(مقاله پژوهشی)

اثر پوشش نشاسته و تیمار آب گرم بر کیفیت و ماندگاری گوجه‌فرنگی

(*Solanum lycopersicum*)

سعید گلیانی [۱]، الهام دانائی [۲*]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، گروه علوم باغبانی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران.

۲- استادیار، گروه علوم باغبانی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۲۲ تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۰۹/۱۷

DOI: 10.30495/jfst.2022.1965400.1813

چکیده

در این پژوهش تاثیر استفاده ازتیمارآب گرم و نشاسته به عنوان پوشش خوراکی بر خصوصیات تغذیه‌ای و عمر انباری گوجه‌فرنگی رقم Dafnis در طول نگهداری در سردخانه با دمای ۱ ± ۴ درجه سانتیگراد و رطوبت ۸۵ تا ۹۰ درصد، بررسی گردید. تیمارها شامل آب گرم ۴۵ و ۵۰ درجه سانتیگراد، نشاسته ۳ و ۶ درصد و اثرمتقابل آن‌ها بود. نمونه‌برداری و ارزیابی صفات در روزهای اول (شروع آزمایش)، ۷، ۱۴ و ۲۱ پس از اعمال تیمارها صورت گرفت. این پژوهش بصورت آزمایش فاکتوریل در غالب طرح آماری کاملاً تصادفی با ۹ تیمار، ۳ تکرار و هر تکرار حاوی ۵ میوه، در مجموع ۱۳۵ میوه گوجه‌فرنگی انجام شد. نتایج نشان داد که بیشترین وزن تر نسبی میوه و شاخص ثبات غشاء سلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، pH و ویتامین ث در تیمار آب گرم ۴۵ درجه سانتیگراد+ نشاسته ۶ درصد و بیشترین مواد جامد محلول، کارتنوئید و کلروفیل کل، فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در تیمار آب گرم ۵۰ درجه سانتیگراد+ نشاسته ۶ درصد و کمترین در تیمار شاهد بود. بیشترین درصد کاهش وزن میوه در تیمار شاهد و کمترین در تیمار آب گرم ۴۵ درجه سانتیگراد+ نشاسته ۶ درصد بدست آمد. همچنین بیشترین و کمترین عمر انبارمانی میوه‌های گوجه‌فرنگی به ترتیب با ۲۷/۵ و ۱۵/۰ روز در تیمار آب‌گرم ۵۰ درجه سانتیگراد+ نشاسته ۶ درصد و تیمار شاهد بود. لذا با توجه به نتایج پژوهش می‌توان بیان نمود که استفاده از آب‌گرم و پوشش نشاسته برای حفظ کیفیت و ماندگاری گوجه‌فرنگی رقم Dafnis مناسب می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آب گرم، پوشش نشاسته، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، گوجه‌فرنگی، ماندگاری.

* مسئول مکاتبات: dr.edanaee@yahoo.com

۱- مقدمه

گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum*) یکی از مهم‌ترین سبزی‌های میوه‌ای خانواده Solanaceae و بومی آمریکای مرکزی و جنوبی می‌باشد که امروزه ارقام مختلفی ازآن برای محیط‌ها، روش‌های تولید و استفاده‌های غذایی متفاوت، تولید شده است(۱۶). گوجه فرنگی یکی از با ارزش‌ترین منابع تأمین مواد معدنی و ویتامین‌ها و بخش جدایی‌ناپذیردر رژیم غذایی انسان است (۷). همچنین وجود حالت‌تازه‌خوری،قابلیت‌فرآوری‌وارزش‌غذایی‌بالای محصول، نقش بسزایی در پذیرش سریع و همگانی آن به عنوان یک محصول غذایی مهم داشته است (۱۹). سطح زیر کشت و میزان تولید گوجه فرنگی در جهان و ایران زیاد است، اما حدود ۲۰ درصد محصول به دلیل شرایط نامناسب برداشت، حمل و نقل و انبار از بین می‌رود. در نتیجه با توجه میزان ضایعات بالای محصول، نیاز به استفاده از تیمارهای ایمن برای مصرف‌کننده و محیط زیست، ارزان و در دسترس برای بهبود انبارمانی محصول ضروری است (۲۰). یکی از روش‌های حفظ کیفیت محصولات باغی در مرحله پس از برداشت و در حین نگهداری تیمار گرمایی محصولات با آب گرم است (۳). استفاده از آب گرم با دمای مناسب به دلیل انتقال موثرتر حرارت در آب نسبت به هوا، ارزانی سیستم‌های تجاری و توزیع یکنواخت آن با توجه به نوع محصول، یکی از تیمارهای مناسب در پس از برداشت در محصولات است (۴). تنش‌های ملایم گرمایی از طریق آب گرم می‌تواند اثر مثبتی در حفظ کیفیت محصولات در طول انبارداری داشته باشد، زیرا گرما علاوه بر اینکه می‌تواند موجب‌ازبین‌رفتن‌برخی‌میکروارگانیسم‌های‌سطح محصولات گردد، موجب تولید ترکیبات دفاعی و در نهایت افزایش عمر انباری نیز می‌شود(۲). به طورکلی از تیمارهای حرارتی برای‌مواردی‌مانندجلوگیری‌یاکاهش‌سرعت‌رسیدن‌محصولات، مقاومت‌به‌آسیب‌سرمازدگی و آسیب خارجی پوست، کنترل آفات‌وبیماری‌های‌انباری، بهبودمحتوای‌رنگریزه‌های گیاهی، جلوگیری از نرم‌شدن محصولات و متابولیسم دیواره سلولی و محدودیت سنتز اتیلن استفاده می‌گردد(۴). نشاسته از کربوهیدرات‌های کامل بوده و متشکل از واحدهای آنهدرو گلوکز است(۸). نشاسته اغلب در صنایع غذایی استفاده می‌شودوبه‌عنوان‌پوشش‌خوراکی‌جایگزین‌پلیمرهای‌پلاستیکی شده است. این ماده به دلیل‌هزینه‌کم و توانایی تجدید دارای خواص‌مکانیکی مناسب است (۱۵). نشاسته ذرت حدود ۸۰ درصد نشاسته تولیدی در دنیا را به خود اختصاص می‌دهد. این نشاسته ارزان قیمت با میزان آمیلوز بالا منبع خوبی به عنوان فیلم پوششی است و می‌تواند از محلول آبی آمیلوز گلاتونیزه و خشک تولید شود(۱). نشاسته ذرت معمولی شامل آمیلوز (۲۵ درصد) و آمیلوپکتین (۷۱ درصد) است که در رطوبت نسبی کمتر از ۱۰۰ درصد و هر دو حالت نرم‌سازی یا عدم نرم‌سازی در مقابل اکسیژن نفوذپری بسیار کمتر دارند (۳). شکوهیان و همکاران، (۱۳۹۹) گزارش نمودند استفاده از پوشش‌های حاوی گلوتن و زئین (صفر، ۲، ۴ و ۶ درصد) در پس از برداشت میوه‌ی انگور رقم رسمی‌مشکین(*Vitis vinifera* cv. Rasmi Meshki) بر میزان‌موادجامدمحلول،حفظ‌ظاهر میوه، ویتامین ث و کاهش وزن‌درسطح‌احتمال یک درصد و بر شاخص رسیدن (نسبت مواد جامد محلول به اسید کل) در سطح احتمال پنج درصد، اثرمعنی‌داری‌داشت(۱۱). استفاده از پوشش خوراکی نشاسته حاوی‌گلیسرول‌درگوجه‌فرنگی‌موجب کاهش روند تغییرات میزان مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون و رطوبت در نمونه‌های پوشش‌دار و بطورکلی به تعویق افتادن سرعت رسیدگی‌میوه وکندشدن سرعت تجزیه مواد محلول از جمله قندها و در نتیجه کاهش ضایعات محصول گردید(۱۲). بررسی‌ها نشان دادند پوشش‌های زئین (۵ درصد) موجب شد که میوه انبه، بیشترین مقدار اسید آسکوربیک و محتوای فنلی در مقایسه با شاهد داشته باشند (۳۳). ندانان و همکاران (۲۰۱۷)تاثیرفیلم‌های‌خوراکی‌کامپوزیتی‌حاوی‌ایزوله پروتئین سویا(۵ درصد) در ترکیب با افزودنی‌هایی مانند هیدروکسی پروپیل متیل سلولز (۰/۴۰ درصد) و روغن زیتون (۱ درصد) بر گلابی بابووشا بررسی نموده و گزارش کردند که ترکیب تمام مواد با یکدیگر بیشترین تاثیر را در مهار کاهش وزن، مواد جامد محلول، pH و اسیدیته قابل تیتراسیون و بهبود

ماندگاری میوه گلابی‌داشت (۳۱). استفاده از تیمار آب گرم (شاهد، ۲۵، ۵۵ و۶۰ درجه سانتیگراد) موجب حفظ خصوصیات کیفی میوه سیب رقم محلی بشاگرد با افزایش میزان ویتامین‌ث و شاخص طعم به خصوص در دمای۶۰ درجه‌سانتیگراد گردید(۱۰). لذا این پژوهش با هدف بررسی اثر پوشش نشاسته و تیمار آب‌گرم بر کیفیت و ماندگاری گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*) انجام شد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- شرح آزمایش

ابتدا میوه گوجه فرنگی رقم Dafnis از گلخانه در منطقه ورامین تهیه شد. گوجه‌فرنگی‌ها با ظاهر و اندازه یکنواخت و زمانی‌که بیش از۸۰ درصد سطح میوه‌ها قرمز رنگ هستند، برداشت‌شد. سپس‌میوه‌ها از نظر اندازه و یکنواختی تفکیک شده و پس از حذف میوه‌های نرم، آسیب دیده و غیریکنواخت، میوه‌های‌سالم، هم اندازه و هم رنگ برای انجام تیمار آماده شدند. تیمارهای آزمایش شامل آب گرم ۴۵ و۵۰ درجه سانتیگراد، پوشش نشاسته ۳ و۶ درصد و اثرمتقابل آن‌ها است. برای اعمال تیمارها بخشی از میوه‌های گوجه‌فرنگی در دماهای ۴۵ و۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۵ دقیقه قرارگرفته و برخی درون نشاسته به مدت ۱ دقیقه غلطانده شدند. برای بررسی اثرمتقابل تیمارها نیز ابتدا میوه‌ها درآب‌گرم‌بازمان ذکرشده قرارداده وسپس با نشاسته پوشش داده شدند. پس از اعمال تیمارها، ظروف حاوی ۵ میوه در سردخانه با دمای ۱±۴ درجه سانتیگراد و رطوبت ۸۵ تا ۹۰ درصد، قرارداده شدند. نمونه‌برداری و ارزیابی صفات هم در روزهای اول (شروع آزمایش)، ۷، ۱۴ و۲۱ پس از اعمال تیمارها انجام شد.

۲-۲- صفات مورد ارزیابی

۲-۲-۱- وزن تر نسبی میوه

ابتدا وزن‌تر میوه‌ها در روزهای اول، ۷، ۱۴ و۲۱ توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱، وزن شد و سپس وزن تر نسبی با فرمول(۱)، محاسبه و به صورت درصد بیان گردید (۶).

معادله(۱)

$$\text{وزن تر نسبی} = (\text{وزن تر در روز مورد نظر} / \text{وزن تر در روز صفر}) \times 100$$

۲-۲-۲- کاهش وزن میوه

درصد کاهش وزن میوه‌ها از اختلاف وزن نمونه‌ها پیش و پس از انبارداری بافرمول(۲) محاسبه گردید. در این فرمول، W1 و W2 به ترتیب وزن اولیه و وزن ثانویه میوه‌ها پیش و پس از مدت زمان انبارمانی است (۲۵).

معادله(۲)

$$\text{درصد کاهش وزن} = [(\text{وزن تر اولیه} - \text{وزن تر ثانویه}) / \text{وزن تر اولیه}] \times 100$$

۲-۲-۳- شاخص ثبات غشاء سلول

برای‌سنجش درصد شاخص ثبات غشاء سلول (MSI)، ابتدا یک گرم از میوه به آب‌مقطردرفالکون اضافه شده و نمونه‌ها دربن‌ماری۳۰ درجه سانتیگراد به مدت ۶۰ دقیقه قرارگرفتند و پس از خروج نمونه‌ها از بن ماری میزان EC_1 توسط دستگاهEC متر (مدل ۷۳۱۰ شرکت مهام آزما) خوانده شد. سپس فالکون‌ها را به مدت ۲۰ دقیقه در اتوکلاو ۱۲۰ درجه سانتیگراد با فشار ۱/۲ اتمسفر قرارداده و پس از سرد شدن، میزان EC_2 خوانده شد. در انتها شاخص ثبات غشاء سلول با فرمول (۳)، محاسبه و برحسب درصد یادداشت‌گردید (۳۸).

معادله(۳)

$$MSI\ (\%) = \{1 - (EC_1 / EC_2)\} \times 100$$

۲-۲-٤- مواد جامد محلول

میزان مواد جامد محلول آب میوه‌ها توسط رفراکتومتر دیجیتالی(شرکت‌طب‌شهر)اندازه‌گیری‌و یادداشت شد (۱۸).

۲-۲-۵- اسیدیته قابل تیتراسیون

درصد اسیدیته میوه‌ها به روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال، اندازه‌گیری و بر حسب درصد اسید سیتریک یادداشت شد (۱۳).

۲-۲-٦- pH

میزان pH آب میوه‌ها با استفاده از دستگاه pH متر (شرکت شیمی پژوه سهند) اندازه‌گیری و یادداشت شد (۱۳).

۲-۲-۷- کارتنوئید

محتوای کارتنوئیدمیوه‌هاطبق روش مستوفی و نجفی (۱۳۸۴) اندازه‌گیری‌شد. به این ترتیب که‌یک‌گرم میوه با ۵ cc استون ۸۰ درصد در هاون ساییده شد و عصاره بدست آمده و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتیگراد قرارداده شد. سپس‌میزان‌جذب‌توسط دستگاه اسپکتروفتومتر VisibleUV مدل Spectro Flex 6600 در دو طول موج ۴۸۰ و ۵۱۰ نانومتر، قرائت گردید. در انتها محتوای کارتنوئید با فرمول (۴)، محاسبه و بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن تر یادداشت شد (۱۳).

معادله(۴)

$$\text{Carotenoid (mg/g FW)} = 7/6 (A_{510\ nm}) + (V1000\times10) - 1/49 A_{480\ nm}$$

A: میزان جذب نور V: حجم استون نهایی

۲-۲-۸-کلروفیل کل

ابتدا یک گرم از میوه را جدا نموده و در حلال استون ۸۰ درصد در داخل هاون چینی سائیده شد. عصاره بدست آمده به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتیگراد قرارداده و سپس میزان جذب در طول موج‌های ۶۴۵ و۶۶۳ نانومتر، خوانده شد. محتوای کلروفیل کل با فرمول (۵)، محاسبه و بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ، یادداشت گردید (۲۲).

معادله(۵)

$$\text{Total chlorophyll (mg/g FW)} = 20/2 (A_{645\ nm}) + 8/02 (A_{663\ nm}) + (V1000\times10)$$

A: میزان جذب نور V: حجم استون نهایی

۲-۲-۹- ویتامین‌ث

میزان ویتامین ث موجود در میوه‌ها با روش تیتراسیون دو مرحله‌ای‌اکسیداسیون‌احیااندازه‌گیری‌گردید.عمل‌تیتراسیون‌با محلول حاوی‌غلظت‌های مشخص از ویتامین ث استاندارد (۱۰، ۲۰، ۴۰، ۸۰ و۱۶۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) تکرار شده و پس منحنی استاندارد رسم شد (۳).

۲-۲-۱۰- فنل کل

فنل‌کل‌میوه‌هاازروش‌فولین-سیوکالچو بدست آمد. همچنین برای تهیه محلول استاندارد از محلول استوک گالیک اسید استفاده شد. میزان جذب محلول‌ها نیز در طول موج ۷۶۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر یادداشت گردید (۱۷).

۲-۲-۱۱- ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

درصد جذب (DPPH) عصاره‌های استخراجی با مخلوط یک میلی‌لیتر از محلول متانولی یک میلی‌مولار (DPPH) با یک‌میلی‌لیترمحلول‌عصاره‌درمتانول اندازه‌گیری شد. مخلوط حاصل به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق در تاریکی نگهداری و سپس میزان جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر یادداشت گردید.فعالیت‌آنتی‌اکسیدانی‌برحسب‌درصدنسبی (DPPH) با فرمول (۶) محاسبه شد (۱۴).

معادله (۶)

$$\text{DPPH (\%)} = \frac{\text{جذب در نمونه} - \text{جذب در شاهد}}{\text{جذب در شاهد}}$$

۲-۲-۱۲- عمر انبارمانی

عمر پس از برداشت میوه‌های گوجه‌فرنگی با توجه علائمی مانند پلاسیدگی، آلودگی به‌کپک، شل و له شدن و غیره، بر حسب روز یادداشت شد (۹).

۲-۳- تجزیه و تحلیل آماری

این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با ۹ تیمار، ۳ تکرار و هر تکرار حاوی ۵ میوه، در مجموع ۱۳۵ میوه گوجه‌فرنگی اجرا شد. اعداد حاصل از انجام آزمایشات، ابتدا در نرم‌افزارExcel16 ثبت شد.آنالیزداده‌هاتوسط‌نرم‌افزارآماری‌SPSS23انجام‌گردید. مقایسه‌میانگین‌داده‌ها با استفاده ازآزمون‌Duncan در سطح ۱٪ و ۵٪ صورت گرفت. در انتها رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel16 انجام شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک

نتایج‌مربوط به‌وزن‌تر نسبی میوه، کاهش وزن میوه و شاخص ثبات غشاء سلول در جدول ۱ نشان داده شده است. همانطور

که مشاهده می‌شود بیشترین وزن تر نسبی میوه و شاخص ثبات غشاء سلول به ترتیب با ۷۹/۴۵ و ۸۷/۶۷ درصد در تیمارآب‌گرم۴۵درجه‌سانتیگراد+ نشاسته ۶ درصد و کمترین به ترتیب با ۵۶/۹۰ و ۵۹/۳۳ درصد در تیمار شاهد و بیشترین درصد کاهش وزن میوه با ۲۰/۹۱ درصد در تیمار شاهد و کمترین‌با۸/۱۲درصددرتیمار آب گرم ۴۵ درجه سانتیگراد+ نشاسته ۶ درصد می‌باشد. همچنین اثر تیمار بر کاهش وزن میوه در سطح ۵٪ و بر وزن تر نسبی و شاخص ثبات غشاء سلول در سطح ۱٪، اثر زمان بر وزن تر نسبی و شاخص ثبات غشاء سلول در سطح ۵٪ و بر کاهش وزن میوه در سطح ۱٪ و اثرمتقابل تیمار×زمان بر وزن تر نسبی، کاهش وزن میوه و شاخص ثبات غشاء سلول در سطح ۱٪، معنی‌دار بود. از دست رفتن رطوبت دلیل اصلی برای کاهش وزن تر نسبی، افزایش افت وزن میوه و کاهش درصد شاخص ثبات غشاء سلولی می‌باشد که در نتیجه‌ی فرآیندهای تنفسی و تعرقی است که پس از برداشت در میوه اتفاق می‌افتد و به نیروی ناشی از اختلاف فشار بخارآب بین بافت میوه و هوای اطراف و مقاومت بافت در برابر این نیرو بستگی دارد (۲۷). در این پژوهش نیز درصد وزن تر نسبی، شاخص ثبات غشاء سلولی و میزان سفتی بافت با گذشت زمان انبارداری کاهش نشان داد که این کاهش در تیمارهای مختلف دمایی و پوشش نشاسته نسبت به شاهد کمتر بود که این امر به دلیل تاثیر تیمارهای دمایی در کاهش تولید اتیلن می‌باشد. نرم شدن اکثر میوه‌ها به دلیل تجزیه ترکیبات پکتیکی دیواره سلولی توسط فعالیت آنزیم‌هایی از قبیل پکتین متیل استراز و پلی گالاکتوروناز می‌باشد که تیمارهای دمایی با کاهش و به تاخیر انداختن فعالیت این آنزیم‌ها موجب حفظ درصد وزن تر نسبی، شاخص ثبات غشاء سلولی و کاهش افت وزن‌می‌گردند (۲۹). پوشش‌های پلی‌ساکاریدی مانند نشاسته به دلیل آب دوست بودن، از خواص ممانعتی مطلوب به گاز اکسیژن به ویژه در رطوبت نسبی پایین برخوردار هستند و با کاهش میزان تنفس و تعرق موجب ثبات درصد وزن تر نسبی، شاخص ثبات غشاء سلولی و کاهش افت وزن با گذشت زمان انبارداری نسبت به تیمار شاهد می‌شوند (۲۳).

پژوهش‌های متعددی اثر تیمار آب گرم و پوشش خوراکی نشاسته بر محصولات باغبانی را نشان داده است از جمله پاتریکا و همکاران (۲۰۰۵) که گزارش نمودند، پوشش خوراکی زئین ذرت از افت وزنی و میزان از دست‌دهی آب میوه‌توت‌فرنگی‌جلوگیری‌نموده‌وعمر انبارمانی‌آن را افزایش می‌دهد (۳۳). همچنین مطالعات نشان داده است که استفاده از تیمارآب‌گرم در پس از برداشت میوه خرمالو سبب کاهش نشت الکترولیتی سلول و در نتیجه حفظ شاخص ثبات غشاء سلول، وزن تر نسبی و کاهش افت وزن میوه در مدت انبارمانی‌گردید (۲). در میوه خرمالو رقم فویو نیز تیماردمایی با کاهش تولید اتیلن سبب تاخیر تجزیه ترکیبات پکتیکی دیواره سلولی از طریق کاهش فعالیت آنزیم‌هایی مانند پکتین متیل استراز و پلی‌گالاکتوروناز و در نتیجه حفظ شاخص ثبات غشاء سلول و کاهش افت وزن میوه در مدت انبارمانی شد (۳۴) که نتایج حاصل از پژوهش با یافته‌های محققان مطابقت داشت. همان‌طورکه جدول ۱ نشان می‌دهد بیشترین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون، pH و ویتامین ث به ترتیب با ۰/۴۵ درصد، ۴/۴۶ و ۷/۵۷ میلی‌گرم در میلی‌لیتر در تیمار آب گرم ۴۵ درجه سانتیگراد+ نشاسته ۶ درصد و کمترین به ترتیب با ۰/۱۸ درصد، ۳/۴۰ و ۵/۱۸ میلی‌گرم در میلی‌لیتر در تیمار شاهد و بیشترین میزان مواد جامد محلول با ۵/۰۸ درجه بریکس در تیمار آب گرم ۵۰ درجه سانتیگراد+ نشاسته ۶ درصد و کم ترین با ۴/۱۲ درجه بریکس در تیمار شاهد می‌باشد. همچنین‌اثر تیمار بر میزان مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون وpH در سطح ۵٪ و بر میزان ویتامین ث‌درسطح۱٪ واثر زمان و اثرمتقابل تیمار×زمان بر میزان pH در سطح ۵٪ و بر میزان مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون و ویتامین ث‌درسطح۱٪، معنی‌دار است. بطورکلی می‌توان بیان نمود ارتباط مستقیمی بین افزایش تنفس و کاهش مواد جامد محلول و اسیدهای قابل تیتراسیون وجود دارد. با افزایش سن میوه و شروع پدیده پیری، اسیدها از طریق تنفس در چرخه کربس مصرف می‌شوند و در نتیجه نگهداری طولانی مدت میوه‌ها با کاهش میزان اسید قابل تیتراسیون آن‌ها همراه می‌گردد (۲). همچنین افزایش تنفس

با مصرف پیش ماده‌های تنفسی مانند کربوهیدرات‌ها همراه است وموجب کاهش میزان مواد جامد محلول میوه می گردد. میزان pH آب میوه نیز مانند مواد جامد محلول و اسیدهای قابل تیتراسیون در پس از برداشت کاهش می‌یابد. اسید آسکوربیک به اکسیداسیون شیمیایی و آنزیمی در مدت انبارداری حساس است و بنابراین میزان ویتامین ث در طی مدت انبارداری کاهش می‌یابد (۴). در این پژوهش نیز میزان‌موادجامدمحلول و اسیدهای قابل تیتراسیون، میزان pH آب میوه و ویتامین ث در طی مدت انبارمانی میوه‌های گوجه‌فرنگی کاهش نشان داد که این کاهش در تیمارهای مختلف دمایی و پوشش نشاسته نسبت به شاهد کمتر بود. تیمارگرمایی‌موجب کاهش تنفس و در نتیجه کاهش مصرف مواد جامد محلول و اسیدهای آلی به عنوان پیش ماده‌های تنفسی می گردد (۱۱)، بنابراین تیماری که میزان مواد جامد محلول و اسیدهای آلی بیشتری را در میوه حفظ می‌نماید، پیری را به تعویق می‌اندازد و در نتیجه عمر انباری را افزایش می‌دهد (۲). پوشش خوراکی نشاسته نیز با کاهش نفوذ اکسیژن و در نتیجه کاهش تنفس، میزان رسیدن میوه را آهسته‌ترنموده و موجب حفظ بهتر میزان مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون و ویتامین ث محصولات و تاخیر در پیری‌آن‌هامی‌شود(۳۵). مطالعات نشان داده است که استفاده از پوشش گلوتن گندم در میوه توت‌فرنگی، میزان مواد جامد محلول‌واسیدیته‌را حفظ و از کاهش شاخص طعم جلوگیری نموده است (۳۱). صادق‌پور و همکاران (۲۰۱۲) نیز گزارش نمودند که‌پوشش‌دهی‌به‌علت‌تعویق‌فسادپذیری‌سبب ماندگاری بیشترویتامین‌ث و بهبودخواص‌حسی و ظاهری گوجه فرنگی شد (۳۷). کاربرد پوشش‌های خوراکی در میوه هلو نیز تاثیر مثبت‌ومعنی‌داری‌بر میزان ویتامین ث در طول دوره انبارمانی داشت (۲۶). دستاوردهای حاصل از پژوهش حاضر در مورد اثر تیمار آب گرم و پوشش خوراکی نشاسته بر میزان مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، pH آب میوه و ویتامین ث میوه گوجه فرنگی با نتایج محققین مطابقت نشان داد.

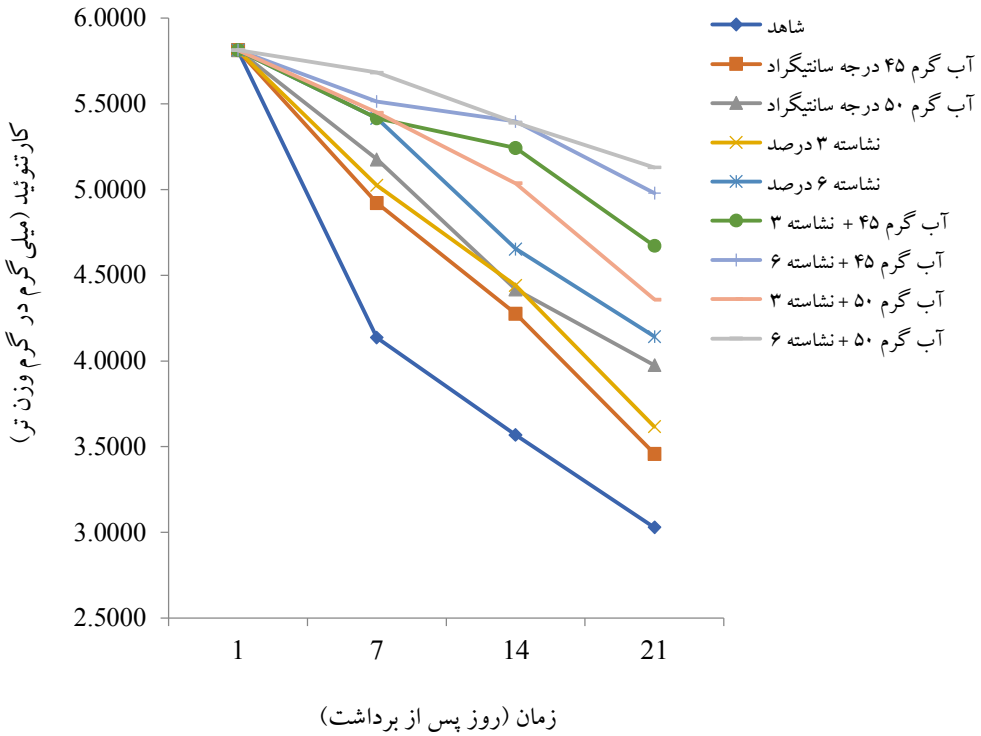
جدول ۱- اثر پوشش نشاسته و تیمار آب‌گرم بر برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک میوه گوجه‌فرنگی

روز	پوشش نشاسته و تیمار آب گرم	وزن تر نسبی (درصد)	کاهش وزن (درصد)	شاخص ثبات غشاء سلول (درصد)	مواد جامد محلول (درجه بریکس)	اسیدیته قابل تیتراسیون (درصد)	pH	ویتامین ث (میلی‌گرم در میلی لیتر)
اول	شاهد	۱۰۰^{a}	۰/۰۰^{o}	۱۰۰^{a}	۵/۲۳^{a}	۰/۶۱^{a}	۳/۴۷^{kl}	۷/۹۶^{a}
	شاهد	۷۹/۲۵^{ef}	۱۵/۳۶^{f}	۷۲/۴۱^{klm}	۴/۴۷^{g}	۰/۳۲^{hi}	۳/۶۵^{h}	۵/۷۶^{lm}
	آب گرم ۴۵ درجه سانتیگراد	۷۳/۳۱^{hi}	۱۲/۵۸^{hi}	۷۷/۱^{jk}	۴/۶۴^{ef}	۰/۳۸^{gh}	۳/۸۶^{fg}	۶/۴۸^{ij}
	آب گرم ۵۰ درجه سانتیگراد	۷۶/۵۹^{g}	۱۰/۶۷^{kl}	۸۲/۵۳^{gh}	۴/۸۲^{d}	۰/۴۳^{f}	۴/۱۹^{e}	۶/۸۷^{h}
	نشاسته ۳ درصد	۷۵/۱۷^{gh}	۱۱/۹۲^{ij}	۸۱/۱۸^{i}	۴/۷۵^{e}	۰/۴۱^{g}	۴/۱۲^{ef}	۶/۶۴^{hi}
۷	نشاسته ۶ درصد	۷۸/۱۲^{f}	۹/۹۸^{jk}	۸۴/۲۷^{g}	۴/۸۵^{d}	۰/۴۶^{d}	۴/۳۱^{cd}	۷/۰۵^{g}
	آب گرم ۴۵ + نشاسته ۳	۸۰/۳۹^{e}	۸/۵۳^{kl}	۸۸/۴۱^{e}	۵/۰۱^{c}	۰/۵۳^{c}	۴/۴۵^{bc}	۷/۳۲^{e}
	آب گرم ۴۵ + نشاسته ۶	۸۷/۸۹^{b}	۴/۳۱^{n}	۹۴/۲۵^{b}	۵/۱۵^{b}	۰/۵۸^{b}	۴/۶۷^{a}	۷/۸۵^{b}
	آب گرم ۵۰ + نشاسته ۳	۸۱/۹۶^{d}	۶/۸۱^{m}	۹۱/۳۷^{d}	۵/۰۷^{bc}	۰/۴۹^{cd}	۴/۵۰^{b}	۷/۴۶^{d}
	آب گرم ۵۰ + نشاسته ۶	۸۵/۳۲^{c}	۶/۳۲^{m}	۹۳/۱۲^{c}	۵/۱۹^{ab}	۰/۵۷^{b}	۴/۶۱^{a}	۷/۶۸^{c}
	شاهد	۵۷/۱۹^{mn}	۲۱/۹۲^{bc}	۵۸/۹۳^{p}	۴/۰۱^{j}	۰/۱۴^{l}	۳/۴۲^{jk}	۵/۱۲^{n}
	آب گرم ۴۵ درجه سانتیگراد	۶۳/۰۵^{l}	۱۸/۴۱^{d}	۶۴/۸۳^{m}	۴/۳۹^{gh}	۰/۱۹^{k}	۳/۵۵^{i}	۵/۹۷^{l}
	آب گرم ۵۰ درجه سانتیگراد	۶۶/۲۰^{k}	۱۷/۹۵^{e}	۷۳/۱۸^{l}	۴/۶۱^{ef}	۰/۲۵^{j}	۳/۹۵^{f}	۶/۴۹^{ij}
	نشاسته ۳ درصد	۶۶/۰۱^{k}	۱۸/۰۳^{de}	۷۰/۰۵^{m}	۴/۴۹^{g}	۰/۲۲^{jk}	۳/۶۸^{h}	۶/۳۱^{j}
۱۴	نشاسته ۶ درصد	۷۰/۹۱^{ij}	۱۴/۵۲^{g}	۷۶/۴۳^{k}	۴/۶۷^{ef}	۰/۲۹^{i}	۳/۹۹^{f}	۶/۶۸^{hi}
	آب گرم ۴۵ + نشاسته ۳	۷۱/۸۶^{i}	۱۳/۲۲^{h}	۸۲/۱۱^{h}	۴/۸۷^{d}	۰/۳۶^{h}	۴/۲۷^{d}	۷/۱۲^{f}
	آب گرم ۴۵ + نشاسته ۶	۸۰/۰۲^{e}	۸/۹۴^{kl}	۸۷/۱۳^{f}	۵/۰۴^{c}	۰/۴۲^{fg}	۴/۴۳^{bc}	۷/۵۳^{cd}
	آب گرم ۵۰ + نشاسته ۳	۷۳/۹۸^{h}	۱۱/۵۹^{ij}	۸۳/۲۴^{gh}	۴/۹۵^{cd}	۰/۳۵^{h}	۴/۳۹^{c}	۷/۱۱^{f}
	آب گرم ۵۰ + نشاسته ۶	۷۸/۴۱^{f}	۹/۲۷^{k}	۸۴/۶۳^{g}	۵/۱۱^{b}	۰/۳۹^{gh}	۴/۴۴^{bc}	۷/۴۱^{d}
	شاهد	۴۳/۲۶^{p}	۲۵/۴۵^{a}	۴۸/۳۱^{q}	۳/۸۷^{k}	۰/۰۹^{m}	۳/۱۴^{l}	۴/۶۷^{o}
	آب گرم ۴۵ درجه سانتیگراد	۵۲/۳۹^{o}	۲۲/۵۳^{b}	۶۰/۹۵^{op}	۴/۱۲^{i}	۰/۱۳^{l}	۳/۴۲^{k}	۵/۳۹^{m}
	آب گرم ۵۰ درجه سانتیگراد	۵۶/۸۷^{n}	۲۰/۱۶^{c}	۶۵/۱۳^{m}	۴/۴۳^{g}	۰/۱۹^{k}	۳/۶۱^{hi}	۶/۱۹^{k}
	نشاسته ۳ درصد	۵۳/۵۲^{o}	۱۹/۴۲^{c}	۶۲/۱۱^{o}	۴/۲۸^{h}	۰/۱۸^{k}	۳/۴۹^{j}	۵/۷۷^{lm}
۲۱	نشاسته ۶ درصد	۵۸/۰۹^{m}	۱۷/۶۷^{e}	۶۹/۷۶^{m}	۴/۵۶^{f}	۰/۲۱^{jk}	۳/۷۵^{g}	۶/۵۱^{i}
	آب گرم ۴۵ + نشاسته ۳	۶۴/۰۲^{l}	۱۵/۵۲^{f}	۷۲/۳۲^{lm}	۴/۷۴^{e}	۰/۲۹^{i}	۳/۸۷^{fg}	۶/۶۸^{hi}
	آب گرم ۴۵ + نشاسته ۶	۷۰/۴۵^{ij}	۱۱/۱۲^{ij}	۸۲/۷۱^{h}	۴/۹۴^{cd}	۰/۳۵^{h}	۴/۲۸^{d}	۷/۳۴^{e}
	آب گرم ۵۰ + نشاسته ۳	۶۶/۰۳^{k}	۱۴/۹۱^{fg}	۷۶/۳۶^{k}	۴/۸۳^{d}	۰/۲۶^{j}	۴/۰۹^{f}	۶/۹۶^{gh}
	آب گرم ۵۰ + نشاسته ۶	۶۸/۱۵^{jl}	۱۲/۲۳^{hi}	۸۱/۲۱^{i}	۴/۹۳^{cd}	۰/۳۳^{hi}	۳/۴۷^{kl}	۷/۲۵^{ef}

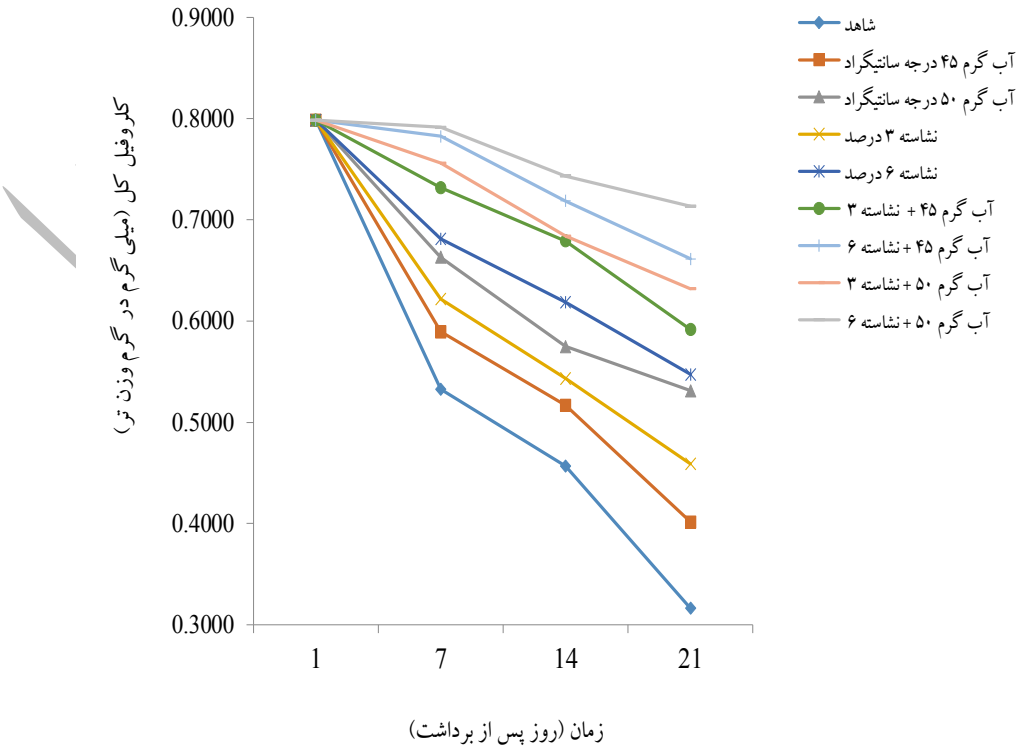
*حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح $P\leq0.05$ است.

۳-۲- میزان فنل و رنگریزه‌های گیاهی

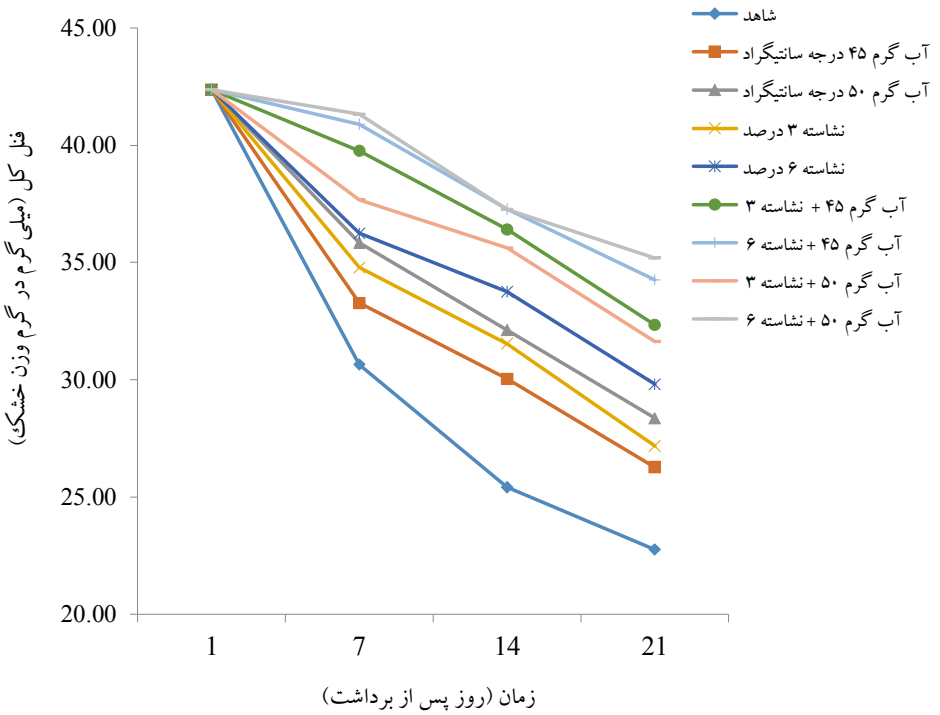
نتایج‌مربوط به میزان فنل و رنگریزه‌های گیاهی در اشکال ۱، ۲ و۳ نشان داد که بیشترین محتوای کارتنوئید، محتوای کلروفیل‌کل و میزان فنل کل به ترتیب با ۵/۴۰۰۳ و ۰/۷۴۹۵ میلی‌گرم در گرم وزن تر و ۳۷/۹۲ میلی‌گرم در گرم وزن خشک در تیمار آب‌گرم ۵۰ درجه سانتیگراد+ نشاسته ۶ درصد و کم ترین به ترتیب با ۳/۵۷۷۴ و ۰/۴۳۵۲ میلی‌گرم در گرم وزن تر و ۲۶/۲۸ میلی‌گرم در گرم وزن خشک در تیمار شاهد است. همچنین اثر تیمار بر محتوای کلروفیل کل و میزان فنل کل در سطح ۵٪ و بر محتوای کارتنوئید در سطح ۱٪، و اثر زمان و اثرمتقابل تیمار× زمان بر محتوای کلروفیل کل در سطح ۵٪ و بر محتوای کارتنوئید و میزان فنل‌کل در سطح ۱٪، معنی‌دار بود. کاهش رنگریزه‌های محصولات از جمله محتوای آنتوسیانین و کلروفیل به عنوان یک عامل آنتی‌اکسیدان غیرآنزیمی مهم در مقابله با تنش اکسیداتیو می‌تواند نشان دهنده تخریب بیشتر آنها در شدت‌های بالای تنش اکسیداتیو در طی مدت انبارمانی محصولات در پس از برداشت باشد (۲۱) که این کاهش در اثر تیمارهای آب گرم و پوشش خوراکی نشاسته بدلیل کاهش نفوذ اکسیژن و در نتیجه کاهش تنفس و تولید اتیلن، کمتر است (۲). فنل‌ها جزء متابولیت‌های ثانویه‌گیاهی هستند که توسط همه گیاهان سنتز می‌شوند و مسئول عطر، طعم و رنگ محصولات می‌باشند. مطالعات نشان داده است ارتباط مثبتی‌بین‌میزان ترکیبات فنلی و قدرت آنتی‌اکسیدانی گیاهان وجود دارد (۱۷). این ترکیبات، سلول‌ها را از خسارت اکسیداتیو محافظت نموده و پایداری غشای سلول را افزایش می‌دهند. فنل‌ها در طول دوره پس از برداشت به دلیل اینکه سوبسترای آنزیم پلی فنل اکسیداز هستند، کاهش می‌یابند (۴۰). در این پژوهش نیز محتوای آنتوسیانین و کلروفیل و میزان‌فنل‌در طی مدت انبارمانی‌میوه‌های‌گوجه‌فرنگی کاهش نشان‌دادکه‌این کاهش در تیمارهای مختلف دمایی و پوشش نشاسته نسبت به شاهد کمتر بود. تیمار گرمایی و پوشش خوراکی نشاسته با کاهش نفوذ اکسیژن به درون بافت‌های گیاهی و در نتیجه کاهش تنش اکسیداتیو موجب ثبات رنگریزه‌های‌گیاهی‌می‌گردد(۲۴،۲).رضائی‌وصداقت(۲۰۱۵) بیان نمودند که استفاده از پوشش‌ها و فیلم‌های خوراکی برای میوه‌ها و سبزی‌ها می‌تواند موجب به کاهش تنفس، تغییرات رنگ و حفظ ظاهر محصول گردند (۳۶). استفاده از پوشش‌های خوراکی از جمله گلوتن در انگور موجب افزایش غلظت درونی دی اکسید کربن و در نتیجه کاهش سنتز اتیلن و حفظ رنگریزه‌های گیاهی شد (۳۰). در میوه خرمالونیز استفاده از تیمار آب گرم سبب ثبات رنگریزه‌های گیاهی و ترکیبات فنلی‌گردید (۵). همچنین اثر تیمارهای دمایی در جلوگیری از کاهش شاخص‌های رنگ و میزان ویتامین‌ث میوه خرمالو در طول دوره پس از برداشت گزارش‌شده است(۳۲). یافته‌های به دست‌آمده از پژوهش با نتایج محققان در مورد اثر تیمار آب گرم و پوشش خوراکی‌نشاسته‌برمیزان‌فنل و رنگریزه‌های‌گیاهی محصولات باغبانی مطابق بود.



شکل ۱ـ اثر پوشش نشاسته و تیمار آب گرم بر محتوای کارتنوئید میوه گوجه‌فرنگی



شکل ۲ـ اثر پوشش نشاسته و تیمار آب گرم بر محتوای کلروفیل کل میوه گوجه‌فرنگی

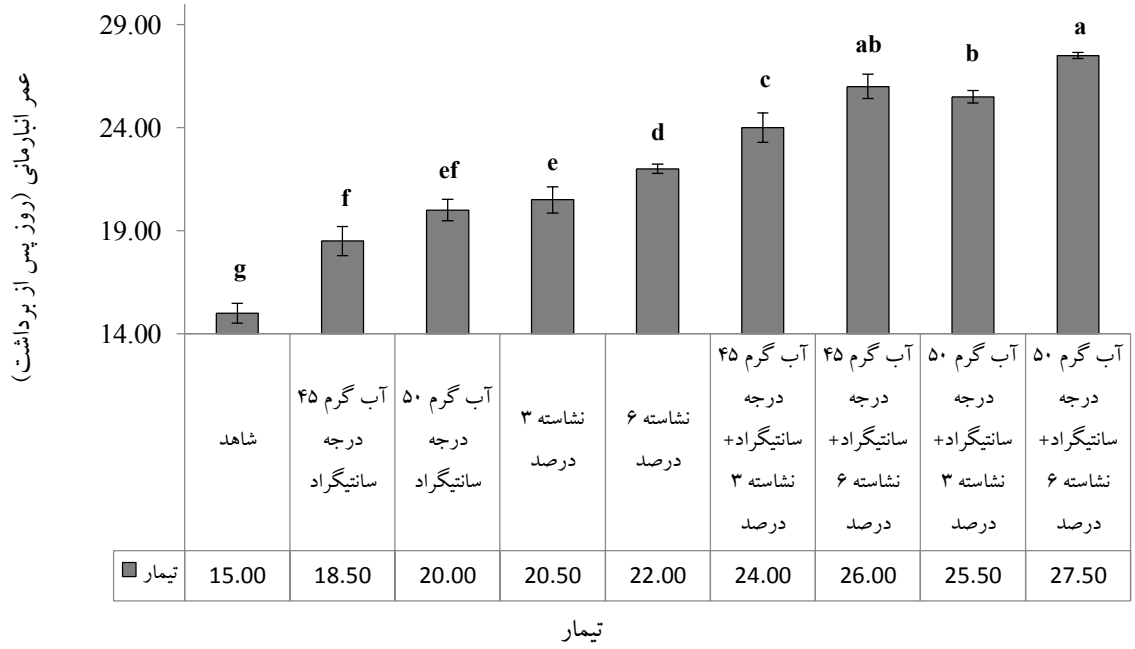


شکل ۳- اثر پوشش نشاسته و تیمار آب‌گرم بر میزان فنل کل میوه گوجه‌فرنگی

۳-۳-ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و عمر انبارمانی میوه‌های گوجه‌فرنگی

همان‌طورکه در اشکال ۴ و ۵ نمایان است، بیشترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی‌وعمرانبارمانی‌میوه‌های‌گوجه‌فرنگی به ترتیب با ۵/۳۶ درصد و ۲۷/۵ روز در تیمار آب‌گرم ۵۰ درجه سانتیگراد+ نشاسته۶درصدوکم‌ترین به ترتیب با ۳/۶۸ درصد و ۱۵ روز در تیمار شاهد می‌باشد. همچنین اثر تیمار بر ظرفیت‌آنتی‌اکسیدانی و عمر انبارمانی میوه‌های گوجه‌فرنگی درسطح۱٪ و اثر زمان واثر متقابل تیمار× زمان بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در سطح ۱٪، معنی‌دار است. در طی مدت انبارمانی محصولات، تنش‌های اکسیداتیو موجب افزایش رادیکال‌های‌آزاداکسیژن‌می‌شوند،اماسیستم‌های پاداکسندگی فعال درونی مانند رنگریزه‌های گیاهی و ترکیبات فنلی که خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارند و همچنین کاربرد تیمار گرمایی‌و پوشش‌خوراکی نشاسته با کاهش نفوذ اکسیژن و مهاررادیکال‌های‌اکسیژن‌می‌تواندبا بهبودظرفیت آنتی‌اکسیدانی وتعویق و تعویق پیری و در نتیجه افزایش عمر پس از برداشت محصولات شوند (۲۸). در پژوهش حاضر نیز استفاده از تیمارگرمایی وپوشش‌خوراکی‌نشاسته‌موجب بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی وعمرانبارمانی‌میوه‌های‌گوجه‌فرنگی تیمار شده نسبت‌به‌شاهد شد. نتایج تحقیقات حاضر با دستاوردهای باقری و همکاران (۱۳۹۵) که نشان داد تیمار میوه‌های خرمالو با آب گرم با افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و مهار رادیکال‌های‌آزاد، پیری را به تعویق انداخته و عمر انبارمانی میوه‌ها را بهبود داد (۲). سوتو زامارو و همکاران (۲۰۰۵) که بیان نمودند در میوه‌های‌گوجه‌فرنگی، استفاده از آب‌گرم پیش‌ازانبارداری‌سبب‌حداقل‌کاهش‌در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و بهبود عمر پس از برداشت شد (۳۹) و ناندان و همکاران (۲۰۱۷) که نشان داده است، استفاده از پوشش‌های خوراکی از جمله گلوتن گندم درمیوه‌توت‌فرنگی با بهبود فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، پیری را به تعویق انداخته و عمر پس از برداشت میوه‌ها را بهبود بخشیده است (۳۱) مطابق می‌باشد.

شکل ٤- اثر پوشش نشاسته و تیمار آب گرم بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه گوجه‌فرنگی (حروف لاتین غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار $P<0/05$ بین میانگین‌ها است)



شکل ۵- اثر پوشش نشاسته و تیمار آب گرم بر عمر انبارمانی میوه‌های گوجه‌فرنگی (حروف لاتین غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار $P<0/05$ بین میانگین‌ها است)

گوجه‌فرنگی یک بخش جدایی‌ناپذیر از رژیم غذایی انسان‌هاست که به صورت تازه خوری و یا فرآوری شده مانند رب، آب میوه، کچاب و غیره استفاده فراوانی دارد (۷). امروزه نگهداری محصولات در انبارهای چند منظوره با دمای پایین (کمتر از ۱۰ درجه سانتیگراد) سبب بروز خسارت سرمازدگی در محصولات فصل گرم از جمله گوجه‌فرنگی می‌شود. حساس بودن این محصول فرازگرا به سرمازدگی موجب بروز عوارضی مانند تشدید کاهش وزن، افزایش‌حساسیت‌به‌بیماری‌ها،فرورفتگی‌سطحی و رنگ‌گیری آهسته و غیرطبیعی می‌گردد (۴). نگهداری محصولات در دمای بالای انبار نیز موجب افزایش شدت تنفس و در نتیجه افزایش سرعت مصرف کربوهیدرات‌ها به‌عنوان پیش ماده تنفسی، افزایش تبخیر و تولید اتیلن می‌گردد (۱۸). در طی سال‌های اخیر تلاش‌های بسیاری برای دستیابی به روش‌هایی برای به حداقل رساندن مصرف ترکیبات مضر و در عین حال حفظ کیفیت و عمر انباری میوه و سبزی‌ها در انبارهای نگهداری در شرایط مناسب در جهان و ایران صورت گرفته است. به طورکلی تغییر الگوی نگهداری محصولات در پس از برداشت می‌تواند نقش مهمی در کاهش ضایعات آن‌ها در انبار داشته باشد. تحقیقات متعدد نشان داده است که کاربرد تیمار گرمایی موجب توسعه محتوای لیکوپن و رنگ‌گیری بهتر محصول، کاهش فعالیت آنزیم‌های موثر بر تجزیه دیواره سلولی از جمله پلی‌گالاکتروناز از طریق تبدیل مواد پکتیکی غیر محلول به پکتین‌هایی که حلالیت بیشتری دارند و همچنین ممانعت از تولید اتیلن از طریق کاهش فعالیت آنزیم‌های تولیدکننده اتیلن و در نتیجه کندی روند کاهش سفتی بافت و وزن میوه در طی مدت انبارمانی می‌گردد (۴). پوشش خوراکی نشاسته نیز با کاهش میزان تبخیر و تعرق و همچنین کاهش نفوذ اکسیژن و مهار رادیکال‌های اکسیژن می‌تواند سبب کاهش از دست‌دهی آب و ثبات وزن محصول، حفظ رنگریزه‌های گیاهی، بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و تعویق پیری و در نتیجه افزایش عمر پس از برداشت محصولات شود (**۱۸**). بنابراین با توجه به ارزش غذایی گوجه فرنگی، سطح زیر کشت و میزان زیاد تولید محصول و ارزش اقتصادی‌آن و همچنین تقاضای بازار در تمام سال، استفاده از تیمارهای مناسب پیش از انبار نمودن برای حفظ کیفیت و بهبود عمر انباری ضروری است که متاسفانه در ایران علی‌رغم تولید بالای این محصول به دلیل‌عدم‌وجود و یا بهره‌وری مناسب از تیمارها و تکنولوژی مناسب در پس‌ازبرداشت‌میزان تلفات محصول زیاد می‌باشد.

٤- نتیجه‌گیری

حفاظت از میوه‌ها و سبزی‌ها از زمان تولید تا هنگام مصرف بسیار مهم است. عوامل بسیاری مانند فساد میکروبی، تغییر ساختار مولکولی، از دست دادن برخی خواص تغذیه‌ای مانند ویتامین، تغییر رنگ و عطر و غیره موجب از بین رفتن ارزش مواد غذایی می‌شوند. از طرف دیگر افزایش تقاضا و نیاز جامعه به استفاده از ترکیبات طبیعی و تضمین‌کننده سلامت‌مصرف‌کنندگان‌و محیط زیست از جمله پوشش‌های خوراکی مانند نشاسته با توجه به نقشی که در تغذیه انسان‌ها دارد برای افزایش عمر پس از برداشت با حفظ کیفیت محصول بسیار ضروری و حائز اهمیت است. در این پژوهش از تیمار آب گرم و پوشش خوراکی نشاسته به منظور حفظ کیفیت وعمر انبارمانی میوه‌های گوجه فرنگی رقم Dafnis استفاده شد که مطابق با نتایج بدست آمده می‌توان بیان نمود که اعمال تیمار آب‌گرم ۴۵ یا ۵۰ درجه سانتیگراد به همراه پوشش نشاسته، برای حفظ کیفیت و ماندگاری میوه‌های گوجه فرنگی مناسب می‌باشد.

٥- منابع

۱. آقاجانی ع. ر، میرزایی ف، سعیدی اصل م. ر، پدرام‌نیا ا. ارزیابی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست کم چرب پروبیوتیک حاوی نشاسته ذرت و عصاره گیاه چویل. *نشریه‌ی نوآوری‌در علوم و فنّاوری غذایی*. ۱٤۰۱؛ (٤): ٦۷-۵۱.

۲. باقری م، اثنی‌عشری م، ارشادی، ا. ۱۳۹۵. اثر تیمار پس از برداشت آب گرم بر القاء مقاومت

به سرمازدگی در میوه خرمالو (*Diospyros kaki* Thunb.) رقم کرج. *مجله فن‌آوری تولیدات گیاهی*. ۱۳۹۵؛ ۸(۱): ۱٤-۱.

۳. جلیلی‌مرندی ر. ۱۳۹۲. فیزیولوژی بعد از برداشت. انتشارات جهاد دانشگاهی آذربایجان غربی، ٥۹٤ صفحه.

٤. حاتمی م، کلانتری، س. و دلشاد، م. ۱۳۹۱. اثر تیمار پس از برداشت آب گرم و شرایط دمای نگهداری بر میوه رسیده سبز گوجه فرنگی. *مجله علوم باغبانی ایران (علوم کشاورزی ایران)*. ۱۳۹۱؛ ٤۳(۲): ۱۲۳-۱۱۳.

٥. خادمی ا، زمانی ذ. ا، مستوفی ی، کلانتری س. رسولی، م. رفتار فیزیولوژیکی میوه خرمالو، رقم کرج، در پاسخ به تیمار پس از برداشت آب گرم و دمای انبارداری. *فصلنامه علوم و صنایع غذایی*. ۱۳۹٤؛ ٤۸(۱۲): ۲٦-۱۳.

٦. دانائی ا. عبدوسی و. ۱٤۰۰. اثر سیلیکون و نانوسیلیکون‌بربرخی
ویژگی‌های‌مورفوفیزیولوژیک و فیتوشیمیایی گیاه نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) تحت تنش شوری. *نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران*. ۱٤۰۰؛ ۳۷(۱): ۹۸-۱۱۲.

۷. دولت‌آبادی ز. الهامی‌راد ا. ح، اخلاقی فیض‌آباد س. ه، استیری س. ح. ۱۳۹٥. بررسی‌تاثیر غظت آنزیم‌و زمان گرمخانه گذاری بر میزان استخراج لیکوپن از تفاله گوجه فرنگی. *نشریه‌ی نوآوری در علوم و فنّاوری غذایی*. ۱۳۹٥؛ ۸(۳):۳۱-۲٥.

۸. راحمی ر. ۱۳۸۷. فیزیولوژی پس از برداشت، مقدمه‌ای بر فیزیولوژی و جابجایی میوه‌ها و سبزی‌ها. انتشارات دانشگاه شیراز، ٤۳۷ صفحه.

۹. ربیعی و. جزء قاسمی س. ۱۳۹۲. روش‌های کاربردی آزمایشگاهی در علوم باغی و زراعی. جهاد دانشگاهی واحد ارومیه، ۲٦۳ صفحه.

۱۰. ریاضی ا. میرزاعلیان دستجردی ع. م. ۱۳۹٥. اثرتیمارپس‌ازبرداشت‌آب گرم بر حفظ کیفیت و طول عمر میوه سیب رقم محلی بشاگرد. *چهارمین‌کنفرانس‌بین‌المللی‌پژوهش‌های کاربردی در علوم کشاورزی*، تهران.

۱۱. شکوهیان ع ا، لطافتی ف، فتحی‌آچاچلوئی ف، اصغری ع، الفتی ر. ۱۳۹۹. بررسی اثر زئین ذرت و گلوتن گندم، بر شاخص‌های کیفی و انبارمانی‌انگوررسمی‌مشکین. مجله *علوم باغبانی (علوم‌و صنایع کشاورزی)*. ۱۳۹۹؛ ۳٤(٤):۷۰۳-۶۹۳.

۱۲. صادق‌زاده مرندی چ. عمیدی‌فضلی ف. ۱۳۹٦. اثر پوشش خوراکی بر افزایش ماندگاری گوجه فرنگی. *کنفرانس بین‌المللی علوم کشاورزی، گیاهان‌دارویی و طب سنتی. دانشکده بین‌المللی ابن سینا گرجستان*.

۱۳. مستوفی ی، نجفی ف. ۱۳۸٤. روش‌های آزمایشگاهی‌تجزیه‌ای‌در علوم باغبانی. انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳٦ صفحه.

۱٤. مشایخی ک، آتشی ص. ۱۳۹٥. راهنمای آزمایشات‌فیزیولوژی گیاهی. انتشارات تحقیقات آموزش کشاورزی، ۳۱۸ صفحه

۱٥. مهدیان ر. ا، مولوی ه. حجت‌الاسلامی م. ۱۳۹۹. بررسی خصوصیات فیلم خوراکی بر پایه نشاسته سیب زمینی و گندم/ ژلاتین. *نشریه‌ی نوآوری در علوم و فنّاوری غذایی*. ۱۳۹۹؛ ۱۲(۱۲): ۱۱٤-۱۰٥.

۱٦. مهرزاد س. س، محمدی‌ثانی ع. بررسی اثر ۱-متیل‌سیکلوپروپن(MCP) برخصوصیات حسی، بافتی و تغذیه‌ای گوجه فرنگی رقم "راپسونا". *نشریه‌ی نوآوری در علوم و فنّاوری غذایی*. ۱۳۹٤؛ ۷(۲): ٤٦-۳۹.

۱۷. نعمت‌شاهی م م، الهامی‌راد ا. ح، نعمت‌شاهی ن، استیری س. ح. ۱٤۰۰. بررسی خواص

آنتی‌اکسیدانی و شناسایی ترکیبات شیمیایی عصاره‌های حاصل از برگ گیاه پرسیاوشان (*Adiantum capillus-veneris*). *نشریه‌ی نوآوری‌درعلوم و فنّاوری غذایی*. ۱٤۰۰؛ ۱۳(۱): ۱۵-۲۹.

۱۸. نکته‌سنج اول م، جاهد ع، مهدیان ر، آذری‌آنپار م. ارزیابی‌اثرعصارهٔ برگ زیتون به عنوان ترکیب فراسودمندبرویژگی‌های‌فیزیکوشیمیایی، میکروبی وحسی‌نوشیدنی‌آب‌گوجه‌فرنگی‌پالپ‌دار.*نشریه‌ی نوآوری‌درعلوم و فنّاوری غذایی*. ۱۳۹۷؛ ۱۰(٤): ۱۰، ۱۳٦-۱۱۹.

۱۹. وصال س.ر. ۱۳۹۷. هیدروپونیک،راهنمای کامل و عملی کشت بدون خاک. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ٤۱۰ صفحه.

۲۰. وظیفه‌دوست م، حسینی س.ا ، بختیاری س، جعفرنژاد ا. تأثیر تیمارهای پس از برداشت بر کیفیت گوجه‌فرنگی رقم *Early* Urbana ۲. *مجله علوم غذایی و تغذیه*. ۱۳۹۳؛ ۱۲(٤۵): ۷۱-۸۰.

21. Abdossi V, Danaee E. Effects of Some Amino Acids and Organic Acids on Enzymatic Activity and Longevity of *Dianthus caryophyllus* cv. Tessino at Pre-Harvest Stage. *Journal of Ornamental Plants*. 2019; 9(2): 93-104.
22. Arnon D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in vulgaris. *Plant Physioogyl*. 1949; 24(1): 1–15.
23. Bal E. Postharvest application of chitosan and low temperature storage affect respiration rate and quality of plum fruits. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 2013; 15(6): 1219-1230.
24. Besada C, Salvador A, Arnal L. Martinez-Javega J. M. Hot water treatment for chilling injury reduction of astringent 'RojoBrillante' persimmon at different maturity stages. *Horticulture Science*. 2008; 43: 2120–2123.
25. Celicel F. G Reid M. S. Postharvest handling of stock (*Matthiola incana*). *Horticulture Science*. 2002; 37: 144-147.
26. Derakhshan N, Shokouhian A. A, Fathi Achachlouei, B. Effect of Putrescine and Aloe Vera gel on biochemical indices of peach fruit var. red top during storage life. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*. 2019; 15(1): 159-170.
27. Gholami R, Ghanbarzadeh B, Dehghannia J. Potato Starch/ Montmorillonite-Based Nanocomposites: Water Sensitivity, Mechanical and Thermal Properties and XRD Profile Study. *Iranian Journal of Polymer Science and Tech*nology. 2013; 26(2): 91-100.
28. Khademi O, Salvador A, Zamani Z, Besada C. Effects of hot water treatments on antioxidant enzymatic system in reducing flesh browning of persimmon. *Food Bioprocess Technology*. 2013; 6: 3038-3046.
29. Luo Z. Extending shelf-life of persimmon (*Diospyros kaki* L.) fruit by hot air treatment. *European Food Research and Technology*. 2005; 51: 128-135.
30. Martinez-Romero D, Guillén F, Miguel Valverde J, Bailén G, Zapata P,Serrano M, Castillo S, Valero D. Influence of "Carvacrol "on survival of "Botrytis cinerea "Inoculated in table grapes. *International Journal of Food Microbiology*. 2007; 115(2): 144-148.
31. Nandane A. S, Dave R, Ramana Rao T.V. Optimization of edible coating formulations for improving postharvest quality and shelf life of pear fruit using response surface methodology. *Journal of Food Science and Technology*. 2017; 54:1-8.
32. Özdemir, A. E, Çandır, E. E, Toplu C, Kaplankıran M, Yıldız E, Inan C. The effects of hot water treatments on chilling injury and cold storage of -Fuyu persimmons. *African Journal of Agricultural Research*. 2009;4:1058-1063.

33. Patricia S, Palmu T, Grosso C. Effect of edible wheat glutenbased films and coatings on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) quality. *Postharvest Biology and Technology*. 2005; 36: 199–208.
34. Promyo K, Park Y. Shelf life of non-astringent 'Fuyu' persimmon by preheating and hot water dipping with antibrowning agent following cold storage. *Horticulture, Environment and Biotechnology*. 2009; 50:437-445.
35. Ranjbar R. 2011. The effect of Nickel Sulfate and Urea on generative growth and quantitative and qualitative characteristics of the strawberries (*Fragaria ananassa* Duch. cv. Pajaro). *Science and Techniques in greenhouse cultures*. 2011; 7: 41-48.
36. Rezaei M, Sedaghat N. 2015. Application of film and edible coatings to improve shelf life of fresh fruits and vegetables. *Third largest conference on food and food industries*.
37. Sadegipor M, Badiee F, Behmadi H, Bazyat B. The effect of methyl cellulose based active edible coatings on the storage life of tomato. *Journal of food science and technology*. 2012; 9 (35): 89-99.
38. Singh A, Kumar J, Kumar P. Effect of plant growth regulators and sucrose on post harvest physiology, membrane stability and vase life of cut spikes of *Gladiolus*. *Journal of Plant Growth Regulation*. 2008; 55:221-229.
39. Soto-Zamora G, Yahia E. M, Brecht J. K, Gardea A. Effects of postharvest hot air treatments on the quality and antioxidant levels in tomato fruit. *LWT-Food Science and Technology*. 2005; 38(6): 657-663.
40. Zarbakhsh S, Rastegar S. The effect of salicylic acid and gum arabic on some quantitative and qualitative characteristics of *Ziziphus mauritina* Lam during storage. *Journal of Food Technology and Nutrition*. 2017; 14 (2): 98-87.

(Original Research Paper)

The Effect of Starch Coating and Hot Water Treatment on the Quality and Shelf Life of Tomatoes (*Solanum lycopersicum*)

Saeid Gelyani [1], Elham Danaiee[2*]

1- MSc Student, Department of Horticulture, Garmsar Branch, Islamic Azad University, Garmsar, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Horticulture, Garmsar Branch, Islamic Azad University, Garmsar, Iran.

Received:13/08/2022 Accepted:08/12/2022

DOI: 10.30495/jfst.2022.1965400.1813

Abstract

In this research, the effect of using hot water treatment and starch as an edible coating on the nutritional characteristics and storage life of tomato cv. Dafnis during storage in a cold store with a temperature of 4±1 C° and a humidity 85 - 90% was investigated. The treatments included hot water of 45 and 50 C°, starch of 3 and 6 percent and their interaction effects. Sampling and evaluation of traits were done on the first days (starting the experiment), 7, 14 and 21 after applying the treatments**.** This research was conducted as a factorial experiment in a completely randomized statistical design with 9 treatments, 3 replications and each replication containing 5 fruits, a total of 135 tomato fruits. The results showed that the highest fruit relative fresh weight and cell membrane stability index, titratable acidity, pH and vitamin C in hot water 45 C°+ 6% starch treatment and the highest soluble solids, carotenoid and total chlorophyll, phenol and antioxidant capacity in hot water 50C°+ starch 6% treatment and the lowest in control. The highest percentage of fruit weight loss was obtained in control treatment and the lowest in hot water 45C° + 6% starch treatment. Also, the maximum and minimum storage life of tomato fruits were 27.5 and 15.0 days, respectively, in hot water 50 C°+ 6% starch treatment and the control. Therefore, according to the research results, it can be stated that the use of hot water and starch coating is suitable for maintaining the quality and shelf life of tomato cv. Dafnis.

Keywords: Antioxidant Capacity, Hot Water, Shelf life, Starch Coating, Tomato.

*Corresponding Author**:** dr.edanaee@yahoo.com