قارچی، مهمترین دلیل ضایعات میوه انار می باشد که می تواند با افزایش رطوبت تحت شرایط انباری، تشدید گردد. هرچند که آرتس (۵) نشان داد که استفاده از MAP برای نگهداری انار می تواند به علت کاهش میزان تنفس، رسیدگی و نرم شدن میوه ها را کاهش دهد و بنابراین عوارض فیزیولوژیک و فساد ناشی از شیوع پاتوژن های گیاهی را به حداقل رساند. همچنین مشخص شده است که اسانس‌ها نقش عمده‌ای را در زمینه دفاع گیاهی در مقابل میکروارگانیسم ها بازی می کنند (۳۴). اسانس‌های گیاهی زیادی جهت کنترل قارچ های پس از برداشت و افزایش مدت انبارداری در مورد گیلاس (۲۷)، هلو (۲۲) و انگور (۳۴) گزارش شده است. مکانیسم احتمالی اثر ضدقارچی اسانس‌ها به خوبی مشخص نشده است. اما برخی یافته‌ها نشان می دهد که اثر ضدمیکروبی اسانس‌های گیاهی از طریق تغییر ساختار و کارایی غشای سیتوپلاسمی اعمال می گردد (۲۹). در سالهای اخیر، از طرفی به علت خصوصیات ضدقارچی بالا و از طرف دیگر به دلیل تجزیه پذیری زیستی اسانس های گیاهی، امکان استفاده از این ترکیبات به عنوان قارچ‌کش های طبیعی افزایش یافته است (۳۴).

نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از پوشش پلی‌اتیلنی می‌تواند سبب افزایش محتوای فنولیک و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های انار شود. هرچند که اطلاعات بسیار کمی در این زمینه وجود دارد (۱۷ و ۲۸). اما لوپز-روبیرا و همکاران (۱۸) گزارش کردند که تغییر معنی‌داری در محتوای آنتی‌اکسیدان کل میوه‌های انار نگهداری شده تحت شرایط اتمسفر تغییریافته به وجود نمی‌آید. در عین حال به نظر می رسد در میوه‌های بدون پوشش به علت بروز علایم سرمازدگی و فساد قارچی، فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز[2] (۳۱) افزایش یابد. در نتیجه فعالیت این آنزیم، اکسیداسیون ترکیبات فنولیک صورت می‌پذیرد (۱۷) و محتوای فنولیک میوه‌های انار به شدت کاهش می‌یابد. گزارش‌های فراوانی در مورد همبستگی ترکیبات فنولیک و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی انار وجود دارد (۳۲). در واقع

1- Modified Atmosphere Packaging (MAP)

2- PolyPhenol Oxidase (PPO)

می‌توان نتیجه گرفت که بخش عمده‌ای از ظرفیت آنتی‌اکسیدانی انار به حضور گسترده ترکیبات فنولیک آن بر می‌گردد. بنابراین در صورت کاهش محتوای فنولیکی میوه می‌توان کاهش در فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها را نیز پیش بینی نمود (۲۸). از سوی دیگر توی-انگوین و همکاران (۳۳) گزارش کردند که نگهداری میوه موز تحت شرایط اتمسفر تغییریافته می تواند فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز را کاهش داده و در نتیجه محتوای فنولیکی میوه را حفظ نماید.

استفاده از پوشش‌های پلی‌اتیلنی در این پژوهش توانست سبب حفظ طعم و عطر میوه انار در قالب ارزیابی حسی شود. به نظر می‌رسد این پوشش‌ها به دلیل کاستن از خسارات سرمازدگی، تنفس و همچنین جلوگیری از تلفات وزن (۲۵) در میوه‌های انار، شرایط مناسبتری را از این نظر به خود اختصاص داده اند. رنجبر و همکاران (۲) نیز در نتیجه استفاده از پوشش پلی‌اتیلنی برای رقم ملس ساوه گزارش کردند که پوشش‌های مذکور، میوه‌های انار را دچار تنفس بی هوازی نکرده و در نتیجه آن، بو و عطر نامناسب حاصل از فرایندهای تخمیری ایجاد نمی‌گردد. اما استفاده از اسانس‌های گیاهی در خصوص ارزیابی حسی با چالش‌های بیشتری همراه است. برخی از محققین معتقدند که استفاده از اسانس‌های گیاهی و یا سایر ترکیبات طبیعی می تواند سبب بروز عطر و یا طعم نامطلوب در میوه‌ها گردد (۴ و ۱۶). در مقابل و مطابق با نتایج یافته‌های این پژوهش، گزارش‌هایی در مورد بهبود خصوصیات حسی–چشایی پس از کاربرد اسانس گیاهان دارویی در توت فرنگی (۲۴) و هلو (۲۲) وجود دارد. به نظر می رسد نوع اسانس و غلظت مورد استفاده از آن (۱۶) و همچنین خصوصیات میوه انباری از قبیل ضخامت پوست (۴) می تواند از دلایل مهم برای نتایج ضد و نقیض باشد.

نکته قابل توجه و غیرقابل انتظار در این پژوهش اینکه علی‌رغم بهبود خصوصیات حسی میوه های انار تیمار شده، تغییراتی در مقادیر TSS، TA و pH میوه ها مشاهده نگردید. هس–پیرس و کادر (۱۵) نیز ضمن بررسی پاسخ‌های انار رقم Wonderful نسبت به شرایط دمایی و اتمسفر تغییر یافته، هیچ‌گونه تغییری را در میزان TSS، TA و pH میوه‌ها پس از ۵ ماه انبارداری گزارش نکردند.

## تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از دانشگاه فردوسی مشهد به خاطر تامین اعتبار پژوهشی طرح و همچنین از مرکز تحقیقات انار آن دانشگاه به واسطه در اختیار نهادن امکانات لازم، سپاسگزاری می گردد.

## منابع

۱- بی‌نام. ۱۳۸۹. سالنامه آماری ایران. http://amar.sci.org.ir/index

۲- رنجبر ح.، حسن پور م.، عسگری سرچشمه م. ع.، سمیع زاده لاهیجی ح. الف. و بنی اسدی ع. ۱۳۸۶. بررسی تیمارهای کلرید کلسیم، آب گرم و پوشش پلی اتیلنی بر روی عمر انبارمانی و کیفیت میوه انار (رقم ملس ساوه). فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران ۴: ۹-۱.

۳- رنجبر ح.، ذولفقاری نسب ر.، قاسم نژاد م. و سرخوش ع. ۱۳۸۶. تاثیر متیل جاسمونات در القاء مقاومت به سرمازدگی میوه انار رقم ملس ترش ساوه. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی ۷۵:۴۹-۴۳.

۴- علی خانی م.، شریفانی م.، عزیزی م.، همتی خ. و موسوی زاده س.ج. ۱۳۸۸. تاثیر ترکیبات طبیعی گیاهی بر عمر انبارمانی و ویژگی های کیفی میوه گلابی (رقم شاه میوه اصفهان). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی۱۶: ۱۷۱-۱۵۸.

5 - Artes F., Tuedela J.A., and R. Villaescusa. 2000. Thermal postharvest treatments for improving pomegranate quality and shelf life. Postharvest Biology and Technology, 18:245–251.

6- Asghari Marjanlo A., Mostofi Y., Shoeibi S., and Fattahi M. 2009. Effect of cumin essential oil on postharvest decay and some quality factors of strawberry. Journal of Medicinal Plants, 8:25-43.

7- Atress S.H., El-Mogy M.M., Aboul-Anean H.E., and Alsanius B.W. 2010. Improving strawberry fruit storability by edible coating as a carrier of Thymol or Calcium Chloride. Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants, 2:88-97.

8- Ben-Yehoshua Sh., Rodov R.V., Fishman S., and Peretz L. 1998. Packaging of ftuits and vega tables: Reducing condensation of water in Bell paper and mangoes. Acta Horticulturae, 464: 387-392.

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

10- Elyatem S.M., and Kader A.A. 1984. Postharvest physiology and storage behavior of pomegranate fruits. Scientia Horticulturae, 24:287–298.

11- Flores F.B., Martinez-Madrid M., Ben-Amor M., Pech J.C., Latche A.,and Romojaro F. 2004. Modified atmosphere packaging confers additional chilling tolerance on ethylene-inhibited cantaloupe Charentais melon fruit. European Food Research and Technology, 219:614–619.

12- Forney C.F., and Lipton, W.J. 1990. Influence of controlled atmospheres and packaging on chilling sensitivity. In: Wang C.Y. (Ed.), Chilling Injury of Horticultural Crops. CRC Press, Boca Raton, FL, pp.257–267.

13- Gil M., and Tomas B. 2000. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. Journal of. Agricultural and Food Chemistry, 48:4581- 4589.
14- Han C., Zhao Y., Leonard S.W., and Traber M.G. 2004. Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (Fragaria x ananassa) and raspberries (Rubus ideaus). Postharvest Biology and Technology, 33:67-78.
15- Hess-Pierce B, and Kader A.A. 2003. Responses of 'Wonderful' pomegranates to controlled atmospheres. Acta Horticulturae, 600:751–757.
16- Holley R.A., and Patel, D. 2005. Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. Food Microbiology, 22:273-292.
17- Khan A.S., and Singh Z. 2011. 1-Methylcyclopropene Application and Modified atmosphere packaging affect ethylene biosynthesis, fruit softening, and quality of 'Tegan Blue' Japanese Plum During Cold Storage. Journal of the American Society for Horticultural Science, 133:290–299.
18- Lopez-Rubira V., Conesa A., Allende A., and Artes F. 2005. Shelf life and overall quality of minimally processed pomegranate arils modified atmosphere packaged and treated with UV-C. Postharvest Biology and Technology, 37:174–185.
19- Lopez P., Sanchez C., Batlle R., and Nerin, C., 2007. Vapor-phase activities of cinnamon, thyme, and oregano essential oils and key constituents against food borne microorganisms. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55:4348–4356.
20- Meir S., Naiman D., Akerman M., Hyman J.Y., Zauber-man G., and Fuchs Y. 1997. Prolonged storage of 'Hass' avocado fruit using modified atmosphere packaging. Postharvest Biology and Technology, 12:51–60.
21- Mirdehghan S.H., Rahemi M., Serrano M., Guillén F., Martínez-Romero D., and Valero D. 2007. The application of polyamines by pressure or immersion as a tool to maintain functional properties in stored pomegranate arils. of. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55:755–760.
22- Montero-Prado P., Rodriguez-Lafuente A., and Nerin, C. 2011. Active label-based packaging to extend the shelf-life of "Calanda" peach fruit: Changes in fruit quality and enzymatic activity. Postharvest Biology and Technology, 60:211–219.
23- Najda A., Dyduch J., and Brzozowski N. 2008. Flavonoid content and antioxidant activity of caraway roots (Carum carvi L.). Vegetable Crops Research Bulletin, 68:127-33.
24- Nikos G., and Tzortzakis, A. 2007. Maintaining postharvest quality of fresh produce with volatile compounds. Journal of innovative food science & emerging technologies, 8:111-116.
25- Pesis E., Aharoni D., Aharon Z., Ben-Arie R., Aharoni N., and Fuchs Y. 2000. Modified atmosphere and modified humidity packaging alleviates chilling injury in mango fruit. Postharvest Biology and Technology, 19:93-101.
26- Raymond W.M., Wang Y., Smith D.L., Gross K.C., and Tian M., 2004. MeSA and MeJA increase steady-state transcript levels of alternative oxidase and resistance against chilling injury in sweet peppers (Capsicum annuum L.). Plant Science, 166:711–719.
27- Serrano M., Martinez-Romero D., Castillo S., Guillen F., and Valero D. 2005. The use of natural antifungal compounds improves the beneficial effect of MAP in sweet cherry storage. Journal of Innovative Food Science & Emerging Technologies, 6:115–123.
28- Shiri M.A., Ghasemnezhad M., Bakhshi D., and Dadi M. 2011. Changes in phenolic compounds and antioxidant capacity of fresh-cut table grape (Vitis vinifera) cultivar 'Shahaneh' as influence by fruit preparation methods and packagings. Australian Journal of Crop Science, 5:1515-1520.
29- Sikkema J., De Bont J.A.M., and Poolman B. 1995. Mechanism of membrane toxicity of hydrocarbons. Microbiology Reviews, 59:201–222.
30- 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.
31- Soliva-Fortuny RC., Grigelmo-Miguel N., Odriozola-Serrano I., Gorinstein S., and MartinBelloso O. 2001. Browning evaluation of ready-to-eat apples as affected by modified atmosphere packaging. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49:3685–3690.
32- Tehranifar A., Selahvarzi Y., Kharrazi M., and Jahanbakhsh V. 2011. High potential of agro-industrial by-products of pomegranate (Punica granatum L.) as the powerful antifungal and antioxidant substances. Industrial Crops and Products, 34: 1523– 1527.
33- Thuy-Nguyen T.B., Kesta S., and Doorn W.V. 2004. Effect of modified atmosphere packaging on chilling-induced peel browning in banana. Postharvest Biology and Technology, 31:313-317.
34- Tripathi P., Dubey N.K., and Shukla A.K. 2008. Use of some essential oils as postharvest botanical fungicides in the management of grey mould of grapes caused by Botrytis cinerea. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 24:39–46.
35- Valverde J.M., Guillen F., Martinez-Romero D., Castillo S., Serrano M., and Valero D., 2005. Improvement of table grapes quality and safety by the combination of modified atmosphere packaging (MAP) and eugenol, menthol, or thymol. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53:7458–7464.