



به‌زراعی کشاورزی

دوره ۲۰ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۷

صفحه‌های ۳۸۳-۳۹۵

اثر مرحله برداشت و مدت‌زمان انبارمانی بر کیفیت میوه عروسک پشت پرده (*Physalis angulate*)

رسول حیدرنژاد^۱، زهرا قهرمانی^{۲*}، طاهر بزرگر^۳، ولی ربیعی^۳

۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشگاه محقق اردبیلی، پارس آباد، ایران.

۲. استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

۳. دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۷/۰۱

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۶/۰۴/۰۳

چکیده

به‌منظور ارزیابی اثرات زمان برداشت و مدت انبارمانی بر شاخص‌های کیفی و عمر انبارمانی میوه عروسک پشت پرده، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۵ و در دانشگاه زنجان انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل زمان برداشت میوه در سه مرحله (سبز بالغ، سبز مایل به زرد و زردرنگ) و مدت‌زمان انبارمانی (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز پس از برداشت) بود. نتایج نشان داد که زمان‌های مختلف برداشت میوه و مدت انبارمانی تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های کیفی میوه و عمر انبارمانی میوه داشت. بیشترین شاخص طعم و رنگ میوه، میزان ویتامین ث (۲۰۱/۵۴ میلی‌گرم) و مواد جامد محلول (۷/۶ درصد بریکس) در میوه‌های برداشت‌شده در مرحله زردرنگ در ۱۰ روز بعد از انبارمانی مشاهده شد، با طولانی شدن دوره انبارمانی میزان ویتامین ث و مواد جامد محلول کاهش یافت. حداکثر مقدار اسید قابل تیتراسیون (۱/۷۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) و خاصیت اسیدیته در میوه‌های سبزرنگ در زمان برداشت به‌دست‌آمده آمد. نمودار اختلاف رنگ طی انبارمانی با روندی صعودی همراه بود که این میزان در میوه‌های سبز بالغ دارای اختلاف معنی‌داری نسبت به میوه‌های سبز مایل به زرد و زردرنگ بود. با توجه به نتایج، به‌دلیل فرازگرا بودن میوه‌های عروسک پشت پرده و رسیدن تدریجی و تغییر رنگ میوه‌ها، برداشت میوه در مرحله سبز بالغ، مدت انبارمانی را در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد نسبت به میوه‌های برداشت‌شده در زمان‌های دیگر تا ۳۰ روز افزایش داد.

کلیدواژه‌ها: رسیدن میوه، رنگ‌سنجی، کلروفیل، کیفیت میوه، ویتامین ث.

۱. مقدمه

عروسک پشت پرده یا فیسالیس (*Physalis angulata* L.) گیاهی علفی و یک ساله و از خانواده سیب زمینی (Solanaceae) است که میوه‌های رسیده آن جنبه خوراکی و دارویی دارد [۱۸]. این گیاه در مناطق مختلف به نام‌هایی از قبیل کاماپو (Camapu)، گوجه وحشی (Wild tomato)، گیلاس زمستان (Winter cherry) و گیلاس زمینی معروف است [۳۳]. میوه‌های این گیاه گستره‌ای از فعالیت‌های بیولوژیکی از قبیل خاصیت ضد باکتریایی و ضد سرطانی را در برمی‌گیرد. از عصاره آن برای تسکین گوش درد، زردی، تب و بیماری‌های ممانه و از دیگر بخش‌های هوایی آن در درمان جوش، زخم و مشکلات گوارشی استفاده می‌شود، همچنین این گیاه به دلیل داشتن ماده مؤثره دی‌هیدروکسی‌فوزالین و متابولیت‌های ثانویه، دارای خواص آنتی‌اکسیدانی بالایی است [۳۹]. هر بوته از این گیاه می‌تواند در یک فصل زراعی ۶۴ تا ۲۰۰ عدد میوه تولید کند. در یک کشت آزمایشی در آمس، ایالت آیووا، عملکرد میوه به‌طور متوسط ۲ پوند (۱/۱ کیلوگرم) در هر بوته گزارش شد که این میزان برابر با حدود ۹ تن در هر هکتار می‌باشد. در مکزیک و هند، میزان تولید ۷/۷ تا ۱۰ تن در هر هکتار گزارش شده است [۲۵]. میوه‌های آن کوچک، صاف و مومی شکل است که قطر آن به‌طور متوسط ۱/۲۵ تا ۲/۵ سانتی‌متر است و توسط کالیکس پوشیده شده است که وقتی میوه به‌طور کامل می‌رسد، کالیکس به‌طور طبیعی از گیاه جدا می‌شود [۲۴]. میوه‌های عروسک پشت پرده فرازگرا بوده و پس از رسیدن به بلوغ فیزیولوژیکی به‌صورت سبز بالغ قابل برداشت می‌باشند [۲۵]. برخی محققین زمانی که میوه به رنگ زرد تغییر می‌یابد را مناسب‌ترین زمان برداشت برای مصرف خوراکی میوه‌ها می‌دانند [۳۵]، که این مسئله مهم است زیرا برداشت در زمان مناسب می‌تواند عمر مفید میوه را

بهبود بخشد [۷ و ۱]. بر این اساس، میوه‌های این جنس را برای مصرف خوراکی، بر اساس رنگ پوست میوه به شش مرحله: سبز، زرد، زرد متمایل به نارنجی، نارنجی، نارنجی تیره و نارنجی مایل به قرمز تقسیم کرده‌اند، که سه مرحله اول بهترین ویژگی‌های فیزیکی و بیوشیمیایی برای مصرف انسان را دارا است [۳۹]. با این حال رنگ پوست میوه شاخص خوبی برای زمان برداشت نیست [۵]، زیرا که کالیکس، میوه را پوشانده و رنگ میوه به‌طور کامل قابل مشاهده نیست. در مطالعات دیگر شاخص برداشت میوه بسته به رنگ کالیکس بیان شده است [۱۵].

کیفیت محصول دربرگیرنده خواص ظاهری، بافت و مزه و نیز آسیب‌های وارد شده به محصول می‌باشد [۲۲]. ضایعات پس از برداشت به‌طور عمده ناشی از آسیب‌های مکانیکی در اثر حمل و نقل نامناسب، انبارداری سنتی و عدم استفاده از سردخانه می‌باشد که منجر به از دست دادن آب و پلاسیدگی محصول شده و در نهایت موجب حمله عوامل مختلف بیماری‌زا و فساد محصول می‌شود [۴۵]. مطالعات نشان داده که ترکیبات آنتی‌اکسیدانی بسته به دما، زمان برداشت، نوع رقم، عوامل محیطی قبل از برداشت و شرایط نگهداری متفاوت می‌باشند [۴۳]. در میوه‌هایی که با تأخیر زیادی بعد از رسیدن به بلوغ تجاری برداشت شده‌اند، پوسیدگی و بدطعمی میوه به‌سرعت گسترش می‌یابد، همچنین باعث کوتاه شدن عمر انبارداری آن‌ها می‌شود. در مقابل میوه‌هایی که زودتر برداشت شده‌اند، مستعد آسیب سرمازدگی هستند [۲۸]. گوجه‌فرنگی به‌عنوان یک میوه فرازگرا و هم‌خانواده با این گیاه می‌تواند در مراحل ابتدایی بلوغ برداشت شده و طی انبارداری یا حمل و نقل به بازارهای مورد نظر، رسیدن خود را کامل نماید. این روش باعث افزایش عمر انبارداری و به حداقل رسیدن ضایعات شده و همچنین می‌تواند زمان عرضه به بازار را کنترل کند [۱۷]. میوه رسیده سبز

به‌زراعی کشاورزی

اندازه‌گیری سفتی گوشت میوه توسط دستگاه سفتی‌سنج (Penetrometer)، (مدل I-OSK-1056) با نوک ۳ میلی‌متری صورت گرفت. میزان فشار دستگاه برحسب کیلوگرم از روی صفحه دستگاه قرائت و برحسب نیوتن محاسبه شد. برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول کل از دستگاه رفاکتومتر دستی (Refractometer) (مدل K-0032 ساخت ژاپن) استفاده شد و مقدار مواد جامد محلول برحسب درجه بریکس ثبت شد [۳۲]. برای اندازه‌گیری اسید قابل تیتراسیون از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال استفاده شد و اسید قابل تیتراسیون برحسب گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید تارتاریک بیان شد. برای این منظور ۱۰ میلی‌لیتر آب‌میوه با ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط و سپس تیترا شد [۱۰] و با استفاده از رابطه ۱، میزان اسید قابل تیتراسیون به دست آمد.

$$A = (S \times N \times E / C) \times 100 \quad (1)$$

A: مقدار اسیدهای آلی موجود در عصاره میوه (g/100ml)، S: مقدار NaOH مصرف‌شده (ml)، N: نرمالته NaOH، F: فاکتور یا ضریب نرمال که برای NaOH برابر با ۱ است، C: مقدار عصاره میوه (ml)، E: اکی والان اسید موردنظر (اسید تارتاریک). اسیدیته میوه با استفاده از دستگاه pH‌متر و در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد تعیین گردید [۲۳]. شاخص طعم میوه یا نسبت قند به اسید که تعیین‌کننده طعم و مزه میوه‌ها است، از طریق نسبت مواد جامد محلول کل (S) به اسید قابل تیتراسیون (A)، با استفاده از رابطه ۲ ارزیابی شد [۱۶].

$$I = S/A \quad (2)$$

اندازه‌گیری کلروفیل به روش آرنون انجام شد [۶]. میزان کلروفیل با استفاده از استون ۸۰ درصد استخراج و در

به‌اندازه کافی سفت است و عمر پس از برداشت کافی برای تحمل تنش‌های ناشی از حمل به مسافت‌های موردنظر را دارد [۳۷]. انبارداری نیز روی شاخص‌های کیفی و ارزش غذایی میوه تأثیرگذار است [۱۱]. با توجه به اینکه طی بلوغ گیاهان، تغییرات فیتوشیمیایی، کیفیت غذایی انواع مختلف میوه و سبزی‌ها را در زمان‌های خاص تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ برداشت در مرحله مناسب بلوغ، برای داشتن میوه‌هایی باکیفیت مطلوب‌تر و با انبارمانی بهتر ضروری است. با توجه به مطالب فوق به‌منظور مطالعه تغییرات بیوشیمیایی میوه‌های عروسک پشت پرده (*Physalis angulate*) طی بلوغ میوه در دوره انبارمانی پژوهشی جهت تعیین مناسب‌ترین زمان برداشت میوه و بهبود کیفیت، بازارپسندی و عمر انبارمانی محصول انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

این پژوهش در آزمایشگاه‌های گروه علوم باغبانی دانشگاه زنجان در سال ۱۳۹۵ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل زمان برداشت میوه در سه مرحله سبز بالغ (شروع رنگ‌گیری)، سبز مایل به زرد (۵۰ درصد رنگ‌گیری) و زرد (رنگ‌گیری کامل) و مدت انبارمانی (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز) بود. میوه‌های عروسک پشت پرده در سه مرحله فیزیولوژیکی با اندازه یکسان از گیاهان کشت‌شده در مزرعه پژوهشی دانشگاه زنجان برداشت و بلافاصله به آزمایشگاه انتقال داده شد. ابتدا پوشش کالیکس میوه‌ها حذف و سپس میوه‌ها شسته شده و پس از خشک نمودن، میوه‌ها بسته‌بندی شده و به مدت ۳۰ روز در دمای 15 ± 1 درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند [۲۵]. نمونه‌برداری از میوه‌ها در چهار مرحله میوه‌های تازه برداشت‌شده، ۱۰ روز، ۲۰ روز و ۳۰ روز پس از انبارمانی انجام شد و صفات زیر مورد ارزیابی قرار گرفت.

رنگ عصاره میوه‌ها آبی تیره شده و این رنگ چند ثانیه پایدار ماند [9]. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه 9/1 آنالیز و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد.

نهایت میزان جذب نور توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر (مدل UV-600) در دو طول موج ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیل و دو طول موج ۴۸۰ و ۵۱۰ نانومتر برای کارتنوئید قرائت و طبق رابطه ۳ محاسبه گردید.

$$\text{Chlorophyll} = [20.2 \times A_{645} + 8.02 \times A_{663}] \times \frac{V}{W} \quad (3)$$

۳. نتایج و بحث

۱.۳. اسیدیت میوه

تیمار زمان برداشت میوه بر میزان اسیدیت میوه در سطح احتمال ۵ درصد اثر معنی‌داری داشت (جدول ۱). به‌طوری‌که میوه‌ها با برداشت دیرتر در مرحله زردرنگ دارای بیشترین اسیدیت (۴/۵۹) بودند (جدول ۲). مدت زمان انبارمانی تأثیر معنی‌داری بر میزان اسیدیت میوه نداشت (جدول ۱). نتایج فوق با نتایج ویلس مطابقت دارد، ویلس معتقد است که تغییرات pH عصاره میوه در زمان رسیدن بیشتر ناشی از نشت اسیدهای آلی از واکوئل‌ها به سیتوپلاسم سلولی است [۴۴]، که مقایسه روند تغییرات اسیدیت و اسید قابل تیتراسیون نیز این مطلب را تأیید نمود. می‌توان گفت که با رسیدن بیش‌ازحد میوه، اسیدیت میوه افزایش یافت و از اسیدی به قلیایی تبدیل گردید [۲۱].

برای ارزیابی رنگ میوه‌های عروسک پشت پرده از دستگاه رنگ‌سنج (Chroma Meter, Minolta CR-400, Japan) استفاده شد. قبل از انجام کار، سطح نمونه‌ها با یک دستمال پارچه‌ای تمیز شده و پس از کالیبراسیون رنگ‌سنج با صفحه سفید استاندارد عکس‌برداری در ۳ تکرار صورت پذیرفت. بر اساس مقادیر L ، a و b قرائت‌شده شاخص‌های اختلاف رنگ کل (ΔE)، کروما (C) و زاویه هیو (H) محاسبه گردید [۲].

$$H = \text{Arc tan} (b^*/a^*) \quad (4)$$

$$C = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (5)$$

اندازه‌گیری میزان ویتامین ث با روش تیتراسیون با ید در یدور پتاسیم انجام شد. پایان تیتراسیون زمانی بود که

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثر مرحله برداشت بر شاخص‌های کیفی میوه عروسک پشت پرده

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		سفتی بافت	اسیدیت	مواد جامد محلول	اسید قابل تیتراسیون	شاخص طعم	کلروفیل	شاخص اختلاف رنگ	زاویه هیو	شاخص کروما	ویتامین ث
زمان برداشت (A)	۲	۰/۰۰۷۷ ^{ns}	۰/۶۶*	۳/۴۶*	۰/۲۹۹*	۱۹/۵۸*	۹۱۵/۹*	۱۴۸/۶۸*	۱۳۱/۷۳*	۱۵۸/۵۹*	۱۴۲۰/۹۷*
مدت‌زمان انبارمانی (B)	۳	۰/۰۷۸ ^{ns}	۰/۳۵۹ ^{ns}	۷/۳۶*	۰/۸۰۷*	۱۵/۱۲۲*	۱۰۴۸/۳*	۳۴۹/۶۷*	۱۳۲/۵۷*	۱۰۳/۳*	۱۶۹۷۶/۹۴*
اثر متقابل A×B	۶	۰/۰۱۹ ^{ns}	۰/۰۲۳ ^{ns}	۲/۰۳۵*	۰/۱۰۵*	۴۲/۳ ^{ns}	۱۲۷/۶۲*	۳۱/۴۹*	۷۲/۸۷ ^{ns}	۲۹۶/۰۱*	۱۴۳۹۳/۴*
خطا	۲۴	۰/۰۹۵	۰/۱۸۳	۰/۴۸۶	۰/۰۴۱	۰/۵۹۸	۱/۰۵۰	۰/۹۲۰	۳/۰۶۶	۱/۸۵	۲/۸۴
ضریب تغییرات (درصد)	۹/۷۹	۴/۳۷	۸/۰۰۴	۴/۳	۷/۸۸	۵/۹۷	۸/۹	۳/۶۳	۳/۷۷	۱/۷۲۴	

* معنی‌دار در سطح ۵٪ و ns عدم اختلاف معنی‌دار.

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر زمان برداشت میوه بر برخی از

شاخص‌های کیفی میوه عروسک پشت پرده

مرحله برداشت	اسیدیته	شاخص طعم	زاویه هیو
سبز بالغ	۴/۱۲c	۶/۵۱c	۷۸/۳b
سبز مایل به زرد	۴/۳۶b	۷/۲۵b	۸۳/۹۲a
زرد	۴/۵۹a	۹a	۸۴/۱۴a

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن می‌باشند.

کاهش مواد جامد محلول می‌تواند در اثر شکستن کربوهیدرات‌ها و مواد پکتیکی، هیدرولیز پروتئین‌ها و تجزیه گلیکوساکاریدها به واحدهای کوچک‌تر طی فرآیند تنفس باشد [۱۳].

۳.۳. اسید قابل تیتراسیون

بیشترین میزان اسید قابل تیتراسیون (۱/۷۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) در زمان برداشت در میوه‌های سبز بالغ مشاهده شد به گونه‌ای که با تأخیر در برداشت و رسیدن بیشتر میوه میزان اسید قابل تیتراسیون کاهش یافت (شکل ۲). نگهداری میوه‌ها در انبار منجر به کاهش میزان اسید قابل تیتراسیون گردید و این کاهش در میوه‌های برداشت‌شده در مرحله سبز بالغ در روز دهم انبارمانی چشم‌گیر بود (شکل ۲)؛ با بررسی اسیدیته و اسید قابل تیتراسیون میوه‌ها نشان داد که با بلوغ میوه‌ها، و افزایش مدت زمان انبارمانی اسید قابل تیتراسیون کاهش یافت که با نتایج به‌دست‌آمده با پاسخ مراحل مختلف رسیدن گوجه‌فرنگی به شرایط انبارمانی مطابقت دارد [۲۷]. علت این افزایش را می‌توان به فعل و انفعالاتی که منجر به پیری میوه و همچنین تبدیل اسیدها به مواد دیگری مانند قند نسبت داد [۳۱]. همچنین، برخی از پژوهشگران علت کاهش میزان اسید قابل تیتراسیون را، به‌دلیل مصرف آن در تنفس و تبدیل اسید تارتاریک به مواد دیگر در طول دوره انبارمانی بیان کرده‌اند [۳۳].

۴.۳. شاخص طعم یا نسبت TSS/TA

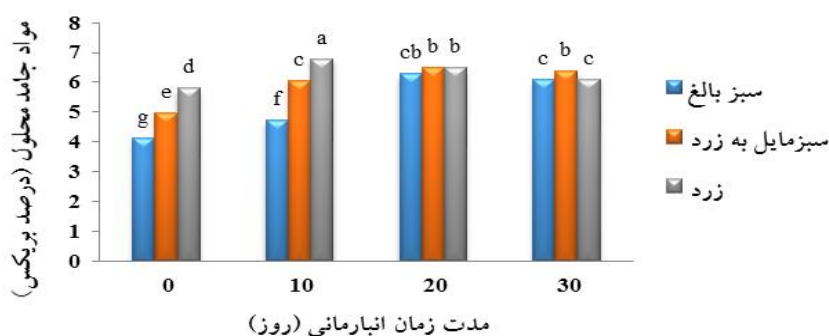
اثر تیمارهای مرحله برداشت و مدت زمان انبارمانی بر صفت نسبت TSS/TA در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نسبت TSS/TA از مرحله برداشت سبز بالغ تا زرد رنگ روند افزایشی داشت و بیشترین نسبت TSS/TA در مرحله زرد رنگ حاصل شد

۲.۳. مواد جامد محلول (TSS)

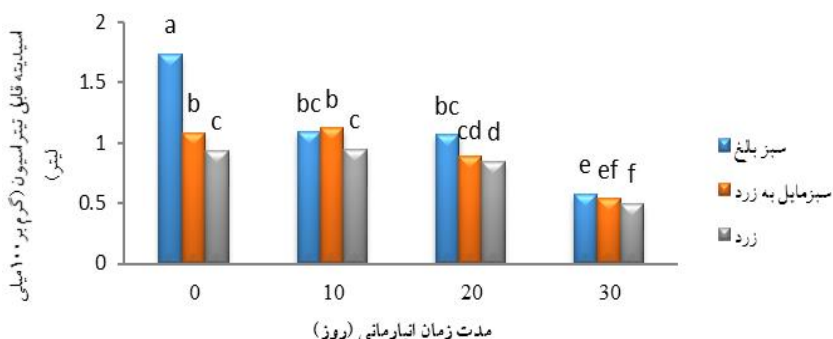
مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر مستقل زمان برداشت میوه و مدت زمان انبارمانی و اثر متقابل این دو تیمار بر میزان مواد جامد محلول کل میوه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. با توجه به نتایج (شکل ۱)، میزان مواد جامد محلول کل در زمان برداشت در میوه‌های زرد رنگ بیشتر از میوه‌های سبز مایل به زرد و سبز بالغ بود. بیشترین مقدار مواد جامد محلول کل (۷/۶ درصد بریکس) در میوه‌های زرد رنگ در روز دهم حاصل شد و با افزایش دوره انبارمانی مقدار مواد جامد محلول در میوه‌های زرد رنگ کاهش یافت و برعکس در میوه‌های برداشت‌شده در مرحله سبز بالغ و سبز مایل به زرد تا روز بیستم روند افزایشی را طی نمود (شکل ۱). نتایج این پژوهش، با نتایج حاصل از پژوهش دیگر که بیان شده بود میزان TSS با مرحله رسیدگی در زمان برداشت و دمای انبارمانی مرتبط است، همخوانی دارد [۱۹]. با توجه به نتایج مقدار مواد جامد محلول در میوه‌های کاملاً رسیده بیشتر بود، بنابراین افزایش مقدار مواد جامد محلول در میوه‌های برداشت‌شده در مرحله سبز بالغ و سبز مایل به زرد در طی دوره انبارمانی به‌دلیل فرازگرا بودن میوه و رسیدن کامل میوه می‌باشد. به‌دلیل فرازگرا بودن میوه‌های عروسک پشت پرده [۲۵]؛ در میوه‌های رسیده، کاهش میزان مواد جامد محلول به‌دلیل مصرف آن در تنفس و تأمین انرژی برای فرآیندهای انرژی‌خواه می‌باشد [۲۹]؛ همچنین این

افزایش TSS و کاهش TA طی رسیدن میوه و مدت زمان انبارمانی نسبت داد [۲۷]. در پژوهش حاضر، بالا رفتن نسبت TSS/TA در میوه را به دلیل از دست‌دهی بخش زیادی از آب‌میوه و در نتیجه تغلیظ و بالا رفتن TSS در میوه‌ها طی رسیدن میوه و مصرف بالای اسیدهای آلی دانست.

(جدول ۲). طبق نتایج، نسبت TSS/TA میوه از زمان برداشت تا ۳۰ روز بعد از انبارمانی افزایش یافت (جدول ۳). نسبت قند به اسید تعیین‌کننده طعم و مزه میوه‌ها است. مدت زمان انبارمانی در کاهش TA مؤثرتر از کاهش میزان TA طی مراحل برداشت و بلوغ میوه بود (شکل ۲)، که می‌توان علت افزایش نسبت TSS/TA را به



شکل ۱. اثر مرحله برداشت و زمان انبارمانی بر میزان مواد جامد محلول میوه عروسک پشت پرده



شکل ۲. اثر مرحله برداشت و زمان انبارمانی بر میزان اسید قابل تیتراسیون میوه عروسک پشت پرده

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر مدت زمان انبارمانی بر برخی شاخص‌های کیفی میوه عروسک پشت پرده

مدت زمان انبارمانی (روز)	شاخص طعم	زاویه هیو
صفر (زمان برداشت)	۴/۳۶ d	۷۷/۰۲ c
۱۰	۵/۸۹ c	۸۴/۶۷ ab
۲۰	۷/۲۸ b	۸۴/۷۳ b
۳۰	۱۲/۸۲ a	۸۶/۰۷ a

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن می‌باشند.

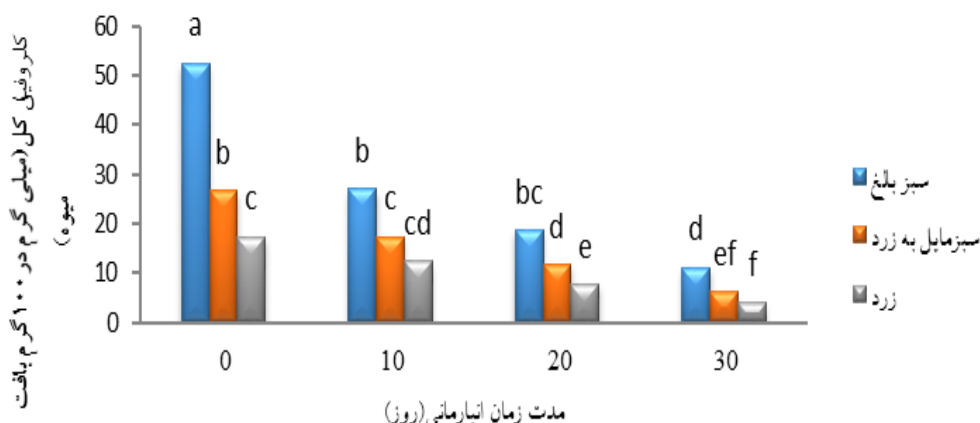
۵.۳. کلروفیل کل

شکل ۳، تغییرات مربوط به میزان کلروفیل کل را در میوه‌های عروسک پشت پرده طی مدت زمان انبارمانی را نشان می‌دهد، با تأخیر در مرحله برداشت میوه و گذشت زمان انبارمانی، میزان کلروفیل کل میوه کاهش یافت (شکل ۳). بیشترین مقدار کلروفیل (۵۲/۵۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بافت تازه میوه) در میوه‌های سبز بالغ در زمان برداشت حاصل شد که بیشتر از میزان کلروفیل موجود در میوه‌های سبز مایل به زرد و زرد رنگ بود. مقدار کلروفیل کل میوه طی مدت انبارداری به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و این کاهش در ۱۰ روز اولیه به‌ویژه در میوه‌های سبز بالغ بسیار چشمگیر بود (شکل ۳). از دست‌دادن رنگ سبز یا رنگ زمینه در بسیاری از میوه‌ها شاخص مناسبی برای تشخیص بلوغ و رسیدن میوه است. همزمان با فرآیند رسیدن میوه، رنگ زمینه پوست از سبز تیره به سبز روشن تغییر یافته و در برخی از گیاهان مانند عروسک پشت پرده، رنگ سبز تقریباً به‌طور کامل از بین رفته و رنگ‌های زرد، قرمز یا بنفش پدیدار می‌شود. تجزیه کلروفیل و تبدیل شدن آن به فتوفیتین و فتوفورید منجر به تغییر رنگ میوه‌ها و سبزی‌ها از سبز به سبز روشن و در نهایت زرد، قرمز یا بنفش می‌شود [۲۶]. از

دست دادن رنگ زمینه با مجموعه فعالیت‌های بیوشیمیایی میوه در زمان رسیدن نظیر میزان تنفس، تولید اتیلن و تجزیه پروتئین‌ها در ارتباط است [۲۹ و ۳۹]. همچنین، کاهش میزان کلروفیل کل طی مدت زمان انبارمانی و بلوغ میوه به‌دلیل تغییراتی در محتوای کلروفیل آن‌ها رخ می‌دهد که عوامل محیطی مانند دما، اکسیژن و اتیلن بر میزان تغییرات کلروفیل اثر می‌گذارد [۲۰].

۶.۳. رنگ میوه

طبق جدول سه دامنه تغییرات پارامتر هیو در میوه‌های نگهداری شده در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد از ۷۷/۰۲ از زمان برداشت تا ۸۶/۰۷ در ۳۰ روز بعد از انبارمانی (نمونه برداری چهارم) به‌طور معنی‌داری (جدول ۳) افزایش یافت؛ لازم به ذکر است مقدار هیو اولیه برای میوه‌های رسیده سبز، سبز مایل به زرد و زرد به‌ترتیب ۳۵/۶۵، ۸۰/۷۸ و ۷۳/۸۴ بود که این میزان در مرحله آخر به‌ترتیب برابر با ۸۶/۳۱، ۸۷/۳۵ و ۸۴/۵۵ شد، که بیانگر متمایل شدن رنگ میوه از سبز به زرد طی دوره رسیدگی می‌باشد. البته کاهش پارامتر هیو برای میوه‌های رسیده و زرد رنگ می‌تواند به‌دلیل زوال کارتنوئید موجود در این میوه طی انبارمانی باشد.



شکل ۳. اثر مرحله برداشت و زمان انبارمانی بر محتوای کلروفیل کل میوه عروسک پشت پرده

هستند. در فضای CIE LAB دو مختصات a^* و b^* به همراه شاخص روشنایی L^* اندازه‌گیری می‌شوند. مقادیر مثبت پارامتر a^* به سرخی و مقادیر منفی a^* به رنگ سبز میل می‌کند، درحالی‌که مقادیر مثبت پارامتر b^* به رنگ زرد و مقادیر منفی آن به رنگ آبی متمایل است. L^* میزان تقریبی روشنی است که رنگ‌های روشن را از تیره متمایز می‌کند. وضوح محور بدون رنگی است که میزان خاکستری بودن رنگ را نشان می‌دهد و از محدوده سفید تا سیاه متغیر است. زاویه هیو به‌عنوان یک شاخص کیفی رنگ، یک رنگ را از رنگ دیگر متمایز و بر اساس رنگ طبیعی رایج بیان می‌شود. هرچه مقادیر زاویه هیو بیشتر، رنگ زرد در سنجش رنگ کمتر خواهد بود [۱۲].

شاخص کروما (C) کیفیتی است که زاویه هیو خالص را از سایه خاکستری متمایز می‌کند. هرچه مقادیر کروما بیشتر باشد شدت رنگ نمونه‌ها از لحاظ بصری انسان بیشتر خواهد بود، این پارامتر به‌عنوان معیاری از رنگ‌پذیری، خلوص یا اشباع رنگ را توصیف می‌کند. در واقع شاخص کروما نشان‌دهنده اشباعیت رنگ است. رنگ میوه از مهم‌ترین شاخص‌های میوه از نظر پذیرش مصرف‌کننده است. رنگ مناسب میوه منجر به ایجاد ظاهر مطلوب میوه می‌شود و بنابراین، حفظ رنگ میوه در نگهداری آن اهمیت زیادی دارد.

شاخص کروما طی انبارمانی از زمان برداشت تا ۳۰ روز بعد از انبارمانی به‌طور معنی‌داری با افزایش همراه بود (جدول‌های ۱ و ۴) و همچنین این شاخص برای میوه‌های سبز مایل به زرد و زرد به‌طور مشابه افزایش یافت (شکل ۴)؛ ولی در میوه‌های سبز بالغ این افزایش چشم‌گیر بود (شکل ۴) و لذا همان‌طور که در بالا نیز اشاره شد هرچه مقادیر کروما بیشتر باشد شدت رنگ نمونه‌ها از لحاظ بصری انسان بیشتر خواهد بود.

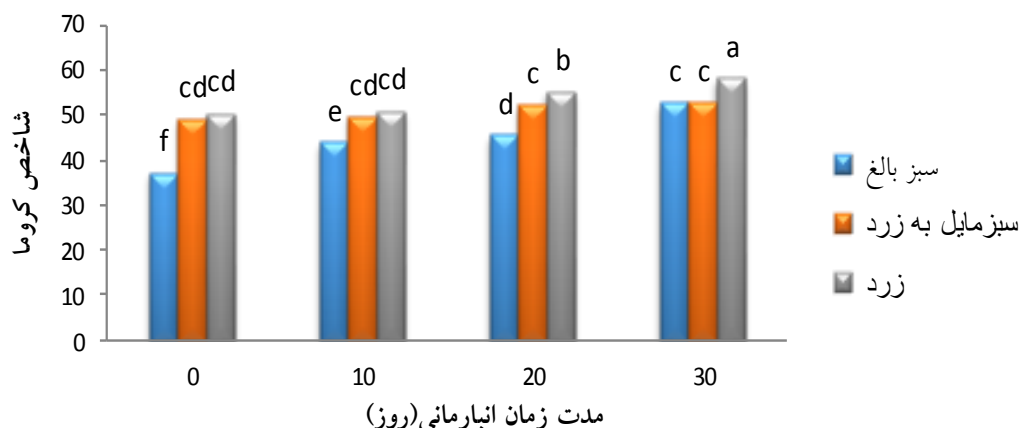
اختلاف رنگ (شکل ۴) در طی انبارمانی با روندی صعودی همراه بود که این میزان در میوه‌های سبز بالغ دارای اختلاف معنی‌داری نسبت به میوه‌های سبز مایل به زرد و رسیده کامل بود. ظاهر محصول، یکی از اصلی‌ترین معیارهای مصرف‌کنندگان، برای ارزیابی کیفیت ماده غذایی است [۴۰ و ۴۲]. در ارزیابی کیفیت میوه‌ها، رنگ یک شاخص بسیار مهم تلقی می‌شود که مصرف‌کننده در مرحله انتخاب میوه ابتدا این خاصیت کیفی را ارزیابی می‌نماید. رنگ از جنبه‌های کیفی مهم غذاهای فرآوری‌نشده و فرآوری‌شده محسوب شده و تغییرات آن نشان‌دهنده تغییرات شیمیایی در ضمن فرآیندهای حرارتی مثل قهوه‌ای شدن، کاراملیزاسیونی، سرخ کردن و خشک‌کردن است [۳۶]. مدل‌های رنگی CIE LCH و Hunter Lab دو مدل رایج در اندازه‌گیری رنگ مواد

جدول ۴. میانگین و انحراف معیار مقادیر زاویه هیو، شاخص کروما و شاخص اختلاف رنگ برحسب روزهای انبارمانی میوه

عروسک پشت پرده

مدت‌زمان انبارمانی	شاخص اختلاف رنگ	شاخص کروما	زاویه هیو
صفر (زمان برداشت)	-	0.7 ± 45.09	3.09 ± 77.02
۱۰	0.68 ± 12.057	1.16 ± 49.61	0.63 ± 83.67
۲۰	1.6 ± 12.93	2 ± 51.9	1.41 ± 84.72
۳۰	2.02 ± 13.82	0.47 ± 52.13	0.89 ± 86.07
میانگین	1.11 ± 10.33	0.89 ± 49.033	1.025 ± 82.12

اثر مرحله برداشت و مدت زمان انبارمانی بر کیفیت میوه عروسک پشت پرده (*Physalis angulate*)



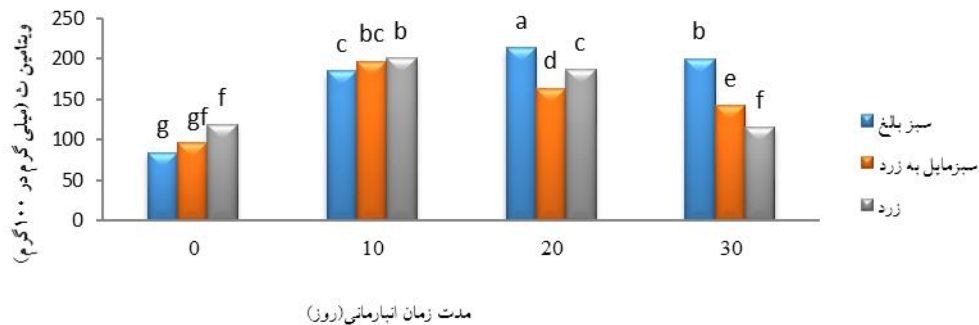
شکل ۴. اثر مرحله برداشت و زمان انبارمانی بر شاخص کروما در میوه عروسک پشت پرده

خشک) و با طولانی شدن مدت انبارمانی در این میوه‌ها، مقدار ویتامین ث کاهش یافت. در میوه‌های سبز بالغ تا روز بیستم انبارمانی، مقدار ویتامین ث افزایش یافت (۱۹۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) ولی با افزایش دوره نگهداری میوه‌ها، مقدار ویتامین ث در میوه‌های سبز بالغ روند کاهشی نشان داد (شکل ۵). همان‌گونه که توسط سایر پژوهشگران [۱۴ و ۳] نیز اشاره شده است؛ به نظر می‌رسد که طی رسیدن میوه، اسید اسکوربیک در میوه تجمع پیدا می‌کند، ولی میزان افزایش در میوه‌هایی که روی گیاه باقی می‌ماند نسبت به میوه‌های برداشت‌شده در مرحله رسیده سبز و یا زرد بیشتر است. اسید قابل تیتراسیون بالا عامل پایداری اسید اسکوربیک در میوه‌هاست و عروسک پشت پرده نظیر گوجه‌فرنگی به‌عنوان یک میوه با اسیدیته بالا، یک محتوای اسید اسکوربیک نسبتاً پایدار در طی انبارداری پس از برداشت نشان داده است [۴۱]. گزارش شده است که کاهش میزان ویتامین ث را می‌توان به کاهش میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها طی انبارمانی نسبت داد [۸]. همچنین، پژوهشگران معتقدند که کاهش میزان ویتامین ث در پایان انبارداری ممکن است به دلیل کاهش آب که منجر به اکسید شدن ویتامین ث می‌شود، مرتبط باشد [۴].

تغییرات رنگ از طریق جذر قدرمطلق مجموع اختلاف بین مقادیر اولیه رنگ و مختصات رنگ ثانویه به دست می‌آید. این مفهوم اختلاف رنگ کل یا ΔE نامیده می‌شود [۳۱]. این پارامتر نشان‌دهنده مقدار تفاوت رنگ نمونه‌های برداشت اول و برداشت‌های بعدی است. برطبق نتایج به دست آمده مهم‌ترین دوره تغییر رنگ در ۱۰ روز اول انبارمانی می‌باشد، و به‌طور کلی تغییرات رنگ یا اختلاف کل رنگ (DE) در طی رسیدن روندی صعودی داشته و در روز سی‌ام به بیشترین مقدار (۱۳/۸۲) رسیده است، که نشان‌دهنده زردرنگ بودن میوه‌های فیزیس در مرحله آخر نمونه‌برداری است.

۷.۳. ویتامین ث

با توجه به نتایج (شکل ۵)، محتوای ویتامین ث در زمان برداشت در میوه‌های زرد رنگ بیشتر از میوه‌های سبز مایل به زرد و آن هم بیشتر از میوه‌های سبز بالغ بود. محتوای ویتامین ث در میوه‌های برداشت‌شده در مرحله سبز مایل به زرد و زردرنگ تا ۱۰ روز انبارمانی افزایش یافت (۲۰۱/۵۴ میلی‌گرم برای میوه‌های زرد و ۱۹۷ میلی‌گرم برای میوه‌های سبز مایل به زرد در ۱۰۰ گرم ماده



شکل ۵. اثر مرحله برداشت و زمان انبارمانی بر میزان ویتامین C در میوه‌های عروسک پشت پرده

۴. نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده در این پژوهش نشان داد مواد جامد محلول کل، شاخص‌های رنگ میوه، ویتامین C و شاخص طعم در میوه‌های برداشت شده در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار و در مرحله زرد رنگ و تا روز دهم انبارمانی بیشتر بود و از روز دهم به بعد با کاهش همراه بود، همچنین با بلوغ و تغییر رنگ میوه، محتوای کلروفیل و میزان اسید کل کاهش و مواد جامد محلول و ویتامین C افزایش یافت که این بهبود شاخص طعم و مزه را به همراه داشت؛ ولی با برداشت میوه‌های عروسک پشت پرده در مرحله زرد رنگ با افزایش دوره انبارمانی، کیفیت ظاهری، میزان مواد جامد محلول و سفتی بافت میوه کاهش یافت. در میوه‌های سبز بالغ، نگهداری میوه تا مدت ۲۰ روز باعث افزایش مقدار ویتامین C گردید، ولی در کل نگهداری طولانی مدت باعث کاهش ویتامین C شد. با توجه به نتایج، به دلیل فرازگرا بودن میوه‌های عروسک پشت پرده و رسیدن تدریجی و تغییر رنگ میوه‌ها، برداشت میوه در مرحله سبز بالغ مدت انبارمانی را در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد تا ۳۰ روز نسبت به میوه‌های برداشت شده در زمان‌های دیگر افزایش داد و با حفظ کیفیت ظاهری، ویتامین C و مواد جامد محلول، عمر انبارمانی میوه را افزایش داد. البته با توجه به اینکه در این

تحقیق تنها دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد مورد بررسی قرار گرفته بود، توصیه می‌شود در پژوهش‌های بعدی، میوه‌های سبز بالغ در دماهای مختلف نگهداری شوند تا مناسب‌ترین دمای انبارمانی نیز به دست آید، همچنین مقایسه تغییرات شاخص‌های رنگ با سایر مشخصه‌های فیزیکی می‌تواند نتایج ارزشمندی در مورد این محصول ارائه دهد.

منابع

۱. راحمی م (۱۳۸۴) فیزیولوژی پس از برداشت (معرفی فیزیولوژی و مدیریت مواد مغذی و میوه‌ها و گیاهان زینتی). ویرایش سوم. دانشگاه شیراز. شیراز.
۲. مناف دلستان ف و اسمعیلی م (۱۳۹۲) ارزیابی شاخص‌های رنگ میوه گیلاس وارسته سیاه مشهد طی دوره رسیدن، دومین همایش ملی علوم و صنایع غذایی، قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قوچان.
۳. نجاتیان م ع (۱۳۸۶) بررسی راهکارهای افزایش عمر انبارمانی و کاهش ضایعات بعضی ارقام انگور ایران، مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۸: ۳۱-۵۰.
4. Amodio ML, Colelli G, Hasey JK and Kader A (2007) A comparative study of composition and postharvest performance of organically and conventionally grown kiwifruits. Journal of the Science of Food and Agriculture. 87: 1228-1236.

5. Andrade L (2008) *Physalis* ou uchuva: fruta da Colombia chega ao Brasil. Revista Rural, São Paulo. 38: 11-12.
6. Arnon AN (1967) Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal. 23: 112-121.
7. Avila AJ (2006) Influencia de la madurez del fruto y del secado del cáliz en uchuva *Physalis peruviana* L., almacenada a 18°C. Acta Agronómica Colombiana, Bogotá. 55(4): 29-38.
8. Arena E, Fallico A and Maccarone E (2001) Evaluation of antioxidant capacity of blood orange juice as influenced by constituents concentrate. Food Chemistry. 74: 423-427.
9. Arya SPN (2000) Spectrophotometric methods for the determination of vitamin C. Analytica Chimica Acta. 417: 1-14.
10. Ayala-Zavala JF, Wang SY and Wang CY (2004) Effect of storage temperature on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. Lebensm-Wiss. Food Science and Technology. 37: 687-695.
11. Ayala-Zavala JS, Wang C and González-Aguilar G (2007) High oxygen treatment increases antioxidant capacity and postharvest life of strawberry fruit. Food Technology and Biotechnology. 452: 166-173.
12. Barreiro J, Milano M and Sandoval A (1997) Kinetics of color change of double concentrated tomato paste during thermal treatment. Journal of Food Engineering. 33(3-4): 359-371.
13. Ball JA (1997) Evaluation of two lipid-based edible coatings for their ability to preserved postharvest quality of green bell peppers. M.Sc. thesis, Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia, USA.
14. Betancourt LA, Stevens MA and Kader AA (1977) Accumulation and loss of sugars and reduced ascorbic acid in attached and detached tomato fruits. Journal of the American Society for Horticultural Science. 102: 721-723.
15. Chitarra MI (2005) Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2. Ed Lavras: UFLa.
16. Dissa AO, Desmorieux H, Bathiebo J and Koulidiati J (2008) Convective drying characteristics of Amelie mango (*Mangifera indica* L. cv. 'Amelie') with correction for shrinkage. Journal of Food Engineering. 88: 429-437.
17. Fischer G and Martinez O (1999) Calidad y madurez de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en relación com la coloración del fruto. Agronomía Colombiana, Bogotá. 16(1): 35-39.
18. Gao Y Ma Y, Li M, Cheng T, Li SW, Zhang J and Xia NS (2003) Oral immunization of animals with transgenic cherry tomatillo expressing HBsAg. World Journal of Gastroenterol. 9(5): 996-1002.
19. Getinet H, Seyoum T and Woldetsadik K (2008) The effect of cultivar, maturity stage and storage environment on quality of tomatoes. Journal of Food Engineering. 87: 467-478.
20. Haard FN (1993) Características de los tejidos vegetales comestibles. In: Fennema OR, (Eds.). Química de los Alimentos. 2nd ed. Zaragoza: Acribia. 961-1024.
21. Hancock JF (1999) Strawberries. CAB. Pub., UK.
22. Hernandez-Munoz G, Almenar E, Del Valle V, Velez D and Gavara R (2008) Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria × ananassa*) quality during refrigerated storage. Food Chemistry. 110: 428-435.
23. Hernandez N (2012) Information and statistics of agricultural and animal products. Ministry of Agricultural. Available online at. 9(1): 39-45.
24. Jin ZT and Gurtler J (2012) Inactivation of Salmonella on tomato stem scars by edible chitosan and organic acid coatings. Journal of Food Protection. 10: 12-21.
25. Julia F Morton (2010) Fruits of Warm Climates Center for New Crops and Plant Products Purdue University Department of Horticulture and Landscape Architecture 625 Agriculture Mall Drive West Lafayette, IN 47907.
26. Koca N, Karadeniz F and Burdurlu HS (2006) Effect of pH on chlorophyll degradation and color loss in blanched green peas. Journal of Food Chemistry. 100: 609-615.
27. Knee M and Finger FL (1992) NADP+-malic enzyme and organic acid levels in developing tomato fruits. Journal of the American Society for Horticultural Science. 117: 799-801
28. Ladaniya MS (2003) Citrus Postharvest cold chain. In Dris R., R. Niskanen and S.M. Jain (Eds). Crop management and postharvest handling or horticultural products. Volum II, Fruits vegetables. Science publisher, pp.593.
29. Lo Piero AR, Puglisi I, Rapisarda P and Petrone G (2005) Anthocyanins accumulation and related gene expression in red orange fruit induced by low temperature. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 53: 9083-9088.

30. Martinez GA, Civello PM, Chaves AR and Anon MC (2001) Characterization of peroxidase mediated chlorophyll bleaching in strawberry fruit. *Phytochemical*. 58: 379-387.
31. Martins RC and Silva CL (2002) Modeling color and chlorophyll losses of frozen green beans (*Phaseolus vulgaris* L.) *International Journal of Refrigeration*. 25(7): 966-974.
32. Pietro RC, Kashima S, Sato DN, Januario AH and Franca SC (2000) In vitro antimycobacterial activities of *Physalis angulata* L. *Phytomedicine*. 7(4): 335-338.
33. Rapisarda P, Lo Bianco M., Pannuzzo P and Timpanaro N (2008) Effect of cold storage on vitamin C, phenolic and antioxidant activity of five orange genotype (*Citrus sinensis* L. osbeck). *Postharvest Biology and Technology*. 49: 346-354.
34. Rodrigues FA (2012) Caracterização do ponto de colheita de *Physalis peruviana* L. na região de Lavras, MG. *Bioscience Journal*, Uberlândia. 28(6): 862- 867.
35. Rufato L (2008) Aspectos técnicos da cultura da physalis. *Lages: CAV/UEDESC*. 34: 23-31.
36. Sahin S and Sumnu SG (2006) *Physical properties of foods*. New York: Springer. 250: 1-38.
37. Saltveit ME (2005) *Postharvest biology and handling*, In: Heuvelink, E. (Ed.), *Tomatoes*. CAB International, Wallingford. pp. 305-324.
38. Serrano M, Martinez-Romero D, Guillen F, Castillo S and Valero D (2006) Maintenance of broccoli quality and functional properties during cold storage as affected by modified atmosphere packaging. *Postharvest Biology and Technology*. 39: 61-68.
39. Shang D, Zhang L, Han S and Wang G (2011) Adjuvant effect of a novel water-soluble polysaccharide isolated from the stem of *Physalis alkekengi* L. var. *francheti* (Mast). *Journal of Medicinal Plants Research*. 5(16): 3814-3818.
40. Shewfelt RA, Bart Z and Brecht J (2003) *Postharvest physiology and pathology of vegetables* New York: Marcel Dekker. (pp. 287-296).
41. Tavarini S, Remorini D and Massai R (2007) Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and carotenoids change during harvest and after storage of Hayward kiwifruit. *Food Chemistry*. 107: 282-288.
42. Wills RBH and Ku VVV (2002) Use of 1-MCP to extend the time to ripen of green tomatoes and postharvest life of ripe tomatoes. *Postharvest Biology and Technology*. 26: 85-90.
43. Toor R and Kand Savage GP (2006) Changes in major antioxidant components of tomatoes during post-harvest storage. *Food Chemistry*. 99: 724-727.
44. Wills RB, Mc Glasson D, Graham and Joyce D (1998) *Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit, Vegetables and Ornamentals*. 4th ed., Hyde Park Press, Australia. 33-264.
45. Zhang YL and Zhang RG (2008) Study on the mechanism of Browning of pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Ganesh) peel in different storage conditions. *Agricultural Sciences in China*. 7(1): 65-73.



Crops Improvement

(Journal of Agricultural Crops Production)

Vol. 20 ■ No. 2 ■ Summer 2018

The effect of harvest stage and storage duration on fruit quality of *Physalis (Physalis angulate L.)*

Rasoul Heydar Nejad¹, Zahra Ghahremani^{2*}, Taher barzegar², Vali Rabiei³

1. Ph.D. Student, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Pars Abad, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran.
3. Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran.

Received: June 24, 2017

Accepted: September 23, 2017

Abstract

The present study aims at evaluating the impacts of harvest time and storage duration on fruit quality and storage longevity of physalis (*Physalis angulate L.*). As such, an experiment has been conducted in 2016, based on completely randomized design (CRD), having three iterations. The involved factors included three fruit harvest stages (mature green, yellowish green, and yellow) as well as storage time (0 (i.e., the harvest time), 10, 20, and 30 days). Results show that different harvest times and storage durations have influenced fruit quality indices and storage longevity significantly, with the highest value of flavor and fruit color index, vitamin C (201.54 mg), and total soluble solids (TSS) (7.6% of brix) contents belonging to the fruits, harvested at the yellow stage with 10 days of storage duration, while longer storage durations reduced vitamin C and TSS contents. The maximum titratable acidity (1.71 mg/100gr) and pH of the fruit have been observed in the mature green stage and at the harvest time. The variations in fruit color differences in storage indicate an upward trend in the amount of mature green fruit, which differs significantly from yellowish green and yellow fruit. According to the results, due to climactic nature of physalis fruits as well as their gradual ripening and fruit color change, harvesting the fruits at mature green stage increase the storage life up to 30 days at 15 °C, compared to other fruits' harvest times.

Keywords: Chlorophyll, colorimetric, fruit quality, fruits ripening, vitamins c.