نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۲، شماره ۵، آذر- دی ۱۳۹۵، ص. ۵۵۵-۵۴۳

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 12, No. 5, Dec- Jan 2017, p. 543-555

استفاده از یخ خشک در حذف طعم گس میوه خرمالو

اورنگ خادمی[۱]* و یونس نعمتی میرک[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۸/۱۴
تاریخ پذیرش:۱۳۹۳/۱۲/۲۱

چکیده

گسی میوه در خرمالو یک صفت نامطلوب است که کاهش آن مستلزم برداشت میوه در زمان رسیدگی کامل و نرم شدن میوه می‌باشد. با این حال برداشت میوه در زمان بلوغ تجاری و رفع گسی با استفاده از ترکیبات مناسب می‌تواند در افزایش کیفیت میوه و بازاررسانی آن موثر باشد. در این پژوهش، رفع گسی میوه دو رقم خرمالو با نام‌های رایج رقم کرج و رقم ژاپنی با استفاده از دی‌اکسیدکربن جامد (یخ خشک) و اتانول بررسی شد. نتایج نشان داد تیمار یخ خشک به خصوص در غلظت بالا (۷٪)، در هر دو رقم موجب رفع گسی میوه و کاهش غلظت تانن محلول به زیر ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم شد ولی تیمار اتانول فقط در رقم کرج موثر بود. تیمارهای مورد استفاده سفتی بافت میوه را در هر دو رقم بطور معنی‌داری کاهش دادند ولی تیمار اتانول در مقایسه با تیمار یخ خشک سفتی بافت میوه را بیشتر کاهش داد. مقدار مواد جامد محلول در اثر تیمارهای رفع گسی در هر دو رقم به دلیل کاهش مقدار تانن محلول کاهش یافت ولی مقدار اسید آسکوربیک در این دو رقم تحت تاثیر تیمار رفع گسی قرار نگرفت. نتایج کلی نشان داد تیمار یخ خشک به‌عنوان تیماری موثر و ارزان قیمت، بصورت تجاری می‌تواند برای رفع گسی میوه خرمالو تولید شده در ایران مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تانن محلول، خرمالو، سفتی، طعم گس، یخ خشک

مقدمه

میوه خرمالو خوراکی (*Diospyros kaki* Thunb.) متعلق به شرق آسیا بوده و با نام خرمالوی ژاپنی شناخته می‌شود (Gazit & Adato, 1972). خرمالو یکی از میوه‌های مهم فصل پائیزی در ایران بشمار می‌رود که البته ارقام موجود در ایران بیشتر از انواع گس می‌باشند. تولیدکنندگان این میوه در ایران، به علت وجود طعم گس در زمان بلوغ تجاری، آن را در زمان رسیدگی مفرط برداشت و عرضه می‌نمایند(Khademi, 2006, Khademi *et al*., 2008, Mostofi *et al*., 2008, Zamani *et al*., 2008). چرا که در این حالت با تخریب دیواره سلولی و اتصال پکتین با تانن شدت طعم گس کاهش می‌یابد (Taira and Ono, 1997, Taira *et al*., 1997). ولی برداشت دیرهنگام موجب نرم شدن بیش از حد میوه‌ها شده و با کاهش شدید بازارپسندی و قابلیت حمل و نقل میوه همراه است (Khademi *et al*., 2010). در شرق آسیا به عنوان موطن اصلی و عرضه‌کننده اصلی این میوه همانند ایران اکثر باغ‌های تجاری خرمالو از انواع گس تشکیل شده است (Luo, 2006). منتهی در این کشورها خرمالوهای گس در زمان بلوغ تجاری با سفتی مناسب برداشت گردیده و گسی آن توسط تیمارهایی همانند گاز دی‌اکسیدکربن، یخ خشک یا بخار اتانول، حذف می‌شود (Itoo, 1971, Taira, 1996). در واقع استفاده از هر تیماری که گسی میوه خرمالو را در زمان بلوغ تجاری با سفتی بافت مناسب از بین ببرد در افزایش بازارپسندی آن بسیار مفید خواهد بود (Mostofi *et al*., 2008).

عامل ایجاد طعم گس در میوه خرمالو وجود تانن‌های محلول در بافت آن می‌باشد که برای حذف طعم گس می‌بایست این تانن‌ها بصورت غیرمحلول در آیند (Gazit and Adato, 1972). حد بحرانی غلظت تانن محلول برای ایجاد طعم گسی ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد، بنابراین تیماری در حذف طعم گس میوه خرمالو موثر خواهد بود که غلظت تانن محلول در بافت آن را به زیر ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم کاهش یابد (Arnal and Delrio, 2003).

از روش‌های رایج در از بین‌بردن طعم گس میوه خرمالو استفاده از اتمسفر اشباع از دی‌اکسیدکربن و یا استفاده از بخار الکل اتیلیک می‌باشد که در این بین روش اول در بسیاری از کشورهای عمده تولید کننده خرمالو استفاده تجاری دارد (Itoo, 1971, Taira, 1996). البته روش‌هایی همانند استفاده از تیمار آب گرم و اتیلن نیز در برخی مناطق در سطح محدود استفاده می‌شود (Chung *et al*., 2014).

مکانیزم عمل تیمار دی‌اکسیدکربن در رفع طعم گس شامل دو مرحله می‌باشد؛ در مرحله اول دی‌اکسیدکربن با فعالیت آنزیم مالیک و طی مسیری موسوم به مسیر تثبیت تاریکی دی‌اکسیدکربن تبدیل به

۱ و ۲- به ترتیب استادیار و دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران.
(* - نویسنده مسئول: Email: o.khademi@shahed.ac.ir)

استالدئید می‌شود و در مرحله دوم تانن‌های محلول به دلیل قرابت بالا به استالدئید در اطراف آن تجمع یافته و تشکیل کمپلکس‌های سنگین وزن غیر محلول را می‌نمایند. در روش استفاده از اتانول، این ماده ازطریق فعالیت آنزیم الکل دهیدروژناز تبدیل به استالدئید شده و استالدئید نیز با غیر محلول نمودن تانن‌های محلول منجر به از بین رفتن طعم گس میوه می‌گردد (Gazit and Adato, 1972, Pesis and Ben-Arie, 1986).

معمولا پاسخ ارقام خرمالو به تیمارهای رفع گسی متفاوت می‌باشد و ارقام کمی شناخته شده است که توسط هر دو روش دی‌اکسیدکربن و اتانول رفع گس شود (Yamada *et al*., 2002). البته طی پژوهش-های قبلی صورت گرفته نشان داده شده است که خرمالوی، رقم کرج به هر دو روش دی‌اکسیدکربن و اتانول به خوبی پاسخ مثبت نشان می‌دهد، منتهی روش استفاده از الکل اتیلیک برخلاف روش دی-اکسیدکربن منجر به نرم شدن شدید میوه‌ها شده و چندان مناسب به نظر نمی‌رسد (Khademi, 2006, Khademi *et al*., 2008, Mostofi *et al*., 2008, Zamani *et al*., 2008). در میوه خرمالو معمولا سفتی کمتر از یک کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع از نظر تجاری نامطلوب در نظر گرفته می‌شود (Arnal and Delrio, 2003).

روش اتمسفر اشباع از گاز دی‌اکسیدکربن برای حذف طعم گس میوه خرمالو با وجود کارایی بالا هزینه‌بر بوده و تجاری نمودن آن در شرایط ایران مشکل به نظر می‌رسد. ولی دی‌اکسیدکربن جامد با نام تجاری یخ خشک به وفور و با قیمت مناسب در ایران قابل دسترسی است. استفاده از یخ خشک برای حذف طعم گس میوه خرمالو توسط پژوهشگران دیگر گزارش شده است (Matsumoto *et al*., 2007, Oz *et al*. 2005) ولی اطلاعاتی در خصوص پاسخ ارقام خرمالوی ایرانی به این تیمار در دسترس نمی‌باشد. یخ خشک با گذشت زمان تبدیل به گاز دی‌اکسیدکربن شده و مکانیزم عمل آن در رفع گسی مشابه دی‌اکسیدکربن گازی شکل می‌باشد.

هدف از پژوهش حاضر بررسی کارایی تیمار یخ خشک در حذف طعم گس دو رقم خرمالوی رایج در منطقه کرج با نام‌های خرمالوی رقم کرج و خرمالوی رقم ژاپنی می‌باشد (Fatahi Moghadam *et al*., 2009).

مواد و روش‌ها

میوه دو رقم، خرمالوی کرج و خرمالوی ژاپنی از باغی واقع در اطراف شهر کرج در مرحله بلوغ تجاری (رنگ‌گیری کامل) برداشت شده و به آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت دانشگاه شاهد منتقل شد. تعداد ۱۵ عدد میوه از هر رقم انتخاب و برای اندازه‌گیری خصوصیات در زمان برداشت (شامل؛ مقدار تانن محلول، سفتی بافت میوه، مقدار مواد جامد محلول و مقدار ویتامین ث) اختصاص یافت. سپس میوه‌های هر رقم به ۱۰ گروه (برای اعمال ۱۰ تیمار)، هر گروه شامل ۲۰ میوه به‌عنوان سه تکرار تقسیم‌بندی و برای اعمال تیمار استفاده شد.

تیمارهای یخ خشک و اتانول در دو ظرف پلاستیکی (از جنس پلی‌اتیلن با قطر ۳ میلی‌متر) و کیسه پلی‌اتیلنی (با قطر ۰/۰۵ میلی‌متر) اعمال شدند. در ابتدا هدف از آزمایش، اعمال مقادیر یکسانی از یخ خشک داخل هر دو کیسه پلی‌اتیلنی و ظرف پلاستیکی بود ولی از آنجایی که غلظت‌های استفاده شده در ظرف پلاستیکی منجر به تخریب کیسه پلی‌اتیلنی می‌گردید و غلظت‌های انتخاب شده در کیسه پلی‌اتیلنی در ظرف پلاستیکی موثر نشان نداد، از این رو غلظت‌های اعمال شده درون ظرف پلاستیکی و کیسه پلی‌اتیلنی بصورت مجزا و به شکل زیر انتخاب شد:

درون ظرف پلاستیکی: یخ خشک سه درصد، یخ خشک پنج درصد، یخ خشک هفت درصد (به ترتیب ۳۰، ۵۰ و ۷۰ گرم یخ خشک به ازای هر کیلوگرم میوه).

درون کیسه پلی‌اتیلنی: یخ خشک ۰/۱۶ درصد، یخ خشک ۰/۲۵ درصد و یخ خشک ۰/۳۳ درصد (به ترتیب ۱/۶، ۲/۵ و ۳/۳ گرم یخ خشک به ازای هر کیلوگرم میوه).

در هر دو ظرف پلاستیکی و کیسه پلی‌اتیلنی تیمار اتانول ۳۶٪ در مقدار ۱۰ میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم میوه به صورت محلول‌پاشی روی میوه‌ها اعمال و به سرعت درب آنها بسته شد. به‌عنوان شاهد میوه‌ها در ظرف پلاستیکی و کیسه پلی‌اتیلنی بدون اعمال تیمار قرار گرفتند.

پس از اعمال تیمارها، هر دو ظرف پلاستیکی و کیسه پلی‌اتیلنی بصورت کامل درزبندی شده و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت نگهداری شدند. پس از این مدت میوه‌ها از شرایط تیمارها خارج و در دمای اتاق و شرایط اتمسفر معمولی برای کامل شدن فرایند رفع گسی به مدت ۲۴ ساعت نگهداری شدند. در پایان فرایند رفع گسی خصوصیاتی شامل مقدار تانن محلول، درجه طعم گس میوه، سفتی بافت، مقدار مواد جامد محلول و مقدار اسید آسکوربیک (ویتامین ث) مورد بررسی قرار گرفتند.

برای اندازه‌گیری مقدار تانن محلول از روش فولین دنیز (Taira, 1996) استفاده شد. برای این منظور مقدار یک گرم از بافت میوه با ۱۰ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد بخوبی هموژن شده و سپس در ۵۰۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ شد. محلول رویی جمع‌آوری و به هفت میلی‌لیتر آب مقطر مقدار یک میلی‌لیتر عصاره متانولی، یک میلی‌لیتر معرف فولین دنیز و یک میلی‌لیتر محلول کربنات سدیم ۲۰ درصد اضافه شد. محلول حاصل به مدت یک ساعت در شرایط دمای معمولی نگهداری و میزان جذب آن در طول موج ۷۶۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید. غلظت تانن محلول از روی نمودار استاندارد اسید تانیک تهیه شده محاسبه و بر اساس میلی‌گرم بر کیلوگرم میوه بیان شد.

برای تعیین درجه طعم گس نمونه‌ها از آزمون پانل استفاده شد (مستوفی و همکاران، ۱۳۸۷). این آزمون توسط ۱۰ نفر صورت گرفته و درجه طعم گس در محدوده ۱ الی ۵ نمره دهی شد. ۱=غیر گس، ۲= گسی کم، ۳= گسی متوسط، ۴= گسی شدید، ۵= گسی خیلی شدید.

سفتی بافت میوه با استفاده از دستگاه سفتی سنج دستی (مدل: FTO11)، با قطر پیستون ۸ میلی‌متر و در دو قسمت استوایی میوه پس از جدا نمودن پوست میوه اندازه‌گیری و نتایج بر اساس کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع بیان شد. اندازه‌گیری مقدار مواد جامد محلول نیز، پس از عصاره‌گیری با دستگاه رفرکتومتر دستی (مدل: Atago Manual) صورت گرفت.

مقدار اسید آسکوربیک (ویتامین ث) با روش تیتراسیون با ۲ و ۶- دی کلروفنل ایندوفنل اندازه‌گیری شد. برای این منظور ۱۰ گرم از بافت میوه با محلول اسید متافسفریک سه درصد عصاره‌گیری شده و عصاره بدست آمده توسط محلول رنگی دی‌کلروفنل ایندوفنل تا ثبات رنگ ارغوانی تیتر شد. مقدار ویتامین ث بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه بیان شد.

آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار اجرا شده و تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۲) صورت گرفت. برای مقایسه اختلاف بین میانگین‌ها نیز از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (*LSD*) در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. داده-های هر یک از ارقام بصورت مجزا از یکدیگر تجزیه و تحلیل شد.

نتایج و بحث

نتایج رقم کرج

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار بر مقدار تانن محلول، درجه طعم گس، سفتی بافت و مقدار مواد جامد محلول میوه معنی‌دار ولی بر مقدار ویتامین ث غیر معنی‌دار بود (جدول ۱).

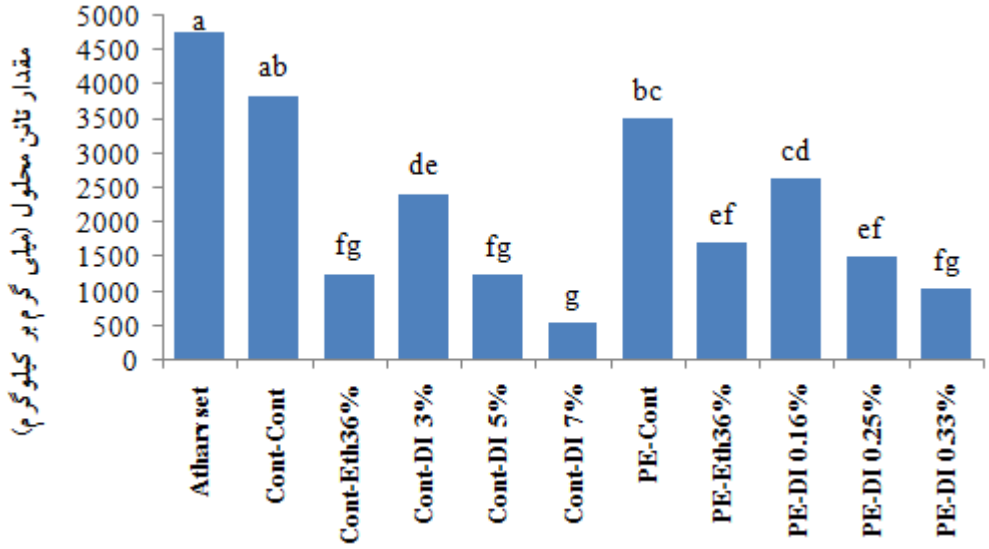
جدول ۱- تجزیه واریانس آزمایش رفع گسی میوه خرمالو رقم کرج با تیمارهای یخ خشک و اتانول

		میانگین مربعات				
منبع تغییرات	درجه آزادی	تانن محلول	درجه گسی	سفتی بافت	مواد جامد محلول	ویتامین ث
تیمار	۱۰	۵۳۲۲۳۳۸**	۵/۵**	۱۸/۰۷**	۴/۵۷**	۳۰/۷۵^{ns}
خطای آزمایش	۲۲	۲۹۶۵۳۵	۰/۱۵	۰/۹۸	۱/۷	۳۴
ضریب تغییرات	۲۱	۲۴	۱۴	۲۱	۹	۲۶

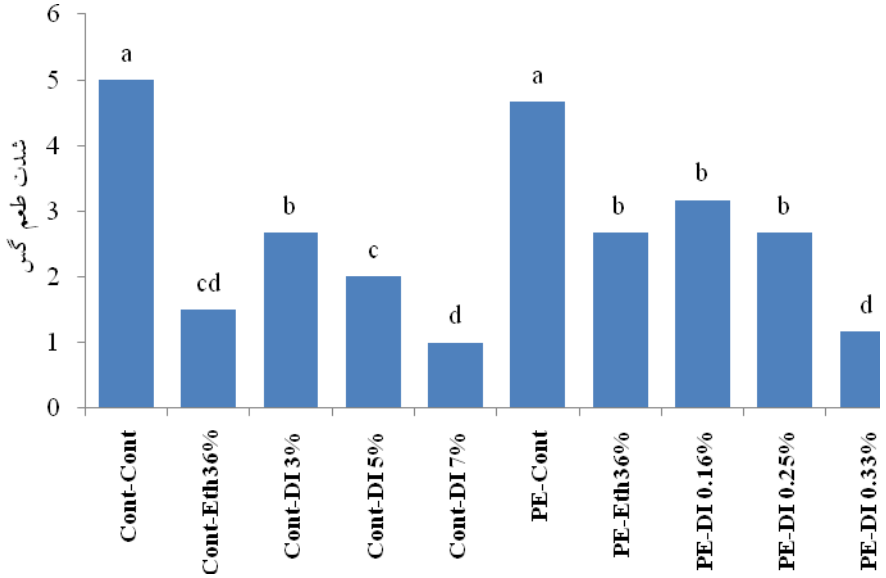
ns = غیر معنی‌دار **= معنی‌دار در سطح پنج درصد **= معنی‌دار در سطح یک درصد

مقدار تانن محلول و درجه طعم گس میوه

در زمان برداشت مقدار تانن محلول نمونه‌ها بالاتر از ۴۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در محدوده طعم گس (بالاتر از ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) قرار داشتند. اعمال تیمارهای اتانول و یخ خشک در هر دوی ظرف پلاستیکی و کیسه‌های پلی‌اتیلنی به طور معنی‌داری منجر به کاهش غلظت تانن میوه خرمالوی رقم کرج در مقایسه با زمان برداشت شد، در حالی که در تیمارهای شاهد (شاهد درون کیسه پلی‌اتیلنی و شاهد درون ظرف پلاستیکی) غلظت تانن محلول کاهش کمتری نشان داد. ولی بر اساس غلظت بحرانی تانن محلول در ایجاد طعم گس در بین تمامی تیمارهای اعمال شده تنها تیمار یخ خشک هفت درصد درون ظرف پلاستیکی دارای غلظت کمتر از ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و غیر گس بوده در حالی که در سایر تیمارها با وجود کاهش شدید غلظت تانن محلول میوه‌ها در محدوده طعم گس قرار داشتند (شکل ۱). البته در بین سایر تیمارها، تیمارهای اتانول درون ظرف پلاستیکی، یخ خشک پنج درصد درون ظرف پلاستیکی و یخ خشک ۰/۳۳ درصد درون کیسه پلی‌اتیلنی دارای مقدار تانن محلول کمی بیش از ۱۰۰۰ میلی¬گرم بر کیلوگرم بودند. این نتایج بطور تقریبی با نتایج بدست آمده از آزمون پانل مطابقت داشت. بطوری که از نظر آزمون‌کنندگان کمترین شدت طعم گس در تیمارهای یخ خشک هفت درصد درون ظرف پلاستیکی و یخ خشک ۰/۳۳ درصد درون کیسه پلی‌اتیلنی مشاهده شد که البته با تیمار اتانول درون ظرف پلاستیکی اختلافی از نظر شدت طعم گس نشان نداد. تیمار یخ خشک پنج درصد درون ظرف پلاستیکی نیز دارای طعم گس کمتری از تیمارهای دیگر آزمایش بود. بر طبق آزمون پانل بیشترین شدت طعم گس در تیمارهای شاهد آزمایش مشاهده شد (شکل ۲).



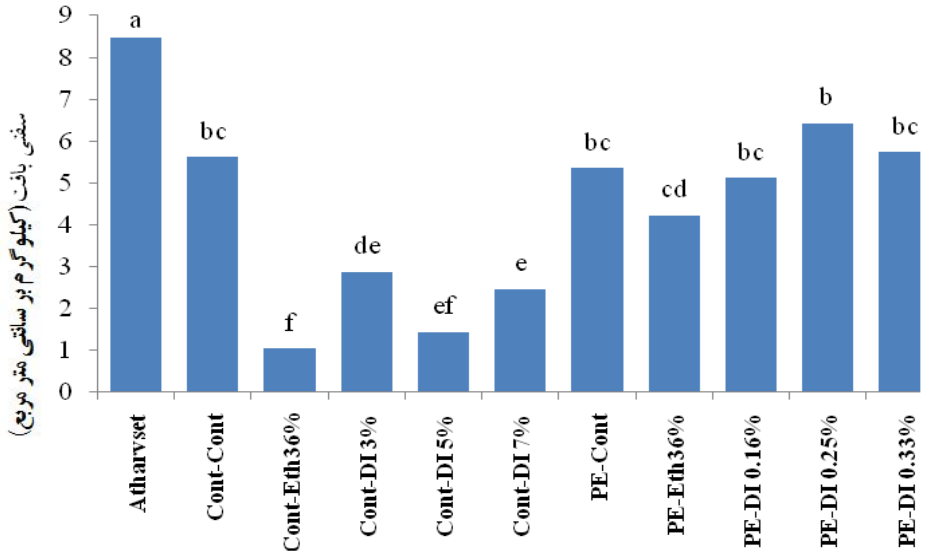
شکل ۱- اثر تیمارهای یخ خشک و اتانول بر مقدار تانن محلول خرمالوی رقم کرج، میانگین‌هایی با حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر در سطح احتمال ۵٪ آزمون *LSD* نمی‌باشند. مخففها عبارتند از: Atharvest=زمان برداشت، Cont-Cont=شاهد - ظرف پلاستیکی، Cont-Eth36%=اتانول ۳۶٪ - ظرف پلاستیکی، Cont-DI 3%=یخ خشک ۳٪ - ظرف پلاستیکی، Cont-DI 5%=یخ خشک ۵٪ - ظرف پلاستیکی، Cont-DI 7%=یخ خشک ۷٪ -ظرف پلاستیکی، PE-Cont=شاهد - کیسه پلی‌اتیلنی، PE-Eth36%=اتانول ۳۶٪ - کیسه پلی‌اتیلنی، PE-DI 0.16%=یخ خشک ۰/۱۶٪ - کیسه پلی‌اتیلنی، PE-DI 0.25%=یخ خشک ۰/۲۵٪ - کیسه پلی‌اتیلنی، PE-DI 0.33%=یخ خشک۰/۳۳٪ -کیسه پلی‌اتیلنی.



شکل ۲-اثر تیمارهای یخ خشک و اتانول بر شدت طعم گس خرمالوی رقم کرج، میانگین‌هایی با حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD نمی‌باشند. مخففها عبارتند از: Atharvest=زمان برداشت، Cont-Cont=شاهد - ظرف پلاستیکی، Cont-Eth36%=اتانول ۳۶٪ - ظرف پلاستیکی، Cont-DI 3%=یخ خشک ۳٪ - ظرف پلاستیکی، Cont-DI 5%=یخ خشک ۵٪ - ظرف پلاستیکی، Cont-DI 7%=یخ خشک ۷٪ -ظرف پلاستیکی، PE-Cont=شاهد - کیسه پلی‌اتیلنی، PE-Eth36%=اتانول ۳۶٪ - کیسه پلی‌اتیلنی، PE-DI 0.16%=یخ خشک ۰/۱۶٪ - کیسه پلی‌اتیلنی، PE-DI 0.25%=یخ خشک ۰/۲۵٪ - کیسه پلی‌اتیلنی، PE-DI 0.33%=یخ خشک۰/۳۳٪ -کیسه پلی‌اتیلنی.

سفتی بافت

میوه‌ها در زمان برداشت دارای سفتی ۸/۵ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع بودند ولی با اعمال تمامی تیمارها سفتی بافت بطور معنی‌داری در مقایسه با زمان برداشت کاهش یافت. در حالت کلی تیمارهای اعمال شده درون ظرف پلاستیکی دارای سفتی بافت کمتری از تیمارهای اعمال شده درون کیسه‌های پلی‌اتیلنی بودند. در تیمار درون ظرف پلاستیکی تیمارهای یخ خشک و اتانول در مقایسه با شاهد دارای سفتی بافت کمتری بودند. کمترین سفتی نیز در تیمار اتانول اعمال شده درون ظرف پلاستیکی مشاهده شد که البته با تیمار یخ خشک پنج درصد اعمال شده درون ظرف پلاستیکی تفاوت معنی‌داری نشان نداد. منتهی میوه‌های هر سه تیمار یخ خشک اعمال شده دارای سفتی بالای یک کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع بودند. در استفاده از کیسه پلاستیکی تفاوت چندان قابل ملاحظه‌ای بین شاهد و تیمارهای یخ خشک و اتانول از نظر سفتی بافت مشاهده نشده و تمامی نمونه‌ها دارای سفتی مناسبی بودند (شکل ۳).

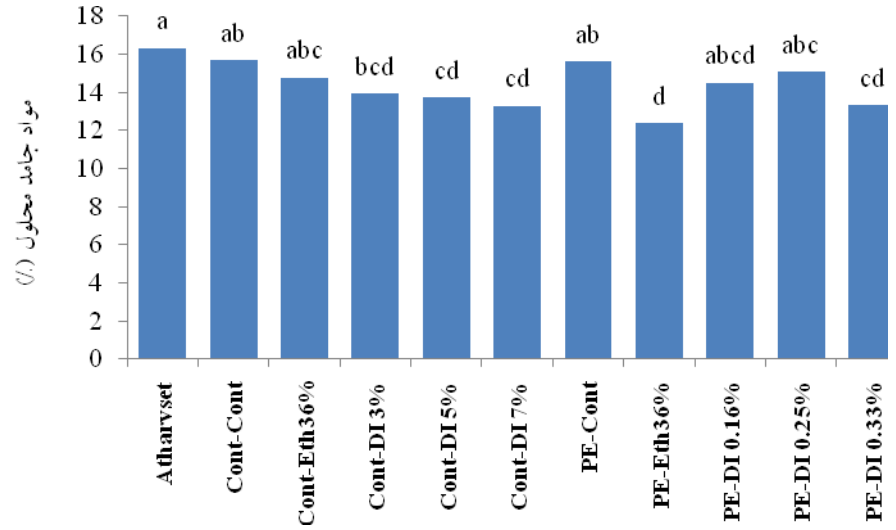


شکل ۳- اثر تیمارهای یخ خشک و اتانول بر سفتی بافت خرمالوی رقم کرج، میانگین‌هایی با حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر در سطح احتمال ۵٪ آزمون *LSD* نمی‌باشند. مخففها عبارتند از: Atharvest=زمان برداشت، Cont-Cont=شاهد - ظرف پلاستیکی، Cont-Eth36%=اتانول ۳۶٪ - ظرف پلاستیکی، Cont-DI 3%=یخ خشک ۳٪ - ظرف پلاستیکی، Cont-DI 5%=یخ خشک ۵٪ - ظرف پلاستیکی، Cont-DI 7%=یخ خشک ۷٪ -ظرف پلاستیکی، PE-Cont=شاهد - کیسه پلی‌اتیلنی، PE-Eth36%=اتانول ۳۶٪ - کیسه پلی‌اتیلنی، PE-DI 0.16%=یخ خشک ۰/۱۶٪ - کیسه پلی‌اتیلنی، PE-DI 0.25%=یخ خشک ۰/۲۵٪ - کیسه پلی‌اتیلنی، PE-DI 0.33%=یخ خشک۰/۳۳٪ -کیسه پلی‌اتیلنی.

مقدار مواد جامد محلول

همانگونه که در شکل۴ مشاهده می‌شود تفاوت معنی‌داری بین مقدار مواد جامد محلول تیمارهای شاهد و مقدار مواد جامد محلول زمان برداشت مشاهده نشد. در اعمال تیمار درون ظروف پلاستیکی، میوه‌های تیمارهای یخ خشک پنج و هفت درصد بطور معنی‌داری دارای مقدار مواد جامد محلول کمتری از میوه‌های شاهد بودند در حالی که تفاوت معنی‌داری بین میوه‌های تیمارهای اتانول و یخ خشک سه درصد با شاهد از نظر مقدار مواد جامد محلول مشاهده نشد. در اعمال تیمار درون کیسه‌های پلی‌اتیلنی نیز اختلاف معنی‌داری بین میوه‌های تیمارهای یخ خشک ۰/۱۶ درصد و ۰/۲۵ درصد با شاهد از نظر مقدار مواد جامد محلول مشاهده نشد ولی میوه‌های تیمارهای یخ خشک ۰/۳۳ درصد و اتانول دارای مقدار مواد جامد محلول کمتری در مقایسه با میوه‌های شاهد بودند.

تیمارهای اعمال شده بر مقدار اسید آسکوربیک احیا شده (ویتامین ث) خرمالوی رقم کرج تاثیر معنی‌داری نشان ندادند.



شکل ٤- اثر تیمارهای یخ خشک و اتانول بر مقدار مواد جامد محلول خرمالوی رقم کرج، میانگین‌هایی با حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر در سطح احتمال ۵٪ آزمون *LSD* نمی‌باشند. مخففها عبارتند از: Atharvest=زمان برداشت، Cont-Cont=شاهد – ظرف پلاستیکی، Cont-Eth36%=اتانول ٣٦٪ – ظرف پلاستیکی، Cont-DI 3%=یخ خشک ۳٪ – ظرف پلاستیکی، Cont-DI 5%=یخ خشک ۵٪ – ظرف پلاستیکی، Cont-DI 7%=یخ خشک ۷٪ –ظرف پلاستیکی، PE-Cont=شاهد – کیسه پلی‌اتیلنی، PE-Eth36%=اتانول ٣٦٪ – کیسه پلی-اتیلنی، PE-DI 0.16%=یخ خشک ۰/۱٦٪ – کیسه پلی‌اتیلنی، PE-DI 0.25%=یخ خشک ۰/۲۵٪ – کیسه پلی‌اتیلنی، PE-DI 0.33%=یخ خشک۰/۳۳٪ –کیسه پلی‌اتیلنی.

نتایج رقم ژاپنی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار بر مقدار تانن محلول، درجه طعم گس، سفتی بافت، مقدار مواد جامد محلول معنی‌دار ولی بر مقدار ویتامین ث غیر معنی‌دار بود (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس آزمایش رفع گسی میوه خرمالو رقم ژاپنی با تیمارهای یخ خشک و اتانول

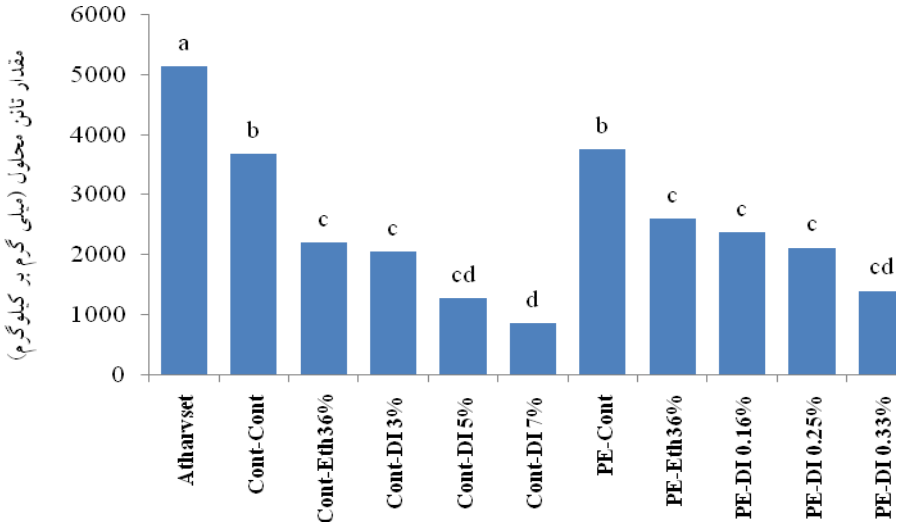
		میانگین مربعات				
منبع تغییرات	درجه آزادی	تانن محلول	درجه گسی	سفتی بافت	مواد جامد محلول	ویتامین ث
تیمار	۱۰	۴۸۶۶۳۵۷**	۴/۶۲**	۸/۰۷**	۷/۱۶**	۷/۷۳ns
خطای آزمایش	۲۲	۴۳۷۷۴۴	۰/۲۵	۱/۰۸	۱/۱۳	۵/۶۱
ضریب تغییرات	۲۱	۲۱	۱۸	۱۶	۶	۲۲

ns = غیر معنی‌دار **= معنی‌دار در سطح پنج درصد **= معنی‌دار در سطح یک درصد

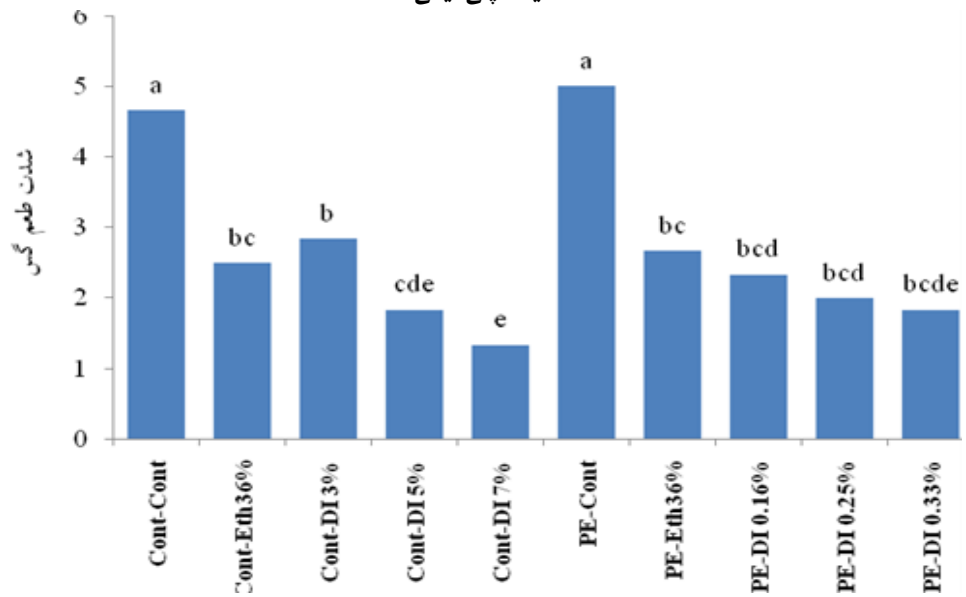
مقدار تانن محلول و درجه طعم گس میوه

بررسی مقدار تانن محلول در رقم ژاپنی نشان داد که بین تیمارهای شاهد و زمان برداشت اختلاف معنی‌داری از نظر غلظت تانن محلول مشاهده نشد. کاهش در غلظت تانن محلول در اثر تیمارهای یخ خشک و اتانول در هر دوی کیسه‌های پلی‌اتیلنی و ظرف پلاستیکی بیشتر از شاهدها بود. منتهی بر اساس غلظت بحرانی تانن محلول در ایجاد طعم گس تنها تیمار یخ خشک هفت درصد درون ظرف پلاستیکی منجر به غیر گس شدن میوه‌ها شده است. تیمارهای یخ خشک پنج درصد درون ظرف پلاستیکی و یخ خشک ۰/۳۳ درصد درون کیسه پلی‌اتیلنی نیز دارای غلظت تانن محلول کمتر از ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و نزدیک به غیر گس بودند. تیمار اتانول در هر دو ظرف پلاستیکی و کیسه پلی‌اتیلنی در غیر گس نمودن میوه‌های رقم ژاپنی موثر نشان نداد (شکل ۵). نتایج آزمون پانل نیز بطور نسبی تاییدکننده نتایج فوق بود. بطوری که از نظر آزمون‌کنندگان بیشترین درجه طعم گس در نمونه‌های شاهد بوده و کمترین درجه گسی نیز در نمونه‌های تیمار یخ خشک هفت درصد درون ظرف پلاستیکی مشاهده شد (شکل ۶). تیمارهای یخ خشک پنج درصد درون ظرف پلاستیکی و یخ خشک ۰/۳۳ درصد درون کیسه پلی‌اتیلنی نیز از درجه طعم گس کمتری در مقایسه با سایر

تیمارها برخوردار بودند.



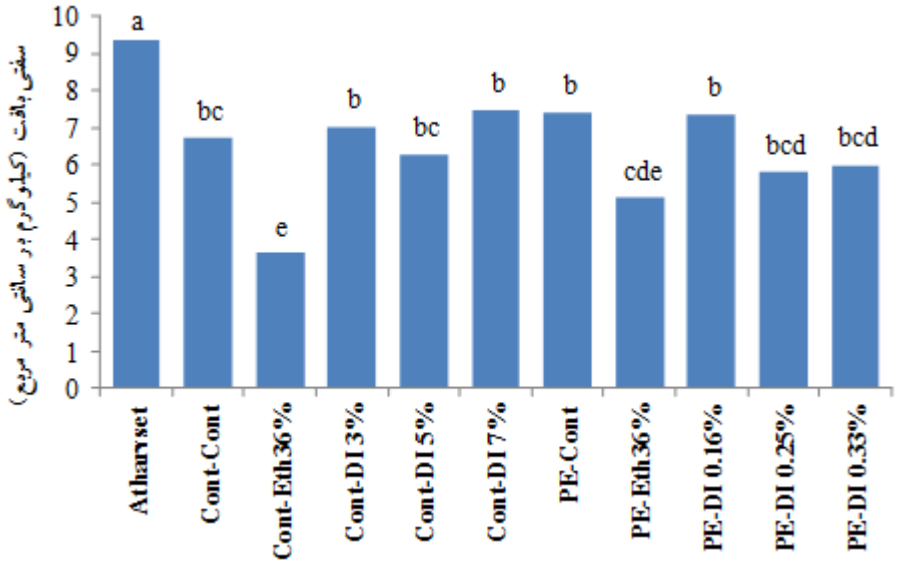
شکل ۵- اثر تیمارهای یخ خشک و اتانول بر مقدار تانن محلول خرمالوی رقم ژاپنی، میانگین‌هایی با حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD نمی‌باشند. مخففها عبارتند از: Atharvest=زمان برداشت، Cont-Cont=شاهد - ظرف پلاستیکی، Cont-Eth36%=اتانول ۳۶٪ - ظرف پلاستیکی، Cont-DI 3%=یخ خشک ۳٪ - ظرف پلاستیکی، Cont-DI 5%=یخ خشک ۵٪ - ظرف پلاستیکی، Cont-DI 7%=یخ خشک ۷٪ -ظرف پلاستیکی، PE-Cont=شاهد - کیسه پلی‌اتیلنی، PE-Eth36%=اتانول ۳۶٪ - کیسه پلی‌اتیلنی، PE-DI 0.16%=یخ خشک ۰/۱۶٪ - کیسه پلی‌اتیلنی، PE-DI 0.25%=یخ خشک ۰/۲۵٪ - کیسه پلی‌اتیلنی، PE-DI 0.33%=یخ خشک۰/۳۳٪ -کیسه پلی‌اتیلنی.



شکل ٦- اثر تیمارهای یخ خشک و اتانول بر شدت طعم گس خرمالوی رقم ژاپنی، میانگین‌هایی با حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر در سطح احتمال ۵٪ آزمون *LSD* نمی‌باشند. مخففها عبارتند از: Atharvest=زمان برداشت، Cont-Cont=شاهد - ظرف پلاستیکی، Cont-Eth36%=اتانول ۳۶٪ - ظرف پلاستیکی، Cont-DI 3%=یخ خشک ۳٪ - ظرف پلاستیکی، Cont-DI 5%=یخ خشک ۵٪ - ظرف پلاستیکی، Cont-DI 7%=یخ خشک ۷٪ -ظرف پلاستیکی، PE-Cont=شاهد - کیسه پلی‌اتیلنی، PE-Eth36%=اتانول ۳۶٪ - کیسه پلی‌اتیلنی، PE-DI 0.16%=یخ خشک ۰/۱۶٪ - کیسه پلی‌اتیلنی، PE-DI 0.25%=یخ خشک ۰/۲۵٪ - کیسه پلی‌اتیلنی، PE-DI 0.33%=یخ خشک۰/۳۳٪ -کیسه پلی‌اتیلنی.

سفتی بافت

خرمالوی رقم ژاپنی در زمان برداشت دارای سفتی بافت بیش از ۹ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع بود. اعمال تمامی تیمارها منجر به کاهش معنی‌دار سفتی میوه در مقایسه با زمان برداشت شد. میوه‌های تیمار شده درون ظرف پلاستیکی بطور نسبی دارای سفتی بافت بیشتری در مقایسه با میوه‌های تیمار شده درون کیسه‌های پلی‌اتیلنی بودند. در هر دوی ظرف پلاستیکی و کیسه پلی‌اتیلنی، میوه‌های تیمار اتانول دارای سفتی بافت کمتری در مقایسه با شاهد بود ولی بین نمونه‌های تیمارهای یخ خشک و شاهد اختلاف معنی‌داری از نظر سفتی مشاهده نشد (شکل ۷).



شکل ۷- اثر تیمارهای یخ خشک و اتانول بر سفتی بافت خرمالوی رقم ژاپنی، میانگین‌هایی با حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر در سطح احتمال ۵٪ آزمون *LSD* نمی‌باشند. مخففها عبارتند از: Atharvest=زمان برداشت، Cont-Cont=شاهد – ظرف پلاستیکی، Cont-Eth36%=اتانول ۳۶٪ – ظرف پلاستیکی، Cont-DI 3%=یخ خشک ۳٪ – ظرف پلاستیکی، Cont-DI 5%=یخ خشک ۵٪ – ظرف پلاستیکی، Cont-DI 7%=یخ خشک ۷٪ –ظرف پلاستیکی، PE-Cont=شاهد – کیسه پلی‌اتیلنی، PE-Eth36%=اتانول ۳۶٪ – کیسه پلی‌اتیلنی، PE-DI 0.16%=یخ خشک ۰/۱۶٪ – کیسه پلی‌اتیلنی، PE-DI 0.25%=یخ خشک ۰/۲۵٪ – کیسه پلی‌اتیلنی، PE-DI 0.33%=یخ خشک۰/۳۳٪ –کیسه پلی‌اتیلنی.

مقدار مواد جامد محلول

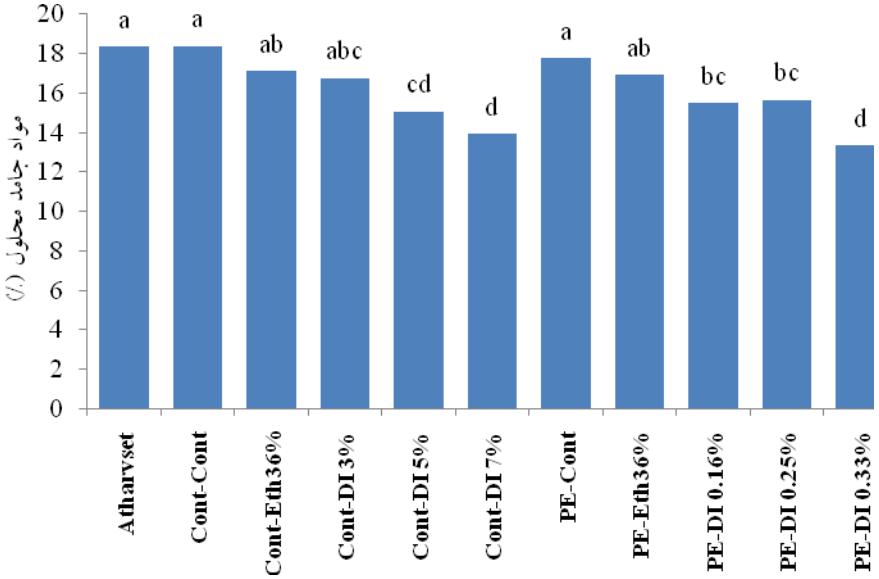
نتایج حاصل از بررسی مقدار مواد جامد محلول نشان داد که نگهداری خرمالوی رقم ژاپنی درون ظرف پلاستیکی و کیسه پلی-اتیلنی در شرایط شاهد تاثیر معنی‌داری در مقدار مواد جامد محلول در مقایسه با زمان برداشت نداشت. ولی اعمال تیمارهای رفع گسی منجر به کاهش مقدار مواد جامد محلول در مقایسه با مقدار آن در زمان برداشت شد. در اعمال تیمار درون ظرف پلاستیکی، نمونه‌های تیمارهای یخ خشک پنج و هفت درصد دارای مقدار مواد جامد محلول کمتری در مقایسه با نمونه‌های شاهد بودند ولی بین نمونه‌های تیمارهای اتانول و یخ خشک سه درصد با شاهد اختلاف معنی‌داری از نظر مقدار مواد جامد محلول مشاهده نشد. در اعمال تیمار در کیسه پلی‌اتیلنی میوه‌های تیمارهای یخ خشک دارای مقدار مواد جامد محلول کمتری در مقایسه با شاهد آزمایش بودند ولی بین تیمارهای اتانول و شاهد اختلاف معنی‌داری در مقدار مواد جامد محلول مشاهده نشد (شکل ۸).

تیمارهای اعمال شده بر مقدار اسیدآسکوربیک احیاشده (ویتامین ث) خرمالوی رقم ژاپنی تاثیرمعنی‌داری نشان ندادند.

بر اساس نتایج بدست آمده در این پژوهش، در هر دو خرمالوی رقم کرج و رقم ژاپنی، تیمارهای یخ خشک به خصوص در غلظت-های بالا بطور موثری منجر به کاهش غلظت تانن محلول در مقایسه با زمان برداشت شدند در حالی که در تیمارهای شاهد چنین کاهشی مشاهده نشد. منتهی بر اساس غلظت بحرانی تانن محلول در ایجاد طعم گس (Taira, 1996) تنها تیمار یخ خشک هفت درصد درون ظرف پلاستیکی تیماری موثر در غیر گس نمودن هر دو رقم بود. این نتایج با نتایج بدست آمده روی ارقام سایجو (Matsumoto *et al.*, 2007) و مورالی (Oz *et al.*, 2005) منطبق بود که نشان داده شده بود تیمار دی‌اکسیدکربن جامد بطور موثری منجر به غیرگس شدن این ارقام می‌گردد. البته در برخی از تیمارها همانند یخ خشک پنج درصد درون ظرف پلاستیکی، یا یخ خشک ۰/۳۳ درصد درون کیسه پلی‌اتیلنی در هر دو رقم ژاپنی و کرج و یا تیمار اتانول روی رقم کرج غلظت تانن محلول چندان از غلظت بحرانی ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بالاتر نبود و بنظر می‌رسد نگهداری بیشتر در شرایط تیمار یا

پس از آن در شرایط اتمسفر معمولی با غیرگس شدن میوه‌ها همراه خواهد بود. چرا که با گذشت زمان پکتین‌های بیشتری از دیواره سلولی آزاد شده و تانن محلول را بصورت غیرمحلول تبدیل می‌نمایند (Taira and Ono, 1997, Taira *et al*., 1997). در این آزمایش پس از تیمار، میوه‌ها تنها ۲۴ ساعت در شرایط معمولی نگهداری شدند در حالی که در شرایط تجاری از زمان اعمال تیمار تا زمان مصرف میوه‌ها مدت زمان بیشتری در شرایط اتمسفر معمولی نگهداری می‌شوند.

بر اساس نتایج تیمار اتانول در کاهش غلظت تانن محلول رقم ژاپنی چندان موثر نشان نداد. طی پژوهشی اثر تیمارهای رفع گسی بر چندین رقم تجاری چین و ژاپن بررسی و نشان داده شده است که تیمار دی‌اکسیدکربن موثرتر از تیمار اتانول در رفع گسی خرمالو بوده و ارقام معدودی به تیمار اتانول پاسخ مثبت نشان می‌دهند (Yamada *et al*., 2002). بنابراین بر اساس نتایج پژوهش حاضر بنظر می‌رسد رقم ژاپنی مستعد به رفع گسی توسط تیمار اتانول نمی‌باشد. ولی غلظت تانن محلول در رقم کرج بخوبی توسط تیمار اتانول کاهش یافت. مشابه با نتایج حاضردر پژوهش‌های قبلی نیز نشان داده شده بود که رقم کرج به هر دو تیمار دی‌اکسیدکربن و اتانول پاسخ مثبت نشان می‌دهد (Khademi, 2006, Khademi *et al*., 2008, Mostofi *et al*., 2008, Zamani *et al*., 2008).



شکل ۸- اثر تیمارهای یخ خشک و اتانول بر مقدار مواد جامد محلول خرمالوی رقم ژاپنی، میانگین‌هایی با حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر در سطح احتمال ۵٪ آزمون *LSD* نمی‌باشند. مخففها عبارتند از: Atharvest=زمان برداشت، Cont-Cont=شاهد - ظرف پلاستیکی، Cont-Eth36%=اتانول ۳۶٪ - ظرف پلاستیکی، Cont-DI 3%=یخ خشک ۳٪ - ظرف پلاستیکی، Cont-DI 5%=یخ خشک ۵٪ - ظرف پلاستیکی، Cont-DI 7%=یخ خشک ۷٪ -ظرف پلاستیکی، PE-Cont=شاهد - کیسه پلی‌اتیلنی، PE-Eth36%=اتانول ۳۶٪ - کیسه پلی‌اتیلنی، PE-DI 0.16%=یخ خشک ۰/۱۶٪ - کیسه پلی‌اتیلنی، PE-DI 0.25%=یخ خشک ۰/۲۵٪ - کیسه پلی‌اتیلنی، PE-DI 0.33%=یخ خشک۰/۳۳٪ -کیسه پلی‌اتیلنی.

سفتی بافت در میوه خرمالو از نظر بازاررسانی و حفظ کیفیت پس از برداشت اهمیت فراوانی دارد. خرمالوهای دارای سفتی کمتر از یک کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع از نظر بازاررسانی و حمل‌ونقل دچار نارسایی می‌گردند (Arnal and Delrio, 2003). بر اساس نتایج این پژوهش اعمال تیمارهای اتانول و یخ خشک در هر دو رقم مورد مطالعه با کاهش سفتی همراه بود. منتهی این کاهش در خرمالوی رقم کرج مشهودتر بود. هر چند سفتی بافت در تیمارهای موثر در رقم کرج نیز بالاتر از یک کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع و مورد پذیرش بود. کاهش سفتی در اثر تیمار رفع گسی به تحریک تولید اتیلن در شرایط این تیمار نسبت داده می‌شود. دی‌اکسیدکربن بالا به‌عنوان شرایط تنش عمل نموده و با تحریک سیستم دو اتیلن همراه می‌باشد، از آنجایی که مکانیزم نرم شدن در میوه خرمالو نیز تحت کنترل اتیلن است بنابراین تیمار دی‌اکسیدکربن با نرم شدن میوه همراه خواهد بود (Nakano and Kubo, 2003, Nakano *et al*., 2001). تیمار اتانول هم بطور مستقیم و هم با تحریک تولید اتیلن عامل بیان ژن‌های آنزیم‌های تخریب کننده دیواره سلولی بوده و با نرم شدن میوه همراه است (Pesis, 2005). نتایج این پژوهش مطابق با نتایج پژوهش‌های قبلی روی ارقام ایرانی است که در آنها گزارش شده است تیمار اتانول منجر به نرم شدن بیشتر میوه خرمالو در مقایسه با تیمار دی‌اکسیدکرین می‌شود (Khademi, 2006, Khademi *et al*., 2008, Zamani *et al*., 2008).

نتایج آزمایش نشان داد که کاهش مقدار مواد جامد محلول در اثر

تیمارهای رفع گسی در هر دو رقم وجود داشت. کاهش مقدار مواد جامد محلول در اثر تیمارهای رفع گسی به دلیل کاهش غلظت تانن محلول به‌عنوان عامل مداخله‌کننده در اندازه‌گیری درصد مواد جامد محلول بوده و ناشی از کاهش مقدار قند میوه نیست (Arnal and Delrio, 2003). در پژوهشی مشابه نشان داده شده است که تیمارهای رفع گسی اتانول و دی‌اکسیدکربن تاثیر معنی‌داری بر مقدار قند محلول میوه خرمالو ندارد (خادمی، ۱۳۸۵). همچنین نتایج آزمایش حاضر مشابه با نتایج گزارش قبلی روی ارقام ایرانی (خادمی، ۱۳۸۵) نشان داد که تیمارهای رفع گسی تاثیر معنی‌داری بر مقدار اسید آسکوربیک در هر دو رقم کرج و ژاپنی ندارند. بنابراین تیمارهای رفع گسی به عنوان عامل تنش وارد شده به میوه تاثیر منفی روی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و ارزش غذایی میوه خرمالو نشان نمی‌دهند.

در نتیجه بر اساس نتایج این آزمایش تیمار دی‌اکسیدکربن جامد یا یخ خشک تیماری موثر در رفع گسی خرمالوهای تولید شده در منطقه کرج بوده و با توجه به حفظ مناسب سفتی بافت می‌تواند در افزایش کیفیت خوراکی و بالا بردن ارزش تجاری این میوه موثر واقع شود. استفاده از این تیمار برخلاف تیمار گاز دی‌اکسیدکرین نیاز به تجهیزات ویژه‌ای نداشته و به راحتی قابلیت تجاری شدن در کشور را دارد. بر اساس نوع ظرف استفاده شده مقدار یخ خشک استفاده شده متفاوت خواهد بود ولی استفاده از ظرف پلاستیکی به دلیل ضخامت بیشتر و نفوذپذیری کمتر به دی‌اکسیدکربن موثرتر از کیسه پلی‌اتیلنی می‌باشد.

منابع

Arnal, L. & Delrio, M.A., 2003, Removing astringency by carbon dioxide and nitrogen-enriched atmospheres in persimmon fruit cv. Rojo Brillante, *Food Science*, 68, 1516-1518.

Chung, H.S., Kim, H.S., Lee, Y.G. & Seong, J.H., 2014, Effect of deastringency treatment of intact persimmon fruits on the quality of fresh-cut persimmons, *Food Chemistry*, 166, 192-197.

Cia, P., De Silva, E.A.B.R., Sigrist, J.M.M., Sarantopoulos, C.I.G.L., De Oliveira, L.M. & Padula, M., 2002, Effect of modified-atmosphere packaging on the quality of Fuyu persimmon, *Brazilian Journal of Food Technology*, 6, 109-118.

Fatahi Moghadam, M. R., Talebbeidokhti, Z. & Zamani, Z., 2009, Characterization of some persimmon genotypes using morphological characters and RAPD markers, *Iranian Journal of Horticultural Science*, 40, 61-71.

Gazit, S. & Adato, I. 1972, Effect of carbon dioxide atmosphere on the course of astringency disappearance of persimmon (Diospyros kaki L.) fruits, *Food Science*, 37, 815-817.

Itoo, S., 1971, The persimmon. In: Hulme, A.C. (ed.), The Biochemistry of Fruits and Their Products, *Academic, New York*. Vol. 2, 281-301.

Khademi, O., Mostofi, Y., Zamani, Z., & Fatahi, R., 2010, The effect of deastringency treatments on increasing the marketability of persimmon fruit, *Acta Horticulture*, 877, 687-691.

Khademi, O., 2006, Study on the effect of CO_2 and ethanol treatments on the astringency removal and quality characteristics in Japanese persimmon. MSc thesis, University of Tehran.

Kato, K., 1999, Astringency removal and ripening in persimmons treated with ethanol and ethylene, *HortScience*, 25, 205-207.

Khademi, O., Mostofi, Y., Zamani, Z. & Fatahi Moghadam, M. R., 2008, Effects of postharvest ethanol application on astringency removal and fruit quality of persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.), Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 12, 19-27.

Luo, Z., 2006, Extending shelf-life of persimmon (Diospyros kaki L.) fruit by hot air treatment, *European Food Research Technology*, 222, 149-154.

Matsuo, T. & Ito, S., 1978, The chemical structure of kaki-tannin from immature fruit of the persimmon (Diospyros kaki L.), *Agricultural and Biological Chemistry*, 42, 1637-1643.

Matsumoto, T., Matsuzaki, H., Takata, K., Tsurunaga, Y., Takahashi, H. & Kurahashi, T., 2007, Inhibition of astringency removal in semidried Japanese persimmon fruit by 1-methylcyclopropene treatment, *HortScience*, 42, 1493–1495.

Mostofi, Y., Zamani, Z., Fatahi Moghadam, M. R. & Khademi, O., 2008, Measurement of soluble tannins and evaluation of consumer acceptance of persimmon fruit cv. Karaj after deastringency treatments, *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 5, 79-89.

Nakano, R. & Kubo, Y., 2003, Involvement of stress-induced ethylene biosynthesis in fruit softening of Saijo persimmon fruit, *Acta Horticulture*, 601, 219-226.

Nakano, R., Harima, S., Ogura, E., Inoue, S., Kubo, Y. & Inaba, A., 2001, Involvement of stress-induced ethylene biosynthesis in fruit softening of 'Sajio' persimmon, *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 70, 581-585.

Öz, A.T., Özelkök, I.S. & Albayrak, B., 2005, Sugar and tannin content changes in persimmon fruit during artificial ripening with dry ice, *Acta Horticulture*, 682, 987-992

Pesis, E., 2005, The role of the anaerobic metabolites, acetaldehyde and ethanol, in fruit ripening, enhancement of fruit

quality and fruit deterioration, *Postharvest Biology and Technology*, 37, 1-19.
Pesis, E. & Ben-Arie, R., 1986, Carbon dioxide assimilation during postharvest removal of astringency from persimmon fruit, *Physiologia Plantarum*, 67, 644-648.
Taira, S., 1996, Astringency in persimmon. In: Linskens, H.F., Jackson, J.F. (Eds.), Modern Method of Plant Aanalysis, fruit analysis, Springer-Verlang, *Berlin*, 18, 97-110.
Taira, S., & Ono, M., 1997, Reduction of astringency in persimmon caused by adhesion of tannin to cell wall fragments, *Acta Horticulture*, 436, 235-241.
Taira, S., Ono, M. & Matsumoto, N., 1997, Reduction of persimmon astringency by complex formation between pectin and tannin, *Postharvest Biology and Technology*, 12, 265-271.
Yamada, M., Taira, S., Ohtsuki, M., Sato, A., Iwanami, H., Yakushiji, H., Wang, R., Yang, Y. & Li, G., 2002, Varietal difference in the ease of astringency removal by carbon dioxide gas and ethanol vapor treatments among oriental astringent persimmon of Japanese and Chinese origin, *Scientia Horticulturae*, 94, 63-72.
Zamani, Z., Mostofi, Y., Fatahi Moghadam, M.R. & Khademi O., 2008, Astringency removal of Japanese persimmon fruit (*Diospyros kaki* L.) by CO2 enriched atmosphere and its effects on some important fruit characteristics, *Journal of Agricultural Science and Natural Resources*,15, 68-76.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 12, No. 5, Dec- Jan 2017, p. 543-555

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۲، شماره ۵، آذر- دی ۱۳۹۵، ص. ۵۵۵-۵۴۳

Using of dry ice for astringency removal in persimmon fruit

O. Khademi[1]*and Y.Nemati Mirak[2]

Received: 2014.11.05
Accepted: 2015.03.12

Introduction: There are two types of Japanese persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.), astringent and non-astringent, based on the degree of astringent taste at maturity state. Fruits of either type are strongly astringent when small and immature, but non-astringent type loses its astringency during development on the tree, still with firm flesh. However, the astringent type keeps its astringency and is inedible even when fully colored. It loses its astringency when becomes over-ripe with extremely soft flesh. At this stage, the fruits are usually over ripe with poor quality. Astringency in persimmon is caused by soluble tannins present in the fruit flesh. One mechanism useful in artificial removal of astringency from persimmon fruit is condensation or polymerization of soluble tannins into insoluble non-astringent forms, by acetaldehyde, which is being produced in the fruit flesh during different treatments. Acetaldehyde accumulates in the fruit flesh during its exposure to ethanol vapor or high level of carbon dioxide (CO_2) gas, Hence, constant temperature and short duration (CTSD) is the preferred method of CO_2 treatment used to remove astringency of persimmon fruit. It involves holding the fruits in ≥95% carbon dioxide atmosphere for a short duration at constant temperature of 20-30°C then transferring to normal atmosphere. However using CO_2 treatment as gas form is expensive and needs special equipment. However, solid CO_2 (dry ice) is easily available in Iran with low price. It release CO_2 gas and can be used for removing astringency in persimmon fruit. The response of persimmon to de-astringent treatment depends on the cultivar. In this study two persimmon cultivars namely: ”Karaj” and ”Japanese” were harvested at maturity (full coloring) stage and treated with dry ice and ethanol vapor to remove astringency and the quality of treated fruits were evaluated.

Materials and methods: Astringent persimmon fruits cvs ‘Karaj’ and ‘Japanese’ were harvested at maturity stage and transported immediately to the Department of Horticulture Science, University of Shahed and treated with either ethanol or dry ice. Both ethanol and dry ice treatmenttreatments were applied in low-density polyethylene bags with 0.05 mm thickness and polyethylene container with 3 mm thickness. In the polyethylene container, dry ice was applied at amounts of 3, 5 and 7% per kilograms of fruit and in the polyethylene bags dry ice was applied at amount of 0.16, 0.25 and 0.33 per kilogerams of fruits. For ethanol treatment, in both polyethylene bag and polyethylene container, 10 ml of 36% ethanol per kilogram of fruit was sprayed. Thereafter, bags and containers were sealed completely and kept for 48 hours at 25°C and 80% RH. After removing from the closed bags and containers, fruits were held in air at 25°C, 80% RH for completing astringency removing. After astringency removal treatmenttreatments, soluble tannin contents, astringent taste degree, fruit firmness, total soluble solid and ascorbic acid content were measured. The content of soluble tannin was determined by Folin-Denis method and the degree of astringency was determined by panel test. The experiments were conducted in a completely randomized design (CRD) and analysis of variance (ANOVA) was performed and the means were compared using LSD Test.

Results and discussion: After performing the astringency removal treatment, fruits containing less than 1000 ppm of soluble tannin on a fresh weight basis showed no astringency. Results presented here showed that, dry ice treatment, especially at higher concentrations such as 7% in both cultivars, causes removal of astringency and decreases soluble tannin contents below the threshold of 1000 ppm, but ethanol treatment was effective only in Karaj persimmon for the removal of astringency. Similarly, it was indicated that CO_2 treatment removed the astringency more easily in some Chinese cultivars than the ethanol treatment. The response of persimmon cv. Karaj was similar to a leading cultivar Hiratanenashi in Japan, for astringency removal by both CO_2 and ethanol treatments, while, according to this results, Japanese cultivar had not shown suitable response to ethanol, while it successfully responded to dry ice treatment.

Treatments to remove astringency of persimmon fruit often cause fruit softening. Astringency removal treatment induced ethylene production in persimmon which causes to the fruits softening. In this study, the firmness of both cultivars decreased significantly after treatments, however, the average of flesh firmness was significantly higher after dry ice than after ethanol treatments.

1 AND 2. Assistance Professor and Former MS student, Department of Horticulture, Shahed University,Tehran.
(*Corresponding Author Email: o.khademi@shahed.ac.ir)

Total soluble solid contents under the astringency removal treatments in both cultivars reduced significantly. This reduction is due to the removing of soluble tannins responsible for fruit astringency, since they are included in SSC measurements when not polymerized. Moreover, the results showed that ascorbic acid content is not affected by astringency removal treatments.

Conclusions: The results presented here showed that removing astringency from persimmon cvs. Karaj and Japanese were achieved by postharvest application of dry ice in the poly ethylene container. Results also showed that dry ice was more effective than ethanol in astringency removal and retained higher quality of fruit. Dry ice is available treatment in Iran and it can be commercially used for removing astringency of Iranian persimmon.

Key word: Astringent taste, dry ice, firmness, persimmon and soluble tannin