[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.11.6]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.125]

اثر تیمار اسیدهای آلی به‌تنهایی یا همراه با امواج فراصوت در افزایش عمر قفسه‌ای برش‌های تازه میوه کیوی

آمنه منصوری[۱] و اورنگ خادمی[۲*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۶/۱۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۲۰)

چکیده

عرضهٔ میوه به‌صورت برش‌های تازه و آمادهٔ مصرف در سال‌های اخیر افزایش زیادی یافته است. میوه کیوی نیز از جمله میوه‌هایی است که عرضه آن به‌صورت تازه‌بریده در سال‌های اخیر روند افزایشی داشته است. آلودگی میکروبی، کاهش شدید سفتی و قهوه‌ای شدن از عوامل اصلی محدود کننده عمر قفسه‌ای قطعات تازه‌بریده میوه‌ها می‌باشند. در این پژوهش اثر تیمارهای اسید اگزالیک و اسید سیتریک هریک در غلظت‌های صفر، دو، چهار و شش میلی‌مولار به‌تنهایی و یا در تلفیق با تیمار امواج فراصوت روی قطعات تازه‌بریده میوه کیوی مورد بررسی قرار گرفت. قطعات تازه‌بریده کیوی پس از اعمال تیمار، در دمای دو درجه سانتی‌گراد انبار و در زمان‌های ۷ و ۱۴ روز از انبار سرد خارج و مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تیمارهای اسید اگزالیک و اسید سیتریک به‌طور مؤثری در مقایسه با شاهد ظاهر محصول را حفظ نموده و دارای سفتی بافت، اسید قابل تیتر، اسید آسکوربیک، مقدار فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالاتر و در عین حال کلونی باکتری کمتری بودند. در بین تیمارهای اعمال شده نیز تیمارهای اسید اگزالیک در غلظت‌های دو، چهار و شش میلی‌مولار و اسید سیتریک در غلظت شش میلی‌مولار بهتر از سایر تیمارها عمل نمودند. اعمال تیمار فراصوت به‌تنهایی با وجود کاهش بار میکروبی و حفظ بهتر ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی تأثیر چندانی در حفظ بازارپسندی قطعات تازه‌بریده میوه کیوی نشان نداد. بنابراین اعمال تیمارهای اسیدآلی به‌صورت غوطه‌وری می‌تواند در افزایش عمر قفسه‌ای قطعات بریده شده میوه کیوی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: اسید اگزالیک، اسید سیتریک، بازارپسندی، عمر قفسه‌ای، فراصوت، کیوی

۱ و ۲. به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد تهران

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: o.khademi@shahed.ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.11.6]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.125]

مقدمه

کیوی (*Actinidia deliciosa*) میوه‌ای نیمه‌گرمسیری متعلق به خانواده *Actinidiaceae* است که مهم‌ترین رقم تجاری آن هایوارد می‌باشد (۴۴). این رقم در ایران نیز در سطح قابل توجه کشت و مصرف می‌گردد. میوه کیوی از جمله محصولاتی است که عرضه آن به‌صورت قطعات بریده شده (Fresh cut)، روند افزایشی دارد (۴). به‌طورکلی محصولات تازه‌بریده به‌دلیل راحتی مصرف بازارپسندی بالایی دارند و مصرف آنها رو به گسترش است (۲۱ و ۴۵). منتهی عرضه میوه کیوی به‌صورت تازه‌بریده با عوامل محدود کننده‌ای عمده‌ای همراه است (۲۵). قطعات بریده شده میوه کیوی به‌دلیل محتوای آب فراوان و نرم شدن سریع مستعد آلودگی به‌وسیله کپک آبی (*Penicillium expansum*)، کپک خاکستری (*Botrytis cinera*) و *Phomosis actinidia* هستند (۲). علاوه بر این قطعات بریده شده میوه کیوی، همانند سایر محصولات تازه‌بریده به‌دلیل نبود سدهای مکانیکی مناسب با حملهٔ انواع باکتری‌ها نیز مواجه می‌باشند (۹). ایجاد زخم که برای تهیه محصولات تازه‌بریده اجتناب‌ناپذیر است، حساسیت بافت‌های گیاهی به قهوه‌ای شدن و کاهش شدید سفتی را افزایش می‌دهد (۱، ۴ و ۱۰).

کاهش بار میکروبی و ممانعت از قهوه‌ای شدن از مهم‌ترین مراحل در زنجیرهٔ تولید محصولات غذایی، به‌ویژه محصولات تازه‌بریده شده می‌باشد (۳ و ۴۳). روش‌های متفاوتی با هدف کاهش بار میکروبی و کنترل قهوه‌ای شدن آنزیمی در صنعت پس از برداشت و در این بین، صنعت محصولات تازه‌بریده به‌کار برده می‌شود (۳۳، ۳۴ و ۳۵). استفاده از انبارهای سرد، تغییر pH اطراف سلول، تیمارهای شیمیایی، انبارهایی با اتمسفر تغییر یافته و بسته‌بندی با پوشش مناسب از جمله راه‌هایی هستند که برای نگهداری محصولات تازه‌بریده شده مورد استفاده قرار می‌گیرند (۳۰، ۳۸ و ۳۹). دمای پایین و شرایط اسیدی که با استفاده از اسیدهای آلی و نمک‌های آنها ایجاد می‌شود، عمر پس از برداشت محصولات میوه‌ای را افزایش می‌دهد (۲۸ و ۳۹). در این بین، اسید سیتریک به‌صورت گسترده به‌منظور جلوگیری از فرآیند قهوه‌ای شدن و کاهش جمعیت میکروب‌ها در میوه برش‌خورده استفاده می‌شود (۴۰). در پژوهشی محققان دریافتند که استفاده از اسید سیتریک ۰/۱ مولار سبب حفظ کیفیت غذایی و افزایش عمر قفسه‌ای قطعات تازه‌بریده میوه شاه‌بلوط چینی شد (۲۰). اسید اگزالیک نیز به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی نقش مهمی در ممانعت از فعالیت آنزیم‌های اکسید کننده و رشد عوامل میکروبی روی سطح برش‌خورده محصولات تازه‌بریده دارد (۴۸). پژوهشگران نشان داده‌اند که اسید اگزالیک پتانسیل قوی در افزایش ماندگاری قطعات تازه‌بریده میوه سیب دارد (۳۷).

امواج فراصوت (Ultra Sonic) از طریق تخریب میکروارگانیسم‌ها و غیر فعال‌سازی بعضی از آنزیم‌ها بدون تغییر در خواص کیفی میوه‌ها و سبزی‌ها سبب کاهش بار میکروبی روی آنها می‌شود. بدین‌صورت که انرژی فیزیکی و شیمیایی تولید شده به‌وسیله امواج فراصوت منجر به غیر فعال شدن فعالیت میکروارگانیسم‌ها می‌گردد (۷ و ۱۳). غیر فعال‌سازی میکروارگانیسم‌ها نتیجه شکل‌گیری، رشد و فروپاشی حباب‌هایی است که از انرژی شیمیایی و مکانیکی حاصل از امواج فراصوت درون سلول‌های میکروارگانسیم‌ها تولید می‌شود (۱۵ و ۳۲). در مکانیسم دیگر امواج فراصوت با تحریک تولید رادیکال‌های آزاد منجر به تخریب DNA سلول‌های باکتری می‌شود (۸). طی پژوهش‌های صورت گرفته اثر مثبت کاربرد امواج فراصوت در کاهش بار میکروبی و افزایش ماندگاری میوه توت‌فرنگی طی انبار سرد نشان داده شده است (۶ و ۱۸). هم‌چنین مو و جانگ (۲۷) نشان دادند که تیمار فراصوت در تلفیق با اسید آسکوربیک با غیر فعال‌سازی بسیاری از آنزیم‌ها و کاهش بار میکروبی سبب افزایش عمر قفسه‌ای قطعات بریده سیب شد. اثر مثبت تیمار فراصوت در کاهش جمعیت باکتریایی و در پی آن افزایش عمر قفسه‌ای قطعات بریده شده کاهو نیز توسط ساگونگ و همکاران نشان داده شده است (۴۲).

در ایران عرضه میوه‌ها به‌صورت برش‌های تازه رواج ندارد

ولی امروزه در بیشتر کشورهای توسعه‌یافته و یا حتی کشورهای درحال توسعه محصولات مهم باغبانی به‌صورت بریده شده وآماده مصرف عرضه می‌شود. بنابراین لازم است برای توسعه عرضه محصولات باغبانی به‌صورت آماده مصرف در کشور که با افزایش بهره‌وری اقتصادی و توسعه صادرات همراه خواهد بود، ابتدا پژوهش‌های علمی در این خصوص صورت گیرد. در این آزمایش با توجه به اثرات مثبت تیمارهای اسیدهای آلی و فراصوت در افزایش عمر قفسه‌ای محصولات آماده مصرف و نبود اطلاعات چندان روی کیوی، اثر تلفیقی این دو تیمار روی قطعات بریده شده میوه کیوی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های میوه

میوه کیوی رقم هایوارد (با سفتی متوسط ۸۰ نیوتن و مقدار مواد جامد محلول ۵/۷ درجه بریکس) از باغی در اطراف شهر رامسر تهیه و در کمتر از ۱۰ ساعت به آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت دانشگاه شاهد منتقل شد. میوه‌های معیوب و صدمه‌دیده حذف و میوه‌های سالم و یکنواخت برای انجام آزمایش انتخاب شدند.

اعمال تیمارها

میوه‌ها پس از شستشو، به‌مدت پنج دقیقه با محلول هیپوکلرید سدیم (پنج درصد) ضدعفونی شده (۵) و در گروه‌های مختلف برای اعمال تیمار توزیع شدند. میوه‌ها قبل از اعمال تیمارها پوست‌کنی شده و در قطعاتی یکسان به عرض یک سانتی‌متر و با استفاده از اسلایسر دستی تهیه شدند. تیمارهای اعمال شده شامل اسید اگزالیک و اسید سیتریک هریک در چهار غلظت صفر (به‌عنوان شاهد)، دو، چهار و شش میلی‌مولار بودند. تیمارهای مذکور به‌مدت پنج دقیقه یک‌بار، به‌صورت غوطه‌وری و بار دیگر در دستگاه فراصوت (با قدرت ۴۰ مگاهرتز) اعمال شدند. قطعات بریده شده میوه کیوی پس از اعمال تیمارها در دمای آزمایشگاه خشک شده و سپس نمونه‌های هر تیمار به شش واحد آزمایشی هر یک دارای ۲۰ قطعه بریده شده به عرض یک سانتی‌متر تقسیم‌بندی شدند. نمونه‌های هر واحد آزمایشی در بسته‌های پلی‌اتیلنی قرار گرفته و با سلوفان پوشیده شدند. بسته‌های تهیه شده به دمای ۲ درجه سانتی‌گراد منتقل و سه بسته از هر تیمار به‌عنوان سه تکرار در روز هفتم و سه بسته باقی‌مانده در روز چهاردهم پس از قرارگیری، به‌مدت دو روز در دمای معمولی، به‌عنوان عمر قفسه‌ای مورد بررسی قرار گرفتند.

اندازه‌گیری شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی

درجه بازارپسندی نمونه‌ها به‌صورت مشاهده‌ای و با در نظر گرفتن ظاهر مطلوب و درجه آلودگی بیمارهای قارچی در محدوده صفر الی پنج نمره‌دهی شد. صفر قطعاتی با ظاهری سالم و بدون آلودگی و پنج میوه‌هایی با ظاهر تخریب شده، بد رنگ و دارای آلودگی قارچی بالا بود. سفتی قطعات تازه‌بریده کیوی با استفاده از دستگاه سفتی‌سنج دستی (مدل: FTO11 با قطر پیستون چهار میلی‌متر) و در دو قسمت از هر قطعه اندازه‌گیری و میانگین آن براساس نیوتن بیان شد. تعداد شش نمونه از هر واحد آزمایشی عصاره‌گیری شده و برای اندازه‌گیری مقدار مواد جامد محلول اختصاص یافت. مقدار مواد جامد محلول با استفاده از دستگاه رفراکتومتر دستی (مدل Atago Manual) اندازه‌گیری شد.

برای تعیین واحد تشکیل کلونی باکتریایی، CFU، (colony-forming unit)، مقدار یک گرم نمونه به‌طور تصادفی از قطعات بریده شده هر واحد آزمایشی برداشته شده و در ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر استریل هموژن شد. مقدار یک میلی‌لیتر از هموژن در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر استریل رقیق شد و یک قطره از هموژن حاصل روی محیط کشت نوترینت آگار کشت و تعداد کلونی‌های تشکیل شده پس از ۴۸ ساعت شمارش شد.

مقدار اسید آسکوربیک (ویتامین ث) با روش تیتراسیون با دی‌کلروفنل ایندوفنل اندازه‌گیری شد و مقدار ویتامین ث برحسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه بیان شد (۲۴). مقدار فنل کل میوه‌ها نیز پس از عصاره‌گیری با متانول ۸۰

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.11.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.125]

درصد با استفاده از معرف فولین سیوکالتوآ و براساس استاندارد اسید تانیک تهیه شده، اندازه‌گیری گردید (۱۲). ظرفیت آنتی‌اکسیدان کل بر مبنای اسید آسکوربیک (AEAC) Ascrobate equivalent antioxidant capacity با استفاده از روش ذکر شده در فانیادیس و همکاران (۱۴) اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل تیمار اسیدهای آلی در هفت سطح، فراصوت در دو سطح و زمان بررسی در دو سطح بود. تجزیه وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS (ورژن ۹/۲) صورت گرفته و برای مقایسه میانگین از حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD = 0.05) استفاده شد.

نتایج

نتایج مقایسه میانگین

براساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱)، اثر تیمار فراصوت بر اسید قابل تیتر، واحد تشکیل کلونی، مقدار ویتامین ث، مقدار فنل کل و آنتی‌اکسیدان معنی‌دار ولی بر بازارپسندی و سفتی غیر معنی‌دار بود. اثر تیمار اسید آلی نیز بر بازارپسندی، سفتی بافت، اسید قابل تیتر، واحد تشکیل کلونی باکتری، مقدار ویتامین ث، مقدار فنل کل و آنتی‌اکسیدان معنی‌دار ولی بر درصد مواد جامد محلول غیر معنی‌دار بود. اثر زمان بررسی بر بازارپسندی، اسید قابل تیتر، واحد تشکیل کلونی باکتری، مقدار ویتامین ث، مقدار فنل کل و آنتی‌اکسیدان معنی‌دار ولی بر سفتی بافت و مواد جامد محلول غیر معنی‌دار بود. در بین برهمکنش بین عامل‌ها تنها اثر برهمکنش بین زمان و اسیدآلی بر بازارپسندی معنی‌دار ولی سایر اثرها غیر معنی‌دار بود.

بازارپسندی

بررسی برهمکنش بین تیمارهای اسید آلی و زمان نشان داد که پس از هفت روز نمونه‌های تمامی تیمارهای اعمال شده دارای درجه بازارپسندی بیشتری در مقایسه با نمونه‌های شاهد بودند و در این بین تیمارهای اسید اگزالیک در هر سه غلظت دو، چهار و شش میلی‌مولار و تیمار اسید سیتریک در غلظت شش میلی‌مولار دارای درجهٔ بازارپسندی بیشتری در مقایسه با تیمارهای اسید سیتریک در غلظت‌های دو و چهار میلی‌مولار بودند. در زمان بررسی ۱۴ روز، درجهٔ بازارپسندی نمونه‌های تیمار شده در مقایسه با زمان بررسی هفت روز کاهش یافت. در این زمان بررسی نمونه‌های تیمارهای اسید سیتریک در غلظت‌های دو و چهار میلی‌مولار دارای اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد از نظر درجه بازارپسندی نبودند، درحالی‌که نمونه‌های تیمارهای اسید اگزالیک در هر سه غلظت دو، چهار و شش میلی‌مولار و تیمار اسید سیتریک در غلظت شش میلی‌مولار دارای درجهٔ بازارپسندی بیشتری در مقایسه با نمونه‌های شاهد بودند (شکل ۱).

سفتی بافت

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که نمونه‌های تیمارهای اسید اگزالیک و اسید سیتریک در هر سه غلظت دو، چهار و شش میلی‌مولار دارای سفتی بافت بیشتری در مقایسه با نمونه‌های شاهد (با سفتی کمتر از یک نیوتن) بودند. در بین تیمارها نیز نمونه‌های تیمارهای اسید اگزالیک (با سفتی نزدیک به سه نیوتن) دارای سفتی بافت بیشتری در مقایسه با نمونه‌های تیمارهای اسید سیتریک بودند، هرچند با اسید سیتریک شش میلی‌مولار اختلاف معنی‌داری از نظر سفتی بافت نشان ندادند (شکل ۲).

درصد اسیدیته قابل تیتر و مقدار مواد جامد محلول

مقدار اسید قابل تیتر میوه‌ها در زمان برداشت ۰/۸۲ درصد بوده ولی با گذشت زمان آزمایش مقدار اسید قابل تیتر نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. منتهی میوه‌های تیمار شده با فراصوت (با مقدار اسیدیته ۰/۶۸ درصد) دارای اسید قابل تیتر

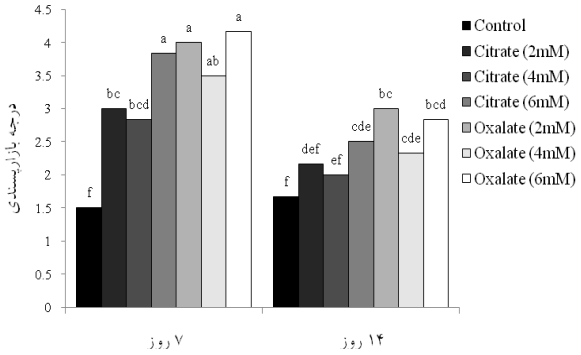
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.11.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.125]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.125] [DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.11.6] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

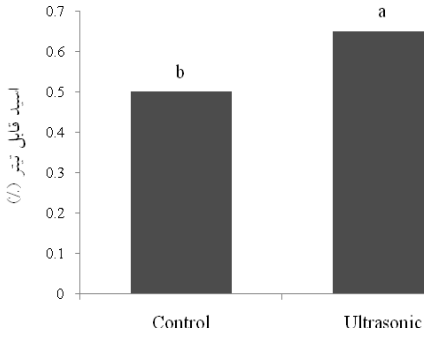
جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس آزمایش اثر اسیدهای آلی و فراصوت بر افزایش عمر قفسه‌ای کیوی برش‌خورده

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		بازارپسندی	سفتی	اسید قابل تیتر	مواد جامد محلول	واحد تشکیل کلنی باکتری	ویتامین ث	فنل	آنتی‌اکسیدان
تیمار فراصوت	۱	۰/۱۰۷^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۲۷**	۰/۰۶^{ns}	۲۱**	۱۱۹۳**	۶۷۲۲**	۰/۴۸**
تیمار اسید آلی	۶	۴/۴۸**	۶/۴۱**	۰/۰۸۸**	۰/۷۴^{ns}	۴۹**	۱۵۰۸**	۲۴۳۹**	۰/۱۷**
زمان	۱	۱۴/۵۸**	۰/۸۳^{ns}	۰/۱۴۲**	۰/۲۳^{ns}	۴/۷**	۳۳۰/۶**	۲۰۶۰**	۰/۱۲۸**
فراصوت × اسید آلی	۲	۰/۱۳۴^{ns}	۰/۴۲۸^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۴۷^{ns}	۰/۸۶^{ns}	۲۶/۷۳^{ns}	۲۸۶/۵^{ns}	۰/۰۰۹^{ns}
فراصوت × زمان	۱	۰/۹۶^{ns}	۰/۴۸^{ns}	۰/۰۰۸^{ns}	۰/۰۰۶^{ns}	۰/۴۲^{ns}	۳/۳۰۶^{ns}	۱/۶۱^{ns}	۰/۰۰۰۵^{ns}
اسید آلی × زمان	۶	۱/۴۴*	۰/۳۲^{ns}	۰/۰۰۰۷^{ns}	۰/۴۱^{ns}	۰/۴۰^{ns}	۲۰/۱۱^{ns}	۳۸/۳^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}
فراصوت × اسید آلی × زمان	۶	۰/۱۵۸^{ns}	۰/۳۰^{ns}	۰/۰۰۱۲^{ns}	۰/۴۱^{ns}	۰/۸۴^{ns}	۳۹/۹۵^{ns}	۹/۸۲^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}
خطای آزمایش	۵۶	۰/۵۳۵	۰/۷۴	۰/۰۰۵	۰/۷۵	۰/۶۳	۴۹/۶۰	۱۸۵/۱	۰/۰۰۹
ضریب تغییرات	–	۲۵	۱۲	۱۲	۷	۱۲	۱۳	۱۳	۱۶

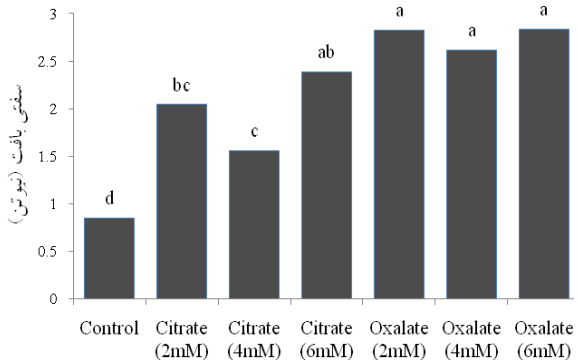
ns : غیر معنی‌دار، **: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪



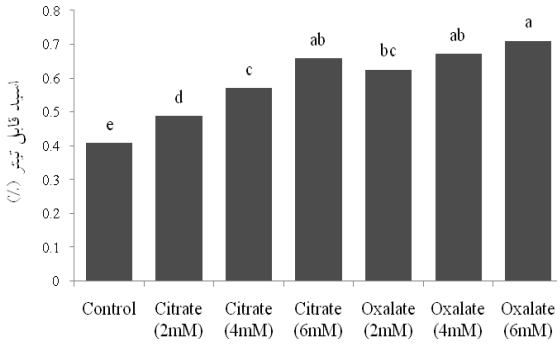
شکل ۱. برهمکنش بین تیمارهای اسید آلی و زمان نگهداری بر درجه بازارپسندی قطعات برش‌خورده میوه کیوی. میانگین‌هایی با حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر در سطح ۵٪ آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) نمی‌باشند.



شکل ۳. اثر اصلی تیمار فراصوت بر درصد اسید قابل تیتر قطعات برش‌خورده میوه کیوی. میانگین‌هایی با حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر در سطح ۵٪ آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) نمی‌باشند. هریک از اعداد میانگین دو زمان بررسی و هفت تیمار اسید آلی می‌باشد (n= ۴۲).



شکل ۲. اثر اصلی تیمارهای اسید آلی بر سفتی بافت قطعات برش‌خورده میوه کیوی. میانگین‌هایی با حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر در سطح ۵٪ آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) نمی‌باشند. هریک از اعداد میانگین دو زمان بررسی و دو تیمار فراصوت می‌باشد (n=۱۲).



شکل ۴. اثر اصلی تیمارهای اسید آلی بر درصد اسید قابل تیتر قطعات برش‌خورده میوه کیوی. میانگین‌هایی با حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر در سطح ۵٪ آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) نمی‌باشند. هریک از اعداد میانگین دو زمان بررسی و دو تیمار فراصوت می‌باشد (n = ۱۲).

بیشتری در مقایسه با میوه‌های تیمار نشده با آن (با مقدار اسیدیته ۰/۵ درصد) بود (شکل ۳). بررسی اثر اصلی تیمارهای اسید آلی نیز نشان داد که تمامی تیمارهای اعمال شده دارای اسید قابل تیتر بیشتری در مقایسه با میوه‌های شاهد بودند. در بین تیمارهای اسید آلی اعمال شده تیمار اسید سیتریک در غلظت دو میلی‌مولار و در درجه بعدی تیمار اسید سیتریک در غلظت ۴ میلی‌مولار دارای اسید قابل تیتر کمتری از تیمارهای، اسید سیتریک در غلظت شش میلی‌مولار و اسید اگزالیک در هر سه غلظت دو، چهار و شش میلی‌مولار بودند (شکل ۴).

اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمارهای اسید آلی و فراصوت و زمان‌های بررسی از نظر مقدار مواد جامد محلول مشاهده نشد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.11.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.125]

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.11.6]

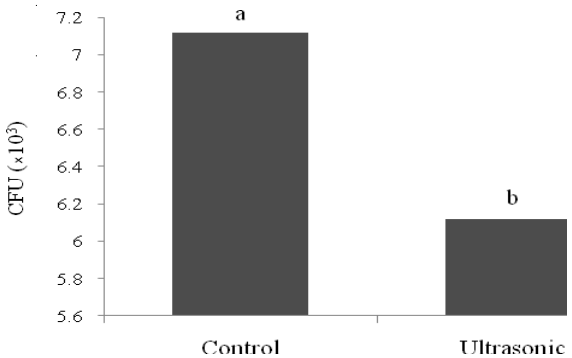
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.125]

میزان تشکیل کلونی باکتریایی (CFU)

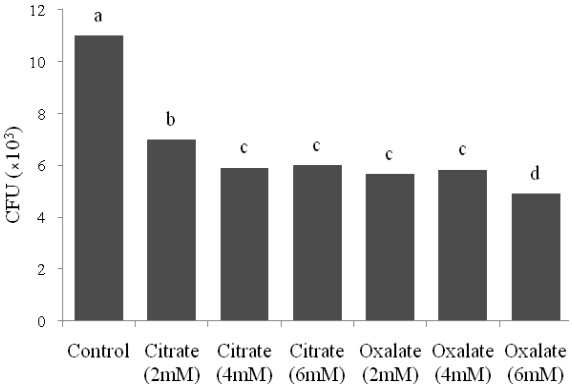
با گذشت زمان آزمایش میزان تشکیل کلونی در نمونه‌های کیوی برش‌خورده افزایش یافت. منتهی اعمال تیمار فراصوت در مقایسه با عدم اعمال تیمار فراصوت به‌طور معنی‌داری بار میکروبی نمونه‌ها را کاهش داد (شکل ۵). اعمال تیمارهای اسید اگزالیک و اسید سیتریک در هر سه غلظت دو، چهار و شش میلی‌مولار نیز در مقایسه با شاهد ($CFU = ۱۱ \times ۱۰^{۳}$) منجر به کاهش معنی‌دار میزان تشکیل کلونی باکتریایی شد. در این بین بیشترین اثر را در کاهش بار میکروبی تیمار اسید اگزالیک شش میلی‌مولار ($CFU = ۵ \times ۱۰^{۳}$) داشت که دارای کمترین بار میکروبی در بین تیمارهای اسید آلی بود. تیمار اسید سیتریک دو میلی‌مولار نیز دارای بار میکروبی بیشتری در مقایسه با سایر تیمارهای اسید آلی بود، ولی بین تیمارهای اسید اگزالیک دو و چهار میلی‌مولار و اسید سیتریک چهار و شش میلی‌مولار اختلاف معنی‌دار از نظر میزان تشکیل کلونی باکتریایی مشاهده نشد (شکل ۶).

مقدار اسید آسکوربیک

مقدار اسید آسکوربیک نمونه‌ها در زمان برداشت در حدود ۷۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه بود که با گذشت زمان آزمایش کاهش یافت. ولی اعمال تیمار فراصوت و نیز اعمال تیمارهای اسید آلی منجر به حفظ بهتر اسید آسکوربیک نمونه‌ها شد. به‌طوری‌که نمونه‌های تیمار شده با فراصوت در مقایسه با نمونه‌های تیمار نشده دارای مقدار اسید آسکوربیک بیشتری بودند (شکل ۷). تمامی تیمارهای اسید آلی اعمال شده نیز در مقایسه با شاهد (با مقدار ۳۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) دارای مقدار اسید آسکوربیک بیشتری بودند. در این بین بیشترین مقدار اسید آسکوربیک در نمونه‌های تیمار اسید اگزالیک شش میلی‌مولار (با مقدار ۶۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) مشاهده شد. نمونه‌های تیمارهای اسید اگزالیک دو و چهار میلی‌مولار و اسید سیتریک شش میلی‌مولار نیز بدون اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر در مقایسه با نمونه‌های



شکل ۵. اثر اصلی تیمار فراصوت بر میزان تشکیل کلونی باکتریایی قطعات برش‌خورده میوه کیوی. میانگین‌هایی با حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر در سطح ۵٪ آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) نمی‌باشند. هریک از اعداد میانگین دو زمان بررسی و هفت تیمار اسید آلی می‌باشد (n = ۴۲).

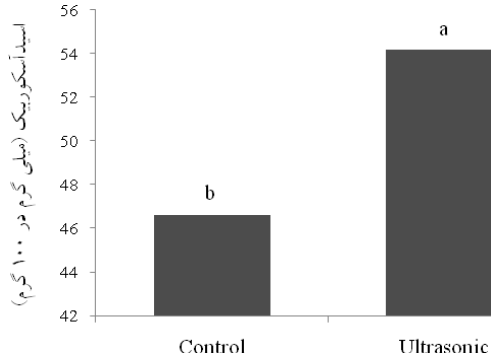


شکل ۶. اثر اصلی تیمارهای اسید آلی بر میزان تشکیل کلونی باکتریایی قطعات برش‌خورده میوه کیوی. میانگین‌هایی با حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر در سطح ۵٪ آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) نمی‌باشند. هریک از اعداد میانگین دو زمان بررسی و دو تیمار فراصوت می‌باشد (n = ۱۲).

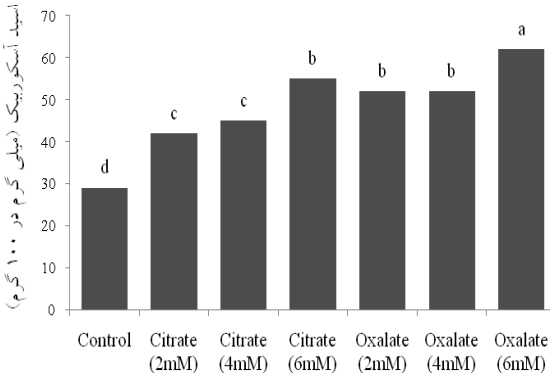
تیمارهای اسید سیتریک دو و چهار میلی‌مولار دارای مقدار اسید آسکوربیک بیشتری بودند (شکل ۸).

مقدار فنل کل

نمونه‌های کیوی در زمان برداشت دارای مقدار فنل کل ۱۳۰



شکل ۷. اثر اصلی تیمار فراصوت بر مقدار اسید آسکوربیک قطعات برش‌خورده میوه کیوی. میانگین‌هایی با حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر در سطح ۵٪ آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) نمی‌باشند. هریک از اعداد میانگین دو زمان بررسی و هفت تیمار اسیدآلی می‌باشد (n = ۴۲).



شکل ۸. اثر اصلی تیمارهای اسید آلی بر مقدار اسید آسکوربیک قطعات برش‌خورده میوه کیوی. میانگین‌هایی با حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر در سطح ۵٪ آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) نمی‌باشند. هریک از اعداد میانگین دو زمان بررسی و دو تیمار فراصوت می‌باشد (n = ۱۲).

میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر بودند که این مقدار با گذشت زمان آزمایش به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. بررسی مقایسه میانگین‌ها نشان داد که نمونه‌های تیمار شده با فراصوت (با میانگین ۱۱۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر) در مقایسه با نمونه‌های تیمار نشده (با میانگین ۹۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر) با فراصوت دارای مقدار فنل کل بیشتری بودند (شکل ۹). نمونه‌های تمامی تیمارهای اسیدهای آلی نیز در مقایسه با شاهد دارای مقدار فنل کل بیشتری بودند. در این بین نمونه‌های تیمار شده با اسید اگزالیک به‌طور نسبی دارای مقدار فنل کل بیشتری در مقایسه با نمونه‌های تیمار شده با اسید سیتریک بودند (شکل ۱۰).

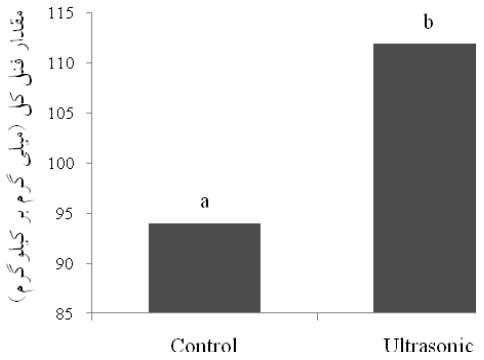
ظرفیت آنتی اکسیدان کل بر مبنای اسید آسکوربیک (AEAC)

به‌طورکلی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها با گذشت زمان آزمایش کاهش معنی‌داری نشان داد. منتهی نمونه‌های تیمار شده با فراصوت در مقایسه با نمونه‌های تیمار نشده با آن به‌طور معنی‌داری دارای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری بودند (شکل ۱۱). نمونه‌های تمامی تیمارهای اعمال شده اسید آلی نیز دارای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری در مقایسه با نمونه‌های تیمار شاهد بودند (شکل ۱۲).

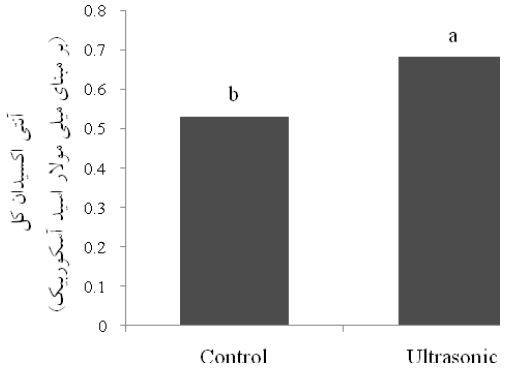
بحث

کیفیت ظاهری محصول به‌عنوان مهم‌ترین شاخص ارزیابی بازارپسندی محصول می‌باشد. نقصان ظاهر و بازارپسندی محصولات تازه‌بریده ناشی از شیوع بیماری‌های مختلف و بروز واکنش قهوه‌ای شدن آنزیمی در آنها می‌باشد (۲۶). نتایج این پژوهش نشان داد که تیمارهای اسید اگزالیک در هر سه غلظت دو، چهار و شش میلی‌مولار و اسید سیتریک در غلظت شش میلی‌مولار به‌طور مؤثری موجب حفظ بهتر بازارپسندی قطعات تازه‌بریده میوه کیوی شدند. در پژوهشی، نشان داده شده است که غوطه‌ور نمودن میوه لیچی در محلول اسید اگزالیک با کاهش فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز منجر به تأخیر فرآیند قهوه‌ای شدن و حفظ کیفیت ظاهری میوه شده است (۴۸). تیمار اسید اگزالیک در انبه، هلو، عناب و موز نیز با ممانعت از توسعه پاتوژن‌ها سبب حفظ کیفیت ظاهری میوه گردیده است

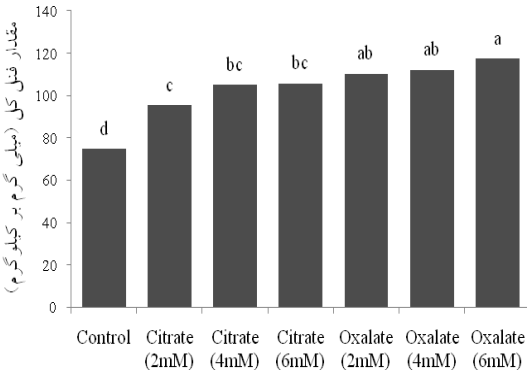
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.11.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.125]



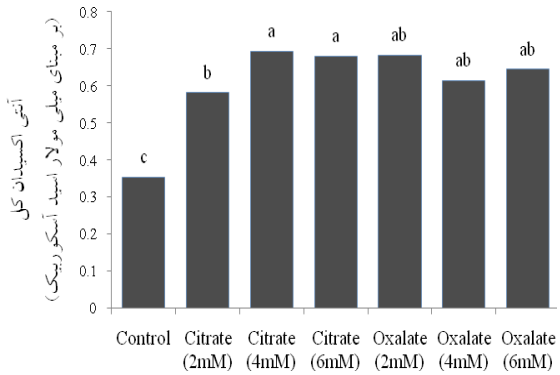
شکل ۹. اثر اصلی تیمار فراصوت بر مقدار فنل کل قطعات برش‌خورده میوه کیوی. میانگین‌هایی با حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر در سطح ۵٪ آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) نمی‌باشند. هریک از اعداد میانگین دو زمان بررسی و هفت تیمار اسید آلی می‌باشد (n = ۴۲).



شکل ۱۱. اثر اصلی تیمار فراصوت بر ظرفیت آنتی اکسیدانی قطعات برش‌خورده میوه کیوی. میانگین‌هایی با حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر در سطح ۵٪ آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) نمی‌باشند. هریک از اعداد میانگین دو زمان بررسی و هفت تیمار اسید آلی می‌باشد (n = ۴۲).



شکل ۱۰. اثر اصلی تیمارهای اسید آلی بر مقدار فنل کل قطعات برش‌خورده میوه کیوی. میانگین‌هایی با حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر در سطح ۵٪ آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) نمی‌باشند. هریک از اعداد میانگین دو زمان بررسی و دو تیمار فراصوت می‌باشد (n = ۱۲).



شکل ۱۲. اثر اصلی تیمارهای اسید آلی بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی قطعات برش‌خورده میوه کیوی. میانگین‌هایی با حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر در سطح ۵٪ آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) نمی‌باشند. هریک از اعداد میانگین دو زمان بررسی و دو تیمار فراصوت می‌باشد (n = ۱۲).

(۱۹، ۴۷، ۴۹ و ۵۰). اسید سیتریک خاصیت ضد میکروبی دارد به همین دلیل تیمار نمونه‌ها با اسید سیتریک در افزایش عمر قفسه‌ای و حفظ کیفیت ظاهری محصولات تازه‌بریده تأثیر دارد (۳۷). از این‌رو به‌نظر می‌رسد عامل اصلی حفظ کیفیت ظاهری کیوی، برش تازه‌بریده توسط تیمارهای اسید آلی، حفظ ساختار سلولی و کاهش آلودگی‌های باکتریایی و قارچی در اثر این تیمارها بوده است.

سفتی بافت میوه کیوی در زمان برداشت بالا بوده و به‌تدریج در طی نگهداری به‌شدت کاهش می‌یابد که این کاهش شدید سفتی در قطعات تازه‌بریده میوه کیوی پس از ایجاد برش

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.11.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.125]

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.11.6]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.125]

به‌دلیل ایجاد زخم و در پی آن تحریک تولید اتیلن و تراوش آنزیم‌های تخریب کننده دیواره سلولی به فضای بین سلولی رخ می‌دهد (۲۵). تیمارهای اسید آلی در این آزمایش به‌طور مؤثری کاهش سفتی قطعات بریده شدهٔ کیوی را در طول عمر قفسه‌ای تعدیل نمودند. نقش مثبت اسیدهای آلی در کاهش سرعت تولید اتیلن و سرعت تنفسی نشان داده شد (۱۷ و ۳۶). بنابراین به‌نظر می‌رسد از جمله دلایل اصلی حفظ سفتی توسط تیمارهای اسید آلی ممانعت از افزایش تولید اتیلن در اثر این تیمارها می‌باشد. به‌ویژه اینکه تیمارهایی در حفظ سفتی بهتر عمل نمودند که دارای آلودگی قارچی کمتری بودند. بیماری‌های قارچی از عوامل اصلی تحریک تولید اتیلن محسوب می‌گردند (۱۷، ۳۶ و ۳۹). گویلن و همکاران (۱۶) طی پژوهشی نشان دادند که تیمار با اسید اگزالیک با کاهش از دست دادن آب سبب حفظ بهتر سفتی آرتیشو شد. از این‌رو از دلایل دیگر حفظ سفتی توسط تیمارهای اسید آلی می‌تواند حفظ بهتر محتوای آب و پدیده تورژسانس در قطعات بریده شدهٔ کیوی باشد.

در این بررسی هر دو اسید آلی سیتریک و اگزالیک نسبت به نمونه‌های شاهد بار باکتریایی را کاهش داده و اسید اگزالیک شش میلی‌مولار در این بین بیشترین تأثیر را در کاهش بار باکتریایی داشت. هم‌چنین تیمار فراصوت سبب کاهش بار باکتریایی نمونه‌ها شد. اسیدهای آلی در بافت میوه سیستم مقاومت را افزایش داده و با ضدعفونی بافت میوه از رشد و فعالیت عوامل میکروبی ممانعت می‌نماید (۴۸). هم‌چنین تأثیر اسیدهای آلی در کاهش بار میکروبی می‌تواند ناشی از حفظ بهتر سفتی بافت میوه در اثر این تیمارها و کاهش pH سطح سلول باشد، چرا که باکتری‌ها در pH نزدیک خنثی فعالیت بیشتری از خود در مقایسه با pHهای پایین نشان می‌دهند (۱۶). در تحقیقی مشابه با تحقیق حاضر، محققان اثرات مثبت فزاینده‌ای را در استفاده از تیمار امواج فراصوت و اسید سیتریک در غیرفعال‌سازی باکتری‌های *E.coli*, *Typhimurium*, *L.monocytogenes* در قطعات تازه‌بریده کاهوی ارگانیک بدون تغییر در بافت و رنگ آن نشان دادند (۴۲).

مقدار اسیدهای آلی با گذشت زمان به‌دلیل تنفس و تبدیل شدن به قندها کاهش می‌یابد و کاهش آن رابطه مستقیمی با سرعت فعالیت‌های متابولیکی در سلول دارد. در واقع اسیدهای آلی به‌عنوان یک منبع ذخیره انرژی میوه می‌باشند که در هنگام تنفس با افزایش سوخت‌وساز مصرف می‌شوند (۳۱). در این پژوهش مقدار اسیدهای آلی توسط تیمارهای اعمال شده در مقایسه با شاهد کمتر کاهش یافت و تیمارهای اسید اگزالیک در حفظ بهتر اسیدهای آلی مؤثرتر از اسید سیتریک بودند. این امر نشان می‌دهد که اسیدهای آلی با حفظ ساختار سلولی و با ممانعت از افزایش تولید اتیلن سرعت فعالیت‌های متابولیکی را کاهش داده و بدین‌طریق منجر به حفظ بهتر اسیدهای آلی شدند (۲۲). در این پژوهش نمونه‌های تیمار شده با فراصوت دارای مقدار اسید قابل تیتر بیشتری در مقایسه با شاهد بودند که نشان از حفظ بهتر ساختار سلولی و مصرف کمتر اسیدهای آلی در اثر این تیمار دارد. این نتایج با نتایج هو و همکاران مطابقت داشت که بیان نمودند کاربرد تیمار فراصوت سبب حفظ بهتر مقدار اسیدیته و کند شدن فرآیند مصرف و تخریب اسید آلی در میوه‌های توت‌فرنگی شده است (۱۸).

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه کیوی عمدتاً تحت تأثیر سطوح ویتامین ث و پلی‌فنل‌ها در آن می‌باشد و رابطه خطی معنی‌داری بین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه کیوی و مقدار پلی‌فنل‌ها و ویتامین ث وجود دارد (۱۱ و ۲۳). نتایج این آزمایش نشان داد که اسید آسکوربیک و مقدار فنل کل و در راستای آن ظرفیت آنتی‌اکسیدانی قطعات بریده شدهٔ کیوی با گذشت زمان کاهش یافت، منتهی این کاهش توسط تیمارهای اسید آلی به‌خصوص اسید اگزالیک در غلظت بالا تعدیل یافت. در این آزمایش مقدار فنل کل نمونه‌های تیمار شده با اسید اگزالیک به‌میزان بیشتری نسبت به سایر تیمارها حفظ شد. حفظ بهتر متابولیت‌ها در اثر تیمارهای اسید اگزالیک به‌دلیل حفظ بهتر ساختار سلولی و احتمالاً کاهش سرعت تنفس، کاهش تولید اتیلن و کاهش بار میکروبی در اثر آنها بوده است (۲۲). در گزارش مشابهی

محتوای فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آرتیشو توسط تیمارهای اسید اگزالیک نسبت به نمونه‌های شاهد بهتر حفظ شد (۱۶). در این پژوهش اعمال تیمار فراصوت نیز به حفظ بهتر متابولیت‌های میوه کیوی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آن منجر شد که یافته حاصل از این آزمایش با نتایج سوریا و ویلامیل (۲۰۱۰) مطابقت دارد که بیان نمودند کاربرد تیمار فراصوت سبب حفظ بهتر ظرفیت آنتی‌اکسیدان‌ها و حفظ ترکیباتی چون فلاونوییدها و اسید آسکوربیک در محصولات غذایی می‌شود (۴۱).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که قطعه‌های تازه‌بریده میوه کیوی سریعاً در طی دوره عمر قفسه‌ای دچار نقصان می‌شوند و علائم نقصان شامل کاهش شدید سفتی، آلودگی میکروبی و بد رنگ شدن سطح میوه می‌باشد. تیمارهای اسید سیتریک و اسید اگزالیک به‌دلیل خاصیت ضد پاتوژنی و آنتی‌اکسیدانی منجر به افزایش عمر قفسه‌ای قطعه‌های تازه‌بریده میوه کیوی شدند. این تیمارها سفتی بافت و ارزش غذایی را حفظ و بار میکروبی و بد رنگ شدن محصول را کاهش دادند، ولی تیمار فراصوت علی‌رغم حفظ خصوصیات آنتی‌اکسیدانی و کاهش تراکم باکتریایی به‌دلیل عدم کنترل بیماری‌های قارچی و حفظ ظاهر مناسب در افزایش عمر قفسه‌ای قطعه‌های تازه‌بریده کیوی، مؤثر نشان نداد.

منابع مورد استفاده

1. Asemota, H. N., M. A. Wellington, A. A. Odutuga and M. H. Ahmad. 1992. Effect of short-term storage on phenolic content, o-diphenolase and peroxidase activity of cut yam tubers (*Dioscorea sp*). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 60: 309-312.
2. Agar, I. T., R. Massantini, B. Hess-Pierce and A. Kader. 1999. Postharvest CO_2 and ethylene production and quality maintenance of fresh-cut kiwifruit slices. *Journal of the Food Science* 64: 433- 440.
3. Alvaro, J. E., S. Moreno, F. Dianez, M. Santos, G. Carrasco and M. Urrestarazu. 2009. Effects of per acetic acid disinfectant on the postharvest of some fresh vegetables. *Journal of Food Engineering* 95: 11-15.
4. Antunes, M. D. C., S. Dandlen, A. M. Cavaco and G. Miguelg. 2010. Effects of postharvest application of 1-MCP and post cutting dip treatment on the quality and nutritional properties of fresh-cut kiwifruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58: 173–618.
5. Abadias, M., I. Alegre, J. Usall, R. Torres and S. Vina. 2011. Evaluation of alternative sanitizers to chlorine disinfection for reducing food borne pathogen in fresh-cut apple. *Postharvest Biology and Technology* 59: 289-297.
6. Aday, S. M. and C. Caner. 2014. Individual and combined effect of ultrasound ozone and chlorine dioxide on strawberry storage life. *LWT-Food Science and Technology* 57: 344 -351.
7. Andrade, N. J. D., J. F. B. Jose and A. M. Ramose. 2014. Decontamination by ultrasound application in fresh fruits and vegetables. *Food Control* 45: 36-50.
8. Bermudez-Aguirre, D., T. Mobbs and G. V. Barbosa-Canovas. 2011. Ultrasound application in food processing, pp. 65-105, *In:* H. Feng, G. Barbosa-Cánovas and J. Weiss (Eds.), Ultrasound Technologies for Food and Bioprocessing. Springer Science & Business Media, New York.
9. Beirao-Da-Costa, S., M. C. Moura-Guedes, M. M. Ferreira-Pinto, J. Empis and M. Moldao-Martins. 2012. Alternative sanitizing methods to ensure safety and quality of fresh-cut kiwifruit. *Journal of Food Processing and Preservation* 38: 1-10.
10. Couture, R., M. I. Cantwell, D. Ke and J. M. E. Saltveit. 1993. Physiological attributes related to quality attributes and storage life of minimally processed lettuce. *HortScience* 28: 723–725.
11. Du, G., F. Limma and D. Liang. 2009. Antioxidant capacity and the relationship with polyphenol and vitamin C in *Actinidia* fruits. *Food Chemistry* 113: 557-562.
12. Escarpa, A. and M. Gonzalez. 2001. Approach to the content of total extractable phenolic compounds from different food samples by comparison of chromatographic and spectrophotometric methods. *Analytica Chimica Acta* 427: 119-127.
13. Elizaquivel, P., G. Sanchez., M. V. Salema and R. Aznar. 2012. Application of propidium monoazide-qPCR to evaluate the ultrasonic inactivation *Escherichia coli* 157: H7 in fresh cut vegetable wash water. *Food Microbiology* 30: 316-320.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.11.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.125]

14. Faniadis, D., P. D. Drogoudi and M. Vasilakakis. 2010. Effects of cultivar, orchard elevation, and storage on fruit quality characters of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Scientia Horticulturae* 125: 301-304.
15. Gogate, P. R. and A. M. Kabadi. 2009. A review of applications of cavitations in biochemical engineering/biotechnology. *Biochemical Engineering Journal* 44: 60-72.
16. Guillen, F., R. J. Ruiz-Jimenez, P. J. Zapata, M. Serrano, D. Vallero, D. Martinez-Romero and S. Castillo. 2014. Effect of oxalic acid on quality attributes of artichokes stored at ambient temperature. *Postharvest Biology and Technology* 95: 60-63.
17. Han, T., Y. Wang, L. Li and X. Ge. 2003. Effect of exogenous salicylic acid on postharvest physiology of peaches. *Acta Horticulturae* 628:583-589.
18. Hu, Z., S. Cao and B. Pang. 2010. Optimization postharvest ultrasonic treatment of strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology* 55: 150-153.
19. Huang, H., G. Jing, L. Guo, D. Zhang, B. Yang, X. Duan, M. Ashraf and Y. Jiang. 2013. Effect of oxalic acid on ripening attributes of banana fruit during storage. *Postharvest Biology and Technology* 84: 22–27.
20. Jiang, Y., L. Pen and J. Li. 2004. Use of citric acid for shelf life and quality maintenance of fresh-cut Chinese water chestnut. *Journal of Food Engineering* 63: 325-328.
21. Jeong, H. L., W. J. Jin, D. M. Kwang and J. P. Kee. 2008. Effects of anti-browning agents on poly phenol oxidase activity and total phenolics as related to browning of fresh-cut 'Fuji' apple. *ASEAN Food Journal* 15: 79-87.
22. Jiang, Y., H. Haung, G. Jing, L. Guo, D. Zhang, B. Yang, X. Duan and M. Ashraf. 2013. Effect of oxalic acid on ripening attributes of banana fruit during storage. *Postharvest Biology and Technology* 84: 22-27.
23. Lee, K. W., Y. J. Kim, D. O. Kim, H. J. Lee and Y. C. Lee. 2003. Major phenolics in apple and their contribution to the total antioxidant capacity. *Journal of Agriculture and Food Chemistr*y 51: 6516-652.
24. Manolopoulou, H. and P. Papadopoulou. 1998. A study of respiratory and physico-chemical change of four Kiwifruit cultivar during cold-storage. *Food Chemistry* 63: 529-534.
25. Mao, L., G. Wang and F. Que. 2007. Application of 1- methylcyclopropen prior to cutting reduces wound responses and quality in cut kiwifruit. *Journal of Food Engineering* 78: 361- 365.
26. Oms-Oliu, G., M. A. Rojas Grau, L. A. Gonzalez, P. Varela, R. Saliva-Fortuny, M. I. Hernando, I. Perez-Munurea, S. Fiszman and O. Martin-Belloso. 2010. Recent approaches using chemical treatments to preserve quality of fresh-cut fruit: A review. *Postharvest Biology and Technology* 57:139-148.
27. Moo, D. K. and J. H. Jang. 2011. Inhibition of poly phenol oxidase and peroxidase activities on fresh-cut apple by simultaneous treatment of ultrasound and ascorbic acid. *Food Chemistry* 124: 444- 449.
28. Pilizota, V. and G. Sapers. 2004. Novel browning inhibitor formulation for fresh-cut apples. *Journal of Food Scienc*e 69: 140–143.
29. Rice-Evans, C. A., N. J. Miller, P. G. Bolwell, P. M. Bramley and J. B. Pridham. 1995. The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. *Free Radical Research* 22: 375- 383.
30. Rocha, A., C. Brochado and A. Morais. 1998. Influence of chemical treatment on quality of cut apple (cv. Jonagored). *Journal of Food Quality* 21: 13–28.
31. Rahemi, M. 2004. Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit, Vegetables and Ornamentals (4th Edition). Shiraz University Press, Shiraz. (In Farsi).
32. Rastogi, N. 2011. Opportunities and challenges in application of ultrasound in food processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 51: 705-722.
33. Sapers, G. M. and K. B. Hicks. 1989. Inhibition of enzymatic browning in fruits and vegetables, pp. 29-43. *In:* J. J. Jen (Ed.), Quality Factors of Fruits and Vegetables, Chemistry and Technology. American Chemical Society. The University of Georgia. Georgia.
34. Sapers, G. M., K. B. Hicks, J. G. Phillips, L. Garzarella, D. L. Pondish, R. M. Matulaitis, T. J. McCormack, S. M. Sondey, P. A. Seib and Y. S. El-Atawy. 1989. Control of enzymatic browning in apple with ascorbic acid derivatives, polyphenol oxidase inhibitors, and complexing agents. *Food Science* 54: 997-1002.
35. Sapers, G. M., R. L. Miller, F. C. Miller, P. H. Cooke and S. Choi. 1994. Enzymatic browning control in minimally processed mushrooms. *Food Science* 59: 1042-1047.
36. Srivastava, M. K. and U. N. Dwivedi. 2000. Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. *Plant Science* 158: 87- 96.
37. Son, S. M., K. D. Moon and C. Y. Lee. 2001. Inhibitory effects of various anti browning agents on apple slices. *Food Chemistry* 73: 23-30.
38. Soliva-Fortuny, R., G. Oms-Oliu and O. Martın-Belloso. 2002. Effects of ripeness stages on the storage atmosphere, color and textural properties of minimally processed apple slices. *Food Science* 67: 1958-1962.
39. Soliva-Fortuny, R., P. Elez-Martınez and O. Martınez-Belloso. 2004. Microbiological and biochemical stability of fresh–cut apples preserved by modified atmosphere packaging. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 5: 215–224.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.11.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.125]

40. Simon, A., E. Gonzales and M. Vazquez. 2010. Effect of washing citric acid and packaging in modified atmosphere on the sensory and microbiological quality of sliced mushrooms. *Food Control* 21: 851-856.
41. Soria, A. C. and M. Villamiel. 2010. Effect of ultrasound on technological properties and bioactivity of food: a review. *Trends in Food Science and Technology* 21: 323-331.
42. Sagong, H. G., S. Y. Lee, P. S. Chang, S. Heu, Y. J. Choi. 2011. Combined effect of ultrasound and organic acids to reduce *Esherichia coli o1 57:H7 Salmonella Typhimurium* and *Listeria* monocytogenes on organic fresh lettuce. *Food Microbiology* 145: 287-292.
43. Toivonen, M. A. and A. D. Brummell. 2008. Biochemical bases of appearance and texture in fresh–cut fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology* 48: 1-14.
44. Warrington, I. and G. Weston. 1990. Kiwifruit. *Food Chemistry* 96: 519-523.
45. Watada, A.E and L. Qi. 1999. Quality of fresh-cut produce. *Postharvest Biology and Technology* 15: 201 - 205.
46. Wang, Y. C., J. G. Buta. 2003. Maintaining quality of fresh–cut kiwifruit with volatile compounds. *Postharvest Biology and Technology* 28: 181-186.
47. Wang, Q., T. Lai, G. Qin and S. Tian. 2009. Response of jujube fruits to exogenous oxalic acid treatment based on proteomic analysis. *Plant and Cell Physiology* 50: 230–242.
48. Zheng, X. and S. Tian. 2006. Effect of oxalic acid on control of postharvest browning of litchi fruit. *Food Chemistry* 96: 519-523.
49. Zheng, X., S. Tian, M. J. Gidley, H. Yue and B. Li. 2007. Effects of exogenous oxalic acid on ripening and decay incidence in mango fruit during storage at room temperature. *Postharvest Biology and Technology* 45: 281–284.
50. Zheng, X., S. Tian, X. Meng and B. Li. 2007. Physiological and biochemical responses in peach fruit to oxalic acid treatment during storage at room temperature. *Food Chemistry* 140: 156-162.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.11.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.125]