

## رفع گسی میوه خرمالوی ژاپنی (*Diospyros kaki* L.) با تیمار اتمسفر اشباع از دی‌اکسیدکربن و تاثیر آن بر برخی از ویژگی‌های مهم میوه

\*ذبیح‌ا... زمانی<sup>۱</sup>، یونس مستوفی<sup>۱</sup>، محمدرضا فتاحی‌مقدم<sup>۲</sup> و اورنگ خادمی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه تهران، آستادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه تهران، دانشجوی دوره دکتری گروه علوم باغبانی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۸۶/۱۱/۲؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۷/۱۶

### چکیده

طعم گس میوه خرمالو در نتیجه وجود تانن‌های محلول می‌باشد. پلی‌مریزه نمودن این تانن‌ها با استالدئید القا شده در طول فرایند رفع گسی منجر به حذف طعم گس میوه می‌گردد. در این آزمایش میوه خرمالوی ژاپنی، رقم کرج، در طی سه مرحله متوالی برداشت و به منظور مطالعه فرایند رفع گسی در معرض اتمسفر اشباع از دی‌اکسیدکربن در دو دوره زمانی ۲۴ و ۳۶ ساعت درون کیسه‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی شده قرار گرفت. پس از اقیاء سنتز استالدئید، جهت کامل شدن فرایند رفع گسی، میوه‌ها در دو دوره زمانی ۲۴ و ۴۸ ساعت در معرض اتمسفر معمولی قرار گرفتند. هر دو تیمار ۲۴ و ۳۶ ساعت دی‌اکسیدکربن به‌طور معنی‌داری غلظت تانن محلول را در مقایسه با شاهد کاهش داده و طعم گس میوه‌ها را از میان بردند. تیمارهای رفع گسی و نیز شرایط محیطی آزمایش درون کیسه‌ها، سفتی بافت و درصد اسیدیتیه قابل تیتراسیون میوه‌ها را کاهش و از طرفی رنگ زمینه و PH عصاره میوه‌ها را در مقایسه با شاهد افزایش دادند. تیمارهای رفع گسی همچنین موجب کاهش درصد مواد جامد محلول میوه‌ها شدند. تیمارهای دی‌اکسیدکربن تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر تولید اتیلن نداشته و بنابراین علت تغییرات ایجاد شده در خصوصیات میوه تأثیر تیمار دی‌اکسیدکربن یا استالدئید و اتانول تولیدشده در اثر این تیمارها بوده است.

**واژه‌های کلیدی:** طعم گس، تانن محلول، دی‌اکسیدکربن، استالدئید، پلی‌مریزه شدن

### مقدمه

خرمالوی ژاپنی (*Diospyros kaki* Thunb.) متعلق به خانواده ابناسه<sup>۱</sup> یا آبنوس می‌باشد. خرمالوی ژاپنی را براساس گس یا غیرگس بودن و نیز تأثیر گرده‌افشانی روی خصوصیات میوه به ۴ گروه تقسیم‌بندی می‌کنند. انواع غیرگس و مستقل از گرده‌افشانی

(PCNA)<sup>۲</sup>، انواع غیرگس و وابسته به گرده‌افشانی (PVNA)<sup>۳</sup>، انواع گس و مستقل از گرده‌افشانی (PCA)<sup>۴</sup>، انواع گس و وابسته به گرده‌افشانی (PVA)<sup>۵</sup>. انواع غیرگس و مستقل از گرده‌افشانی و نیز انواع غیرگس و وابسته به گرده‌افشانی دارای طعم شیرین و مزه غیرگس

- 2- Pollination Constant and Non-Astringent
- 3- Pollination Variant and Non-Astringent
- 4- Pollination Constant and Astringent
- 5- Pollination Variant and Astringent

- 1- Ebenaceae

\*- مسئول مکاتبه: zzamani@ut.ac.ir

در هنگام رسیدن میوه بوده و از این رو به نام خرمالوی شیرین معروف می‌باشند. انواع گس و مستقل از گرده‌افشانی و انواع گس و وابسته به گرده‌افشانی به دلیل طعم گسی که در هنگام بلوغ میوه دارند خرمالوهای گس نامیده می‌شوند. خرمالوهای گس گستردگی کشت و کار بیشتری نسبت به خرمالوهای غیرگس داشته و اکثر باغات تجاری شرق آسیا و همچنین بسیاری کشورهای دیگر از جمله ایران را تشکیل می‌دهند (آیتو، ۱۹۷۱؛ آیتو و مونسلیز، ۱۹۸۶؛ کیتاگاوا و گلو سینا، ۱۹۸۴؛ تایرا، ۱۹۹۶).

تانن خرمالو از انواع تانن فشرده<sup>۱</sup> بوده که دارای وزن مولکولی بالا و تعداد زیادی گروه‌های هیدروکسیل در فرمول شیمیایی خود می‌باشد که در نتیجه با پروتئین‌های موجود در دهان واکنش داده و با رسوب آنها طعم گس را به وجود می‌آورد (آیتو، ۱۹۷۱؛ سوجیورا و همکاران، ۱۹۸۳).

طعم گس میوه خرمالو را می‌توان از طریق غیرمحلول نمودن تانن محلول رفع نمود، استالدئید موجب پلی‌مریزه شدن تانن‌های محلول شده و آنها را به شکل غیرمحلول در می‌آورد. تیمار با اتمسفر اشباع از دی‌اکسیدکربن از طریق مسیر آنزیم مالات موجب تجمع استالدئید در بافت میوه شده و در نتیجه تانن محلول را به تانن غیرمحلول تبدیل می‌کند (آرنال و دل ریو، ۲۰۰۳؛ پسیز، ۲۰۰۵؛ پسیز و بن آری، ۱۹۸۴؛ پسیز و همکاران، ۱۹۸۶؛ تایرا و همکاران، ۱۹۹۷؛ ویدری و همکاران، ۱۹۹۴؛ یامادا و همکاران، ۲۰۰۲). استالدئید یک ترکیب طبیعی است که در مرحله رسیدن میوه‌ها بسیار افزایش یافته و در فرایند رسیدگی نقش مهمی دارد (جینز و فرنکل، ۱۹۷۸؛ پد و استادن، ۱۹۹۸).

تیمار با اتمسفر غنی از دی‌اکسیدکربن به مدت طولانی موجب نرم شدن بیش از اندازه میوه‌ها خواهد شد. ماتسو و آیتو (۱۹۷۸) برای حل این مشکل از روشی موسوم به تیمار با دی‌اکسیدکربن دردمای بالای ثابت و کوتاه مدت

## مواد و روش‌ها

**نمونه‌های میوه:** نمونه‌های میوه خرمالوی ژاپنی، رقم کرج از باغی در اطراف شهر کرج، در سه مرحله مختلف رنگ‌گیری (براساس استاندارد رنگی آمریکا برای خرمالو) شامل: سبز رنگ یا مرحله تغییر رنگ، نارنجی کم‌رنگ و

در هنگام رسیدن میوه بوده و از این رو به نام خرمالوی شیرین معروف می‌باشند. انواع گس و مستقل از گرده‌افشانی و انواع گس و وابسته به گرده‌افشانی به دلیل طعم گسی که در هنگام بلوغ میوه دارند خرمالوهای گس نامیده می‌شوند. خرمالوهای گس گستردگی کشت و کار بیشتری نسبت به خرمالوهای غیرگس داشته و اکثر باغات تجاری شرق آسیا و همچنین بسیاری کشورهای دیگر از جمله ایران را تشکیل می‌دهند (آیتو، ۱۹۷۱؛ آیتو و مونسلیز، ۱۹۸۶؛ کیتاگاوا و گلو سینا، ۱۹۸۴؛ تایرا، ۱۹۹۶).

تانن خرمالو از انواع تانن فشرده<sup>۱</sup> بوده که دارای وزن مولکولی بالا و تعداد زیادی گروه‌های هیدروکسیل در فرمول شیمیایی خود می‌باشد که در نتیجه با پروتئین‌های موجود در دهان واکنش داده و با رسوب آنها طعم گس را به وجود می‌آورد (آیتو، ۱۹۷۱؛ سوجیورا و همکاران، ۱۹۸۳).

طعم گس میوه خرمالو را می‌توان از طریق غیرمحلول نمودن تانن محلول رفع نمود، استالدئید موجب پلی‌مریزه شدن تانن‌های محلول شده و آنها را به شکل غیرمحلول در می‌آورد. تیمار با اتمسفر اشباع از دی‌اکسیدکربن از طریق مسیر آنزیم مالات موجب تجمع استالدئید در بافت میوه شده و در نتیجه تانن محلول را به تانن غیرمحلول تبدیل می‌کند (آرنال و دل ریو، ۲۰۰۳؛ پسیز، ۲۰۰۵؛ پسیز و بن آری، ۱۹۸۴؛ پسیز و همکاران، ۱۹۸۶؛ تایرا و همکاران، ۱۹۹۷؛ ویدری و همکاران، ۱۹۹۴؛ یامادا و همکاران، ۲۰۰۲). استالدئید یک ترکیب طبیعی است که در مرحله رسیدن میوه‌ها بسیار افزایش یافته و در فرایند رسیدگی نقش مهمی دارد (جینز و فرنکل، ۱۹۷۸؛ پد و استادن، ۱۹۹۸).

تیمار با اتمسفر غنی از دی‌اکسیدکربن به مدت طولانی موجب نرم شدن بیش از اندازه میوه‌ها خواهد شد. ماتسو و آیتو (۱۹۷۸) برای حل این مشکل از روشی موسوم به تیمار با دی‌اکسیدکربن دردمای بالای ثابت و کوتاه مدت

نارنجی پررنگ که از نظر زمانی برابر با ۲۰ مهرماه، اول آبان‌ماه و ۱۵ آبان‌ماه بود، برداشت و پس از جداسازی جهت انجام تیمارها مورد استفاده قرار گرفت.

**تیمار با اتمسفر اشباع از دی‌اکسیدکربن:** جهت انجام تیمار دی‌اکسیدکربن از کیسه‌های پلی‌اتیلنی به ضخامت ۰/۰۸ میلی‌متر و در ابعاد ۱۶×۲۴ سانتی‌متر استفاده گردید. تعداد ۹ عدد میوه درون هر یک از کیسه‌های پلی‌اتیلنی قرار داده شده و قبل از انجام تیمار به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی حداقل ۸۰ درصد نگهداری شدند. سپس کیسه‌های پلی‌اتیلنی کاملاً هوابندی<sup>۱</sup> شدند. جهت انجام تیمار، گاز دی‌اکسیدکربن توسط یک کپسول پرفشار از یک سمت کیسه پلی‌اتیلنی تزریق و با ایجاد سوراخی از سمت دیگر خارج شد. با ورود گاز دی‌اکسیدکربن از یک طرف و خروج آن از طرف دیگر پس از مدتی اتمسفر داخل کیسه‌ها اشباع از گاز دی‌اکسیدکربن گردید (ویدری و همکاران، ۱۹۹۴). سپس بلافاصله سوراخ‌های ایجاد شده توسط چسب‌های ویژه هوابندی شد. مدت زمان تیمار دی‌اکسیدکربن در دو سطح ۲۴ و ۳۶ ساعت در نظر گرفته شد (مرحله القاء رفع گسی). سپس کیسه‌ها باز شده و میوه‌ها در شرایط دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی حداقل ۸۰ درصد برای مرحله تجمع تانن‌ها یا کامل شدن فرایند رفع گسی قرار گرفتند. به‌منظور مشخص کردن مدت زمان لازم جهت کامل شدن فرایند رفع گسی دو دوره زمانی ۲۴ و ۴۸ ساعت نگهداری میوه پس از تیمار دی‌اکسیدکربن در نظر گرفته شد تا مدت زمان لازم جهت تجمع تانن‌ها و کامل شدن فرایند مشخص گردد.

به‌منظور مطالعه اثر شرایط محیط آمایش (دما و رطوبت داخل کیسه‌ها) و همچنین اثر طول مدت زمان انجام آزمایش بر شاخص‌های مورد اندازه‌گیری، علاوه‌بر شاهد صفر (این شاهد تحت‌تأثیر هیچ‌گونه تیمار رفع گسی یا دمایی قرار نگرفته بود و مربوط به میوه‌ها در شروع آزمایش بود) ۲ شاهد دیگر نیز در نظر گرفته شد.

این شاهدها درون کیسه‌ها در شرایط دمایی و زمانی مشابه با شرایط تیمارها نگهداری شدند و هم‌زمان با تیمارها نیز مورد بررسی قرار گرفتند، اما هیچ‌گونه تیمار دی‌اکسیدکربن دریافت نمودند. شاهد ۱ در شرایط دمایی و زمانی مشابه با تیمار دی‌اکسیدکربن ۲۴ ساعت و شاهد ۲ در شرایط مشابه با تیمار دی‌اکسیدکربن ۳۶ ساعت قرار داده شد.

**اندازه‌گیری شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی:** سفتی بافت میوه با استفاده از یک سفتی سنج دستی<sup>۲</sup> با قطر پیستون ۸ میلی‌متر و در چهار قسمت استوایی میوه پس از جدا کردن پوست میوه اندازه‌گیری شد (آیتو و مونسلیز، ۱۹۸۶). رنگ زمینه میوه براساس استاندارد رنگی آمریکا برای میوه خرمالو و از روی چارت مخصوص آن نمره‌دهی شد (ایتامورا و همکاران، ۱۹۹۲). برای اندازه‌گیری اتیلن تولیدی میوه از ظروف ویژه‌ای که نسبت به هوا نفوذناپذیر بودند استفاده شد. پس از گذشت یک ساعت از قرارگیری میوه‌ها درون این ظروف، نمونه‌گیری اتیلن با استفاده از نوجکت و سوزن دو سرانجام گرفته و وزن و حجم میوه‌ها (با استفاده از استوانه مدرج و آب) اندازه‌گیری شد. مقدار اتیلن تولیدی میوه‌ها با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگراف<sup>۳</sup> و براساس منحنی استاندارد تهیه شده با اتیلن خالص اندازه‌گیری و به‌صورت مقدار اتیلن تولید شده به ازای هر کیلوگرم میوه در واحد زمان (ساعت) بیان شد (مستوفی و نجفی، ۲۰۰۵). درصد مواد جامد محلول پس از عصاره‌گیری میوه‌ها با استفاده از رفراکتومتر دستی<sup>۴</sup> و PH عصاره میوه نیز با استفاده از PH متر<sup>۵</sup> اندازه‌گیری شد (آیرانزو و همکاران، ۱۹۸۴؛ رامین و طباطبایی، ۲۰۰۳). اسیدیته قابل تیتراسیون با استفاده از سود ۰/۱ نرمال و براساس غالبیت اسیدمالیک محاسبه گردید (رامین و طباطبایی، ۲۰۰۳). اندازه‌گیری

2- Fruit Tester, Wager, U.S.A.

3- Gas Chromatograph; Shimadzu 14-A, Japan

4- RF-40

5- AMEL 334-B, Italy

1- Air Tight

غلظت تانن محلول نمونه‌ها بر طبق روش فولین دنیز<sup>۱</sup> با اندکی تغییرات انجام شد. عصاره‌گیری تانن محلول با استفاده از متانول ۸۰ درصد و دستگاه سانتریفوژ انجام گرفت. برای این منظور مقدار ۵ گرم از گوشت میوه با ۲۵ میلی‌لیتر از متانول ۸۰ درصد همگن گردیده و پس از سانتریفوژ نمودن عصاره تاننی به دست آمد. به ۲۰ میلی‌لیتر آب دی‌یونیزه ۵ میلی‌لیتر عصاره تاننی و ۵ میلی‌لیتر معرف فولین دنیز اضافه گردید. پس از گذشت ۵ دقیقه ۲/۵ میلی‌لیتر محلول کربنات سدیم اشباع به این مخلوط اضافه شده و ۱ ساعت بعد میزان جذب نوری محلول فوق در طول موج ۷۶۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر<sup>۲</sup> خوانده شد. غلظت تانن بر اساس منحنی استاندارد حاصل از اسیدتانیک خالص در غلظت‌های مختلف که هم‌زمان با تهیه نمونه‌ها و مشابه به آن آماده شده بود محاسبه شد (مستوفی و نجفی، ۲۰۰۵ و رامین و طباطبایی، ۲۰۰۳).

**طرح آزمایشی استفاده شده:** آزمایش به صورت کرت‌های دو بار خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی طراحی و اجرا شد. جهت انجام تجزیه آماری از نرم‌افزارهای SAS (ver 9.1) و MSTAT-C (راسل، ۱۹۸۷) استفاده گردیده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش آزمون چند دامنه‌ای جدید دانکن (DNMRT) انجام پذیرفت.

## نتایج

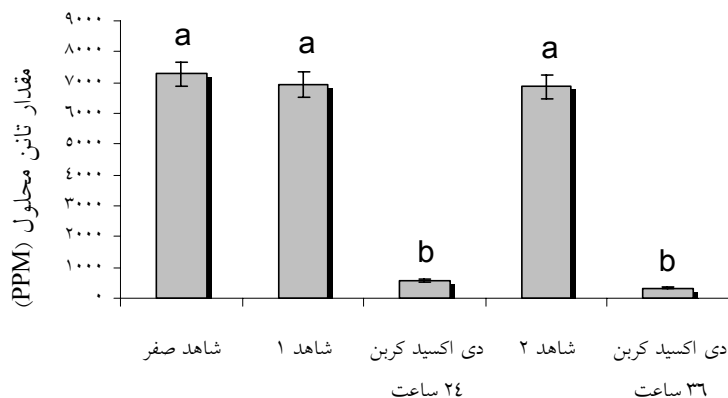
**غلظت تانن محلول:** نتایج آزمایش تأثیر معنی‌دار تیمارهای دی‌اکسیدکربن را در کاهش غلظت تانن محلول نسبت به شاهد صفر و همچنین شاهد‌های ۱ و ۲ نشان داد. این در حالی بود که میانگین غلظت تانن محلول شاهد‌های ۱ و ۲ با میانگین غلظت تانن محلول شاهد صفر در یک سطح قرار گرفتند (شکل ۱). از طرفی مقدار

تانن محلول در سه زمان مختلف برداشت میوه تفاوت معنی‌داری با هم نشان ندادند (جدول ۱). همچنین طول دوره نگهداری میوه پس از تیمار با دی‌اکسیدکربن تأثیر معنی‌داری در کاهش غلظت تانن محلول نشان ندادند (جدول ۲). این نتایج نقش غالب تیمارهای دی‌اکسیدکربن را در کاهش دادن غلظت تانن محلول نشان می‌دهد. هر دو تیمار دی‌اکسیدکربن ۲۴ و ۳۶ ساعت به ترتیب غلظت تانن محلول را با میانگین ۵۵۷ پی‌پی‌ام و ۳۳۵ پی‌پی‌ام، به زیر حد بحرانی ایجادکننده طعم گس (۱۰۰۰ پی‌پی‌ام)، کاهش دادند (یامادا و همکاران، ۲۰۰۲). تفاوت معنی‌داری نیز بین دو تیمار دی‌اکسیدکربن از نظر غلظت تانن محلول مشاهده نشد.

**سفتی بافت میوه:** تیمارهای رفع گسی توسط دی‌اکسیدکربن و همچنین شاهد‌های ۱ و ۲ عامل کاهش معنی‌دار سفتی بافت میوه در مقایسه با شاهد صفر بودند. در این میان تیمارهای دی‌اکسیدکربن تأثیر بیشتری در مقایسه با شاهد‌های ۱ و ۲ در کاهش سفتی بافت میوه نشان دادند. تیمار دی‌اکسیدکربن ۳۶ ساعت موثرتر از تیمار دی‌اکسیدکربن ۲۴ ساعت در کاهش سفتی بافت میوه بود و تفاوت بین دو شاهد همراه معنی‌دار نشد (جدول ۳).

میوه‌ها در زمان‌های برداشت مختلف دارای سفتی بافت میوه متفاوتی بودند، به طوری که با گذشت زمان و با افزایش رنگ میوه سفتی بافت میوه نیز کاهش پیدا کرد. میوه‌ها به‌طور طبیعی در زمان برداشت اول و نیز زمان برداشت دوم دارای سفتی بافت میوه بیشتری نسبت به زمان برداشت سوم بودند (جدول ۱). با افزایش زمان نگهداری میوه پس از تیمار با دی‌اکسیدکربن سفتی بافت میوه به‌طور معنی‌داری در سطح ۵ درصد کاهش بیشتری نشان داد (جدول ۲).

1- Folin Denis.  
2- Spectrophotometer, Perkin Elmer, Lambda EZ.  
201, U.S.A.



شکل ۱- تأثیر دی اکسید کربن غلیظ و شرایط محیطی آزمایش بر غلظت تانن محلول میوه خرمالوی ژاپنی رقم کرج.

جدول ۱- اندازه گیری شاخص های مهم میوه خرمالو در زمان های مختلف برداشت.

شاخص	غلظت تانن محلول (پی پی ام)	سفتی بافت (نیوتن)	رنگ زمینه	مواد جامد محلول (درصد)	PH	اسیدیته (درصد)	اتیلن تولیدی (میکرو لیتر بر کیلوگرم در ساعت)
برداشت اول	4534 ± 662 <sup>a</sup>	72 ± 6/8 <sup>a</sup>	1/8 ± 0/07 <sup>c</sup>	13/39 ± 0/51 <sup>a</sup>	5/84 ± 0/05 <sup>a</sup>	0/48 ± 0/04 <sup>a</sup>	1/3 ± 0/066 <sup>b</sup>
برداشت دوم	4378 ± 583 <sup>a</sup>	64 ± 6 <sup>a</sup>	3/16 ± 0/14 <sup>b</sup>	14/04 ± 0/53 <sup>a</sup>	5/8 ± 0/04 <sup>a</sup>	0/34 ± 0/03 <sup>b</sup>	1/83 ± 0/013 <sup>a</sup>
برداشت سوم	4269 ± 566 <sup>a</sup>	33 ± 2/8 <sup>b</sup>	4/12 ± 0/08 <sup>a</sup>	12/2 ± 0/34 <sup>a</sup>	5/75 ± 0/035 <sup>a</sup>	0/31 ± 0/02 <sup>b</sup>	1/82 ± 0/017 <sup>a</sup>

جدول ۲- تأثیر مدت زمان نگهداری میوه پس از تیمارهای رفع گسی بر برخی از شاخص های مهم میوه خرمالو.

شاخص	غلظت تانن محلول (پی پی ام)	سفتی بافت (نیوتن)	رنگ زمینه	مواد جامد محلول (درصد)	PH	اسیدیته (درصد)	اتیلن تولیدی (میکرو لیتر بر کیلوگرم در ساعت)
۲۴ ساعت	4401 ± 349 <sup>a</sup>	61 ± 5/8 <sup>a</sup>	2/95 ± 0/117 <sup>b</sup>	13/9 ± 0/28 <sup>a</sup>	5/8 ± 0/026 <sup>a</sup>	0/4 ± 0/04 <sup>a</sup>	1/53 ± 0/086 <sup>b</sup>
۴۸ ساعت	4384 ± 350 <sup>a</sup>	51 ± 4/4 <sup>b</sup>	3/16 ± 0/11 <sup>a</sup>	13/86 ± 0/28 <sup>a</sup>	5/8 ± 0/027 <sup>a</sup>	0/357 ± 0/03 <sup>b</sup>	1/78 ± 0/083 <sup>a</sup>

جدول ۳- تأثیر دی اکسید کربن و شرایط محیطی آزمایش بر برخی از شاخص های مهم میوه خرمالو.

شاخص	سفتی بافت (نیوتن)	رنگ زمینه	مواد جامد محلول (درصد)	PH	اسیدیته (درصد)	اتیلن تولیدی (میکرو لیتر بر کیلوگرم در ساعت)
شاهد صفر	87 ± 4/2 <sup>a</sup>	2/6 ± 0/11 <sup>d</sup>	15/95 ± 0/34 <sup>a</sup>	5/63 ± 0/033 <sup>b</sup>	0/55 ± 0/026 <sup>a</sup>	1/43 ± 0/07 <sup>b</sup>
شاهد یک	64 ± 3/8 <sup>b</sup>	2/78 ± 0/12 <sup>cd</sup>	15/48 ± 0/34 <sup>a</sup>	5/69 ± 0/032 <sup>b</sup>	0/52 ± 0/024 <sup>ab</sup>	1/93 ± 0/09 <sup>a</sup>
CO <sub>2</sub> ۲۴ ساعت	40 ± 3/6 <sup>c</sup>	3/18 ± 0/11 <sup>ab</sup>	11/23 ± 0/34 <sup>b</sup>	6 ± 0/033 <sup>a</sup>	0/17 ± 0/022 <sup>c</sup>	1/34 ± 0/095 <sup>b</sup>
شاهد ۲	62 ± 3/6 <sup>b</sup>	3/04 ± 0/11 <sup>bc</sup>	15/72 ± 0/33 <sup>a</sup>	5/57 ± 0/031 <sup>b</sup>	0/49 ± 0/022 <sup>b</sup>	2/06 ± 0/1 <sup>a</sup>
CO <sub>2</sub> ۳۶ ساعت	26 ± 3/6 <sup>d</sup>	3/56 ± 0/1 <sup>a</sup>	11/03 ± 0/32 <sup>b</sup>	6/1 ± 0/03 <sup>a</sup>	0/14 ± 0/019 <sup>c</sup>	1/5 ± 0/09 <sup>b</sup>

رنگ گیری میوه ها داشت، هر چند که تفاوت بین این دو تیمار معنی دار نشد. از طرفی تفاوت بین تیمار دی اکسید کربن ۲۴ ساعت و شاهد ۲ از نظر شاخص رنگ میوه معنی دار نشد. شرایط شاهد ۲ در مقایسه با شرایط

رنگ زمینه میوه: تیمارهای دی اکسید کربن موجب افزایش رنگ زمینه میوه در مقایسه با شاهد صفر و نیز شاهد های ۱ و ۲ گردیدند. تیمار دی اکسید کربن ۳۶ ساعت تأثیر بیشتری نسبت به تیمار دی اکسید کربن ۲۴ ساعت در

شاهد ۱ به طور معنی داری موجب افزایش رنگ زمینه میوه در مقایسه با شاهد صفر شد (جدول ۳). بین سه زمان متوالی برداشت میوه از نظر شاخص رنگ تفاوت در سطح ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۱). با افزایش طول دوره نگهداری میوه پس از تیمار با دی اکسیدکربن شاخص رنگ میوه‌ها نیز افزایش یافته و تفاوت بین ۲ زمان نگهداری میوه پس از تیمار در سطح ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۲).

**درصد مواد جامد محلول:** تیمارهای دی اکسیدکربن به طور معنی داری (در سطح ۱ درصد) درصد مواد جامد محلول را در مقایسه با شاهد صفر و نیز شاهد‌های ۱ و ۲ کاهش دادند. با افزایش مدت زمان تیمار دی اکسیدکربن کاهش در میزان درصد مواد جامد محلول نیز بیشتر شد. ولی با این وجود تفاوت معنی داری بین تیمارهای دی اکسیدکربن از نظر درصد مواد جامد محلول مشاهده نشد. درصد مواد جامد محلول شاهد‌های ۱ و ۲ در سطح مشابه آماری با درصد مواد جامد محلول شاهد صفر قرار گرفتند (جدول ۳). از طرفی افزایش طول مدت زمان نگهداری میوه پس از تیمار تأثیر معنی داری در میزان درصد مواد جامد محلول نشان نداد (جدول ۲). با توجه به این نتایج و با توجه به عدم تفاوت معنی دار بین سه زمان برداشت در درصد مواد جامد محلول (جدول ۱) می توان این گونه عنوان داشت که علت اصلی کاهش درصد مواد جامد محلول اثر تیمارهای دی اکسیدکربن بوده و شرایط دمایی آزمایش و یا گذشت زمان تأثیر قابل ملاحظه‌ای از این نظر نداشته است.

**PH عصاره میوه:** تیمارهای دی اکسیدکربن PH عصاره میوه را در مقایسه با شاهد صفر و نیز شاهد‌های ۱ و ۲ به طور معنی داری (در سطح ۱ درصد) افزایش دادند. در این بین تأثیر تیمار دی اکسیدکربن ۳۶ ساعت در افزایش PH عصاره میوه بیشتر از تیمار دی اکسیدکربن ۲۴ ساعت بوده است. با این وجود تفاوت بین دو تیمار دی اکسیدکربن از نظر PH عصاره میوه معنی دار نشد. تفاوت معنی داری نیز بین شاهد صفر و شاهد‌های ۱ و ۲

از نظر PH عصاره میوه مشاهده نشد (جدول ۳). اثر طول دوره‌های مختلف نگهداری میوه پس از تیمار (جدول ۲) و نیز اثر زمان‌های مختلف برداشت میوه بر PH عصاره میوه معنی دار نشد (جدول ۱).

**اسیددیده قابل تیتراسیون:** اسیددیده قابل تیتراسیون عصاره میوه در اثر تیمارهای دی اکسیدکربن و نیز شاهد‌های ۱ و ۲ کاهش معنی داری در مقایسه با شاهد صفر نشان داد. تأثیر تیمارهای دی اکسیدکربن به طور معنی داری (در سطح ۱ درصد) بیشتر از تأثیر شاهد‌های ۱ و ۲ در کاهش اسیددیده قابل تیتراسیون بوده است. اسیددیده قابل تیتراسیون دو تیمار دی اکسیدکربن نسبت به هم و دو شاهد ۱ و ۲ نسبت به هم تفاوت معنی داری نشان ندادند (جدول ۳). اثر زمان برداشت میوه بر اسیددیده قابل تیتراسیون معنی دار و با تاخیر در برداشت مقدار این شاخص کاهش یافت (جدول ۱). با افزایش زمان نگهداری میوه پس از تیمار دی اکسیدکربن نیز کاهش در اسیددیده قابل تیتراسیون بیشتر شد (جدول ۲). این نتایج نشان می‌دهد که علت اصلی کاهش اسیددیده قابل تیتراسیون اثر تیمارهای دی اکسیدکربن بوده که البته گذشت زمان نیز تأثیر قابل ملاحظه‌ای از این نظر داشته است.

**اتیلن تولیدی میوه:** در این آزمایش تیمارهای دی اکسیدکربن تأثیر معنی داری در افزایش یا کاهش تولید اتیلن در مقایسه با شاهد صفر نداشتند، در عین حال شاهد‌های ۱ و ۲ به طور معنی دار موجب افزایش تولید اتیلن نسبت به شاهد صفر گردیدند (جدول ۳). با افزایش طول دوره نگهداری میوه پس از تیمار با دی اکسیدکربن تولید اتیلن نیز افزایش یافت (جدول ۲).

### بحث

در این آزمایش هر دو تیمار دی اکسیدکربن ۲۴ و ۳۶ ساعت غلظت تانن محلول میوه را به زیر حد بحرانی ایجاد کننده طعم گس کاهش داده و میوه‌های خرمالو را به طور کامل رفع گس نمودند. اثر تیمارهای دی اکسیدکربن در رفع گسی ارقام مختلف خرمالو توسط

پژوهشگران دیگری از جمله آرنل و دلریو (۲۰۰۳)، پسری و همکاران (۱۹۸۶)، ویدری و همکاران (۱۹۹۴)، یامادا و همکاران (۲۰۰۲) نیز گزارش شده است. با توجه به صرفه اقتصادی، تیمار دی‌اکسیدکربن به مدت ۲۴ ساعت و زمان ۲۴ ساعت نگهداری پس از تیمار برای رفع گسی میوه خرمالو رقم مناسب به نظر می‌رسد.

در اثر تیمارهای رفع گسی سفتی بافت میوه کاهش و رنگ زمینه میوه افزایش یافت. بخشی از این تغییرات در سفتی بافت و رنگ زمینه میوه در اثر گذشت زمان و شرایط دمایی آزمایش (شاهد‌های ۱ و ۲) و بخش عمده آن در اثر تیمارهای دی‌اکسیدکربن بوده است. سفتی بافت از خصوصیات بسیار مهم میوه بوده و لزوم تیمار موثر در رفع گسی بدون تأثیر زیاد در کاهش سفتی بافت میوه ضروری است. پسری و همکاران (۱۹۸۶) نشان دادند که سفتی بافت میوه خرمالو، رقم تریومف<sup>۱</sup> تحت تأثیر تیمارهای دی‌اکسیدکربن قرار نگرفت. آرنال و دلریو (۲۰۰۳) نیز در رقم روجوبریلانت<sup>۲</sup> به نتایج مشابهی دست یافتند. ویدری و همکاران (۱۹۹۴) نشان دادند که تیمار دی‌اکسیدکربن موجب کاهش معنی‌دار سفتی بافت میوه در ارقام کاکي تپو<sup>۳</sup>، لیکوپرسیکوم<sup>۴</sup> و تین<sup>۵</sup> می‌شود. بر طبق گفته یامادا و همکاران (۲۰۰۲) تیمارهای رفع گسی عامل کاهش سفتی بافت میوه هستند که تیمار دی‌اکسیدکربن اثر کمتری از تیمار اتانول دارد.

کاهش سفتی بافت میوه در اثر شرایط شاهد‌های ۱ و ۲ را می‌توان به دلیل افزایش تولید اتیلن دانست. استالدئید و اتانول تولید شده در اثر تیمار دی‌اکسیدکربن رسیدگی و نرم شدن برخی از میوه‌ها از جمله خرمالو را در پی دارند. در ابتدا گمان می‌شد که علت این امر ناشی از تأثیر این مواد در تولید اتیلن می‌باشد (پد و استادان، ۱۹۹۸). جینز و فرنکل (۱۹۷۸) نشان دادند که میوه‌های گلابی که توسط یک بازدارنده قوی اتیلن تیمار شده‌اند اگر با استالدئید

تیمار شوند نرم خواهند شد و بنابراین در نرم شدن میوه بر اثر استالدئید اتیلن نقشی ندارد. امروزه نقش استالدئید در رسیدگی و نرم شدن برخی از میوه‌ها به اثبات رسیده است، هر چند که علت واقعی این امر هنوز به طور کامل مشخص نیست ولی به طور واضح غیروابسته به اتیلن می‌باشد (پد و استادان، ۱۹۹۸).

علت رنگ‌گیری میوه‌ها در شرایط شاهد‌های ۱ و ۲ افزایش سنتز اتیلن بوده ولی در اثر تیمارهای دی‌اکسیدکربن غیروابسته به اتیلن است. ناکانو و کوبو (۲۰۰۳) علت تأثیر تیمار دی‌اکسیدکربن را در رنگ‌گیری و نرم شدن میوه خرمالو رقم سایجو افزایش سنتز اتیلن در اثر این تیمار دانستند. با توجه به این که در بیشتر مطالعات دی‌اکسیدکربن و نیز استالدئید و اتانول تولید شده در اثر این تیمار، با تأثیر بر آنزیم‌ها و غشاهای درگیر در سنتز اتیلن و همچنین اتصال به پذیرنده‌های اتیلن، به عنوان عوامل بازدارنده تولید و عمل اتیلن معرفی می‌شوند، علت تأثیر تیمارهای دی‌اکسیدکربن بر رنگ‌گیری و کاهش سفتی بافت میوه را نمی‌توان ناشی از تولید اتیلن در اثر این تیمارها دانست. احتمال علت این امر تأثیر مستقیم تیمار دی‌اکسیدکربن یا استالدئید و اتانول تولید شده توسط این تیمار می‌باشد. نقش استالدئید و اتانول در پیش رس کردن بسیاری از میوه‌ها بدون دخالت اتیلن به اثبات رسیده است (پد و استادان، ۱۹۹۸).

کاهش در اسیدیته قابل تیتراسیون به نظر می‌رسد به دلیل نیاز به انرژی زیاد سلول‌ها در شرایط تنش بی‌هوایی در طول تیمار دی‌اکسیدکربن باشد. علت احتمالی دیگر این امر می‌تواند کاهش شدید اسید تانیک در بافت میوه در طی فرایند رفع گسی باشد. به طور طبیعی با کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون و کاهش اسید تانیک بافت میوه، PH عصاره میوه افزایش خواهد یافت. تیمارهای دی‌اکسیدکربن عامل اصلی کاهش دهنده درصد مواد جامد محلول در طی این آزمایش بوده‌اند. درصد مقدار مواد محلول بیانگر مقدار ترکیبات متنوع محلول موجود در عصاره میوه از جمله پکتین‌های محلول،

- 1- Triumph
- 2- Rojo Brillante
- 3- Kaki Tipo
- 4- Lycopersicom
- 5- Thiene

تانن‌های محلول و عمدتاً قندهای محلول می‌باشد. ایتا (۱۹۹۳) نشان داد که رفع گسی میوه خرمالو با تیمار دی‌اکسیدکربن با وجود کاهش در مقادیر قندهای محلول بر شیرینی میوه خرمالو تأثیری ندارد و پیشنهاد نمود که یکی از دلایل رفع گسی می‌تواند به دلیل اتصال قندهای محلول با مواد تاننی باشد. بنابراین به نظر می‌رسد که کاهش درصد مواد جامد محلول علاوه بر کاهش شدید غلظت تانن‌های محلول و نیز اسیدها، مقداری نیز به علت کاهش قندهای محلول میوه باشد.

### نتیجه‌گیری

در این تحقیق تیمارهای دی‌اکسیدکربن ۲۴ و ۳۶ ساعت غلظت تانن محلول میوه خرمالو را به زیر حد بحرانی ایجادکننده طعم گس (۱۰۰۰ پی‌پی‌ام اندازه‌گیری شده با روش فولین‌دینیز) کاهش دادند. با وجود کاهش سفتی بافت میوه در اثر این تیمارها در نهایت میوه‌ها دارای سفتی بافت و نیز رنگ زمینه مناسبی بودند. مدت زمان تیمار رفع گسی و نیز مدت زمان نگهداری میوه پس از تیمار (به منظور کامل شدن فرایند رفع گسی) بستگی به

رقم دارد (یامادا و همکاران، ۲۰۰۲). رقم مورد مطالعه در این آزمایش (رقم کرج) در حداقل زمان ۲۴ ساعت تیمار دی‌اکسیدکربن و در مدت زمان ۲۴ ساعت نگهداری میوه پس از تیمار به طور کامل رفع گس شد و بنابراین رقمی مستعد در پاسخ به تیمارهای رفع گسی می‌باشد. نکته مورد توجه در این آزمایش این است که افزایش زمان نگهداری میوه پس از تیمار، تأثیری در کاهش بیشتر غلظت تانن محلول خرمالوی رقم کرج نداشته و رفع گسی میوه در حداقل زمان ۲۴ ساعت نیز رخ می‌دهد. این موضوع نشان می‌دهد که عامل اصلی کاهش غلظت تانن محلول تیمار دی‌اکسیدکربن برای رفع گسی بوده و کاهش بیشتر سفتی بافت میوه با گذشت زمان تأثیر چندانی در این زمینه ندارد. نتایج بررسی اتیلن تولیدی توسط میوه نشان داد که تیمار دی‌اکسیدکربن برای رفع گسی در کاهش سفتی بافت میوه و کاهش غلظت تانن محلول مستقل از اتیلن عمل می‌کند. نتایج این آزمایش می‌تواند در بالا بردن بازارپسندی و افزایش مدت زمان انبارداری میوه خرمالو مفید باشد.

### منابع

1. Arnal, L., and Delrio, M.A. 2003. Removing astringency by carbon dioxide and nitrogen-enriched atmospheres in persimmon fruit cv. Rojo Brillante. J. Food Sci. 68: 1516-1518.
2. Gazit, S., and Levy, Y. 1963. Astringency and its removal in persimmons. Israel J. Agric. Res. 13:125.
3. Iranzo, B., Pertegaz, J.C., and Balsalobre, A.P. 1984. Characterization and measurement of astringency and tannin content in Rojo Brillante persimmon quality and systems. Acta Hort. 601: 227-231.
4. Itamura, H., Yoshikoa, M., and Nakatsuka, A. 1992. The effects of internal ethylene production on coloration and on-tree fruit softening of Japanese persimmon. Acta Hort. 601: 165-169.
5. Itoo, S. 1971. The persimmon. In: Hulme, A.C. (Ed.). The Biochemistry of Fruits and Their Products. Academic press. New York. Vol. 2: 281-301.
6. Itoo, S., and Monselise, S.P. 1986. Handbook of Fruit Set and Development. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
7. Ittah, Y. 1993. Sugar content changes in persimmon fruits (*Diospyros kaki* L.) during artificial ripening with CO<sub>2</sub>: a possible connection to deastringency mechanisms. Food Chem. 48: 25-29.
8. Janes, H.W., and Frenkel, C. 1978. Promotion of softening process in pears by acetaldehyde, independent of ethylene action. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103: 397-400.
9. Kitagawa, H., and Glucina, P.G. 1984. Persimmon culture in New Zealand, harvesting, storage and processing. New Zealand. DISR Information Series No. 59, Wellington: 35-47.
10. Matso, T., and Itoo, S. 1978. The chemical structure of kaki-tannin from immature fruit of the persimmon (*Diospyros kaki* L.). Agric. and Biol. Chem. 42: 1637-1643.



11. Mostofi, Y., and Najafi, F. 2005. Laboratory Manual of Analytical Techniques in Horticulture. University of Tehran Press. 136p. (Translated in Persian).
12. Nakano, R., and Kubo, Y. 2003. Involvement of stress-induced ethylene biosynthesis in fruit softening of Saijo persimmon fruit. *Acta Hort.* 601: 219-226.
13. Pesis, E., and Ben-Arie, R. 1984. Carbon dioxide assimilation during postharvest removal of astringency from persimmon fruit. *Physiol. Plant.* 67: 644-648.
14. Pesis, E., Levi, A., and Ben-Arie, R. 1986. Deastrngency of persimmon fruits by creating a modified atmosphere in polyethylene bags. *J. Food Sci.* 51: 1014-1041.
15. Pesis, E. 2005. The role of the anaerobic metabolites, acetaldehyde and ethanol, in fruit ripening, enhancement of fruit quality and fruit deterioration. *Review. Postharvest Biol. and Technol.* 37: 1-19.
16. Podd, L.A., and Staden, V. 1998. The role of ethanol and acetaldehyde in flower senescence and fruit ripening-A review. *Plant Growth Reg.* 26: 183-189.
17. Ramin, A.A., and Tabatabaie, F. 2003. Effect of various maturity stages at harvest on storability of persimmon fruits (*Diospyros kaki* L.). *J. Agric. Sci. Technol.* 5: 113-123.
18. Russell, D.F. 1987. MSTAT Director, Crop and Soil Sciences Department, Michigan State University, Version 2.10.
19. SAS® 9.1 Copyright © 2003 SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
20. Sugiura, A., Kataka, I., and Tomana, T. 1983. Use of refractometer to determine Soluble Solid of astringent fruits of Japanese persimmon. *J. Hort. Sic.* 58: 241-246.
21. Taira, S. 1996. Astringency in persimmon. In: Linskens, H.-F., Jackson, J.F. (Eds.), *Modern Methods of Plant Analysis, Fruit Analysis*, Springer-Verlag, Berlin. 18:97-110.
22. Taira, S., Ono, M., and Matsumoto, N. 1997. Reduction of persimmon astringency by complex formation between pectin and tannin. *Postharvest Biol. and Technol.* 12: 265-271.
23. Vidrih, R., Simcic, M., Hribar, J., and Plestenjak, A. 1994. Astringency removal by high CO<sub>2</sub> treatment in persimmon fruit (*Diospyros kaki* L.). *Acta Hort.* 368: 652-659.
24. Yamada, M., Taira, S., Ohtsuki, M., Sato, A., Iwanami, H., Yakushiji, H., Wang, R., Yang, Y., and 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 Hort.* 94: 63-72.

## **Astringency removal of Japanese persimmon fruit (*Diospyros kaki* L.) by CO<sub>2</sub> enriched atmosphere and its effects on some important fruit characteristics**

**\*Z. Zamani<sup>1</sup>, Y. Mostofi<sup>1</sup>, M.R. Fatahi Moghadam<sup>2</sup> and O. Khademi<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Associate Prof., Dept. of Horticultural Sciences, University of Tehran, Iran, <sup>2</sup>Assistant Prof., Dept. of Horticultural Sciences, University of Tehran, Iran, <sup>3</sup>Ph.D. Student, Dept. of Horticultural Sciences, University of Tehran, Iran

---

---

### **Abstract**

Astringency of persimmon fruit is due to soluble tannins. Polymerization of these tannins by induced acetaldehyde produced during deastringency treatments, results in removal of astringent taste in fruits. In this study Japanese persimmon fruits cv. Karaj, were harvested at three different stages and were used for astringency removal process by saturated CO<sub>2</sub> atmosphere inside closed polyethylene bags at two time levels of 24 and 36 hours. After induction of acetaldehyde production, for completion of astringency removal process, fruits were exposed to two time periods of 24 and 48 hours in ordinary atmosphere. Both 24 and 36 hours of CO<sub>2</sub> treatments significantly reduced soluble tannin concentration compared to control and the astringent taste disappeared. Astringency removal treatments by CO<sub>2</sub> and relative ambient conditions inside bags reduced fruit firmness and titrable acidity and increased color index and pH compared to control. Also CO<sub>2</sub> treatments resulted in decrease the SSC of fruits. Astringency removal treatments by CO<sub>2</sub> had no effect on ethylene production, therefore changes in fruit characters were due to CO<sub>2</sub> treatment itself or acetaldehyde and ethanol production by this treatment.

**Keywords:** Astringency; Soluble Tannin; Carbon dioxide; Acetaldehyde; Polymerization

---

\*- Corresponding Author; Email: [zzamani@ut.ac.ir](mailto:zzamani@ut.ac.ir)