بررسی اثرات اسانس مرزنجوش بر خواص کیفی و بیوشیمیایی میوه گیلاس رقم تک‌دانه مشهد

چنور حسینی[۱]*، محمدرضا اصغری[۲]، مریم خضری[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۵/۱۶- تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۷/۲۱)

چکیده

میوه‌ها و سبزیجات حاوی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی هستند که از میان آن‌ها میوه گیلاس با بیشترین تراکم آنتی‌اکسیدانی، نقش عمده‌ای در پیشگیری از بیماری‌ها و حفظ سلامت انسان دارد. علاوه بر این مصرف و تقاضا برای محصولاتی با کیفیت بالا، سالم و عاری از بقایای ترکیبات شیمیایی روز به روز درحال افزایش است. پژوهش حاضر به منظور ارزیابی تأثیر اسانس گیاه دارویی مرزنجوش در ۵ سطح (۰، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میکرولیتر بر لیتر) به صورت اسپری برروی میوه‌های برداشت شده گیلاس رقم تک دانه مشهد انجام شد و میوه‌ها در دمای ۰/۵±۱ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰ الی ۹۵ درصد نگهداری شدند. میوه‌ها با فاصله ۱۵ روز در یک دوره ۳۰ روزه از سردخانه خارج شده و شاخص‌های فیزیولوژیکی مختلفی از قبیل میزان مواد جامد محلول (TSS)، مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، pH، سفتی بافت میوه، آنتی‌اکسیدان کل براساس ظرفیت جاروب کنندگی رادیکال آزاد DPPH، محتوای فنل و فلاونوئید کل مورد ارزیابی قرارگرفت. نتایج نشان داد که اسانس مرزنجوش در غلظت ۷۵۰ میکرولیتر در لیتر برمیزان pH، TSS، TA، سفتی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و همچنین در غلظت ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر بر محتوای فنل و فلاونوئید کل تأثیر معنی‌داری در مقایسه با شاهد داشت. به‌طوری‌که تیمار اسانس باعث حفظ pH و TSS در سطح پایین‌تری نسبت به شاهد شد. همچنین باعث کند شدن روند کاهش TA و سفتی بافت میوه گردید. علاوه بر این در غلظت‌های بالاتر اسانس، افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات فنولی را شاهد بودیم. نتایج بدست آمده نشان داد که کاربرد پس از برداشت اسانس مرزنجوش در میوه گیلاس رقم تک‌دانه مشهد با حفظ ویژگی‌های کیفی و افزایش خواص آنتی‌اکسیدانی، می‌تواند به عنوان یک روش سالم جهت افزایش ماندگاری این میوه معرفی شود.

کلمات کلیدی: آنتی‌اکسیدان کل، ترکیبات فنلی، عمر پس از برداشت، گیلاس

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه
۲- استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
۳- استادیار گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
* پست الکترونیک: hosseini123@gmail.com

مقدمه

گیلاس (*Prunus avium* L.) از خانواده روزاسه (Rosaceae) و زیرگونه پرونوییده است و محل پیدایش آن نواحی بین دریای سیاه و دریای خزر می‌باشد (وونش و هرمز[1]، ۲۰۰۴). میوه گیلاس ساده، گوشتی و شفت است که درون‌بر میوه سخت و چوبی شده است و پوشش دانه غشایی و نازک است. سطح میوه صاف و میوه دارای یک هسته می‌باشد (گنجی مقدم و بوذری، ۱۳۸۸). گیلاس یکی از محصولات مهم و جذاب باغبانی در دنیا می‌باشد. در ایران نیز این محصول به دلیل طعم و مزه مطلوب و دوره رسیدگی کوتاه میوه و تولید در اوایل فصل از اهمیت بالایی برخوردار است (نعمتی و عبدالله‌زاده، ۱۳۸۷). میوه‌های گیلاس علاوه بر مصرف تازه خوری برای تهیه ژله، مربا، آب‌میوه و کمپوت مورد استفاده قرار می‌گیرند و حاوی قند، ویتامین‌های A، B1، B2 و D و همچنین حاوی مواد معدنی نظیر پتاسیم، کلسیم و به مقدار زیادی منیزیم هستند (جلیلی‌مرندی، ۱۳۸۸). اسیدهای آلی به همراه قند اثر مهمی در طعم میوه دارند. اسید غالب میوه گیلاس اسید مالیک است (راحمی، ۱۳۸۹). میوه گیلاس شامل تراکم بالایی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی می‌باشد که بخش مهمی از رژیم غذایی انسان را شامل می‌شوند.

با افزایش جمعیت جهان و نیاز روزافزون مردم به فرآورده‌های باغی، جلوگیری از ضایعات پس از برداشت این محصول بسیار حائز اهمیت می‌باشد. میوه گیلاس بعد از برداشت به سرعت فاسد می‌شود و در برخی موارد با کیفیت بسیار پایین بدست مصرف‌کننده می‌رسد. دوره نگهداری گیلاس به وسیله عوامل مختلفی از جمله تلفات وزن، تغییر رنگ، نرم شدگی، گسترش علایم فرورفتگی سطحی، قهوه‌ای شدن دم میوه و پوسیدگی انباری محدود می‌گردد (مارتینز[2] و همکاران، ۲۰۰۵).

مرزنجوش با نام علمی *Origanum vulgare* متعلق به خانواده Labiatae می‌باشد که از تنوع مورفولوژیکی و شیمیایی بالایی در سراسر جهان برخوردار است. به دلیل تنوع مورفولوژیکی بالا، این جنس به ۱۰ بخش و ۴۲ گونه تقسیم‌بندی شده است. این گونه گیاهی علفی، چندساله، دارای سه زیرگونه (*Origanum vulga*subsp.*vulgare,O. vulgare* subsp. *gracile, O. vulgare* subsp. *viride*) در ایران می‌باشد. ساقه‌های این گیاه دارای انشعابات کم و کوتاه با کرک‌های پراکنده یا بدون کرک هستند (مظفریان[3]، ۱۹۹۸). عصاره مرزنجوش علاقه محققان و پژوهشگران زیادی را به عنوان عامل آنتی‌میکروبی و آنتی اکسیدانی زیاد به خودش جذب کرده است. این گیاه حاوی غلظت بالایی از ترکیبات فنلی شامل کارواکرول و تیمول می‌باشد که به طور عمده اثر نگه‌دارندگی این گیاه مربوط به ترکیبات پلی فنلی است که در نهایت باعث خنثی کردن رادیکال‌های آزاد و ممانعت از اکسیداسیون می‌شود (تاج‌کریمی[4] و همکاران، ۲۰۱۰). تاکنون گزارش زیادی از کاربرد اسانس مرزنجوش (زیرگونه *Vulgare*) در افزایش ماندگاری پس از برداشت میوه‌ها و بویژه گیلاس رقم تک‌دانه مشهد ارائه نشده است با این حال سیواکومار و باتیستا-بانوس[5] (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای بیان داشتند که استفاده از پوشش کیتوزان و اسانس مرزنجوش در میوه انگور باعث حفظ ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و همچنین برخی از ویژگی‌های حسی در میوه می‌شود. همچنین محققان گزارش کرده‌اند که تیمار ترکیبی اسانس مرزنجوش و رزماری در انگور به طور قابل توجهی جوانه‌زنی اسپور قارچ آسپرژیلوس را کاهش داده است (دسوسا[6] و همکاران، ۲۰۱۳). با توجه به افزایش تقاضا و نیاز جامعه، استفاده از ترکیبات طبیعی و تضمین کننده سلامت مصرف‌کنندگان جهت افزایش ماندگاری و ارزش دارویی محصول بسیار ضروری و حائز اهمیت است. لذا هدف از انجام این پژوهش استفاده از اسانس مرزنجوش و بررسی تأثیر آن روی ویژگی‌های کمی و کیفی میوه گیلاس رقم تک دانه مشهد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تهیه میوه

در این پژوهش میوه گیلاس رقم تک دانه مشهد در مرحله رسیدن تجاری (TSS=17%) از یک باغ تجاری واقع در شهرستان اشنویه برداشت شد و در تهیه آن‌ها، میوه‌هایی با خصوصیات ظاهری و فیزیکی و نیز سطح رسیدگی و بلوغ

1. Wunsh and Hormaza
2. Martinez
3. Mozaffarian
4. Tajkarimi
5. Sivakumar and Bautista- Banos
6. De Sousa

یکنواخت انتخاب گردیده و جهت انجام تیمار و آزمایشات مقدماتی به آزمایشگاه گروه باغبانی دانشگاه ارومیه منتقل شدند.

تهیه اسانس مرزنجوش

مواد گیاهی گونه (*Origanum vulgare* ssp. vulgare) مورد آزمایش شامل پیکره رویشی گیاه مرزنجوش از دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه تهیه شد. پس از خرد کردن ۳۰۰ گرم از گیاه، اسانس آن به روش تقطیر با آب توسط دستگاه کلونجر به مدت ۴ ساعت استخراج شد. اسانس بدست آمده بعد از آبگیری در شیشه‌های تیره در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در یخچال تا زمان آنالیز و آزمون نگهداری شد (داوری و اعزازی، ۱۳۹۵). نتایج آنالیز اسانس مرزنجوش در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

تیمارمیوه‌ها با اسانس مرزنجوش

میوه‌ها در غلظت‌های صفر (شاهد)، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر اسپری شدند و پس از خشک شدن، میوه‌ها داخل ظروف پلاستیکی پلی‌استیلنی قرار گرفتند و به سردخانه با دمای ۱±۰/۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵-۹۰ درصد به مدت ۳۰ روز منتقل شدند. در زمان نمونه‌برداری، میوه‌ها پس از خروج از سردخانه مدتی در دمای معمولی قرار گرفتند و سپس اندازه‌گیری های لازم انجام شد.

اندازه‌گیری مواد جامد محلول (TSS)

به منظور بررسی و تعیین این فاکتور، پس از تهیه آب میوه و صاف کردن آن با صافی، چند قطره آب میوه در دمای اتاق روی رفراکتومتردستی (مدل ATAGO) قرار گرفت و عدد مربوطه از روی ستون مدرج قرائت و برحسب درصد بیان شد. لازم به ذکر است که بعد از هربار قرائت به منظور کالیبره کردن، دستگاه را با آب مقطر شستشو داده و سپس خشک و تمیز نمود. داده ها برحسب درجه بریکس قرائت شد (بهروش، ۱۳۸۷).

اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)

برای اندازه‌گیری اسیدهای قابل تیتراسیون ابتدا ۱۰ میلی لیتر از عصاره میوه داخل ارلن‌مایر ریخته شد و روی آن ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه گردید و سپس با قرار دادن الکترود pH متر دیجیتالی (مدل pH-MeterCG824) عمل تیتراسیون توسط هیدروکسیدسدیم ۰/۱ نرمال تا pH=۸/۲ صورت گرفت، براساس مقدار هیدروکسید سدیم مصرفی در جریان تتراسیون مقدار اسید موجود در عصاره میوه به صورت گرم اسید بر ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره میوه (گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر) محاسبه شد. مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون برحسب معادل اسید مالیک) طبق فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

$$\mathrm{TA} = (\frac{(S \times N \times F \times E)}{C}) \times 100$$

TA: مقدار اسیدهای آلی موجود در عصاره میوه (میلی‌گرم اسید مالیک در ۱۰۰ میلی‌لیتر)، S: مقدار NaOH مصرف شده (ml)، N: نرمالیته NaOH، F: فاکتور NaOH، C: مقدار عصاره میوه (ml)، E: اکی‌والان اسید غالب (اسید مالیک). قابل توجه است که اسید غالب گیلاس، اسید مالیک بوده با اکی‌والان ۰/۰۶۷ که اسیدیته برحسب این اسید بدست آمده است (بهروش، ۱۳۸۷).

اندازه‌گیری pH آب میوه

آب میوه با دستگاه pH متردیجیتالی (مدل pH- Meter CG 824) کالیبره شده با بافرهای ۴ و ۷ اندازه‌گیری شد (جلیلی‌مرندی، ۱۳۸۸).

تعیین سفتی بافت میوه

به منظور تعیین سفتی بافت میوه از دستگاه تجزیه و سنجش بافت مدل TA-XTPluss ساخت کمپانی استیبل میکروسیستم انگلستان استفاده شد. پروپ مورد استفاده از نوع استوانه‌ای با قاعده مسطح و قطر ۶ میلی‌متر بود. از روی نمودارهای نیرو-زمان حداکثر نیروی لازم برای نفوذ قرائت و برحسب نیوتون بیان گردید (وارگاس و همکاران، ۲۰۰۶).

اندازه‌گیری میزان فنل کل

اندازه‌گیری فنل کل با استفاده از معرف فولین سیوکالچو صورت گرفت. بعد از تهیه ۲ میلی‌لیتر عصاره میوه و سانتریفیوژ کردن آن در دور ۴۰۰۰، مقدار ۵ میکرولیتر از قسمت رویی آن را برداشته سپس ۱۸۰ میکرولیتر آب دیونیزه به آن اضافه شد. در مرحله بعد مقدار ۱۲۰۰ میکرولیتر فولین به مخلوط افزوده و بعد از ۵ دقیقه به آن کربنات سدیم ۷/۵ درصد اضافه شد. پس از آن نمونه‌ها به مدت ۴۵ دقیقه در تاریکی در دمای اتاق قرار داده شدند. در نهایت جذب نمونه ها در طول موج ۷۶۰ نانومتر توسط

جدول ۱- نتایج مربوط به آنالیز اسانس مرزنجوش زیرگونه Vulgare

Component	RI	R.T	%
Alpha-thujen	927	5.12	1.70
Alpha-pinene	931	5.27	0.75
Sabinene	974	6.06	0.25
1-Octen-3-ol	975	6.10	0.79
3-octanone	984	6.26	0.82
Beta.-myrcene	989	6.37	1.45
Alpha.-phellandrene	1005	6.70	0.24
Alpha.-terpinene	1015	6.97	2.93
P-cymene	1026	7.14	9.16
Limonene	1028	7.24	0.59
1,8-cineole	1032	7.30	0.54
Beta. Ocimene-(z)	1039	7.39	1.19
Beta. Ocimene-(e)	1047	7.63	0.46
Gamma.-terpinene	1061	7.93	27.79
Trans-sabinene hydrate	1068	8.10	0.28
Linalool	1099	8.81	0.46
Borneol	1168	10.42	0.24
Terpineol-4	1180	10.68	0.86
Alpha. Terpineol	11.94	10.98	1.00
Thymol, methyl ether	1235	11.95	0.19
Carvacrol methyl ether	1245	12.18	11.35
Thymol	1295	13.25	3.95
Carvacrol	1303	13.52	30.18
Trans-caryophyllene	1425	16.17	1.07
Beta-bisabolen	1509	18.59	1.76

اسپکتروفتومتر (مدل MODEL: UV2100 PC) قرائت شد.آب دیونیزه به عنوان شاهد و اسید گالیک به عنوان استاندارد مورد استفاده قرار گرفت. منحنی استاندارد براساس اسید گالیک ترسیم و نتایج به صورت میلی‌گرم معادل اسید گالیک برگرم وزن تر میوه گزارش شد (ابراهیم زاده[1] و همکاران، ۲۰۰۸).

اندازه‌گیری فلاونوئید کل

برای سنجش فلاونوئید کل ۱۰ میکرولیتر از عصاره مورد نظر با ۱۵۰ میکرولیتر نیتریت سدیم ۵٪، ۳۰۰ میکرولیتر از محلول آلومینیوم کلرید ۱۰٪، ۱۰۰۰ میکرولیتر سود ۱ مولار مخلوط و سپس با آب مقطر به حجم ۵ میلی‌لیتر رسانده شد. جذب نمونه‌ها در طول موج ۳۸۰ نانومتر قرائت گردید. برای رسم منحنی استاندارد از کوئرستین استفاده شد. میزان فلاونوئید کل عصاره بر اساس میلی‌گرم معادل کوئرسیتین برگرم وزن تر میوه گزارش شد (چنگ[2] و همکاران، ۲۰۰۲).

اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی با روش DPPH

برای اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی به روش DPPH[3]، مقدار ۵ میکرولیتر عصاره میوه را در یک لوله آزمایش ریخته و به آن ۲۰۰۰ میکرولیتر از محلول DPPH (از قبل آماده شده) با غلظت ۰/۰۰۰۴ اضافه شد. مخلوط حاصل را بعد از تکان دادن در دمای آزمایشگاه به مدت ۳۰ دقیقه نگهداری کرده و سپس جذب در طول موج ۵۱۷ در اسپکتروفتومتر قرائت شد. جهت تهیه شاهد (blank) نیز به روش بالا عمل

1. Ebrahimzadeh
2. Chang
3. Diphenylhydrazyl

کرده فقط به جای عصاره ۵۰ میکرولیتر متانول ۸۰ درصد استفاده گردید (ناکاجیما[1] و همکاران، ۲۰۰۴).

$$\text{RSA} = \left(\frac{(Abs\ control)t - (Abs\ sample)t}{(Abs\ control)t}\right) \times 100$$

که در رابطه فوق RSA میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی، Abs blank میزان جذب بلانک و Abs sample میزان جذب نمونه هستند.

تجزیه و تحلیل آماری

کلیه داده‌های بدست آمده در دو زمان (۱۵ و ۳۰ روز) با سه تکرار، با استفاده از نرم‌افزار SPSS صفحه ۲۲ به صورت فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی آنالیز شدند. مقایسه میانگین صفات بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت و نمودارها با برنامه Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

اسیدیته قابل تیتراسیون

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثرات ساده اسانس و زمان نگهداری بر اسیدیته قابل تیتراسیون در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده ولی اثرات متقابل این دو عامل از نظر آماری معنی‌دار نبوده است. تیمار اسانس مرزنجوش باعث کند شدن روند کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون در میوه گیلاس شده است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر اسانس و زمان نگهداری نشان داد که میزان اسیدیته قابل تیتراسیون در میوه‌های تیمار شده به مراتب بیشتر از شاهد بود و بیشترین مقدار آن مربوط به روز ۱۵ام و تیمار غلظت ۷۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس و کمترین مقدار آن مربوط به داده‌های شاهد در زمان ۳۰ام بوده است.

اسیدیته قابل تیتراسیون گیلاس از ویژگی‌های کیفی آن است که از عوامل موثر در طعم محسوب شده و به مقدار اسیدهای آلی موجود در گیلاس از جمله اسید مالیک بستگی دارند. با پیشرفت پیری و نزدیک شدن میوه به رسیدگی کامل، این اسیدها بیشتر تجزیه شده و در نتیجه میزان آن کاهش می‌یابد (باروتو[2] و همکاران، ۲۰۱۶). اسیدهای آلی نه تنها به منزله ذخیره انرژی در فرآیند تنفس در بافت هستند بلکه منشاء متابولیت‌های حد واسط بسیاری از واکنش‌های بیوشیمیایی نیز می‌باشند و به همین دلیل طی رسیدن تجزیه شده و اسیدیته کاهش می‌یابد که این خود دلیل کاهش میزان اسیدها در زمان نگهداری است (حسینی و همکاران، ۱۳۹۳). با شروع رسیدن فعالیت آنزیم‌های مسئول تبدیل ساکارز به اسیدهای آلی کاهش می‌یابد و در مقابل میزان آنزیم ساکارز فسفات سنتتاز افزایش می‌یابد (راتور[3] و همکاران، ۲۰۰۷). در این پژوهش با افزایش زمان نگهداری میزان اسیدهای قابل تیتراسیون به تدریج کاهش یافت که این کاهش در شاهد بیشتر بود. تیمارهای با غلظت بالا (۷۵۰ و ۱۰۰۰ میکرولیتر بر لیتر) تفاوت معنی‌داری با شاهد داشتند. تیمار میوه آناناس با اسانس آویشن در غلظت ۱۰۰۰ میکرولیتر باعث حفظ و افزایش اسیدهای آلی در پایان مدت زمان نگهداری شد (ویلاپلانا[4] و همکاران، ۲۰۱۸). همچنین اثر بخار اسانس آویشن در میوه گیلاس، افزایش اسیدیته قابل تیتراسیون را نسبت به تیمار شاهد نشان داد (ماگنزانی[5] و همکاران، ۲۰۱۸) که در توافق با نتایج تحقیق حاضر بود. اسانس‌ها با دارا بودن ترکیبات فنلی به عنوان یک مکانیسم دفاعی با کاهش تنفس و تولید اتیلن باعث حفظ اسیدهای آلی می‌شوند (نصرالله‌زاده اصل، ۱۳۹۲).

مواد جامد محلول

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول۲) نشان می‌دهد که اثر ساده زمان نگهداری و اثرات متقابل این دو عامل در سطح احتمال ۱ درصد برمواد جامد محلول کل معنی‌دار بوده است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد که بالاترین میزان مواد جامد محلول کل در میوه‌های شاهد در روز ۳۰ام بود و کمترین میزان آن در تیمار ۷۵۰ میکرولیتر اسانس مشاهده گردید (شکل ۱). براساس نتایج بدست آمده میزان مواد جامد محلول در طول دوره نگهداری در میوه‌های تیمار شده با اسانس مرزنجوش به مراتب کمتر از

1. Nakajima
2. Barreto
3. Rathore
4. Vilaplana
5. Maghenzani

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر اسانس مرزنجوش بر صفات کیفی و کمی میوه گیلاس رقم تک دانه مشهد

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		اسیدیته قابل تیتراسیون	مواد جامد محلول	سفتی	pH	فنل	فعالیت آنتی‌اکسیدانی	فلاونوئید
اسانس	۴	۰/۱۰۸**	۱۷/۷۹**	۰/۰۰۵**	۱/۰۱۳**	۲۰۱/۴**	۴۷۷/۳۵**	۱۶/۴۱^{ns}
زمان	۱	۰/۰۶۷**	۴۸/۳۹**	۰/۰۲۴**	۰/۵۱۰**	۳۴۹۹/۲**	۲۷۹۹/۰۴**	۲۰۸/۶**
اسانس×زمان	۴	۰/۰۰۴^{ns}	۴/۲۴**	۰/۰۰۰۵*	۰/۰۴۳^{ns}	۱۳۸/۳*	۹۴/۱۴*	۱۰۲/۶**
خطا	۲۰	۰/۰۰۱۸	۰/۸۴۲	۰/۰۰۰۱۴	۰/۰۱۷	۶/۱۳	۲۲/۳۹	۷/۱۳
ضریب تغییرات (CV%)		۵/۳۵	۵/۵۶	۵/۰۵	۳/۴۴	۶/۰۵	۹/۹۱	۱۹/۷۹

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

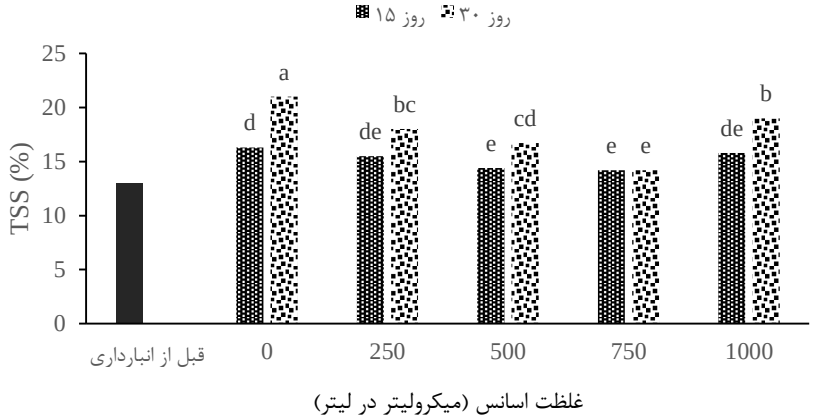
شاهد بود. با افزایش زمان نگهداری میزان مواد جامد محلول افزایش می‌یابد که به شکستن کربوهیدرات‌ها، مواد پکتینی، هیدرولیز پلی‌ساکاریدها به واحدهای سازنده آن در طی فرایند تنفس و همچنین به تغلیظ عصاره به دلیل اتلاف آب‌میوه طی زمان نگهداری مربوط می‌باشد (اختر و حسین[1]، ۲۰۱۰). در میوه‌های تیمار شده به دلیل کاهش افت وزن، کاهش تنفس، جلوگیری از تبدیل اسیدهای آلی به سایر مواد از جمله قندها، کاهش تولید اتیلن شکستن پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی، کربوهیدرات‌ها و هیدرولیز پروتئین‌ها نسبت به شاهد به تأخیر افتاده و میزان مواد جامد محلول در پایان مدت نگهداری کمتر است. نتایج آزمایش حاصل مطابق با نتایج آزمایش کاربرد اسانس ریحان، رازیانه، مرزه و آویشن شیرازی روی میوه انگور بود که اگرچه در پایان دوره نگهداری سطح مواد جامد محلول شاهد افزایش یافت ولی در میوه‌های تیمار شده میزان مواد جامد محلول کمتر از شاهد بود (طلایی و همکاران، ۱۳۸۳). همچنین گزارش شده است که تیمار بخار اسانس آویشن روی میوه گیلاس، میزان مواد جامد محلول را پس از دوره نگهداری نسبت به تیمار شاهد در سطح پایین‌تری حفظ کرد (ویلاپلانا[2] و همکاران، ۲۰۱۸).

سفتی

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول۲) نشان می‌دهد که اثرات ساده اسانس و زمان نگهداری در سطح احتمال ۱ درصد و اثرات متقابل بین این دو عامل در سطح احتمال ۵ درصد برسفتی بافت معنی‌دار بوده است. مقایسه میانگین‌های حاصل از اثر اسانس و زمان نگهداری نشان داد که میوه‌های تیمار شده در غلظت بالاتر از حداکثر سفتی برخوردار بودند به عبارتی بیشترین میزان سفتی مربوط به تیمار غلظت ۷۵۰ میکرولیتر اسانس و روز ۱۵ام و کمترین میزان آن مربوط به شاهد در روز ۳۰ام بود. میزان سفتی در روز ۱۵ام برای شاهد ۰/۲۴ بود در حالی که در همین زمان برای تیمار غلظت ۷۵۰ میکرولیتر ۰/۳ ثبت شد و این تیمار باعث حفظ سفتی در طول نگهداری شده است.

سفتی بافت میوه از پارامترهای مهم کیفی در بازارپسندی محسوب می‌شود. نرم شدن میوه و کاهش سفتی بافت میوه می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده دیواره سلولی نظیر پلی‌گالاکتروناز و پکتین متیل استراز، گالاکتوزیداز باشد (آتسمالوی[3] و همکاران، ۲۰۱۳). از طرفی کاهش میزان آب میوه طی زمان نگهداری باعث افزایش فشار تورژسانس سلولی و کاهش سفتی بافت میوه می‌شود(صحرایی خوش‌گردش و همکاران، ۱۳۹۳). با وجود اینکه کاهش سفتی میوه طی زمان نگهداری توسط محققان گزارش شده است، اما سفتی میوه‌های آناناس تیمار شده با اسانس آویشن در غلظت ۱۰۰۰ میکرولیتر بر لیتر پس از گذشت ۷ روز در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد با اختلاف معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد حفظ گردید. این نشان دهنده تأثیر اسانس آویشن در حفظ سفتی بود. چندین مطالعه اثر اسانس آویشن بر حفظ سفتی میوه‌های آوکادو، هلو و پرتقال را نشان داده است به‌طوری‌که اسانس آویشن با تأخیر در رسیدن، مانع از کاهش سفتی بافت میوه شد و

1. Akhtar and Hussain
2. Vilaplana
3. Athmaselvi



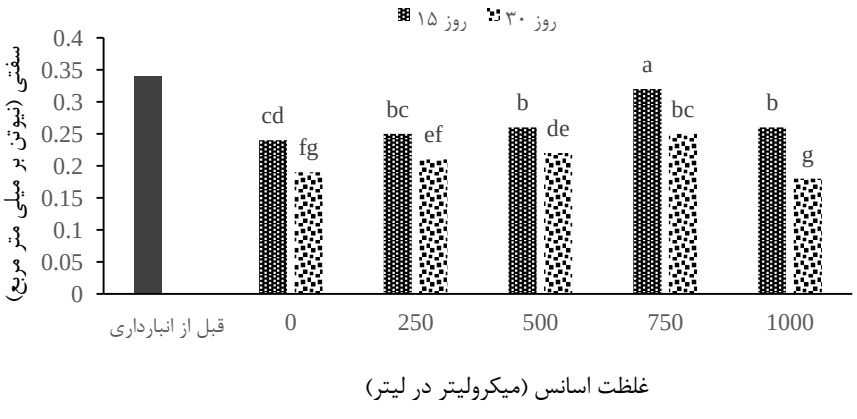
شکل ۱- مقایسه میانگین اثرمتقابل زمان و غلظت اسانس برای صفت مواد جامد محلول میوه گیلاس رقم تکدانه مشهد.

میانگین‌ها با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات ساده زمان و اسانس بر میزان TA و pH آب‌میوه گیلاس تک‌دانه مشهد

تیمار		TA (میلی‌گرم اسید مالیک در ۱۰۰ میلی‌لیتر)	pH
	شاهد	۱/۱۲	۳/۱
زمان	۱۵ روز	۰/۸۴ a	۳/۷۱ b
	۳۰ روز	۰/۷۵ b	۳/۹۷ a
اسانس	شاهد	۰/۶۹ c	۴/۳۸ a
	۲۵۰	۰/۷۰ c	۳/۹۴ b
	۵۰۰	۰/۷۷ b	۳/۶۵ c
	۷۵۰	۱/۰۲ a	۳/۲۷ d
	۱۰۰۰	۰/۷۹ b	۳/۹۳ b

میانگین‌ها با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل زمان نگهداری و غلظت اسانس بر میزان سفتی میوه گیلاس رقم تکدانه مشهد. میانگین‌ها با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

این فرآیند با کاهش تغییر و تبدیل رنگ اثبات گردید (ویلاپلانا و همکاران، ۲۰۱۸). همچنین ترکیبات موجود در اسانس‌های گیاهان دارویی همانند کارواکرول، سیامیک اسید و آنتول با افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی و سیستم دفاعی میزبان باعث کاهش سرعت پیری، نرم شدن و همچنین افزایش مقاومت بافت در برابر بیماری‌ها می‌شوند. نتایج این تحقیق نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار اسانس مرزنجوش در کاهش روند نرم شدن بافت میوه طی زمان نگهداری بود که با تحقیقات ارائه شده توسط سرانو[1] و همکاران در سال ۲۰۰۵ که از ترکیبات اژنول، منتول و تیمول در حفظ بسته‌بندی گیلاس استفاده کرده بودند، مطابقت داشت. همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان داد که غلظت ۱۰۰۰ میکرولیتر اسانس مرزنجوش تأثیر کمتری در حفظ سفتی بافت میوه داشت که شاید به این دلیل باشد که غلظت بالای اسانس به عنوان تنش عمل کرده و باعث افزایش فعالیت متابولیسم‌های سلولی می‌شود.

pH عصاره میوه

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول۲) نشان می‌دهد که اثر ساده تیمار اسانس مرزنجوش و زمان نگهداری در سطح احتمال ۱ درصد بر pH عصاره میوه معنی‌دار بوده است. ولی اثرات متقابل این دو عامل از نظر آماری معنی‌دار نبوده است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد که میوه‌های تیمار شده با اسانس مرزنجوش در طول نگهداری مقدار pH کمتری نسبت به شاهد داشتند که طبق جدول ۲، بالاترین مقدار pH مربوط به شاهد در روز ۳۰ ام و پایین‌ترین مقدار آن مربوط به تیمار غلظت اسانس۷۵۰ میکرولیتر در روز ۱۵ام شد.

pH بیانگر درجه اسیدی عصاره میوه است، هرچه میزان اسیدهای آلی میوه بیشتر باشد، pH آن کمتر خواهد بود بنابراین کاهش pH در اثر تیمارهای اسانس نسبت به شاهد بیانگر حفظ اسیدهای آلی میوه در طی مدت زمان نگهداری است (علیخانی[2] و همکاران، ۲۰۰۹). pH عصاره میوه‌ها در طول مدت نگهداری با گذشت زمان به واسطه مصرف اسیدهای آلی در فرایند تنفس در زمان رسیدن و پیری میوه‌ها افزایش می‌یابد (حزبوی[3] و همکاران، ۲۰۱۳). اسانس‌ها همانند پوشش خوراکی با ایجاد یک لایه نیمه تراوا در اطراف میوه با کاهش ورود و خروج گازها و تأخیر در فرایند تنفس روند رسیدگی میوه و متابولیسم اسیدهای آلی را کاهش می‌دهند و منجر به حفظ pHمیوه می‌شوند. pH پایین میوه‌های تیمار شده با اسانس مرزنجوش را می‌توان با نقش مثبت اسانس در کاهش فرایند تنفس و در نتیجه کاهش هیدرولیز کربوهیدرات‌ها توجیه نمود. از طرفی فنل‌های موجود در اسانس با کاهش تولید اتیلن و سرعت فرایندهای متابولیکی باعث حفظ pH می‌شوند (نصرالله‌زاده اصل، ۱۳۹۲). در تحقیق حاضر با افزایش زمان نگهداری میزان pH در همه تیمارها نسبت به شاهد با اختلاف معنی‌داری در سطوح پایین‌تری حفظ گردید که پایین‌ترین سطح pH مربوط به تیمار غلظت۷۵۰ میکرولیتر بود. این دستاورد با نتایج پژوهش بدست آمده در میوه توت‌فرنگی رقم (پاروس) تیمار شده با منتول و تیمول توسط نوروزی فاز و همکاران (۱۳۹۵) مطابقت داشت.

از طرف دیگر ویلاپالانا و همکاران (۲۰۱۸) با بررسی تأثیر اسانس آویشن روی میوه آناناس مشاهده کردند که پس از ۷ روز از دوره نگهداری، تیمار اسانس آویشن در غلظت ۱۰۰۰ میکرولیتر نسبت به تیمار شاهد میزان pH کمتری را نشان داد.

فنل کل

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول۲) نشان می‌دهد که اثرات ساده اسانس مرزنجوش و زمان نگهداری بر محتوای فنل کل میوه گیلاس در سطح احتمال ۱ درصد و اثرات متقابل بین این دو عامل در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بوده است. نتایج مقایسه میانگین نشان می‌دهد که تیمار اسانس مرزنجوش به طور معنی‌داری باعث حفظ فنل کل در طول مدت نگهداری در مقایسه با شاهد شد. به عبارتی تیمار غلظت اسانس ۱۰۰۰ میکرولیتر در روز ۳۰ام بیشترین تأثیر را روی حفظ فنل کل داشته و کمترین میزان آن هم در شاهد و روز صفر (شروع آزمایش) بود.

پژوهشگران دریافته‌اند که محتوای فنل کل میوه گیلاس وابسته به نوع رقم و دوره نگهداری می‌باشد (وانگ[4] و همکاران، ۲۰۱۴). فنل ها با کاهش غلظت لیپو پروتئین‌ها،

1. Serrano
2. Alikhani
3. Hazbavi
4. Wang

موجب کاهش بیماری‌های قلبی عروقی می‌شوند (وینسون[1] و همکاران، ۲۰۰۱). مطالعات زیادی به نقش ترکیبات فنلی در مکانیسم‌های دفاعی در پاسخ به آلودگی‌ها یا آسیب‌ها پرداخته‌اند (مایر و هارل[2]، ۱۹۷۹؛ گرهارد[3]، ۱۹۹۳) علاوه بر این ترکیبات فنلی در کیفیت تغذیه‌ای[4] و ظاهری میوه مانند (رنگ، سفتی، مزه و طعم) نقش دارند (حسن‌پور[5] و همکاران، ۲۰۱۱). مواد فنلی نظیر مشتقات اسید بنزوئیک در خلال آلودگی محصول به عوامل بیماری‌زا تجمع می‌یابند. این امر در نتیجه فعال شدن آنزیم کلیدی فنیل آلانین‌آمونیالیاز تحقق می‌یابد که فنیل‌آلانین را به مواد فنلی مختلف تبدیل می‌کند. فنیل آلانین‌آمونیالاز (PAL) اولین آنزیم در مسیر فنیل پروپانوئید است که در بیوسنتز فنل‌ها، فیتوآلکسین‌ها و لیگنین‌ها دخالت دارد. اسانس‌ها با القا بیان ژن و همچنین فعالیت این آنزیم باعث افزایش و حفظ محتوای فنل کل می‌شوند که در نهایت منجر به فعال شدن سیستم دفاعی گیاه در مقابل پاتوژن‌ها می‌شود (اصغری، ۱۳۹۴). در میزبان دو نوع مقاومت، شامل مقاومت القائی موضعی (ایجاد مقاومت سریع در گیاه در مقابل عوامل بیماری‌زا) و مقاومت القائی سیستمیک (ایجاد مقاومت در نقاط غیر آلوده) وجود دارد. گزارش شده است که کاربرد اسانس آویشن در میوه آووکادو سبب تحریک مقاومت‌های القایی می‌شود (بانانی[6] و همکاران، ۲۰۱۸). آنتی‌اکسیدان های طبیعی خارج شده از منابع گیاهی شامل اسید آسکوربیک، توکوفرول‌ها، کارتنوئیدها، فنل‌ها، فلاونوئیدها، اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها، محصولات حاصل از هیدرولیز پروتئینی، فسفولیپیدها و استرول‌ها هستند. تعدادی از اینها به طور طبیعی از آنتی‌اکسیدان‌های فنلی موجود در گیاهان بدست آمده است (کازیمیر و مین[7]، ۲۰۰۲). نتایج این تحقیق نشان داد که محتوای فنل کل در تمام تیمارهای مورد مطالعه در پایان زمان نگهداری افزایش یافت که مطابق شکل ۳ تیمار غلظت ۱۰۰۰ میکرولیتر بیشترین تأثیر را در حفظ و افزایش فنل کل داشت و بیان‌گر آن است که تأثیر اسانس بر محتوای فنل کل، وابسته به غلظت اسانس می‌باشد. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق جین[8] و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت داشت. بطوریکه طی مشاهدات آنها تمشک‌های تیمار شده با اسانس‌های گیاهی سطوح بالای مواد فنلی، محتوای آنتوسیانین و فعالیت آنتی‌اکسیدانی قوی‌تری نسبت به تمشک‌های تیمار نشده داشتند.

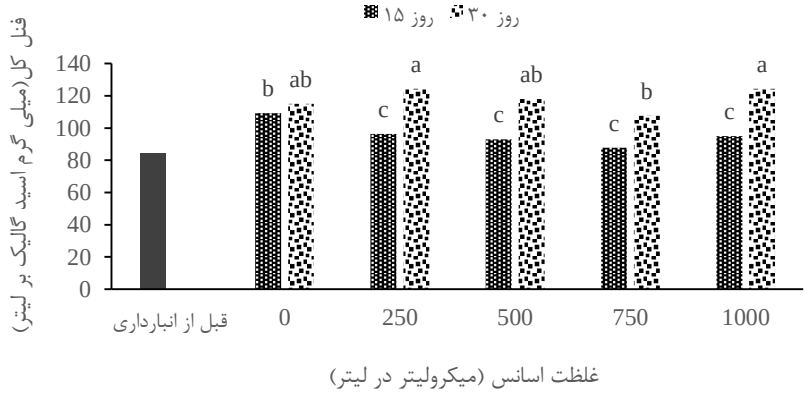
فعالیت آنتی‌اکسیدانی

بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) اثرات ساده اسانس مرزنجوش و زمان نگهداری و اثرات متقابل این دو عامل بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه گیلاس تک‌دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده است. بیشترین مقدار آنتی‌اکسیدان کل مربوط به تیمار غلظت اسانس ۷۵۰ میکرولیتر در روز ۳۰ام نگهداری و کمترین میزان آن هم مربوط به شاهد و غلظت‌های پایین اسانس بود. آنتی اکسیدان‌ها با دادن الکترون به رادیکال‌های آزاد باعث تأخیر و یا مانع اکسیداسیون مولکول‌های زیستی مانند لیپیدها، پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و دئوکسی‌ریبو نوکلوئیک اسید توسط مهار آغاز اکسیداسیون واکنش‌های زنجیره‌ای می‌شوند (دار[9] و همکاران، ۲۰۱۵). ظرفیت آنتی اکسیدانی میوه‌ها مربوط به ترکیبات آنزیمی (سوپر اکسیددیسموتاز، کاتالاز، پراکسیداز، گلوتاتیون ردوکتاز و ...) و غیرآنزیمی (کارتنوئیدها، آسکوربیک اسیدها، فنل‌ها، فلاونوئیدها و ...) می‌باشد که بسته به عوامل مختلف از جمله شرایط محیطی رشد گیاه، زمان برداشت و نحوه اندازه‌گیری ممکن است ظرفیت آنتی اکسیدانی تحت تأثیر قرار گیرد (علی[10] و همکاران، ۲۰۱۰). کاربرد اسانس تیمول در شرایط اتمسفر تغییر یافته، فعالیت آنزیم‌های فنیل آلانین آمونیالیاز، کیتیناز، گلوکوناز-۳bو۱، پراکسیداز، کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز را افزایش می‌دهد. از این رو، ترکیب اسانس آویشن به پوشش‌های خوراکی یک روش موثر برای به حداقل رساندن تلفات میوه از طریق کنترل نوسانات بالا و همچنین بطور مستقیم باعث بهبود کیفیت میوه می‌شود (بیل[11] و همکاران، ۲۰۱۴).

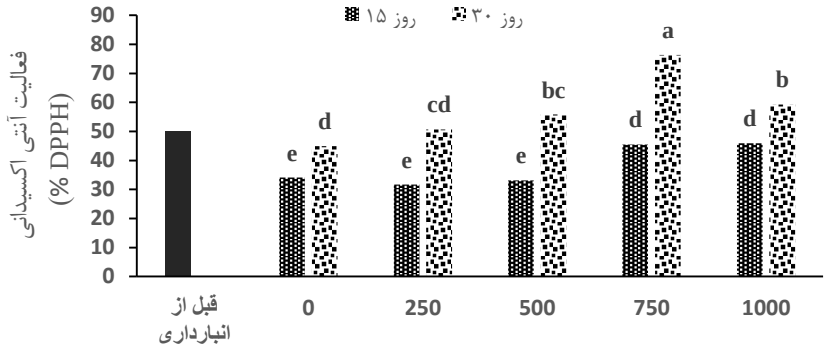
آنتی‌اکسیدان‌ها با حذف رادیکال‌های آزاد و کاهش تنش اکسیداتیو باعث کاهش تخریب فیزیولوژیکی و افزایش مقاومت بافت در برابر تنش‌ها و آلودگی میکروبی می‌شوند

1. Vinson
2. Mayer and Harel
3. Gerhard
4. Nutritional quality
5. Hassanpour
6. Banani
7. Casimir and Min
8. Jin
9. Dar
10. Ali
11. Bill

(وانگ و همکاران، ۲۰۰۰). ترکیبات موجود در اسانس مرزنجوش (کارواکرول، سینامیک اسید، آنتول و فنل‌ها) باعث افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در میوه می‌شوند که منجر به کاهش نرخ پیری و افزایش مقاومت بافت در برابر حمله میکروبی می‌شوند (جین و همکاران، ۲۰۱۲). نتایج نشان داد که بالاترین میزان آنتی‌اکسیدان در تیمار غلظت اسانس ۷۵۰ میکرولیتر بر لیتر مشاهده شد. مطابق با یافته‌های این پژوهش وانگ و همکاران در سال ۲۰۰۷ گزارش کردند که توت‌فرنگی‌های تیمار شده با تیمول و اژنول سطوح بالاتری از محتوای آنتی‌اکسیدانی شامل آنتوسیانین‌ها و ترکیبات فنلی را نسبت به میوه‌های تیمار نشده داشتند. در تحقیق دیگری فعالیت آنتی‌اکسیدان اسانس‌های مرزنجوش، آویشن و ریحان بر اساس خاصیت خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد و تأثیر بر پراکسیداسیون لیپید مطالعه شد. اسانس‌ها اثر جاروب‌کنندگی ROS[1] قوی را نشان داده بطوری که تشکیل رادیکال DPPH را به طور معنی‌داری کاهش دادند. قوی‌ترین اثر مربوط به اسانس مرزنجوش بود (بوزین[2] و همکاران، ۲۰۰۶).



شکل ۳- مقایسه میانگین اثرمتقابل سطوح زمان نگهداری و غلظت اسانس بر میزان فنل کل میوه گیلاس رقم تکدانه مشهد. میانگین‌ها با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.



شکل ۴- مقایسه میانگین اثرمتقابل زمان نگهداری و غلظت اسانس بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل عصاره میوه گیلاس رقم تکدانه مشهد. میانگین‌ها با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ بر اساس آزمون دانکن ندارند.

1. Reactive Oxygen Species

2. Bozin

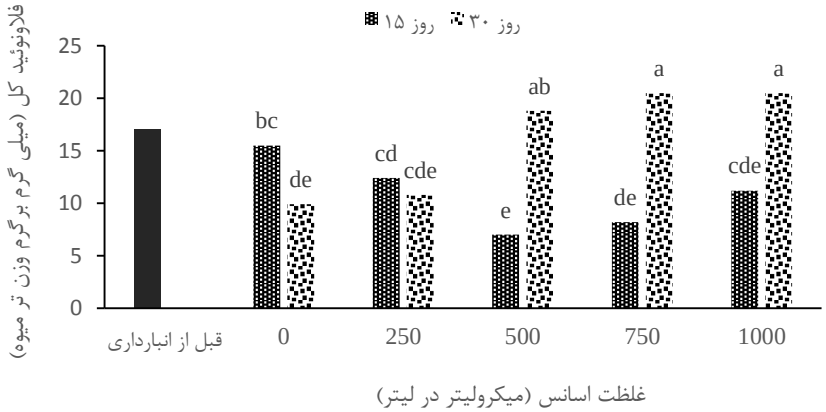
فلاونوئید کل

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر ساده اسانس مرزنجوش و زمان نگهداری و اثرات متقابل این دو عامل در سطح احتمال ۱ درصد بر فلاونوئید کل معنی‌دار بوده است. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که مقادیر فلاونوئید در میوه‌های تیمار شده با اسانس در طول دوره نگهداری به مراتب بیشتر از شاهد بود و بیشترین مقدار آن در تیمار غلظت اسانس ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر در آخرین زمان نمونه‌برداری (روز ۳۰ ام) و کمترین میزان آن هم در دومین زمان نمونه‌برداری (روز ۱۵ام) در تیمار غلظت ۵۰۰ میکرولیتر در لیتر مشاهده گردید. ترکیبات فنلی شامل فنل، فلاونوئیدها و آنتوسیانین‌ها در طی مسیر شیکیمات – فنیل پروپانوئید-فلاونوئید[1] تولید می‌شوند (تسای[2] و همکاران، ۲۰۰۶). در پاسخ به حمله پاتوژن‌ها و آفات، میزبان شروع به سنتز و تجمع فیتوآلکسین‌ها در اطراف و محل زخم می‌کنند. ترکیبات دفاعی که در مقابل شرایط نامساعد و در زمان حمله آفات و بیماری‌ها تولید می‌شوند، محدوده وسیعی از مواد را شامل می‌شوند که فلاونوئیدها بخشی از این ترکیبات هستند. مسیر فنیل‌پروپانوئید که با تولید و فعالیت آنزیم فنیل آلانین‌آمونیالیاز فعال می‌شوند، مسیر اصلی برای بیوسنتز مواد فنلی و فلاونوئیدها است که اثرات مهمی در مقاومت به انواع تنش‌های زنده و غیرزنده دارند (اصغری، ۱۳۹۴). گزارش شده است که اسانس آویشن باعث فعال شدن سنتز پروتئین‌های عامل مقاومت به پاتوژن‌های بیماری‌زا می‌شود. پروتئین‌های PR مارکرهای لازم برای استقرار مقاومت القایی سیستمیک را فراهم می‌کنند. از جمله این پروتئین‌ها می‌توان به کیتیناز، پراکسیداز و بتا گلوکوناز اشاره کرد که با حمله به قارچ‌های بیماری‌زا آن‌ها را از بین می‌برند (بانانی و همکاران، ۲۰۱۸). آسیب اکسیداتیو نقش مهمی در توسعه و پیشرفت بیماری در انسان دارد (یاماگوچی[3] و همکاران، ۱۹۹۸). این آسیب‌ها معمولاً با آنتی‌اکسیدان‌های داخلی کاهش می‌یابند اما برای پیشگیری کامل میزان بالاتری از این ترکیبات مورد نیاز هستند بنابراین ترکیبات فیتوشیمیایی موجود در میوه‌ها و سبزیجات به عنوان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، برای پیشگیری از بروز بیماری ضروری هستند (کینسلا[4] و همکاران، ۱۹۹۳). فلاونوئیدها هم همانند سایر ترکیبات غیرآنزیمی آنتی‌اکسیدانی، دارای اثر جاروب‌کننده قوی ROSها هستند (حسن‌پور و همکاران، ۲۰۱۱) که به وسیله سم‌زدایی گونه‌های فعال اکسیژن میوه‌ها را از ناهنجاری‌ها محافظت کرده و در حقیقت باعث افزایش کیفیت تغذیه‌ای میوه‌ها می‌شوند (سیاری[5] و همکاران، ۲۰۱۱). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با افزایش زمان، میزان فلاونوئید افزایش پیدا کرد که به نظر می‌رسد نگهداری میوه در دمای پایین و در نتیجه کاهش وزن و از دست دادن آب‌میوه منجر به تغلیظ و تجمع این ترکیبات شده باشد. نتایج این پژوهش با نتایج شائو[6] و همکاران (۲۰۱۳) با کاربرد اسانس درخت چای[7] به صورت تدخینی در توت‌فرنگی، هم‌خوانی دارد. نتایج نشان داد که کاربرد اسانس باعث تحریک فعالیت آنزیم PAL و افزایش ترکیبات فنلی شد. از طرفی ویژگی ضد پیری اسانس‌های گیاهی با جلوگیری از سرعت تخریب پلی‌فنل‌ها باعث حفظ محتوای ترکیبات فنولیکی می‌گردد.

نتیجه‌گیری کلی

گیلاس رقم تک دانه مشهد از جمله میوه‌هایی است که بدلیل فساد پذیری بالا، ماندگاری کمتری نسبت به میوه‌های دیگر دارد. ارزش دارویی میوه گیلاس به محتوای فنل‌ها، فلاوونوئیدها، ویتامین‌ها و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مربوط می‌شود که تیمار میوه با روش‌های سالم مانند استفاده از اسانس‌های گیاهی هم تضمین کننده سلامت مصرف‌کننده بوده و هم باعث افزایش خاصیت دارویی و غذایی میوه می‌شود. طبق نتایج این تحقیق استفاده از اسانس مرزنجوش باعث حفظ ویژگی‌های کیفی از جمله حفظ pH، اسیدیته قابل تیتراسیون، مواد جامد محلول و سفتی بافت طی زمان نگهداری شد. همچنین تأثیر آن برحفظ فعالیت آنتی‌اکسیدانی، محتوای فنل کل و فلاونوئید معنی‌دار بود. نگهداری میوه‌ها در دمای پایین، کاهش وزن و از دست رفتگی آب‌میوه یکی از علل افزایش غلظت ترکیبات آنتی اکسیدانی بود و از طرفی اسانس مرزنجوش

1. Shikimate-phenylpropanoid-flavonoid
2. Tsai
3. Yamaguchi
4. Kinsella
5. Sayyari
6. Shao
7. Tea tree oil



شکل ۵- مقایسه میانگین اثرمتقابل سطوح زمان نگهداری × غلظت اسانس بر میزان فلاونوئید کل میوه گیلاس رقم تکدانه

مشهد. میانگین‌ها با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ بر اساس آزمون دانکن ندارند.

به دلیل دارا بودن ترکیبات فنلی مانند کارواکرول، پاراسیمین و تیمول، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی بالایی دارد که باعث تأثیر بر خواص آنتی‌اکسیدانی، افزایش مقاومت در برابر آلودگی‌های میکروبی و در نتیجه افزایش ماندگاری میوه می‌گردد. با توجه به نتایج آنالیز اسانس مورد مطالعه با GC-MS، ۲۵ ترکیب موجود در عصاره مرزنجوش شناسایی شد که کارواکرول، کارواکرول متیل اتر، تیمول، آلفاتوئین و بتامرسین به‌ترتیب بیشترین مقدار ترکیبات اسانس بودند. از آنجایی‌که مرزنجوش دارای خواص ضدباکتری، قارچی و به ویژه ضد مخمر قوی است، تیمار میوه‌ها با اسانس مرزنجوش می‌تواند به عنوان یکی از راهکارهای مفید جهت افزایش ماندگاری محصولات باغبانی در زمان پس از برداشت مورد توجه قرار گیرد.

منابع

اصغری، م. ۱۳۹۴. هورمون‌ها و تنظیم کننده‌های رشد گیاهی جدید (غیرکلاسیک). انتشارات دانشگاه ارومیه،۳۵۲ ص.

بهروش، ر. ۱۳۸۷. دستورالعمل آزمایشگاه، بخش تحقیقات باغبانی. موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر، ۲۳ ص.

جلیلی‌مرندی، ر. ۱۳۸۸. فیزیولوژی بعد از برداشت (جابجایی و نگهداری میوه، سبزی و گیاهان زینتی). انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه، ۲۷۶ ص.

حسینی، م.، بابالار، م. و عسکری، م.ع. ۱۳۹۳. اثر پوتریسین و تیمار گرمایی بر کیفیت پس از برداشت میوه گلابی (*Pyrus communis*) رقم اسپادونا. علوم باغبانی ایران، ۳: ۲۲۵-۲۳۴.

داوری، م. و اعزازی، ر. ۱۳۹۵. بررسی تأثیر اسانس چهار گیاه دارویی و دو گونه *Trichoderma* در کنترل زیستی قارچ‌های عامل پوسیدگی میوه انگور. کنترل بیولوژیک آفات و بیماری‌های گیاهی، ۵(۱): ۱-۱۲.

راحمی، م. ۱۳۸۹. فیزیولوژی پس از برداشت. چاپ ششم. مرکز نشر دانشگاه شیراز، ۴۳۷ ص.

صحرایی‌خوش‌گردش، ع.، بدیعی، ف. و یاسینی اردکانی، س.ع. ۱۳۹۳. تأثیر پوشش نانو امولسیون حاوی کیتوزان بر افزایش ماندگاری سیب گلاب رقم گلاب کهنز در مدت نگهداری. مجله مهندسی بیوسیستم ایران، ۴۵(۳): ۱۲۰-۱۱۳.

طلایی، ع.، سرچشمه، م.، بهادران، ف. و اشرافیان، د. ۱۳۸۳. مطالعه آثار تیمارهای آب گرم و پوشش پلی‌آمین روی عمر انبارمانی و کیفیت میوه انار (رقم ملس ساوه). مجله علوم کشاورزی ایران، ۲: ۱-۹.

گنجی مقدم، ا. و بوذری، و.ن. ۱۳۸۸. راهنمای علمی و کاربردی گیلاس. بخش تحقیقات باغبانی. موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر. ۳۴۴ ص.

مرادی، م. ۱۳۹۱. تأثیر زمان برداشت بر ویژگی‌های کمی و کیفی و اثرات ضدقارچی اسانس گیاه مرزنجوش بخارایی. پایان‌نامه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه. ۱۱۳ ص.

نصرالله‌زاده اصل، ن. ۱۳۹۲. تأثیر پوشش‌های خوراکی در حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری میوها و سبزی‌ها. فصلنامه نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی،۱۱: ۳۱-۳۶.

نعمتی، ح. و عبدالله‌زاده، ا. ۱۳۸۷. گیلاس و آلبالو. (ترجمه). چاپ اول. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۵۲۴ ص.

نوروزی فاز، ف.، میر دهقان، ح.، کریمی، ح. و علایی، ح. ۱۳۹۵. تأثیر اسانس‌های تیمول و منتول به همراه بسته‌بندی با پوشش سلوفان در حفظ کیفیت پس از برداشت میوه توت‌فرنگی (رقم پاروس). مجله علوم باغبانی ایران، ۴۷(۱): ۸۱-۹۱.

Akhtar, A.N. and Hussain, A. 2010. Effect of calcium chloride treatment on quality characteristics of loquat fruit during storage. Pakistan Journal of Botany, 42: 181-18.

Ali, A., Maqbool, M., Ramachandran, S. and Alderson, P.G. 2010. Gum arabic as a novel edible coating for enhancing shelf-life and improving postharvest quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. Postharvest Biology and Technology, 58(1): 42-47.

Alikhani, M., Sharifani, M., Azizi, M., Musavizadeh, S.J. and Rahimi, M. 2009. Increasing shelf life and maintaining quality of strawberry (*Fragaria ananassa* L.) with application of mucilage edible coating and plant essential oil. Journal of Agriculture Science and Natural Resources, 16(2): 1-10.

Athmaselvi, K.A., Sumitha, P. and Revathy, B. 2013. Development of *Aloe vera* based edible coating for tomato. International Agrophysics, 27(4): 369-375.

Banani, H., Olivieri, L., Santoro, K., Garibaldi, A., Gullino, M.L. and Spadero, D. 2018. Thyme and savory essential oil efficacy and induction of resistance against botrytis cinerea through priming of defense responses in apple. Foods, 7(2), 11.

Barreto, T.A., Andrade, S.C., Maciel, J.F., Arcanjo, N.M., Madruga, M.S., Meireles, B., Cordeiro, Â.M.,Souza, E.L. and Magnani, M. 2016. A chitosan coating containing essential oil from *Origanum vulgare* L. to control postharvest mold infections and keep of cherry tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit using basil mucilage edible coating and cumin essential oil. International Journal of Agronomy and Plant Production, 4: 2346-2353.

Bill, M., Sivakumar, D., Korsten, L. and Thompson, A.K. 2014. The efficacy of combined application of edible coatings and thyme oil in inducing resistance components in avocado (Perseca americana Mill) against anthracnoseduring post-harvest storage. Crop Protection, 64: 159-167.

Bozin, B., Mimica Dukik, N., Simin, N. and Anackov, G. 2006. Characterization of the Volatile composition of essential oils of some lamiaceae spices and the antimicrobial and antioxidant active of the entire oil. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54: 1822-1828.

Casimir, C.A. and Min, D.B. 2002. Food lipids Chemistry. Nutrition and Biotechnology. CRC Press, 928 p.

Chang, Q., Zuo, Z., Harrison, F. and Chow, M.S.S. 2002. Hawthorn. The Journal of Clinical Pharmacology, 42(6): 605-612.

Dar, T.A., Uddin, M., Masroor, M., Khan, A., Hakeem, K.R. and Jaleel, H. 2015. Environmental and Experimental Botany, 115: 49-57.

De Sousa, L.L., De Andrade, S.C.A., Athayde, A.J.A.A., de Olivera, C.E.V., De Sales, C.V., Madruga, M.S. and De Souza, E.L. 2013. Efficacy of *origanum vulgare* L. and *Rosmarinus officinalis* L. essential oils in combination to control postharvest pathogenic Aspergilli and autochthonous mycofrora in *Vitis labrusca* L. (table grapes). International journal of food microbiology, 165(3): 312-318.

Ebrahimzadeh, M.A., Hosseinimehr, S.J., Hamidinia, A. and Jafari, M. 2008. Antioxidant and free radical scavenging activity of Feijoa sallowiana fruits peel and leaves. Pharmacology OnLine, 1: 7-14.

Gerhard, K. 1993. Metabolisme des vegetaux. Physiologie et Biochimie. Ed. Francaise ISBN. France.

Hassanpour, H. Hamidogli, Y., Hajilo, J. and Adlipour, M. 2011. Antioxidant capacity and Phitochmical properties of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) genotypes in Iran. Scientia Horticulturae, 129: 459-463.

Hazbavi, I., Khoshtaghaza, M.H., Mostaan, A. and Banakar, A. 2013. Effect of postharvest hot- water and heat treatment on quality of date palm (cv.Stamaram). Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 14: 53-159.

Hosseini, S.F., Zandi, M., Rezaei, M. and Farahmandghavi, F. 2013.Two-step method for encapsulation of oregano essential oil in chitosan nanoparticles: preparation, characterization and in vitro release study. Carbohydrate Polymers, 95: 50-56.

Jin, P., Wang, S.Y., Gao, H., Zheng, Y. and Wang, C.Y. 2012. Effect of cultural system and essential oil treatment on antioxidant capacity in raspberries. Food Chemistry, 132: 399-405.

Kinsella, J.E., German, B. and Kanner, J. 1993. Pasibel mechanism for the Protective role of antioxidants in Wine and plans foods. Food Technology, 47:85-89.

Maghenzani, M., Chiabrando, V., Santoro, K., Spadaro, D. and Giacalone, G. 2018. Effects of treatment by vapour of essential oil from *Thymus vulgaris* and *Satureja montana* on postharvest quality of sweet cherry (cv. Ferrvio). Journal of Food and Nutrition Research, 57(2): 161-169.

Martinez. R.D., Alburquerque, J.M., Valverde, F., Guillen, S. and Serrano, M. 2005. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by *Aloe vera* treatment: A new edible coating. Postharvest Biology and Technology Journal, 28: 189-197.

Mayer, A. and Harel, E. 1979. Polyphenol oxidase in plants. Phytochemistry, 18:193-215.

Mozaffarian, V.A. 1998. Dictionary of Iranian Plants Names, Farhange Moaser, Tehran, pp. 38.

Nakajima, J.I., Tanaka, I., Seo, S., Yamazaki, M. and Saito, K. 2004. LC/PDA/ESI-MS profiling and radical scavenging activity of anthocyanins in various berries. BioMed Research International, 5: 241-247.

Rathore, H.A., Masud, T., Shehla, X.S. and Soomro, A.H. 2007. Effect of storage on physico- chemical composition and sensory properties of Mango variety Dosehari. Pakistan Journal of Nutrition, 6: 143-148.

Sayyari, M., Babalar, M., Kalantari, S., Martinez-Romero, D., Guillen, F., Serrano, M. and Valero, D. 2011. Food Chemistry, 124(3): 964-970.

Serrano, M., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Castillo, S. and Valero, D. 2005. Chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry at different ripening stages. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(7): 2741-2745.

Shao, X., Wang, H., Xu, F. and Cheng, S. 2013. Effects and possible mechanisms of tea tree oil vapor treatment on the main disease in postharvest strawberry fruit. Postharvest Biology and Technology, 77: 94-101.

Sivakumar, D. and Bautista-Banos, S. 2014. A review on the use of essential oils for postharvest decy control and maintenance of fruit quality during storage. Crop protection, 64: 27-37.

Tajkarimi, M.M., Ibrahim, S.A. and Cliver, D.O. 2010. Antimicrobial herb and spice compounds in Food. Food Control, 21: 1199-1218.

Tsai, C.J., Harding, S.A., Tschaplinshi, T.J., Lindroth, R.L. and Yuan, Y. 2006. Genum- Wide analisis of the stractural genes rgulatin defense phenilpropanoid metabolism in Popolus. New Phytologist, 172: 47-62.

Vargas, J.M., Albors, A., Chiralt, A. and Gonzalez-Martinez, C. 2006. Quality of cold stored strawberries as affected by chitosan-oleic acid edible coatings. Postharvest Biology and Technology, 41: 164-171.

Vilaplana, R., Perez-Revelo, K. and Valencia- Chamorro, S. 2018. Essential oil as an alterntive Postharves treatment to control fusariosis, causd by Fusarium verticillioides, in fresh Pinneapples (*Ananas comosum*). Scientia Horticulturae, 238: 255-563.

Vinson, J.A., Su, X., Zubik, L. and Bose. P. 2001. Phnol antioxidan quantity and quality in foods: fruit. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49: 5315-5321.

Wang, C.Y., Yin, J.J., Parry, J. and Yu, L.L. 2007. Enhancing antioxidant, antiproliferation, and free radical scavenging activities in strawberries with essential oil. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55: 6527-6532.

Wang, S.Y. and Yin, H.S. 2000. Antioxidant activity in fruits and levels of blackberry, raspberry and strawberry varies with cultivar and development stage. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48:140-146.

Wang, Y., Zhao, R., Yu, L., Zhang, Y., He, Y. and Yao, J. 2014. Evaluation of cinnamon essential oil microemulsion and its vapor phase for controlling postharvest gray mold of pears (*Pyrus pyrifolia*). Journal of the Science of Food and Agriculture, 94: 1000-1004.

Wunsh, A. and Hormaza, J.I. 2004. Molecular evaluation of gentic diversity and S-allele composition of local Spanish sweet cherry *(Prunus avium* L.) cultivars. Genetic Resources and Crop Evolution, 51: 635-641.

Yamaguchi, T., Takamura. H., Matoba, T. and Terao. J. 1998. HPLC method for evaluation of the free radical- scavenging activity of foods by using 1,1-difenil-2 Picrylhydrazyl. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 62: 1201-1204.