



## اثر کیتوزان و سالیسیلیک اسید به همراه عصاره پنیرک و آلونئورا بر شاخص‌های کیفی و کمی نارنگی انشو

امیر مختارپور بزمین‌آبادی<sup>۱</sup>، عبدالرسول ذاکرین<sup>۲\*</sup>، بهنام بهروز نام<sup>۳</sup>، عبدالحسین ابوطالبی جهرمی<sup>۴</sup>، سید عبدالحسین محمدی جهرمی<sup>۵</sup>

۱-دانشجوی دکتری علوم باغبانی، واحد جهرم، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم، ایران

۲ و ۳- استادیار گروه علوم باغبانی، واحد جهرم، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم، ایران

۴ و ۵- دانشیار گروه علوم باغبانی، واحد جهرم، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم، ایران

\* ایمیل نویسنده مسئول: [dr.a.zakirin@gmail.com](mailto:dr.a.zakirin@gmail.com)

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۸/۳ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۹/۳۰)

### چکیده

آزمایشی با هدف بررسی اثر تیمارهای کیتوزان، اسید سالیسیلیک، ژل آلونئورا و موسیلاژ پنیرک بر فاکتورهای کیفی نارنگی انشو و تعیین بهترین غلظت آنها، به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کیتوزان (۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد)، اسید سالیسیلیک (۱، ۱/۵ و ۲ میلی‌مولار)، ژل آلونئورا (۱۵، ۳۰ و ۴۵ درصد) و موسیلاژ پنیرک (۱۵، ۳۰ و ۴۵ درصد) به صورت غوطه‌وری و سپس نگهداری به مدت ۴۵ روز (دوره انبارمانی با ۴ سطح ۰، ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز) در انبار بودند. pH آب میوه، اسید قابل تیتراسیون، کاهش وزن میوه، محتوای اسید آسکوربیک و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی از شاخص‌های مورد اندازه‌گیری بودند. با توجه به نتایج موثرترین تیمار در حفظ صفات فوق تیمار اسید سالیسیلیک با غلظت ۲ میلی‌مولار بوده است.

**واژه‌های کلیدی:** نارنگی، پس از برداشت، مرکبات، زیست تخریب پذیر، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

### مقدمه

مرکبات از میوه‌های نیمه‌گرمسیری جهان هستند که ارزش اقتصادی بالایی در کشورهای برزیل، آمریکا و چین دارد، به طوری که امروزه در دنیا به عنوان صنعت مرکبات شناخته می‌شود.

نارنگی انشو (*Citrus unshiu Marc*)، در ایران دارای بازارپسندی خوبی از لحاظ ذائقه‌پسندی و زمان عرضه به بازار می‌باشد. این رقم مناسب مناطق نیمه‌گرمسیر خنک بوده و در مناطق معتدل ژاپن،

چین، اسپانیا و کشورهایی که دارای شرایط اقلیمی مناسب گسترش دارد (Qazvini & Moghaddam, 2016).

بیشتر میوه‌ها و سبزیجات تازه به دلیل ارزش درمانی و فعالیت‌های محرک سلامتی شناخته شده‌اند. بنابراین، محصولاتی که بدون استفاده از مواد شیمیایی مصنوعی تولید می‌شوند، به دلیل وجود ترکیبات فعال از جمله مواد فنولیک و ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی آنها، مورد توجه جهانی قرار می‌گیرند (Suleria et al.,

(مالوین، دلفینیدین و مالویدین) تشکیل می‌دهند (Dehkordi, 2003). استفاده خارجی از اسید سالیسیلیک سبب محافظت گیاهان در برابر آسیب اکسیداتیو مستقیم می‌شود (Horvath et al., 2007). همچنین نشان داده شده که تیمار با اسید سالیسیلیک به‌طور مؤثر تنفس میوه‌های برداشت شده را کاهش داده و همچنین کاملاً وابسته به غلظت است (Mo et al., 2008; Srivastava and Dwivedi, 2000). علاوه بر این، اسید سالیسیلیک در غلظت‌های بالا بر عرض منفذ روزنه اثر دارد و سبب بسته شدن روزنه می‌شود. مشخص شده که وزن تازه و سرعت تنفس با عرض منفذ روزنه همبستگی مستقیم دارد (Manthe et al., 1992).

(Ghaisarbeigi et al., 2015)، اثر پوشش کیتوزان بر میوه لیموشیرین بررسی کرده و گزارش کردند تیمار کیتوزان سفتی پوست و گوشت میوه، محتوای ویتامین C و اسید قابل تیتراسیون را نسبت به میوه‌های شاهد افزایش داد. همچنین در آزمایشی، دو رقم آلو (Giant و Stanley) با کیتوزان ۱٪ تیمار شده که نتایج نشان داد استفاده از پوشش کیتوزان در کاهش وزن، کاهش تنفس و همچنین کاهش سرعت پوسیدگی میوه مؤثر است. همچنین، کیتوزان با کاهش تنفس موجب جلوگیری از کاهش وزن میوه و حفظ اسید قابل تیتراسیون، pH و سفتی میوه در دو رقم شد (Bal, 2018).

در پژوهشی دیگر، با بررسی اثر اسید سالیسیلیک و ژل آلوئه‌ورا در پرتقال تامسون ناول گزارش شده که میوه‌های تحت تیمار دارای کاهش وزن کمتر بوده و سفتی، محتوای مواد جامد محلول، اسید قابل تیتراسیون، ویتامین C و محتوای کل فنل بیشتر است

(2015). در همین راستا، کاربرد ترکیبات سالم، طبیعی و زیست تخریب‌پذیر ضمن بهبود عمر انبارمانی محصولات باغبانی، موجب افزایش شاخص‌های سلامتی جامعه می‌گردد. از روش‌های سالم جهت کنترل بهتر بیماری‌های پس از برداشت، کاربرد ترکیبات سازگار با محیط زیست و انسان است (Asghari & Riaei, 2012).

کیتوزان ترکیبی غیرسمی، زیست تخریب پذیر، عمل‌گرا و زیست ساختار است که دارای فعالیت قوی ضد میکروبی و ضدقارچی بوده و قادر است به‌طور مؤثر پوسیدگی میوه را کنترل نماید و همچنین به‌راحتی توانسته در میوه‌ها و سبزی‌ها پوشش تشکیل دهد و سرعت تنفس میوه‌ها و سبزی‌ها را با تنظیم نفوذپذیری دی‌اکسیدکربن و اکسیژن کاهش دهد. خاصیت ضد میکروبی کیتوزان ناشی از گروه‌های آمینی با بار مثبت می‌باشد (Hosseini et al., 2009). ژل گیاه آلوئه‌ورا شفاف، بدون بو و چسبندگی بوده و از قدرت جذب زیادی برخوردار است که جایگزین بسیار مناسبی برای پوشش‌های شیمیایی در پس از برداشت محصولات کشاورزی است. ژل آلوئه‌ورا دارای ترکیبات زیادست که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به انواع ویتامین، آمینواسیدها، آنزیم‌ها، اسید سالیسیلیک، آنتراکوئین‌ها و انواع ساپونین اشاره کرد. در این میان، اسید سالیسیلیک و ساپونین‌ها خاصیت قارچکشی داشته و منجر به ممانعت از رشد و تکثیر قارچ‌ها شده و به این ترتیب مرگ آنها را رقم می‌زنند (Choi et al., 2001).

گیاه پنیرک از دیرباز کاربرد غذایی و دارویی داشته و مهمترین مواد مؤثره گل‌های آن را موسیلاژ، فلاونوئید، تانن، ترکیبات فنلی و آنتوسیانین‌ها

(دوره انبارمانی با ۴ سطح ۰، ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز) نگهداری شدند.

### صفات مورد اندازه‌گیری

برای اندازه‌گیری pH، ابتدا دستگاه pH سنج توسط محلول‌های بافر ۴ و ۷ تنظیم و مقداری از عصاره صاف شده میوه در یک بشر کوچک ریخته شد و بعد الکترودهای دستگاه داخل بشر قرار داده شدند و pH عصاره قرائت و ثبت گردید. جهت اندازه‌گیری اسید قابل تیتراسیون ۵ میلی‌لیتر از عصاره آب میوه با ۴۵ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شد و با هیدروکسید سدیم (۰/۱) نرمال تا زمانی که pH به حدود ۸/۲ رسید، تیتراژ شد و نتایج با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد و میزان اسید سیتریک به عنوان درصد بیان شد (Mostofi & Najafi, 2006).

$$A=(B \times C \times D/W \times 10) \times 100 \quad (\text{رابطه ۱})$$

A=درصد اسید کل

B=وزن اکی والان اسید

C=نرمالیه NaOH

D=حجم سود مصرفی در تیتراسیون

W=وزن نمونه

به منظور اندازه‌گیری درصد کاهش وزن میوه‌های نارنگی انشو، قبل از انبارداری و پس از اتمام دوره انبارداری، وزن خالص میوه‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. سپس درصد کاهش وزن هر تکرار از طریق رابطه ۲ محاسبه گردید:

$$(\text{رابطه ۲}) \quad A=(A-B)/A \times 100 = \text{درصد کاهش وزن میوه}$$

A=وزن میوه‌ها قبل از انتقال به انبار

B=وزن میوه‌ها بعد از دوره انبارمانی

(Rasouli *et al.*, 2019). نتایج پژوهشی در مورد اثر موسیلاژ پنیرک و اسانس آویشن بر عمر انبارمانی گلابی رقم شاه میوه اصفهان نشان داد که موسیلاژ پنیرک بر اثر حفظ آب میوه، درصد کاهش وزن میوه را بهتر کنترل نمود و موجب افزایش سفتی و کاهش مواد جامد محلول میوه نسبت به شاهد در هر مرحله از انبارداری گردید (De Oliveira *et al.*, 2020).

با توجه بهبود وضعیت صادرات مرکبات شمال کشور، این پژوهش با هدف بهبود انبارمانی میوه نارنگی اُنشو با تکیه بر کاربرد ترکیبات زیست تخریب پذیر و سازگار با سلامت انسان اجرا گردید.

### مواد و روش‌ها

میوه‌های نارنگی اُنشو در حالت بلوغ فیزیولوژیکی و پس از رنگ‌گیری کامل در اواخر آبان سال ۱۳۹۸ از یک باغ تجاری از توابع میاندورود شهرستان ساری برداشت شده و پس از چیدمان مناسب، بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند. میوه‌ها با آب شهری شسته و سپس میوه‌های معیوب حذف شدند و میوه‌های سالم و یکنواخت از لحاظ اندازه و رنگ و بدون آسیب‌های فیزیکی و نشانه‌های بیماری انتخاب گردیدند. تیمارهای آزمایش شامل کیتوزان (۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد)، اسید سالیسیلیک (۱، ۱/۵ و ۲ میلی‌مولار)، ژل آلونئورا (۱۵، ۳۰ و ۴۵ درصد) و موسیلاژ پنیرک (۱۵، ۳۰ و ۴۵ درصد) به صورت غوطه‌وری به مدت ۳ دقیقه بودند. سپس میوه‌ها جهت خشک شدن روی توری پهن شدند. میوه‌ها پس از خشک شدن به انبار سرد با دمای ۷ درجه و رطوبت نسبی ۹۰ درصد منتقل و به مدت ۴۵ روز

(Arnal & Del Río, 2004) برای سنجش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به ۰/۵ گرم از بافت میوه نارنگی انشو پودر و له شده با نیتروژن مایع، ۴ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد اضافه شد. بافت میوه به همراه متانول با دور ۹۵۰۰ به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس ۱۰۰ میکرولیتر عصاره به ۳۴۰۰ میکرولیتر محلول ۲ و ۲ - دی فنیل ۱ - پیکریل هیدرازیل (DPPH) ۰/۱ میلی‌مولار از شرکت سیگما آلدریج اضافه شد. مخلوط حاصل پس از افزودن DPPH در دمای اتاق در تاریکی به مدت یک ساعت نگهداری و سپس با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۷ نانومتر طبق رابطه ۳ اندازه‌گیری شد.

$$A=(S/D) \times 100$$

A = درصد ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

S = قرائت نمونه

D = قرائت شاهد

### تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه آماری داده‌های حاصل از این تحقیق و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SAS 9.1 و MSTAT-C و رسم نمودارها توسط نرم افزار Excel صورت گرفت. آزمون نتایج با تجزیه واریانس GLM و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

### نتایج

تجزیه واریانس اثر تیمارهای مورد مطالعه بر صفات مورد اندازه‌گیری در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که دوره انبارمانی و همچنین تیمارهای مورد بررسی بر میزان pH، اسید قابل تیتراسیون، کاهش وزن میوه، اسید آسکوربیک

و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌دار داشت. اثر متقابل دوره انبارمانی و تیمارها بر pH، اسید قابل تیتراسیون و اسید آسکوربیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد اما تأثیری بر سایر صفات مورد اندازه‌گیری نداشت.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمارهای اسید سالیسیلیک (SA)، کیتوزان (Chi)، موسیلاژ پنیرک (PM) و ژل آلوئه‌ورا (AG) بر صفات

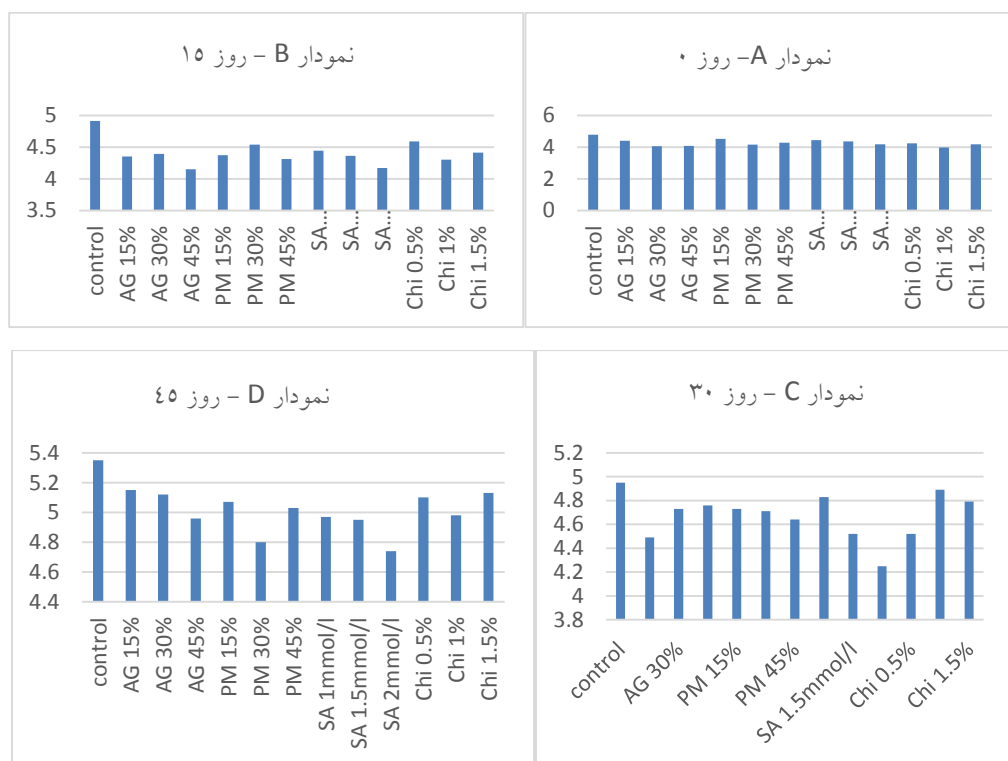
میانگین مربعات								
منابع تغییرات	درجه آزادی	pH	اسید قابل تیتراسیون	مواد جامد محلول	کاهش وزن میوه	کاروتنوئیدها	اسید آسکوربیک	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی
دوره	۳	۴/۲۹**	۶۴۳/۶**	۰/۰۲۵**	۱۲۱/۲**	۱۰۶/۱**	۳۲۷۹/۵**	۷۷۴۸/۸**
تیمار	۱۲	۰/۲۶۵**	۱۶/۵۹**	۰/۰۰۱**	۰/۱۸**	۴/۲۵**	۷۳/۱۳**	۲۶/۳۲**
دوره × تیمار	۳۶	۰/۰۵۸**	۳/۴۷**	ns/۰/۰۰۳	ns/۰/۰۶	ns/۱/۰۴	۲۶/۲۸**	ns/۱۱/۷۲
خطای آزمایش	۱۰۴	۰/۱۰	۲/۳۱	۰/۰۳۱	۰/۰۴۲	۱/۱۲	۱۰/۰۴	۷/۸۱
ضریب تغییرات	-	۶/۸۸	۱۰/۹۴	۵/۵۶	۸/۰۴	۹/۴۳	۴/۹۸	۳/۴۲

\* و \*\*: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد. ns: عدم معنی‌داری.

افزایش pH میوه داشتند. در پایان دوره انبارمانی، تیمار اسید سالیسیلیک با غلظت‌های ۱ و ۲ میلی‌مولار به ترتیب با مقادیر ۴/۷۵ و ۴/۶۴ موجب حفظ pH میوه شد (شکل ۱).

### میزان pH و اسید قابل تیتراسیون

صرف نظر از تأثیر تیمارها، با افزایش مدت نگهداری، به تدریج بر میزان pH آب میوه نارنگی انشو افزوده شده و در روز ۴۵ م به بالاترین میزان رسید. میزان pH آب میوه در طی بررسی‌ها در تیمار شاهد افزایش بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشته و به تعبیری تیمارهای مورد استفاده توانایی حفظ اسیدیته میوه را در طی انبارمانی داشتند. اسیدسالیسیلیک با غلظت ۱ و ۲ میلی‌مولار و سپس کیتوزان یک درصد بیشترین تأثیر را بر جلوگیری از



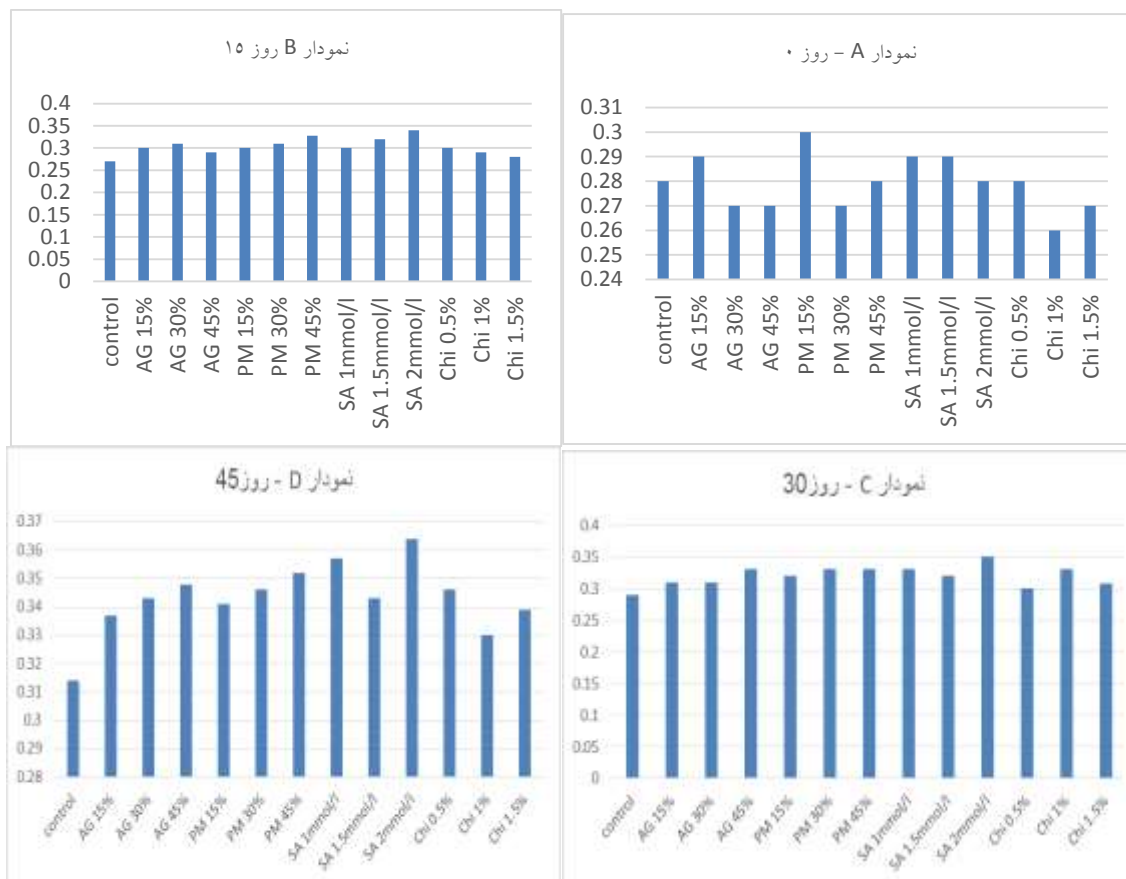
شکل ۱- اثر تیمارهای اسید سالیسیلیک (SA)، کیتوزان (Chi)، موسیلاژ پنیوک (PM) و ژل آلونهورا (AG) بر pH آب میوه نارنگی انشو در روزهای (۰، ۱۵، ۳۰، ۴۵).

رسید. میزان اسید قابل تیتراسیون میوه در طی بررسی‌ها در تیمار شاهد نسبت به سایر تیمارها کمتر بوده که نشانگر تجزیه بیشتر اسیدهای آلی در طی نگهداری در انبار بود. در این شاخص نیز،

روند تغییرات اسید قابل تیتراسیون میوه نارنگی انشو کاملاً برعکس تغییرات pH بوده و با افزایش مدت نگهداری، به تدریج از اسید قابل تیتراسیون میوه کاسته شده و در روز ۴۵ به کمترین مقدار

سایر تیمارهای مورد بررسی تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۲).

کاربرد اسیدسالیسیلیک با غلظت ۲ میلی‌مولار بیشترین تأثیر را بر حفظ اسیدهای آلی میوه داشت که در پایان دوره نگهداری جز با تیمار شاهد با

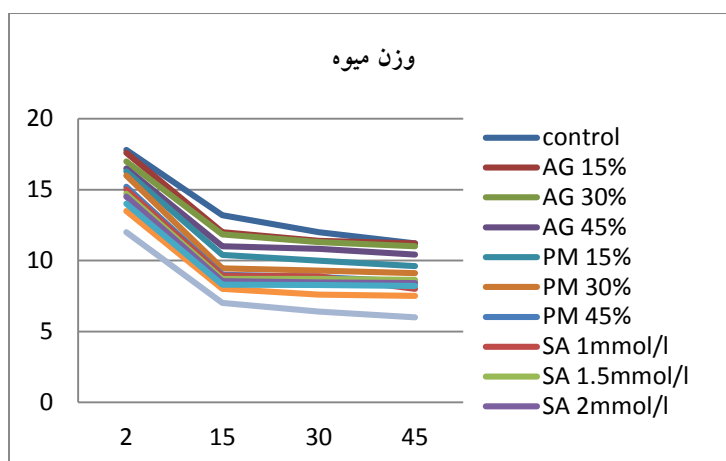


شکل ۲- اثر تیمارهای اسید سالیسیلیک (SA)، کیتوزان (Chi)، موسیلاژ پنیرک (PM) و ژل آلوتئورا (AG) بر میزان اسید قابل تیتراسیون نارنگی انشو. در روزهای (۰،۱۵،۳۰،۴۵)

فیزیکی با ایجاد پوشش و همچنین با بستن روزنه‌های سطح پوست از تبخیر آب جلوگیری کرده و از کاهش وزن بیش از پیش میوه‌ها ممانعت کردند (شکل ۳).

### کاهش وزن میوه

روند صعودی کاهش وزن در میوه‌های تحت تیمار کیتوزان یک درصد، ژل آلوتئورا با غلظت ۴۵ درصد و موسیلاژ پنیرک ۴۵ درصد از روز سی‌ام کُندتر شده و در روز ۴۵ م این تیمارها به صورت

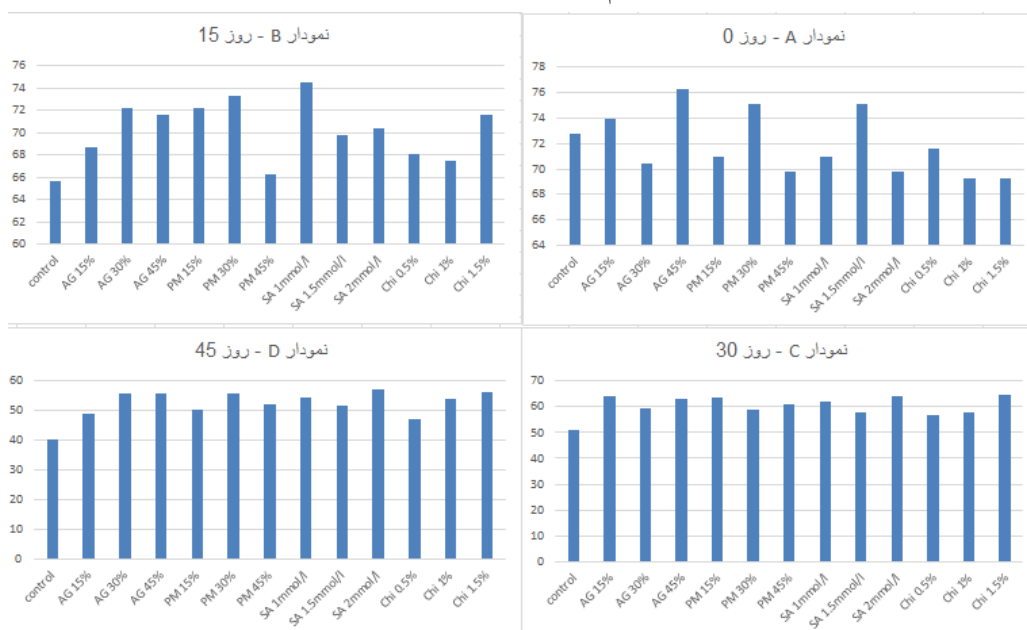


شکل ۳- اثر تیمارهای اسید سالیسیلیک (SA)، کیتوزان (Chi)، موسیلاژ پنیرک (PM) و ژل آلوه‌ورا (AG) بر درصد کاهش وزن میوه نارنگی انشو

گرم وزن‌تر مشاهده شد که با تیمار شاهد، ژل آلوه‌ورا ۱۵ درصد، موسیلاژ پنیرک ۱۵ درصد و کیتوزان ۰/۵ درصد به ترتیب با مقادیر ۴۰/۴۸، ۴۸/۶۹، ۵۰/۴۵ و ۴۶/۹۳ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر تفاوت معنی‌داری ندارد. (شکل ۴)

### اسید آسکوربیک میوه

میزان اسید آسکوربیک میوه صرف نظر از تأثیر تیمارها با گذشت زمان تدریجاً کاهش یافته و در نهایت در انتهای بررسی‌ها به کمترین میزان خود رسید. بیشترین مقدار اسید آسکوربیک در انتهای انبارمانی در میوه‌های تیمار شده با اسید سالیسیلیک با غلظت ۲ میلی‌مولار با میانگین ۵۶/۹ میلی‌گرم بر

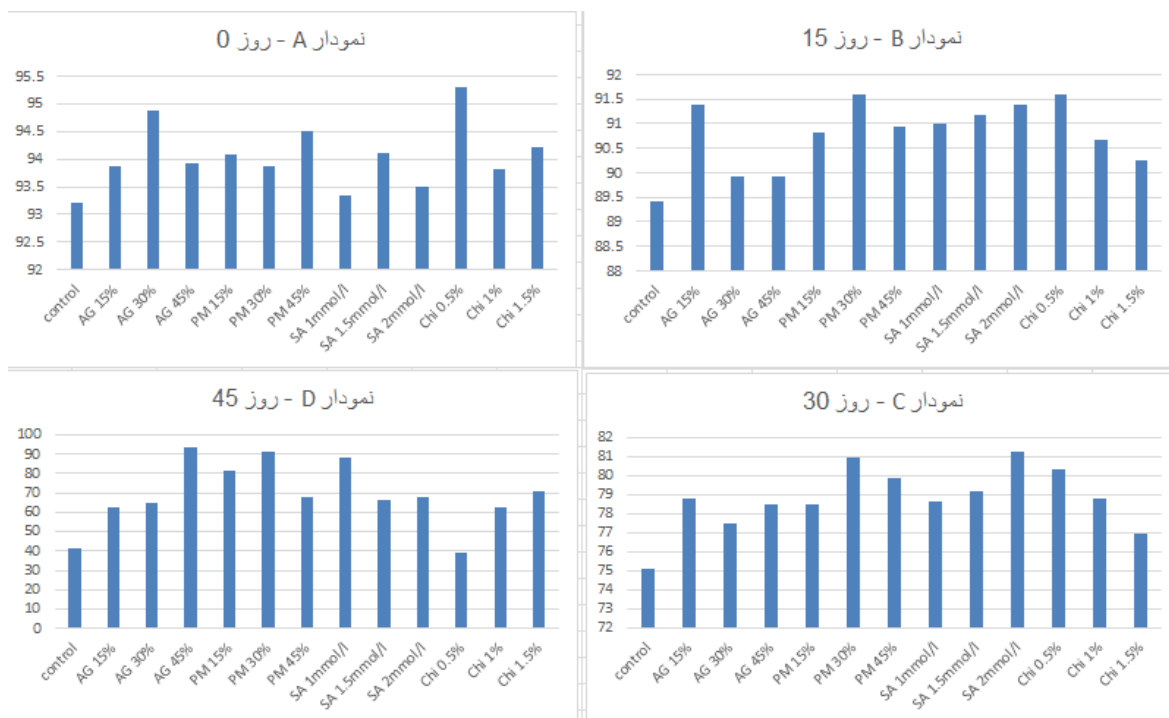


شکل ۴- اثر تیمارهای اسید سالیسیلیک (SA)، کیتوزان (Chi)، موسیلاژ پنیرک (PM) و ژل آلوه‌ورا (AG) بر میزان آسکوربیک اسید میوه نارنگی انشو. در روزهای (۰، ۱۵، ۳۰، ۴۵).

پنیرک ۳۰ و ۰.۴۵٪، اسید سالیسیلیک ۱ و ۱/۵ میلی‌مولار و کیتوزان ۱/۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارد (شکل ۵).

### ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

در روز ۴۵ م، تمامی تیمارها با تیمار شاهد تفاوت معنی‌دار ایجاد کردند. تحت تیمار اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار در بالاترین میزان (۶۷/۹۳ درصد) قرار داشت که با تیمار آلونئورا ۳۰ و ۰.۴۵٪، موسیلاژ



شکل ۵- اثر تیمارهای اسید سالیسیلیک (SA)، کیتوزان (Chi)، موسیلاژ پنیرک (PM) و ژل آلونئورا (AG) بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه نارنگی انشو. در روزهای (۰، ۱۵، ۳۰، ۴۵).

اسید سیتریک در هنگام رسیدن یا کاهش اسیدیته ممکن است به دلیل تبدیل آنها به قندها و استفاده بیشتر از آنها در فرایندهای متابولیسم میوه باشد (Doreyappa Gowda & Huddar, 2001).

در این پژوهش کاهش وزن میوه به تدریج با گذشت زمان افزایش یافت. روند صعودی کاهش وزن در میوه‌های تحت تیمار کیتوزان یک درصد، ژل آلونئورا با غلظت ۴۵ درصد و موسیلاژ پنیرک ۴۵ درصد از روز سی‌ام گذشت‌تر شده و در روز ۴۵ م این تیمارها به صورت فیزیکی با ایجاد پوشش و

### بحث و نتایج

روند تغییرات اسید قابل تیتراسیون میوه نارنگی انشو کاملاً برعکس تغییرات pH بوده و با افزایش مدت نگهداری، به تدریج از اسید قابل تیتراسیون میوه کاسته شده و در روز ۴۵ به کمترین مقدار رسید. در همین راستا گزارش شده تغییرات pH عصاره میوه در زمان رسیدن بیشتر ناشی از نشت اسیدهای آلی از واکوئل‌ها به سیتوپلاسم سلولی است، همچنین در اثر رسیدن بیش از حد میوه، pH عصاره افزایش یافته و از اسیدی به قلیایی تبدیل می‌شود (Pelayo et al., 2007). افزایش فعالیت



بافت میوه سبب کاهش زخم و سایر صدمات فیزیکی باعث جلوگیری از مصرف ویتامین C برای ترمیم سلول‌ها و رفع تنش می‌گردد که در نتیجه آن ویتامین C در سلول‌های گیاهی تجمع می‌یابد (Cordenunsi *et al.*, 2003).

گزارش شده تیمار اسید سالیسیلیک موجب تأثیر بر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی نظیر سوپراکسید دیسموتاز، پراکسیداز و کاتالاز می‌شود (Srivastava & Dwivedi, 2000).

مطالعات نشان داده که آلوده‌ورا دارای ویژگی‌های ضد میکروبی، آنتی‌اکسیداسیونی، ضد ویروسی و ضد التهابی می‌باشد (Asghari *et al.*, 2013; Pal *et al.*, 2013). طبق نتایج این تحقیق، آلوده‌ورا تا روز چهل و پنجم انبارمانی قادر به حفظ فعالیت آنتی‌اکسیدانی بود.

مطابق با نتایج این پژوهش تیمار انگور با ژل آلوده‌ورا از کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی در طی انبارمانی جلوگیری می‌کند (Zacarias *et al.*, 2020).

نتایج تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایشات در این پژوهش نشان داد بهترین تیمار در افزایش ماندگاری نارنگی انشو در طی ۴۵ روز نگهداری در انبار تیمار اسید سالیسیلیک با غلظت ۲ میلی‌مولار بوده که بیش از سایر تیمارها مؤثر بوده است.

### سپاس‌گزاری

از معاونت محترم پژوهشی و مسئول آزمایشگاه باغبانی واحد جهرم که در انجام این پژوهش مرا یاری کردند، کمال تشکر دارم.

همچنین با بستن روزنه‌های سطح پوست از تبخیر آب جلوگیری کرده و از کاهش وزن بیش از پیش میوه‌ها ممانعت کردند. هرچه سرعت پیری در میوه افزایش یابد، سرعت تنفس نیز افزایش خواهد یافت. میزان کاهش وزن عمدتاً با تعرق و تنفس ارتباط دارد و از دست دادن آب با تعرق به اختلاف فشار بخار آب بین بافت میوه و اطراف میوه و دمای انبار بستگی دارد (Hernández-Muñoz *et al.*, 2006).

نتایج این پژوهش نشان داد اسید سالیسیلیک نتوانست وزن میوه نارنگی انشو در طی انبارداری را حفظ کند که با نتایج کاربرد اسید سالیسیلیک در میوه پرتقال (Dadgar, 2014) مطابقت دارد.

در پژوهش حاضر، میزان اسید آسکوربیک میوه صرف نظر از تأثیر تیمارها با گذشت زمان تدریجاً کاهش یافته و در نهایت در انتهای بررسی‌ها به کمترین میزان خود رسید. همچنین، بیشترین مقدار اسید آسکوربیک در انتهای انبارمانی در میوه‌های تیمار شده با اسید سالیسیلیک با غلظت ۲ میلی‌مولار مشاهده شد که با تیمار شاهد، ژل آلوده‌ورا ۱۵ درصد، موسیلاژ پنیوک ۱۵ درصد و کیتوزان ۰/۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارد.

طبق گزارش‌ها، میزان آسکوربات در طی مدت زمان انبارمانی در حال کم شدن است اما تیمار با اسید سالیسیلیک منجر به تأخیر در از بین رفتن ویتامین C می‌شود و میوه‌های تیمار شده با اسید سالیسیلیک، مقادیر بالایی از آسکوربات و دهیدروآسکوربات (فرم اکسید شده اسید آسکوربیک) را نشان می‌دهند (Huang *et al.*, 2008). پوشش ژل آلوده‌ورا با حفظ سفتی و بهبود

## REFERENCES

- Arnal, L. and Del Río, M. A. 2004. Effect of cold storage and removal astringency on quality of persimmon fruit (*Diospyros kaki*, L.) cv. Rojo Brillante. *Food science and technology international*, 10(3): 179-185.
- Asghari, M., Ahadi, L. and Riaie, S. 2013. Effect of salicylic acid and edible coating based aloe vera gel treatment on storage life and postharvest quality of grape (*Vitis vinifera* L. cv. Gisel Uzun). *Int. J. of Agriculture and Crop Sci. (IJACS)*, 5(23): 2890-2898.
- Asghari, M.R. and Riaei, S. 2012. The effect of postharvest application of aloe vera gel and calcium chloride on the shelf life and quality properties of peach fruit cv. Zaferani. *Agri. Sci. and sustainable product*, 22 (4): 133-117.
- Bal, E. (2018). Postharvest application of chitosan and low temperature storage affect respiration rate and quality of plum fruits. *J. of Agricul. Sci. Technol*, 15: 1219-1230.
- Choi, S.W., Son, B.W., Son, Y.S., Park, Y.I., Lee, S.K. and Chung, M.H. 2001. The wound-healing effect of a glycoprotein fraction isolated from aloe vera. *British J. of Dermatology*, 145(4): 535-545.
- Cordenunsi, B.R, Nascimento, J.D. and Lajolo, F.M. 2003. Physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. *Food Chemistry*, 83(2):167-173.
- Dadgar, R. 2014. Evaluation of preharvest foliar application of calcium chloride, potassium chloride and salicylic acid on postharvest quality and shelf life of *Citrus sinensis* cv. Washington Novel. *Master Thesis, Faculty of Agriculture, Shiraz University*, p. 98.
- De Oliveira, K.Á.R., da Conceição, M.L., de Oliveira, S.P.A., Lima, M.D.S. 2020. Postharvest quality improvements in mango cultivar Tommy Atkins by chitosan coating with *Mentha piperita* L. essential oil. *The J. of Hort. Sci. and Biotechnology*, 95(2): 260-272.
- Dehkordi, N. 2003. Iranian herbal pharmacopoeia. *Tehran: Ministry of Health*, 206-11.
- Doreyappa Gowda, I. N. and Huddar, A. G. 2001. Studies on ripening changes in mango (*Mangifera indica* L.) fruits. *Journal of Food Science and Technology*, 38(2), 135-137.
- Hernández-Muñoz, P., Almenar, E., Ocio, M.J. and Gavara, R. 2006. Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (*Fragaria x ananassa*). *Postharvest Biol. and Technol.*, 39(3): 247-253.
- Horvath, E., Szalai, G. and Janda. T. 2007. Induction of abiotic stress tolerance by salicylic acid signaling. *J. of Plant Growth Regulation*, 26(3): 290-300.
- Hosseini, S.M.H., Razavi, S.H. and Mousavi, S.M.A. 2009. Investigation of physical, mechanical, antibacterial and microstructural properties of edible films produced from chitosan containing thyme and cinnamon essential oils. *J. of Food Processing and Preservation*, 1(2): 47-68.

- Huang, R.H., Liu, J.H., Lu, Y.M. and Xia R.X. 2008. Effect of salicylic acid on the antioxidant system in the pulp of 'Cara Cara' navel orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) at different storage temperatures. *Postharvest Biol. and Technol.*, 47(2): 168-175.
- Manthe, B., Schulz, M. and Schnabl, H. 1992. Effects of salicylic acid on growth and stomatal movements of *Vicia faba* L.: Evidence for salicylic acid metabolism. *J. of chemical ecol.*, 18(9): 1525-1539.
- Mo, Y., Gong, D., Liang, G., Han, R., Xie, J. and Li. W. 2008. Enhanced preservation effects of sugar apple fruits by salicylic acid treatment during post-harvest storage. *J. of the Science of Food and Agricul*, 88(15): 2693-2699.
- Mostofi, Y. and Najafi, F. 2006. Analytical laboratory methods in horticultural sciences. (Translation). *University of Tehran Press*. p. 57.
- Pal, S., Sahrawat, A. and Prakash, D. 2013. Aloe vera: composition, processing and medicinal properties. *Current Discovery*, 2: 106-122.
- Pelayo, C., Ebeler, S.E. and Kader, A. 2007. Postharvest life and flavor quality of three strawberry cultivars kept at 5C in air or air+ 20 kPa CO<sub>2</sub>. *Postharvest Biol. and Technol.*, 27(2): 171-183.
- Qazvini f., and Moghaddam f., J. 2016. Citrus cultivation in Iran, *University of Guilan Press*, p. 285.
- Qeisarbighi, Sh., Ramin, A.R. and Amini, F. 2015. The effect of chitosan oral coating on maintaining the quality and storage life of sweet lemon fruit. *J. of production and processing of agricul and hort. Products*, 5(18): 162-153.
- Rasouli, M., Saba, M.K. and Ramezani, A. 2019. Inhibitory effect of salicylic acid and Aloe vera gel edible coating on microbial load and chilling injury of orange fruit. *Sciatica Horticulture*, 247: 27-34.
- Srivastava, M.K. and Dwivedi, U.N. 2000. Dwivedi. Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. *Plant Sci.*, 158(1): 87-96.
- Suleria, H.A.R., Butt, M.S., Anjum, F.M., Saeed, F. and Khalid, N. 2015. Onion: Nature protection against physiological threats. *Critical reviews in food sci. and nutria.*, 55(1): 50-66.
- Zacarias, L., Cronje, P.J. and Palou, L. 2020. Postharvest technology of citrus fruits. In *The Genus Citrus*. *Woodhead Publishing*, 421-446



## Effect of Chitosan and Salicylic Acid Along with Cottage Cheese and Aloe vera Extracts on Qualitative and Quantitative Indicators of Mandarin Fruit (*Citrus reticulata*) cv. Unshiu

Amir Mukhtarpour Bazmin Abadi<sup>1</sup>, Abdul Rasool Zakrin<sup>2\*</sup>, Behnam Behrouz Nam<sup>3</sup>, Abdul Hossein Abutalebi Jahromi<sup>4</sup>, Sayed Abdul Hossein Mohammadi Jahromi<sup>5</sup>

<sup>1</sup> PhD student, Department of Horticulture, Jahrom Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

<sup>2-3</sup> Assistant Professor, Department of Horticultural Engineering, Jahrom Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

<sup>4-5</sup> Associate Professor Department of Horticultural Engineering, Jahrom Branch, Islamic Azad University, Jahrom, Iran.

Corresponding Author's Email: dr.a.zakirin@gmail.com

(Received: October. 25, 2023– Accepted: December. 21, 2023)

### ABSTRACT

To investigate the effect of chitosan, salicylic acid, aloe vera gel and mallow extract treatments on the qualitative factors of mandarin and to determine their best concentration, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design at the Islamic Azad University, Science and Research Branch. Experimental treatments included chitosan (0.5, 1 and 1.5%), salicylic acid (1, 1.5 and 2 mM), aloe vera gel (15, 30 and 45%) and mallow extract (15, 30 and 45%) were immersed and then stored for 45 days (storage period with 4 levels 0, 15, 30 and 45 days). Fruits juice pH, titratable acid, total soluble solids, fruit weight loss, carotenoids and ascorbic acid content and antioxidant capacity were measured. The results showed that during storage, the pH, total soluble solids, weight loss and carotenoids content increased and the amount of titratable acid, ascorbic acid and antioxidant capacity decreased. The most effective treatment in maintaining pH, titratable acid, soluble solids, carotenoid content, ascorbic acid and antioxidant capacity was salicylic acid 2mM, which is recommended for use after harvesting.

**Keywords:** Mandarin, Postharvest, Citrus, Biodegradable, Antioxidant capacity.