



## Effect of heat treatment and UV-C radiation on some biochemical compounds, Enzymatic activity and decay rate of Thomson novell orange fruit

Hossein Fereydooni<sup>1</sup>, Shohreh Zivdar<sup>2\*</sup> , Naser Alemzadeh Ansari<sup>3</sup>, Hojjatolah Rabaninasab<sup>4</sup>,  
Mohammad Hossein Razzaghi<sup>5</sup>

1. Ph.D. Student, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
2. Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
3. Associate Professor, Department of Horticultural Science Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
- 4, 5- Assistant Professor and Researcher respectively, Golestan Agriculture and Natural Resources Research Center, Gorgan, Iran

**Citation:** Fereydooni, H., Zivdar, SH., Alamzadeh Ansari, N., Rabaninasab, H., & Razzaghi, M.H. (2024) Effect of Heat Treatment and UV-C Radiation on Some Biochemical Compounds, Enzymatic Activity and Decay Rate of Thomson Novell orange fruit. *Plant Productions*, 46(4), 553-567

### Abstract

#### Introduction

Citrus fruits are susceptible to a number of fungal diseases that cause significant losses in the citrus industry in the postharvest stage. Worldwide, diseases have been primarily controlled for many years by the application of conventional fungicides. However, human health risks and environmental contamination associated with chemical residues and the proliferation of resistant strains of the pathogens are major problems associated with the continuous and widespread use of conventional postharvest fungicides. Heat and UV radiation treatments are the most common physical means used to control postharvest diseases of fresh fruits. The aim of this study was to investigate the effects of UV-C radiation and Hot Air Flow (HAF) treatment on decay control and some biochemical properties in Thomson navel oranges at cold storage.

#### Materials and Methods

In this experiment, the effects of heat treatments (37 °C for 24 hours), UV radiation (7.98 kJ / m<sup>2</sup>) and combination treatment (HAF\*UV) on the storage life of Thomson oranges were investigated. The statistical model of factorial experiment was in the form of a completely randomized design in which two factors of storage time and treatments were considered. After treatment, the fruits were stored at 5 ° C for 90 days during the storage period, the percentage of decay, fruit weight loss, and some biochemical properties and enzymatic activity were investigated. Statistical analysis of data was performed using SAS software and the mean data were compared using Duncan's multiple range test at a five percent probability level using MSTATC software.

\* **Corresponding Author:** Shohreh Zivdar  
**E-mail:** Zivdar\_s@scu.ac.ir



### Results and discussion

The results showed that radiation and heat treatment effectively reduced fruit rot. The lowest and highest percentage of cumulative rot was observed in the combined treatment with an average of 3.8% and the control treatment with an average of 12.7%, respectively. The control treatment and the combined treatment with the average of 5.68 and 2.94, respectively, had the highest and lowest fruit weight loss. During fruit storage, TSS, TA, TSS/TA and pH increased and TA decreased. The amount of ascorbic acid in fruits treated with hot air flow with an average of 35.54 mg per 100 g of fresh material was higher than the control treatment with an average of 30.67 mg per 100 g of fresh material. Antioxidant activity increased at the beginning of the period, however, the treatments did not have a significant effect on inhibiting DPPH radical activity in fruit flesh. The amount of total phenol, peroxidase and polyphenol oxidase enzyme activity in fruit flesh under the influence of heat treatment, initially increased with the period, which the enzyme activity decreased with increasing storage time.

### Conclusion

The results showed that radiation and heat treatment were effective in controlling post-harvest decay of Thomson oranges. Radiation had no significant effect on the biochemical changes of Thomson Novel orange fruit. According to the evaluated traits, heat and combination treatment succeeded in reducing the rate of rot and increasing the biochemical properties of the fruit during storage, so it can be considered as a suitable practical option.

**key words:** Decay, Hot air flow, Peroxidase, Polyphenol Oxidase, Radiation

تولیدات گیاهی، ۱۴۰۲، ۴۶(۴)، ۵۵۳-۵۶۷

<https://plantproduction.scu.ac.ir/>

ISSN (P): 2588-543X; ISSN (E): 2588-5979


Doi: 10.22055/ppd.2022.39210.2002

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۲۰



## اثر تیمار گرمایی و تابش اشعه UV-C بر ترکیبات بیوشیمیایی، فعالیت آنزیمی و میزان پوسیدگی میوه پرتقال رقم تامسون ناول

حسین فریدونی<sup>۱</sup>، شهره زیودار<sup>۲\*</sup> , ناصر عالم زاده انصاری<sup>۳</sup>، حجت اله ربانی نسب<sup>۴</sup> و محمد حسین رزاقی<sup>۵</sup>

۱- دانشجوی دکتری گروه علوم باغبانی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۲- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۳- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۴ و ۵- به ترتیب استادیار و محقق مرکز تحقیقات کشاورزی استان گلستان، ایران

### چکیده

در این مطالعه، اثر تابش اشعه UV-C و جریان هوای گرم بر میزان پوسیدگی، کاهش وزن، ویژگی‌های بیوشیمیایی و فعالیت شماری از آنزیم‌های دخیل در اکسیداسیون میوه پرتقال تامسون ناول مورد بررسی قرار گرفت. تیمارها شامل شاهد (عدم اعمال هرگونه تیمار)، پرتوتابی اشعه (تابش UV-C با شدت  $7/98 \text{ KJ m}^2$ )، هوای گرم (هوای گرم  $37^\circ \text{C}$  به مدت ۲۴ ساعت) و ترکیبی (UV-C + هوای گرم) بود که در چهار زمان انبارمانی صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که پرتوتابی اشعه و تیمار حرارتی به طور مؤثری پوسیدگی میوه را کاهش دادند و کمترین و بیشترین درصد پوسیدگی تجمعی به ترتیب در تیمار ترکیبی با میانگین ۳/۸ درصد و تیمار شاهد با میانگین ۱۲/۷ درصد مشاهده شد. بیشترین و کمترین کاهش وزن میوه در تیمار شاهد و تیمار ترکیبی به ترتیب با میانگین ۵/۶۸ و ۲/۹۴ مشاهده شد. در طول مدت نگهداری میوه صفات مواد جامد محلول، نسبت کل مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون و pH افزایش و اسید قابل تیتراسیون کاهش معنی‌دار یافت. میزان اسید اسکوربیک در میوه‌های تیمار شده با جریان هوای گرم با میانگین ۳۵/۵۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم در سطح معنی‌دار بالاتری نسبت به تیمار شاهد با میانگین ۳۰/۶۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم قرار داشت. فعالیت آنتی‌اکسیدانی در ابتدای دوره روند افزایشی داشت با این وجود تیمارها تأثیر معنی‌داری بر مهار فعالیت رادیکال DPPH در گوشت میوه نداشتند. میزان فنل کل، فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و پلی‌فنل اکسیداز در گوشت میوه تحت تأثیر تیمار گرمایی، در ابتدای دوره با افزایش همراه بود که با طولانی‌تر شدن زمان نگهداری از میزان فعالیت آنزیمی کاسته شد. با توجه به صفات ارزیابی شده تیمار گرمایی و ترکیبی موفق به کاهش میزان پوسیدگی و افزایش خواص بیوشیمیایی میوه طی انبارمانی گردید، از این رو می‌توان آن را به عنوان گزینه مناسب جهت کاربرد معرفی کرد.

کلید واژه‌ها: پراکسیداز، پرتوتابی، پلی‌فنل اکسیداز، پوسیدگی، جریان هوای گرم

\* نویسنده مسئول: شهره زیودار

رایانامه: Zivdar\_s@scu.ac.ir

### مقدمه

مرکبات با تولید ۱۴۳/۷۵۶ میلیون تن میوه در سال ۲۰۲۰ میلادی (F.A.O., 2020) رتبه دوم صنعت جهانی میوه را به خود اختصاص داده است. در سال ۲۰۲۰ میزان تولید مرکبات در ایران ۵/۶ میلیون تن بوده که میوه پرتقال با حدود ۳/۴ میلیون تن و سهم ۶۰ درصدی از کل میزان تولید مرکبات، دومین محصول میوه باغی در کشور به شمار می‌آید (Anonymous, 2019). طی دو دهه گذشته، مطالعات متعددی در خصوص تأثیر تیمارهای غیرشیمیایی مانند تابش اشعه، استفاده از ترکیبات طبیعی گیاهی، به‌کارگیری کنترل‌کننده‌های بیولوژیکی و یا استفاده از تیمارهای گرمایی (آب گرم، جریان هوای گرم) در کنترل پوسیدگی‌های پس از برداشت مرکبات انجام شده است. پرتوتابی اشعه روش نسبتاً جدیدی است که با قراردادن میوه‌ها و سبزی‌ها در معرض مقدار پایین نور ماوراءبنفش القاء مقاومت به پوسیدگی و افزایش عمر انباری را امکان‌پذیر نموده است (Erkan et al., 2001)؛ (Marquenie et al., 2002). هدف این تحقیق مطالعه تأثیر تیمار اشعه UV-C، تیمار گرمایی و ترکیبی در کنترل پوسیدگی و حفظ کیفیت پس از برداشت میوه پرتقال تامسون و تأثیر آن بر برخی فعالیت‌های بیوشیمیایی و آنزیمی در طول دوره نگهداری است.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌منظور بررسی تأثیر تیمار پرتوتابی اشعه، تیمار گرمایی، تیمار ترکیبی (گرما + اشعه یووی) و مدت زمان نگهداری بر میزان پوسیدگی و خصوصیات بیوشیمیایی میوه‌های پرتقال تامسون ناول (*Citrus sinensis L. Osbeck cv. Thamson Navel*) در شرایط سردخانه اجرا گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد که در آن، عامل نخست، تیمارهای شاهد (عدم هرگونه دست‌ورزی)، پرتوتابی اشعه (تابش

یو وی سی<sup>۱</sup> با شدت ۷/۹۸ کیلوژول بر مترمربع)، تیمار گرمایی (هوای گرم ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت) و تیمار ترکیبی (یو وی سی + هوای گرم) بود و عامل دوم، زمان انبارمانی (در ۴ سطح صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز) بوده است. در پیش‌آزمایشی که در سال ۱۳۹۸ اجرا شد، شدت مؤثر اشعه و دمای هوای گرم مؤثر به ترتیب به میزان ۷/۹۸ کیلوژول بر مترمربع و ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت، بهترین نتیجه را داشتند که برای این آزمایش انتخاب گردیدند. اعمال تیمار هوای گرم توسط دستگاه اتافک رشد (ژرمیناتور) با قابلیت‌های چرخش هوا در درون محفظه و تنظیم دما و رطوبت صورت گرفت. برای انجام تیمار اشعه از ۴ عدد لامپ ۱۵ وات فلیس با طول موج ۲۵۴ نانومتر استفاده شد بدین منظور اتافکی طراحی و دو سطح میوه به طور یکسان در فاصله ۱۵ سانتی‌متری از منبع اشعه به مدت ۲۱۰ ثانیه تیمار شد (Stevens et al., 1996). شدت پرتوهی مورد نیاز (۷/۹۸ کیلوژول بر مترمربع) توسط یو وی متر لوترون تنظیم گردید. میوه‌های تامسون ناول مورد آزمایش، از یک باغ با درختان پرتقال ۱۲ ساله پیوند شده روی پایه نارنج، در اطراف شهرستان گرگان، استان گلستان با عرض جغرافیایی ۳۶/۸۸ درجه و طول جغرافیایی ۵۴/۳۹ با میانگین دمایی ۲۴ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی ۵۴۰ میلی‌متر برداشت شدند. میوه‌ها در مرحله رسیدن تجاری، با شاخص برداشت (نسبت کل مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون) حدود ۱۰، جمع‌آوری گردید و جهت انجام تیمارهای لازم به آزمایشگاه صنایع غذایی بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات کشاورزی گلستان منتقل شدند. به‌منظور ارزیابی تأثیر زمان انبارمانی، میوه‌ها پس از اعمال تیمارها، در دمای ۵ ± ۰/۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی حدود ۸۵ تا ۹۰ درصد در سردخانه نگهداری و در فواصل زمانی ۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز تعدادی از آن‌ها به‌صورت تصادفی برای اندازه‌گیری

توسط اسید آسکوربیک و به روش اسپکتروفتومتری تعیین شد (Bor et al., 2006).

### فلاونوئید کل

اندازه گیری فلاونوئید به روش فتاحی مقدم و کیا و از طریق سنجش کالریمتری کلرید آلومینیوم انجام گرفت. غلظت فلاونوئید برحسب میلی گرم کوئرستین معادل گرم محلول استخراجی محاسبه شد (Fattahi Moghadam and Kia, 2013).

### اندازه گیری فنل کل

فنل کل بر اساس آزمون فولین سیوکالتو اندازه گیری شد. میزان جذب در طول موج ۷۶۵ نانومتر قرائت گردید. میزان فنل کل عصاره از روی منحنی استاندارد با غلظت‌های معین برحسب غلظت اسید گالیک (میلی گرم درصد میلی‌لیتر) بیان شد. (Fattahi Moghadam and Kia, 2013).

### ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت میوه به روش براند ویلیام و همکاران با کمی تغییر اندازه گیری شد. در این روش فعالیت خنثی‌کنندگی رادیکال ۲ و ۲-دی فنیل -۱-پیکریل هیدرازیل (DPPH) توسط عصاره نمونه با روش اسپکتروفتومتری در طول موج ۵۱۷ نانومتر تعیین شد. درصد فعالیت خنثی‌کنندگی رادیکال از رابطه (۳) محاسبه شد (Brand-Williams, 1989).

$$DPPH = [(AC-AS)/AC] \times 100 \quad (3)$$

که در آن AC جذب رادیکال DPPH خالص به‌عنوان کنترل و AS جذب DPPH بعلاوه نمونه بود. در این آزمایش از متانول به‌عنوان بلانک استفاده شد (Fattahi Moghadam and Kia Eshkavari, 2013).

### آنزیم پراکسیداز

بررسی فعالیت آنزیم پراکسیداز با اندکی تغییرات به روش همدا و کلین انجام شد. فعالیت آنزیم پراکسیداز بر اساس میزان اکسید شدن گایاکول در طول موج ۴۷۰ نانومتر تعیین گردید (Hemeda and kelin, 1990).

صفات به آزمایشگاه منتقل شدند. جهت بررسی خصوصیات بیوشیمیایی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه برداری در شروع دوره انبارمانی و سپس به فاصله زمانی هر ۳۰ روز تا سه نگهداری میوه انجام شد. در این آزمایش صفات زیر مورد بررسی قرار گرفت.

### درصد تجمعی پوسیدگی:

بدین منظور ماهانه تعداد میوه‌های پوسیده در هر تیمار شمارش و از رابطه (۱) به دست آمد (Faghhi Nasiri et al., 2019).

$$(1) \quad 100 \times (\text{تعداد میوه کل} / \text{تعداد میوه پوسیده}) = \text{درصد}$$

پوسیدگی

### درصد کاهش وزن

برای این کار در ابتدای آزمایش پس از شماره گذاری، وزن میوه‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت یک صدم گرم اندازه گیری و در زمان‌های مورد نظر، درصد کاهش وزن از رابطه (۲) محاسبه شد (Razzaghi, 2017).

$$(2) \quad 100 \times (\text{وزن اولیه} / \text{میزان کاهش وزن}) = \text{درصد}$$

کاهش وزن

### اسیدیته قابل تیتراسیون و مواد جامد محلول

جهت بررسی اسید قابل تیتر، عصاره میوه استخراج و اندازه گیری اسید قابل تیتراسیون با تیتراسیون آب میوه با محلول سود ۰/۱ نرمال همراه چند قطره شناساگر فنل فتالین تا ظهور رنگ صورتی انجام گرفت. میزان اسید قابل تیتراسیون بر حسب درصد اسیدسیتریک محاسبه گردید. میزان مواد جامد محلول با استفاده دستگاه رفکومتر دستی اندازه گیری و به صورت درصد گزارش شد. همچنین در طول دوره نسبت کل مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون نیز محاسبه شد. برای تعیین pH عصاره از pH متر دیجیتالی استفاده شد (Faghhi Nasiri et al., 2019).

### اندازه گیری ویتامین ث (اسید آسکوربیک)

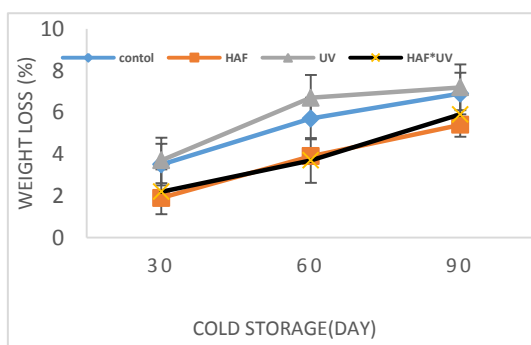
غلظت اسید آسکوربیک عصاره میوه بر اساس کاهش رنگ ترکیب ۲-۴-دی کلروفنل ایندوفنل<sup>۱</sup>

والنسیا در آب گرم (۴۵ درجه به مدت ۴۲ دقیقه) انجام گرفت، پرتقال‌ها رطوبت کمتری را از دست دادند و در طول انبارداری سفت‌تر باقی ماندند (Willams *et al.*, 1994). اثر تیمار گرمایی بر کاهش هدررفت وزن میوه می‌تواند به چند دلیل رخ دهد، گرما منجر به پخش یکنواخت تر و اکس طبیعی میوه روی سطح پوست آن می‌گردد. همچنین گرمادهی یک فرایند التیام‌دهی است که در سبزی‌هایی نظیر سیب‌زمینی‌هایی که پوستشان آسیب‌دیده بسیار کارآمد عمل نموده به احتمال در زخم‌های میکروسکوپی موجود در سطح پرتقال نیز گرما موجب التیام‌دهی شده باشد. در نهایت کاهش میزان تنفس در میوه‌های تیمار شده با هوای گرم نیز مورد استناد تعدادی از مقالات قرار گرفته است (Faghih Nasiri *et al.*, 2019; Wan *et al.*, 2020).

**Table 1. Analysis of variance table (weight losses and decay**

\*\*Significant difference at 1% probability level.

Means of squares			
Source	df	W. loss	Decay%
Time(A)	2	9.80**	56.24**
Treatment(B)	3	37.67**	38.60**
A×B	6	0.44**	8.31**
Error	24	1.008	0.74
CV(%)	-	21.12	17.53



**Figure 1. The effect of UV and heat treatment on weight loss of Thomson orange**

## فعالیت پلی فنل اکسیداز (PPO)

اندازه‌گیری فعالیت این آنزیم به روش Raymond *et al.* (1993) انجام گرفت. تغییرات جذب در طول موج ۴۳۰ نانومتر در فاصله زمانی ۴ دقیقه ثبت شد. میزان فعالیت آنزیم بر اساس تغییرات جذب برحسب میکرومول در دقیقه در گرم وزن تر بیان شد. آنالیز تجزیه آماری داده‌ها با نرم‌افزار SAS نسخه 9.1 انجام و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C نسخه 1.1 مقایسه شدند.

## نتایج و بحث

### تغییرات کاهش وزن

کاهش وزن و درصد پوسیدگی دو پارامتر مهم در تعیین کیفیت پس از برداشت میوه هستند. نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان‌دهنده آن است که تیمارهای اعمال شده (شاهد، پرتوتابی اشعه، گرمایی و ترکیبی) و اثر متقابل زمان با تیمار روی صفات کاهش وزن و درصد پوسیدگی در سطح احتمال آماری یک درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۱).

شکل شماره ۱ اثر تیمارها بر درصد کاهش وزن میوه در طول مدت نگهداری را نشان می‌دهد. براین اساس وزن میوه به تدریج در مدت انبارداری کاهش یافت. کمترین میزان کاهش وزن در ماه اول با میانگین ۲/۴۴ درصد و بیشترین آن با میانگین ۷/۹۸ درصد در انتهای دوره نگهداری ثبت شد. در انتهای دوره انبارداری بیشترین میزان کاهش وزن در تیمار UV-C با میانگین ۷/۲ و کمترین درصد کاهش وزن در تیمار گرمایی با میانگین ۵/۴ درصد مشاهده شد. در مطابقت با تحقیق حاضر، Wan *et al.* (2020) بیان نمودند که استفاده از تیمارهای گرمایی در جلوگیری از کاهش وزن میوه پرتقال نیوهال مؤثر بوده است. در تحقیقی که توسط ویلیامز و همکاران روی پرتقال‌های

است. (2019) Faghih Nasiri *et al.* نشان دادند که استفاده از تیمار گرمایی در کاهش پوسیدگی ناشی از عوامل قارچی مؤثر است. Alemzadeh Ansari and Fereidoon (2007) با بررسی اثر غوطه‌وری میوه پرتقال رقم والنسیا و محلی در آب گرم نشان دادند که تیمار گرمایی در کنترل پوسیدگی پس از برداشت مخصوصاً کپک سبز مؤثر بود، همچنین Ben-Yehoshua *et al.* (1996) گزارش کردند که گرمادرمانی باعث کنترل پوسیدگی‌های ناشی از قارچ پنی‌سیلیوم دیجیتاتوم گردید که موافق با نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش است.

#### مواد جامد محلول، نسبت کل مواد جامد محلول

به اسیدیته قابل تیتراسیون، اسید قابل تیتراسیون تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارها بر مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون و نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته در سطح احتمال آماری ۵ درصد معنی‌دار نبود، باین‌حال اثر زمان انبارمانی بر این صفات معنی‌دار بود (جدول ۳).

Table 2. Amount of fruit decay in treatments

Treatment	storage time(day)		
	30	60	90
Control	4/2a	8.2a	12.7a
Hot Air	2.2b	2.6c	4.5c
UV-C	4.3a	4.8b	6.1b
UV+ Hot Air	2.06b	3.4c	3.8c

The same letters in each column indicate no significant difference at the 1% level

Table 3. Analysis of variance table (Vitamin C, TSS, TA and TSS:TA)

Source	df	Means of squares			
		Vitc	TSS	TA	TSS/TA
Time(A)	3	43.57**	0.08 <sup>ns</sup>	0.002 <sup>ns</sup>	4.06 <sup>ns</sup>
Treatment(B)	3	147.77**	7.54**	0.081**	147.05**
A×B	9	6.30 <sup>ns</sup>	0.54 <sup>p</sup>	0.002 <sup>ns</sup>	4.81 <sup>ns</sup>
Error	32	4.05	0.260	0.004	4.72
CV(%)	-	5.41	4.42	9.57	12.59

Vit C= Vitamin C \*\*Significant difference at 1% probability level

#### درصد پوسیدگی

بررسی جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمارها و زمان نگهداری بر میزان پوسیدگی میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با افزایش طول دوره انبارداری میزان پوسیدگی نیز افزایش بیشتری پیدا کرد به‌نحوی که در انتهای دوره، بیشترین درصد تجمعی پوسیدگی در تیمار شاهد با میانگین ۱۲/۷ درصد و کمترین آن در تیمارهای ترکیبی به ترتیب با ۳/۸ درصد مشاهده شد. همچنین به‌کارگیری اشعه UV-C منجر به کنترل ۵۰ درصدی پوسیدگی نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۲). مطالعات گذشته نیز نشان داد که تیمارهای گرمایی و اشعه UV در کنترل پوسیدگی‌های پس از برداشت میوه مؤثر هستند. Gonduz and pazir (2013) گزارش کردند که تابش اشعه UV-C به طور قابل توجهی پوسیدگی ناشی از کپک‌های سبز و آبی را در میوه پرتقال را کاهش داد. Chalrz and Benhamou (2011) مقاومت القایی توسط تابش اشعه UV-C در گوجه‌فرنگی را ناشی از خاصیت ضد میکروبی و تجمع فیتوالکسین‌ها می‌دانند که عامل دفاع اولیه در برابر آلودگی میکروبی است. براین‌اساس تغییرات فراساختاری در اپی‌کارپ منجر به تشکیل یک مانع فیزیکی می‌شود که از ورود عوامل میکروبی می‌تواند ممانعت نماید. تقویت این سد و دیواره سلولی توسط ترکیبات فنلی ساده، لیگنین و سوبرین محافظت بیشتری در برابر هضم آنزیمی قارچی ایجاد می‌کند همچنین Khademi *et al.* و Chalutz *et al.* (1992) (2013) اثر پرتوتابی اشعه در کاهش پوسیدگی پس از برداشت در مرکبات و خرمالو را گزارش کردند که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. تأثیر تیمار گرمایی در کاهش شدت پوسیدگی ناشی از برخی بیماری‌های قارچی در میوه‌های مختلف گزارش شده

دارد. افزایش غلظت مواد جامد محلول طی دوره نگهداری می‌تواند ناشی از فعالیت‌های کاتابولیک درون‌سلولی و تجزیه برخی ترکیبات کربوهیدراتی پیچیده به قندها باشد (Rab *et al.*, 2010).

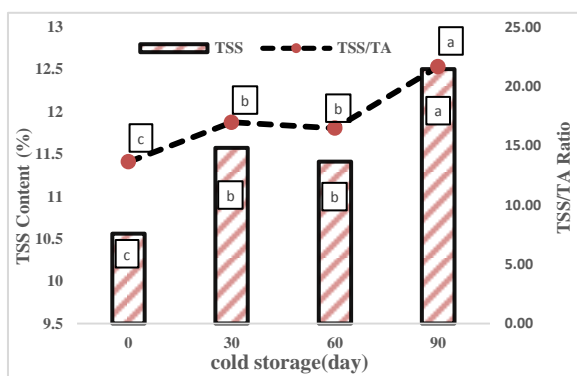


Figure 2. Changes of TSS and TSS/TA amounts storage at 5 °C

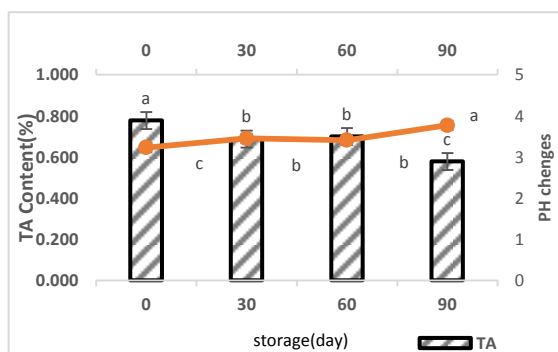


Figure 3. Changes of pH and TA amounts during 90 days of storage at 5 °C

### ویتامین ث

جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تغییرات میزان ویتامین ث در سطح احتمال آماری ۱٪ تحت تاثیر تیمارها و زمان انبارمانی معنی‌دار شد با این وجود اثر متقابل تیمار با زمان معنی‌دار نبود. همچنین نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اثر تیمار گرمایی و تیمار ترکیبی بر میزان ویتامین ث معنی‌دار شد، با این وجود بین تیمار اشعه و شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین با طولانی شدن دوره انبارمانی از میزان ویتامین ث کاسته شد،

نتایج نشان داد که کمترین میزان مواد جامد محلول با میانگین ۱۰/۵۶ در ابتدای دوره و بیشترین میزان آن با میانگین ۱۲/۶۴ درصد در انتهای دوره انبارمانی مشاهده شد (شکل ۲). نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون که شاخص تعیین‌کننده در طعم میوه مرکبات محسوب می‌گردد تابعی از تغییرات مواد جامد محلول و اسید قابل تیتراسیون بوده و بدیهی است این شاخص متناسب با افزایش مواد جامد محلول و کاهش اسید قابل تیتراسیون تغییر یافته است. تجزیه قندهای مرکب به قندهای ساده و همچنین شکسته شدن کربوهیدرات‌ها از جمله عوامل مؤثر در افزایش میزان مواد جامد قابل حل طی دوره انبارداری میوه‌ها است.

(Faghih Nasiri *et al.* (2019) گزارش کردند میزان مواد جامد محلول با افزایش مدت نگهداری میوه پرتقال به طور معنی‌داری افزایش یافته با این وجود بین تیمارهای گرمایی و شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

### تغییرات pH و TA

شکل ۳ تغییرات درصد اسید قابل تیتراسیون و pH را در طول زمان نشان می‌دهد. براین اساس با افزایش دوره انبارداری اسید قابل تیتراسیون روند کاهشی داشت. بیشترین میزان اسید قابل تیتراسیون در ابتدای دوره با میانگین ۰/۷۷ درصد و کمترین آن در ۹۰ روز پس از نگهداری با میانگین ۰/۵۷ درصد ثبت شد. همچنین pH عصاره در طول انبارمانی روند افزایشی نشان داد به نحوی که میانگین pH در ابتدای دوره ۳/۲۳ بوده که با طولانی‌تر شدن زمان نگهداری با کمی افزایش به ۳/۷۷ تغییر یافت.

در پژوهشی (Faghih Nasiri *et al.* (2019) با مقایسه تأثیر تیمارهای فیزیکی و شیمیایی بر کنترل پوسیدگی در پرتقال تامسون نشان دادند که تیمار گرمایی تأثیر معنی‌داری بر مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراژ نداشت و تغییرات تنها تحت تأثیر زمان نگهداری قرار داشت که با نتایج این تحقیق مطابقت



برحسب میلی گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم وزن تر نسبت به سایر تیمارها برتری داشت (شکل ۵).

Rapisarda et al. (2008) با بررسی روند تغییرات ترکیبات فنل کل گزارش کردند که تغییرات در ارقام مختلف از یک الگوی واحد پیروی نمی کند. Faghih Nasiri et al. (2019) با بررسی تأثیر تیمار آب گرم، واکس و قارچ کش بر عمر انبارداری میوه پرتقال تامسون ناول نشان دادند که اثر تیمارهای مختلف بر میزان فنل کل پوست و گوشت معنی دار بود، به نحوی که در تیمارهایی که از آب داغ استفاده شده بود میزان فنل کل گوشت و پوست در سطح بالاتری قرار داشت که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. در تحقیقی Nguyen et al. (2020) گزارش کردند که در میوه دراگون استفاده از تیمار آب گرم و پوشش کیتوزان تجمع ترکیبات فنلی را بهبود بخشید و میزان فنلی کل در میوه های تیمار شده پس از نگهداری در شرایط سرد افزایش یافت. Jin et al. (2016) گزارش دادند که در توت فرنگی تیمار حرارتی فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیا لایز (PAL) را افزایش داد که به تجمع بیشتر ترکیبات فنلی منجر شد. PAL آنزیم ضروری در مسیر فنیل پروپانویید است و نقش مهمی در ترکیبات فنلی و بیوسنتز فیتوالکسین ایفا می کند. این آنزیم در شرایط تنش پس از برداشت فعال بوده و روی میزان فنل کل گوشت میوه تأثیرگذار است (Oms-Oliu et al., 2008).

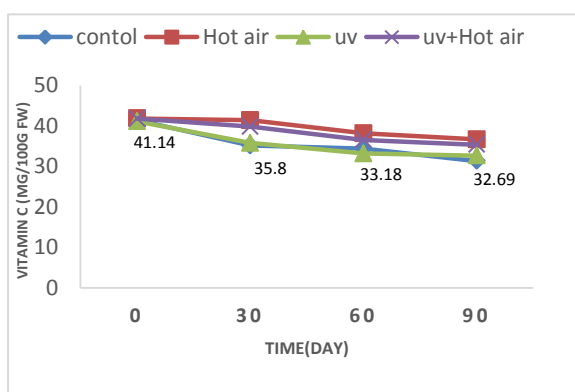


Figure 4. Changes of Vit- C amounts during storage time at 5 °C.

به نحوی که در انتهای دوره نگهداری بیشترین میزان ویتامین ث در تیمار گرمایی با میانگین ۳۵/۵۴ میلی گرم و کمترین میزان آن در تیمار شاهد با میانگین ۳۰/۶۷ میلی گرم در ۱۰۰ گرم ماده تر مشاهده شد (شکل ۴). نتایج این پژوهش نشان داد که تفاوت معنی داری بین تیمار یووی سی با شاهد وجود ندارد. (Siroeinejad et al. (2012) بررسی تأثیر تیمار اشعه یووی سی بر خصوصیات کیفی توت فرنگی گزارش کردند که تیمار اشعه تأثیر اندکی بر میزان ویتامین ث در توت فرنگی سلوا داشت. Wan et al. (2020) با بررسی تأثیر تیمار هوای گرم بر خصوصیات کیفی پرتقال نافدار نیوهال گزارش کردند که میزان ویتامین ث در طول انبارداری روند کاهشی داشته، استفاده از تیمار گرمایی در جلوگیری از کاهش اسید آسکوربیک موثر بود. براین اساس پایین بودن میزان تنفس در میوه پرتقال های تیمار شده با هوای گرم با حفظ میزان مطلوب ویتامین ث در طول دوره انبارداری در ارتباط بود. Faghih Nasiri et al. (2019) نشان دادند که میزان ویتامین ث در طول دوره انباری پرتقال تامسون کاهش یافت. در میوه های پرتقال که با قارچ کش تکنو و آب گرم تیمار شده بودند میزان بیشتری ویتامین ث حفظ شده بود که با یافته این تحقیق مطابقت دارد.

### تغییرات فنل کل

نتایج بررسی آنالیز واریانس داده ها در جدول ۴ نشان داده است. براین اساس اثر تیمارها، زمان و اثر متقابل زمان با تیمار در سطح احتمال آماری ۱٪ معنی دار شد. مقایسه میانگین اثر متقابل داده ها نشان داد که کمترین میزان فنل کل در ابتدای دوره با میانگین ۰/۵۳ در تیمار ترکیبی ثبت شد. با این وجود در این دوره بین تیمارها تفاوت معنی داری مشاهده نشد. با افزایش دوره انبارداری میزان فنل کل روند افزایشی داشت (دوره ۳۰ روز اول) در این مرحله میانگین فنل کل در تیمار گرمایی بالاتر از سایر تیمارها بوده و هم چنین بین تیمار شاهد با تیمار یووی سی تفاوت معنی داری مشاهده نشد. در انتهای دوره میوه های تیمار شده با هوای گرم - یووی (ترکیبی) میزان فنل کل با میانگین ۰/۷۸

تغییرات به شکل افزایشی - کاهشی بود که با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارد.

### ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

در بررسی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مشخص شد که تیمارها تأثیری معنی‌داری بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت میوه پرتقال رقم تامسون نداشتند. باین وجود اثر زمان در سطح احتمال آماری ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۴).

طی مدت نگهداری میوه در انبار میزان مهار رادیکال های DPPH در ۳۰ روز اول افزایشی بود به نحوی که میزان فعالیت از ۵۹/۰۱ درصد به ۶۵/۶۲٪ رسید، در ادامه انبارمانی و با نزدیک شدن به انتهای دوره فعالیت آنتی‌اکسیدانی روند نزولی پیدا کرده و به کمترین میزان یعنی به ۴۸/۲۳٪ کاهش یافت (شکل ۷).

کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌تواند با کاهش مقدار ترکیبات فنلی و اسید آسکوربیک مرتبط باشد. در پژوهشی Puttongsiri and Haruenkit (2010) با بررسی تغییرات فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره نارنگی تانجرین گزارش کردند که با افزایش مدت‌زمان نگهداری، میزان فنل کل افزایش یافت که منجر به افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی شد. مهم‌ترین نقش ترکیبات فنلی را می‌توان در افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ذکر کرد، گزارش شده است که بالا بودن ظرفیت آنتی‌اکسیدانی با میزان بالای فنل در ارتباط است (Oms-Oliu *et al.*, 2008). بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی در این پژوهش تأییدکننده نظریه فوق است. در شکل ۴ و ۵ محتوی اسید آسکوربیک و فنل کل در مدت‌زمان نگهداری میوه نشان داده شده است، تغییرات فعالیت آنتی‌اکسیدانی به طور مشابه با محتوی این دو ترکیب تغییر پیدا کرده است. Fattahi Moghadam (2013) and kia Eshkevari نشان دادند که طی انبارداری برخی از ارقام مرکبات به‌ویژه در نمونه‌های بدون واکس متناسب با افزایش ترکیبات فنلی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نیز افزایش یافت که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

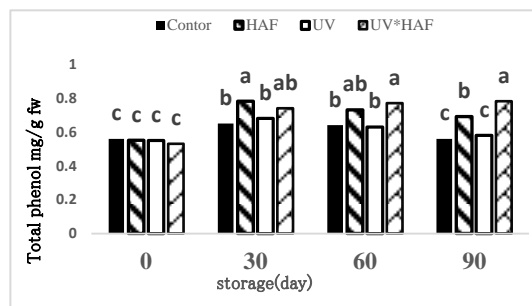
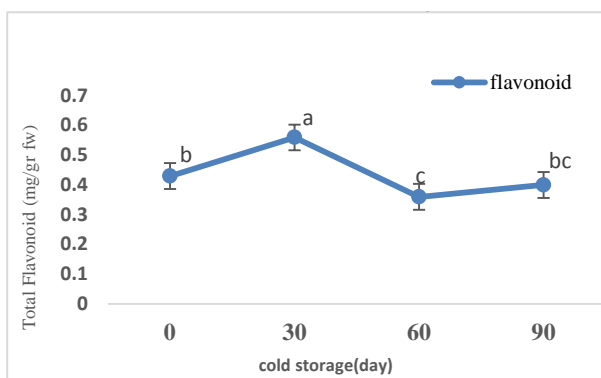


Figure 5. Interaction of treatment with time on total phenols amounts of pulp.

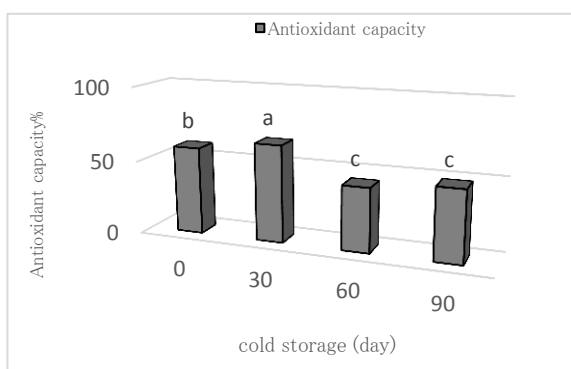
### تغییرات فلاونوئید کل

بررسی نتایج جدول آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارها تأثیری بر تغییرات فلاونوئید کل نداشتند ولی اثر زمان و همچنین اثر متقابل زمان و تیمار در سطح احتمال آماری ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۴). کمترین میزان فلاونوئید کل در ابتدای دوره با میانگین ۰/۴۳ میلی‌گرم بوده که با طولانی شدن دوره انبارمانی این میزان افزایش یافته به ۰/۵۶ میلی‌گرم در گرم وزن تر رسیده، با ادامه دوره نگهداری تغییرات فلاونوئید کل روند کاهشی پیدا نمود و از میزان آن کاسته شد، به نحوی در انتهای دوره میانگین آن به ۰/۴ میلی‌گرم در گرم ماده تر کاهش یافت (شکل ۶).

در پژوهشی Razzaghi (2017) گزارش داد که تغییرات فلاونوئید طی دوره نگهداری در انبار براساس تاریخ برداشت میوه متفاوت بود به نحوی که بسته به زمان برداشت میوه، این تغییرات در طی انبارمانی روند کاهشی - افزایشی داشت، همچنین Faghih Nasiri *et al.* (2019) گزارش کردند که اثر تیمار آب‌گرم، واکس و قارچکش بر میزان فلاونوئید کل معنی‌دار نشد، با این وجود اثر زمان معنی‌دار بود که با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارد. فلاونوئیدها می‌توانند به عنوان آنتی‌اکسیدان عمل کنند و پتانسیل آنتی‌اکسیدانی آن توسط ساختار شیمیایی آنها تعیین می‌شود. در آزمایشی Fattahi Moghadam and Kia (2013) Eshkevari نشان دادند که طی دوره ذخیره سازی میوه تغییرات فلاونوئیدها در رقم پرتقال تامسون افزایشی بود ولی در دیگر ارقام



**Figure.6.Changes of Total Flavonoid amounts during storage time at 5 °C.**



**Figure.7.Changes of antioxidant activity during storage time at 5 °C**

**Table 4. Analysis of variance table Total phenols(TP), Total flavonoid(TF), Antioxidant activity(AOX), polyphenoloxidase(PPO) and peroxidase(POD) enzyme activities.**

Means of squares						
Source	df	Total phenols	Total flavonoid	Antioxidant activity	PPO	POd
Time(A)	3	0.007**	0.002 <sup>ns</sup>	6.33 <sup>ns</sup>	0.004**	0.0007**
Treatment(B)	3	0.118**	0.131**	1168.80**	0.0005**	0.003**
A×B	9	0.005**	0.002**	7.56 <sup>ns</sup>	0.0001 <sup>ns</sup>	0.0002*
Error	32	0.001	0.0013	34.23	0.00006	0.00008
CV(%)	-	4.75	6.35	10.78	7.01	28.06

\* and \*\* Significant difference at 5% and 1% probability level

### تغییرات فعالیت آنزیمی پراکسیداز (POD)

آنزیم‌های پراکسیداز (POD) و سوپراکسید دیسموتاز (SOD) در کاهش پراکسیداسیون لیپیدی در میوه‌ها نقش ایفا می‌کنند. در جدول ۴ آنالیز میانگین مجموع مربعات فعالیت آنزیمی ارائه شده است که نشان می‌دهد اثر تیمارها و زمان انبارمانی بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز برحسب ظرفیت آنزیمی در سطح احتمال آماری ۱ درصد معنی‌دار شده است، با این وجود اثر متقابل تیمار با زمان معنی‌دار نبود. در شکل ۸ روند تغییرات فعالیت آنزیم پراکسیداز در طول دوره انبارمانی را نشان می‌دهد. براین اساس فعالیت آنزیم پراکسیداز در طول دوره انبارداری ثابت نبوده و روند افزایشی-کاهش داشت، به نحوی که میزان فعالیت آنزیمی در ابتدای دوره از ۰/۰۱۱ میکرو مول در گرم ماده تر به ۰/۰۵۰۴ میکرو مول افزایش یافت، با طولانی‌تر شدن دوره انبارمانی از فعالیت آنزیمی کاسته شد به طوری که این میزان در انتهای دوره به ۰/۰۳۲ میکرو مول کاهش یافت.

Wan et al (2020) فعالیت آنزیمی پراکسیداز (POD) و برخی دیگر از آنزیم‌ها را در میوه‌هایی که با هوای گرم تیمار شده بودند مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که میزان فعالیت آنزیمی در میوه‌های پرتقال تیمار شده با جریان هوای گرم در سطح بالاتری نسبت به تیمار شاهد قرار داشتند.

بررسی روند تغییرات فعالیت آنزیم پراکسیداز در این پژوهش با نتایج تحقیق ذکر شده مطابقت دارد. فعالیت آنزیم پراکسیداز با آغاز القاء مقاومت گیاه که شامل مکانیسم‌های دفاعی از قبیل لیگنینی و سوبرینی شدن دیواره سلولی است مرتبط است ( Yao and Tian, 2005). کنترل مؤثر پوسیدگی انباری توسط تیمار گرمایی و یا ترکیبی که در این گزارش مشاهده شده را می‌توان به افزایش فعالیت‌های آنزیمی نسبت داد.

### تغییرات فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز (PPO)

در شکل ۹ تغییرات فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز ارائه شده است. بررسی نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارها و زمان در سطح احتمال آماری ۱٪ و همچنین اثر متقابل زمان با تیمار در سطح احتمال آماری ۵٪ بر میزان فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز معنی‌دار بود (جدول ۴). همچنین نتایج اثر متقابل تیمار با زمان نشان داد که فعالیت آنزیم PPO در همه تیمارها روند افزایشی داشت به نحوی که در تیمار گرمایی این میزان از ۰/۱۰۹ میلی مول به ۰/۱۳۹ میلی مول در گرم ماده تر افزایش پیدا کرد با این وجود تغییرات در تیمار اشعه و تیمار شاهد به نسبت کمتر بود (شکل ۹).

در آزمایشی (Gao et al., 2018) تغییرات کیفی و بیوشیمیایی میوه‌های پرتقال را در واکنش به پوشش کتوزان بررسی کردند و نشان دادند که فعالیت آنزیم PPO میوه در مراحل اولیه نگهداری روند صعودی داشت و سپس شروع به کاهش نمود. نتایج این گزارش با تحقیق حاضر مطابقت دارد. آنزیم PPO به طور گسترده در طبیعت وجود دارد و در اکثر میوه‌ها و سبزی‌ها قابل مشاهده است. این آنزیم در حضور اکسیژن مولکولی هیدروکسیلاسیون مونوفنل‌ها را به دی‌فنل‌ها و متعاقباً به کوئینون‌ها کاتالیز می‌کند. گزارش شده است که آنزیم‌های PPO و POD مسئول اکسیداسیون فنلی در سلول‌های گیاهی به کینون‌های ضد میکروبی هستند و گیاهان را در برابر آسیب ناشی از حمله پاتوژنی محافظت می‌کنند (Wang et al., 2013). اگرچه فعالیت آنزیم PPO می‌تواند در کاهش ترکیبات فنلی مؤثر باشد. با این وجود به نظر می‌رسد این آنزیم در کنترل پوسیدگی میوه که در این گزارش پیش‌تر به آن اشاره شد نقش داشته باشد.

حفظ کیفیت بیوشیمیایی عصاره مفید باشد. با عنایت به نتایج این پژوهش و تاثیر مثبت اشعه UV-C در کنترل پوسیدگی های پس از برداشت میوه پرتقال تامسون تحقیق در خصوص اثر بازدارندگی شدت های متفاوت اشعه UV-C بر کیفیت بیوشیمیایی و کنترل بیماری های ارقام مختلف پرتقال و دیگر گونه های مرکبات پیشنهاد می گردد.

### سپاس گذاری

این پژوهش بر اساس تأمین مالی از طریق پژوهانه انجام پذیرفت و به این وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز و همچنین از همکاری خانم‌ها مهندس مهربان، مهندس دودانگه و مهندس یونس آبادی در انجام این پژوهش تشکر و قدردانی می گردد.

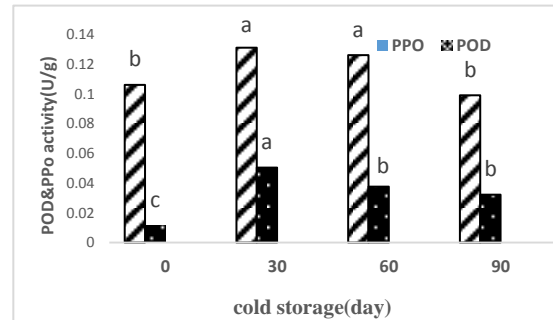


Figure 8. Changes of PPO and POD contents during storage time at 5 °C

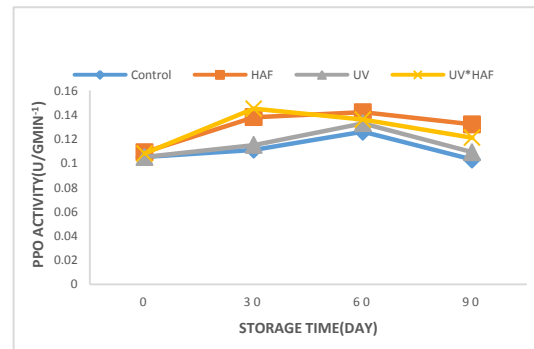


Figure 9. Effects of HAF and UV treatment on enzyme activities of PPO during 90 days of cold storage at 5 °C. The symbol\* represent significantly higher

### نتیجه گیری

تیمار اشعه UV-C تأثیر معنی داری بر خصوصیات بیوشیمیایی گوشت میوه پرتقال نداشت، از طرفی استفاده از تیمار گرمایی منجر به بهبود برخی از خصوصیات بیوشیمیایی میوه در مقایسه با تیمار شاهد گردید، از جمله این صفات می توان به بالا بودن میزان ویتامین ث و فنل کل اشاره کرد. نتایج این پژوهش نشان داد که فعالیت آنتی اکسیدانی با افزایش میزان فنل کل و فلاونوئید کل افزایش یافت هم چنین استفاده از تیمار گرمایی به تنهایی و یا در ترکیب با اشعه منجر به افزایش میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز و پلی فنل اکسیداز شد. نتایج نشان داد که فعالیت آنزیمی در طول زمان ثابت نبوده و روند افزایشی- کاهشی داشت. کاربرد اشعه UV-C توأماً با تیمار گرمایی می تواند در کنترل پوسیدگی پس از برداشت میوه پرتقال تامسون و

## Reference

- Alemzadeh Ansari, N. & Feridoon, H. (2007). Postharvest application of hot water, fungicide and waxing on the shelf life of Valencia and local oranges of Siavarz. *Asian Journal of Plant Science*. 6, 314-319.
- Anonymous. (2019). Statistics of horticultural crops .Communication and information technology center Tehran, IRAN: Ministry of Jihad Agriculture. [In Persian]
- Ben-Yehoshua, S., Kim, J. & Shapiro, B. (1989). Curing of citrus fruit, applications and mode of action. *International Controlled Atmosphere Research Conference Proceedings*. 2, 161-179.
- Berk, Z. (2016). *Citrus Fruit Processing*. Academic Press is an imprint of Elsevier.
- Bor, J.Y., Chen, H.Y. & Yen, G. Ch. (2006). Evaluation of antioxidant activity and inhibitory effect on nitric oxide production of some common vegetables. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 54, 1680-1686.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT- Food Science and Technology*. 28, 25-30.
- Charles, M.T., Arul, J. & Benhamou , N. (2011). UV-C-Induced Disease Resistance in Tomato Fruit is a Multi- Component and Time-Dependent System. *Acta Horticulturae*. DOI: 10.17660/ActaHortic905.27.
- Chalutz, E., Droby, S., Wilson, C. L. & Wisniewski, M. E. (1992). UV-induced resistance to postharvest diseases of Citrus fruit. *Journal of Photochemistry and Photobiology*. 15, 367-374.
- Erkan, M., Wang, C. Y. & Krizek, D. T. (2001). UV-C radiation reduces microbial populations and deterioration in *Cucurbita pepo* fruit tissue. *Environmental and Experimental Botany*. 45(1), 1-9.
- F.A.O. (2020). FAOSTAT Agriculture data of world Citrus area harvest and production statistics . <http://faostat3.org>.
- Faghih Nasiri, M., Omidbaigi, R., Fakhri Tabatabaie, S. M., Arzani, K. & Zare, R. (2019). Comparison of the effect of physical and chemical treatments on decay control, qualitative characteristics and some flavonoids of Thomson-navel orange fruits in cold storage. *Journal of Food Science and Technology*. 86(16), 133-146. [In Persian]
- Fattahi Moghadam, J. & Kia eshkevarian. M. (2013). Response of bioactive compounds in some citrus fruits. *Journal of Plant Production*. 20 (2): 59-72. [In Persian]
- Gao, Y.; Kan, C.; Wan, C.; Chen, C.; Chen, M. & Chen, J. (2018). Quality and biochemical changes of navel orange fruits during storage as affected by cinnamaldehyde-chitosan coating. *Scientia Horticulture*. 239, 80-86.
- Gonduz, G, T,İ. & Pazir. F. (2013). Inactivation of *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum* under in vitro and in vivo conditions by using UV-C light. *Journal of Food Protection*. 76(10), 1761-1766.
- Hamzehzad, kh., Rabiee,V., Naseri, L, A. & Hemmati, S. (2009). Effect of radiation and calcium chloride on the quality and shelf life of peach fruit of saffron cultivar. *Iranian Journal of Horticultural Sciences*. 40(4), 53-59. [In Persian]
- Hemmati, S., Moallemi, N. & Naseri, L. (2007). The effects of UV-C irradiation on quality and storage life of Golden Delicious and Red Delicious apples. *Iranian Journal of Agricultural Science*. 38(3), 519-527.
- Hemeda, H. M. & Kelin. B. P. (1990). Effects of naturally occurring antioxidants on peroxidase activity of vegetables extracts. *Journal of Food Science*. 55, 184-192.
- Jin, O.; Zheng, C.; Huang, Y. P., Wang, X. L.; Luo, Z. S. & Zheng, Y. H. (2016). Hot air treatment activates defense responses and induces resistance against *Botrytis cinerea* in strawberry fruit. *Journal of Integrative Agriculture*. 15, 2658-2665.
- Khademi, O., Zamani, Z., Mostofi, Y., Adib, J. & Ahmadi, A. (2013). Effect of UV-C radiation on postharvest physiology of persimmon fruit (*Diospyros kaki* Thunb.) cv. 'Karaj' during storage at cold temperature. *International Food Research Journal*. 20(1), 247-253
- Kluge; R. A., Jomori; M. L. L., Jacomino; A. P., Vitti; M. C. D. & Vitti, D. C. C. (2003). Intermittent warming of "Tahiti" lime to prevent chilling injury during cold storage. *Scientia Agricola*. 60, 729-734.

- Marquenie, D., Michiels, C. W., Geeraerd, A. H., Schenk, A., Soontjens, C. & Van Impie, J. F. (2002). Using survival analysis to investigate the effect of UV-C and heat treatment on storage rot of strawberry and sweet cherry. *International Journal of Food Microbiology*. 73, 187-196.
- Nguyen, H. T., Boonyariththongchai, P., Buanong, M., Supapvanich, S. & Wongs-Aree, C. (2020). Postharvest hot water treatment followed by chitosan- and  $\kappa$ -carrageenan-based composite coating induces the disease resistance and preserves the quality in dragon fruit (*Hylocereus undatus*). *International Journal of Fruit Science*. 20, 1097-1109.
- Oms-Oliu, G., Soliva-Fortuny, R. & Martín-Belloso, O. (2008). Edible coatings with antibrowning agents to maintain sensory quality and antioxidant properties of fresh-cut pears. *Postharvest Biology and Technology*. 50, 87- 94.
- Puttongsiri, T. & Haruenkit, R. (2010). Changes in ascorbic acid, total polyphenol, phenolic acids and antioxidant activity in juice extracted from coated kiew wan tangerine during storage at 4, 12 and 20°C. *Kasetsart Journal*. 44, 280-289.
- Rab, A., Haq, S., Khalil, S. A. & Ali, S. G. (2010). Fruit quality and senescence related changes in sweet orange cultivar blood red uni-packed in different packing materials. *Journal of Agriculture*. 26, 221-227.
- Rapisarda, P., Bianco, M.L. & Pannuzzo, P. (2008). Effect of cold storage on vitamin C, phenolics and antioxidant activity of five orange genotypes (*Citrus sinensis* L.) Osbeck. *Postharvest Biology and Technology*. 49, 348-354.
- Raymond, J., Rakariyatham, N. & Azanza, J. L. (1993). Purification and some properties of polyphenoloxidase from sunflower seeds. *Phytochemistry*, 34, 927-931.
- Razzaghi, M. H. (2017). The effects of sorting on orange (Thomson navel) post-harvest Losses. PhD Thesis. Horticulture science. University of Tehran. [In Persian]
- Stevens, C., Khon, V. A., Lu, J. Y., Wilson, C. L., El Ghaouth, A., Cholutz, E. & Doroby, S. (1996). Low dose UV-C Light as a new approach to control decay of harvested commodities. *Plant Pathology*, 1, 155-169.
- Wan, C., Kahramanoglu, I., Chen, J., Gan, Z. & Chen, C. (2020). Effects of hot air treatments on postharvest storage of Newhall Navel orange. doi:10.3390/plants9020170.
- Wang, X. L.; Xu, F.; Wang, J.; Jin, P. & Zheng, Y. H. (2013). *Bacillus cereus* AR156 induces resistance against *Rhizopus* rot through priming of defense responses in peach fruit. *Food Chemistry*. 136, 400-406.
- Williams, M. H., Brown, M. A., Vesk, M. & Brady C. (1994). Effect of postharvest heat treatments on fruit quality, surface structure, and fungal disease in Valencia oranges. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 34, 1183-1190.
- Yao, H. & Tian, S. (2005). Effects of pre and post-harvest application of salicylic acid or methyl jasmonate on inducing disease resistance of sweet cherry fruit in storage. *Postharvest Biology and Technology*. 35, 253-262. doi:10.1016/j.postharvbio.2004.09.001.