تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)، جلد ۳۵ شماره ۳، پاییز ۱۳۹۱

تأثیر کاربرد پس از برداشت کیتوسان بر رشد قارچی و کیفیت انگور ریش‌بابای قرمز در طی انبارمانی

رامین حاجی‌تقی‌لو[1]*، محمدرضا اصغری[2] ، رسول جلیلی‌مرندی[3] و سیاوش همتی[4]

۱ *– **نویسنده مسؤول:** کارشناس ارشد گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه (Ramin_2732000@yahoo.com)

۲و ۳- به ترتیب استادیار و دانشیار گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

۴-کارشناس ارشد پژوهشی جهاد دانشگاهی آذربایجان غربی

تاریخ دریافت: ۸۹/۶/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۲۸

چکیده

تحقیق حاضر به منظور مشاهده روند تغییرات بعضی ویژگی‌های کیفی در طول مدت انبارداری انگور رقم ریش بابای قرمز انجام گرفت. خوشه‌های انگور با کیتوسان در سه غلظت صفر، ۰/۵ و ۱ درصد تیمار و در سردخانه با دمای ۰/۵± ۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤ ماه نگهداری شدند. صفات کیفی میوه، شامل میزان مواد جامد محلول (TSS)، اسیدهای قابل تیتراسیون (TA)، اسید اسکوربیک، آلودگی قارچی، قهوه‌ای شدن ساقه، قهوه‌ای شدن حبه، میزان ریزش حبه و عطر و طعم در ابتدای انبارداری، ۲ و ٤ ماه پس از نگهداری اندازه‌گیری شدند. در دومین ماه انبارداری میزان اسید اسکوربیک در تیمار کیتوسان ۰/۵ درصد در مقایسه با سایر تیمارها بالاتر بود. همچنین در این تیمار، کم ترین میزان قهوه‌ای شدن حبه و نیز کم ترین میزان ریزش حبه مشاهده شد. در پایان آزمایش (٤ ماه) در تیمار کیتوسان ۰/۵ درصد کم ترین میزان قهوه‌ای شدن ساقه در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده گردید. میزان عطر و طعم در کیتوسان ۰/۵ درصد در دومین ماه آزمایش و در کیتوسان ۱ درصد در دومین و چهارمین ماه آزمایش نسبت به شاهد نتایج بهتری را نشان داد. میزان مواد جامد محلول و آلودگی در این آزمایش نتایج معنی‌داری را نشان ندادند. بر اساس نتایج به دست آمده کیتوسان در غلظت ۰/۵ درصد در حفظ کیفیت و نیز حفظ خصوصیات خوراکی میوه‌های انگور رقم ریش‌بابای قرمز نتایج مطلوبی داشته است.

کلید واژه‌ها: انگور ریش‌بابا، کیتوسان، پس از برداشت، ویتامین ث، پوسیدگی، عطر و طعم

مقدمه

کیتوسان از ترکیباتی است که در سال‌های اخیر توجه محققان را در زمینه‌های مختلف تحقیقی به خود جلب نموده است. این ترکیب، مشتق دی‌استیله‌شده (گروه استیل از کیتین حذف شده) پلی‌ساکارید کیتین است که دارای ماهیت پلی‌کاتیونی بوده و از سخت‌پوستانی همچون خرچنگ‌ها و میگوها به‌دست می‌آید و ویژگی‌های مهم آن به طبیعت پلی‌کاتیونی آن مربوط می‌شود. این ماده از نظر کاربردی در طیف وسیعی از تحقیقات در زمینه‌های صنایع غذایی، زیست-فنآوری، پزشکی و داروسازی، تصفیه آب، کشاورزی و بسیاری موارد دیگر مورد استفاده قرار گرفته است (کاربایلت و همکاران[1]، ۲۰۰۴). به‌دلیل مضرات سموم و مواد شیمیایی برای انسان و محیط زیست، تمایل جهانی برای یافتن روش‌های جایگزین در کنترل ضایعات پس از برداشت، افزایش یافته و در این مسیر به روش‌های سالم اولویت ویژه‌ای داده می‌شود. یکی از ترکیبات جدیدی که نظر پژوهشگران را به‌خود جلب کرده کیتوسان است. این ترکیب یک پلیمر مولکولی عالی، غیرسمی و فعال است که خاصیت قارچ‌کشی داشته و

1- Karabulut *et al.*

توانایی فعال‌کردن سیستم دفاعی گیاه را دارد (ویلسون و همکاران[1]، ۱۹۹۴؛ تری و همکاران[2]، ۲۰۰۴). کیتوسان موجب کاهش پوسیدگی‌های قارچی پس از برداشت محصولات باغی می‌شود (رومانازی و همکارن[3]، ۲۰۰۲). به‌علاوه کیتوسان در مقابل حمله‌ی عوامل میکروبی، موجب فعال‌شدن یک سری واکنش‌های دفاعی می‌شود که با فعالیت‌های آنزیمی سلول در ارتباط می‌باشند. کیتوسان تولید گلوکانوهیدرولازها، ترکیبات فنولیک و سنتز فیتوالکسین‌های ضدقارچی را باعث شده و همچنین فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیکی مثل پلی‌گالاکترونازها، پکتین‌متیل‌استرازها و غیره را کاهش می‌دهد. به‌علاوه کیتوسان موجب ایجاد موانع ساختاری مانند سنتز موادی شبیه لیگنین می‌شود (باتیستابانز و همکاران[4]، ۲۰۰۳). طبق نتایج تحقیقات انجام شده کیتوسان در بعضی محصولات باغی و زینتی در صورت کاربرد در طول دوره رشد میزان محصول را افزایش می‌دهد (اوتا و همکاران[5]، ۱۹۹۹). کیتوسان به‌دلیل قابلیت ماندگاری و توانایی تشکیل لایه پوششی نیمه‌تراوا، عمر مفید میوه و سبزی تیمار شده را با کاهش میزان تنفس و کاهش اتلاف آب افزایش می‌دهد. از این‌رو کیتوسان از پتانسیل خوبی برای تبدیل شدن به گروه جدیدی از محافظ‌های گیاهی را برخوردار است که این امر برای رسیدن به هدف کشاورزی پایدار کمک خواهد نمود (باتیستابانز و همکاران، ۲۰۰۶). هان و همکاران[6] (۲۰۰۴) گزارش دادند که در میوه‌های توت‌فرنگی و تمشک‌های قرمز پوشش داده شده با کیتوسان، به‌دلیل کاهش تلفات وزنی و نیز تاخیر در تغییر رنگ و حفظ اسیدهای قابل تیتراسیون و اسیدیته در طول انبارداری، عمر انباری محصول افزایش یافت (الگات و همکاران[7]، ۱۹۹۲). در بررسی اثر تیمارهای قبل و بعد از برداشت کیتوسان بر کنترل کپک خاکستری انگورهای تازه‌خوری، مشاهده شد که کیتوسان با غلظت یک درصد میزان فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین‌آمونیالیاز[8] را افزایش داد (رومانازی و همکارن، ۲۰۰۲). در انواع میوه‌ها از جمله گوجه‌فرنگی، توت‌فرنگی و انگورهای تازه‌خوری فعالیت قارچ‌کشی کیتوسان گزارش شده است (رومانازی و همکارن، ۲۰۰۲؛ پارک و همکاران[9]، ۲۰۰۵؛ لیو و همکاران[10]، ۲۰۰۷). انگورهای تازه‌خوری بعد از برداشت در صورت نگهداری در انبار زود فاسد شده و تغییراتی نظیر قهوه‌ای شدن پوست، پوسیدگی قارچی، ریزش حبه، کاهش سفتی و رطوبت و نیز تغییر در طعم را نشان می‌دهند (کریساستو و همکاران[11]، ۲۰۰۲). این آزمایش با هدف بررسی روند تغییرات بعضی از ویژگی‌های کیفی انگور ریش‌بابای قرمز در اثر تیمارهای کیتوسان در طول انبارداری انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش بر پایه طرح کاملاً تصادفی به‌صورت فاکتوریل اجراء شد. فاکتورهای مورد آزمایش شامل کیتوسان (در سه سطح شامل صفر، ۰/۵ و ۱ ٪) و دوره نگهداری (در سه سطح شامل شروع انبارداری، ۲ و ۴ ماه بعد از انبارداری) بود. انگور رقم ریش‌بابای قرمز از باغ انگور روستای ناربین واقع در ۱۵ کیلومتری جاده ارومیه به مهاباد، در مرحله رسیدن تجاری برداشت و برای انجام تیمارها و آزمایش های مقدماتی به آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت گروه علوم باغبانی دانشگاه ارومیه در مدت یک روز منتقل شدند. خوشه‌های سالم پس از گزینش، با آب‌گرم ۴۸ درجه سانتی‌گراد به مدت

1- Wilson *et al.*
2- Terry *et al.*
3- Romanazzi *et al.*
4- Bautista-Banos *et al.*
5- Ohta *et al.*
6- Han *et al.*
7- El Ghaouth *et al.*
8- Phenylalanine ammonia-lyase (PAL)
9- Park *et al.*
10- Liu *et al.*
11- Crisosto *et al.*

۵ ثانیه تیمار شده و پس از خشک شدن کامل، با کیتوسان در غلظت‌های صفر (شاهد)، ۰/۵ و ۱ درصد تیمار شدند. برای تهیه غلظت‌های ذکر شده، پس از وزن کردن کیتوسان (Roth)، آن را در مقداری آب ریخته و حدود ۵ میلی‌لیتر اسیداستیک گلایسیال[1] اضافه شد و پس از حل شدن کیتوسان حجم آن با آب مقطر، به یک لیتر رسانده شد. pH محلول‌های کیتوسان با استفاده از سود ۰/۱ نرمال روی ۵/۶ تنظیم ش (دی و همکاران[2]، ۱۹۹۷). خوشه‌های انگور بعد از یک ساعت خشک شدن در دمای اتاق، داخل ظروف پلاستیکی در بسته به سردخانه با دمای ۰/۵± ۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵-۹۰٪ منتقل شد و به‌مدت چهار ماه در این شرایط نگهداری شدند.

به منظور بررسی روند تغییرات کیفی انگور در طول مدت آزمایش، ویژگی‌های کیفی قبل از شروع انبارداری و نیز در فواصل زمانی ۲ و ۴ ماه پس از شروع آزمایش اندازه‌گیری شد. آزمایش های کیفی انجام شده شامل اندازه‌گیری میزان مواد جامد محلول، اسیدهای قابل تیتراسیون، اسید اسکوربیک، آلودگی قارچی، قهوه‌ای شدن ساقه، قهوه‌ای شدن حبه، میزان ریزش حبه و عطر و طعم حبه‌ها بود. اندازه‌گیری میزان مواد جامد محلول (TSS)، با دستگاه رفراکتومتر[3] دستی مدل ATAGO انجام شد و نتایج به دست آمده برحسب درصد بریکس[4] گزارش شد. برای اندازه‌گیری اسیدهای آلی از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال استفاده شد و نتایج به‌صورت گرم اسید تارتاریک در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره میوه (گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) طبق رابطه زیر محاسبه شد. مقدار اسیدهای قابل تیتراسیون برحسب درصد محاسبه شد (جلیلی‌مرندی، ۱۳۸۳):

$$A=\frac{S.N.F.E}{C}$$

A=مقدار اسیدهای آلی موجود در عصاره میوه (ml/۱۰۰g)، S=مقدار NaOH مصرف شده (ml)، N= نرمالیته NaOH، F= فاکتور NaOH، C= مقدار عصاره میوه (ml)، E= اکی والان اسید مورد نظر (اسید تارتاریک).

اندازه‌گیری اسیداسکوربیک[5] یا ویتامین ث با روش یدومتریک با رابطه زیر محاسبه گردید (جلیلی‌مرندی، ۱۳۸۳):

$$A=\frac{S\times N\times F\times 88.1\times 100}{10}$$

A= مقدار اسیداسکوربیک در عصاره میوه (ml/۱۰۰mg)، S= مقدار محلول ید مصرف شده (ml)، N = نرمالیته محلول مصرف شده، F= فاکتور محلول ید مصرف شده.

برای ارزیابی آلودگی خوشه‌ها، درصد خوشه‌های پوسیده سه بار (شروع آزمایش، ۲و ۴ ماه) ثبت و داده‌های به دست آمده جهت نرمال سازی با فرمول $\sqrt{x+0/5}$ تبدیل گردید (یزدی‌صمدی و همکاران، ۱۳۷۶).

برای محاسبه درصد آلودگی ابتدا خوشه‌ها بر حسب درصد آلودگی سطح خوشه به پنج سطح تقسیم شدند: سطح صفر (خوشه‌های سالم)، سطح یک (خوشه‌هایی با کم تر از ۲۵٪ آلودگی)، سطح دو (خوشه‌هایی با ۵۰-۲۵٪ آلودگی)، سطح سه (خوشه‌هایی با ۷۵-۵۰٪ آلودگی) و سطح چهار (خوشه‌هایی با بالای ۷۵٪ آلودگی).

برای ارزیابی میزان قهوه‌ای شدن ساقه خوشه‌ها از روش نمره‌دهی ۱= قهوه‌ای پررنگ، ۲= قهوه‌ای کم‌رنگ، ۳= سبز کم‌رنگ و ۴= سبز استفاده شد (کریساستو و همکاران، ۲۰۰۱).

1- Glacial acetic acid 100% (CH3COOH)
2- Du *et al.*
3- Refractometer
4- Brix
5- $C_6H_8O_6$

ارزیابی تعداد حبه‌های قهوه‌ای شده در هر خوشه با شمارش حبه‌های قهوه‌ای شده انجام و برای هر خوشه ثبت گردید (کایتر و همکاران[1]، ۲۰۰۱).

برای تعیین میزان ریزش حبه، نوک خوشه را گرفته و با سه بار تکاندن خوشه‌ها تعداد حبه‌های جدا شده را شمارش نموده و برای هر خوشه ثبت گردید (بابالار و همکاران، ۱۳۷۷).

عطر و طعم حبه‌ها به‌روش نظرخواهی[2] ارزیابی شد (رسول‌زادگان، ۱۳۷۰) و نمره‌دهی به صورت: ۱= نامناسب، ۲= متوسط، ۳= خوب و ۴= عالی انجام شد. هر تیمار آزمایشی دارای ۲۰ تکرار و برای هر تکرار یک خوشه انگور قرار داده شد. برای تجزیه آماری داده‌ها از نرم‌افزار MSTATC استفاده شد و میانگین‌های به دست آمده به‌وسیله‌ی آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به تجزیه واریانس صفات کیفی در جدول ۱ آورده شده است. بر اساس جدول ۱ ویژگی-های کیفی از جمله اسیدهای آلی، اسید اسکوربیک، قهوه‌ای شدن ساقه، قهوه‌ای شدن حبه، میزان ریزش حبه و عطر و طعم در کلیه تیمارهای کیتوسان و زمان نگهداری مورد آزمایش در سطح ۱ درصد معنی‌دار بودند. ویژگی‌های کیفی مواد جامد محلول در تیمار کیتوسان، قهوه‌ای شدن حبه در اثر متقابل تیمار کیتوسان × زمان در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شدند. میزان مواد جامد محلول در اثر متقابل تیمار کیتوسان × زمان و آلودگی قارچی در تیمار کیتوسان و نیز تیمار ترکیبی کیتوسان × زمان معنی‌دار نبودند.

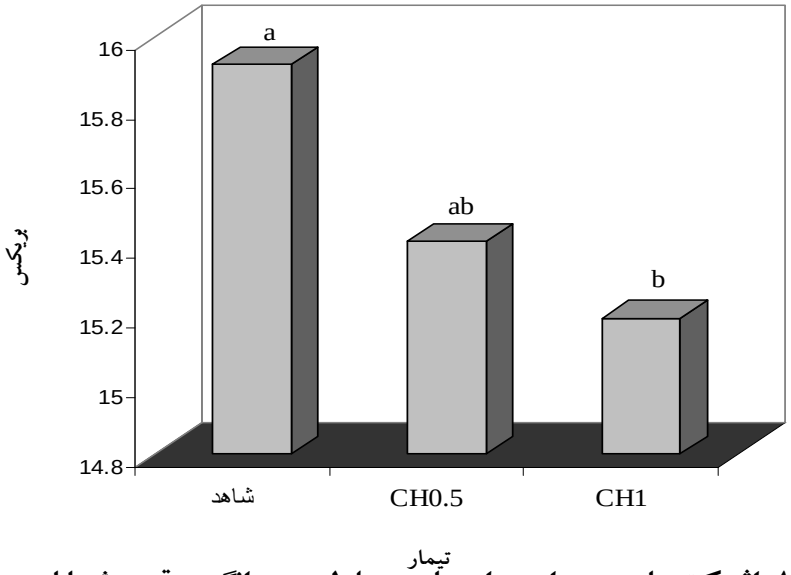
بر اساس شکل ۱ بین تیمار کیتوسان ۰/۵ درصد با شاهد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت اما میوه‌های تیمار شده با کیتوسان ۱ درصد نسبت به شاهد مواد جامد محلول کم تری داشتند، به طوری که این اختلاف در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود.

بر اساس گزارش محققان تاثیر کیتوسان بر میزان مواد جامد محلول در گونه‌های مختلف میوه، متفاوت است. به طوری‌که در هلو، موز و انبه باعث افزایش آن شده ولی در پاپایا و کدو مسمایی تاثیر معنی‌داری نداشت (دی و همکاران، ۱۹۹۷؛ کایتر و همکاران، ۲۰۰۱؛ باتیستابانز و همکاران، ۲۰۰۳).

پوشش کیتوسان به‌دلیل ایجاد یک لایه نیمه‌تراوا در اطراف میوه و ایجاد یک اتمسفر تغییر یافته داخلی موجب کاهش تنفس و کاهش تولید اتیلن گردیده و از مصرف و کاهش مواد جامد محلول، که بیش ترین قسمت آن را قندها تشکیل می‌دهند، جلوگیری می‌کند (باتیستابانز و همکاران، ۲۰۰۶). به‌دلیل تنفس و سایر فعالیت‌های متابولیکی و با مصرف قندها، ابتدا مواد جامد محلول کاهش می‌یابد؛ اما با گذشت زمان به‌دلیل هضم‌شدن دیوارهای سلولی و تبدیل پروتوپکتین به پکتین و قندهای محلول، به‌تدریج میزان مواد جامد محلول افزایش می‌یابد که نشان‌دهنده پیری محصول می‌باشد (راحمی، ۱۳۸۴). بر اساس نتایج این آزمایش میزان مواد جامد محلول در کیتوسان ۰/۵ درصد اختلاف معنی‌داری با کیتوسان ۱ درصد داشت و این امر نشانگر عدم تغییر مواد جامد محلول می‌باشد.

بر اساس نتایج جدول ۲ تغییرات میزان اسیدهای قابل تیتراسیون در دومین ماه آزمایش در تیمار شاهد بالاتر از تیمارهای کیتوسان بود. به نظر می‌رسد افزایش در میزان قندهای احیاگر پس از کاهش اولیه در طول انبارداری پاسخی است که به تنش ناشی از آلودگی داده می‌شود. به عبارت دیگر این افزایش می‌تواند به دلیل تاثیر بر محتوای آنتی‌اکسیدانی کل، انتشار آلودگی را کاهش دهد. در نمونه‌های شاهد که از هیچ تیمار کنترل‌کننده برخوردار نشده‌اند میزان قندهای احیاگر شیب افزایشی را

1- Kittur *et al.*
2- Test panel



شکل ۱- اثر کیتوسان بر میزان مواد جامد محلول میوه انگور رقم ریش‌بابا

*حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند.

(CH0.5= کیتوسان ۰/۵ ٪، CH1= کیتوسان ۱ ٪)

نشان می‌دهد که شیب این افزایش به طور معنی‌داری بیش تر است. همچنین به نظر می‌رسد افزایش در میزان اسیدهای قابل تیتراسیون در اثر افزایش میزان قندهای احیاگر باشد (مسیب‌زاده و همکاران، ۱۳۸۸).

بر اساس نتایج محققان، در میوه‌های هلو، گوجه‌فرنگی و توت‌فرنگی تیمار با کیتوسان اثر معنی‌داری در افزایش اسیدهای آلی میوه‌ها دارد؛ اما در محصولات دیگر نظیر انبه، کیتوسان اسیدهای آلی را به‌میزان جزئی کاهش می‌دهد که این کاهش با کم‌شدن کیفیت خوراکی مرتبط است (هان و همکاران، ۲۰۰۴). همچنین در میوه پتیاس‌قرمز[1]، کیتوسان با وزن مولکولی پایین، تاثیر معنی‌داری در میزان اسیدهای آلی نداشت (چین و همکاران[2]، ۲۰۰۷الف).

همچنین بر اساس جدول ۲ میزان اسیدهای قابل تیتراسیون در پایان مدت نگهداری (۴ ماه) در هر دو تیمار کیتوسان (۰/۵ و ۱ درصد) در مقایسه با تیمار شاهد ثابت مانده و تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

1- *Hylocereus undatus*
2- Chien *et al.*

دلیل ثابت ماندن میزان اسیدهای آلی در میوه‌های تیمار شده با کیتوسان، در مقایسه با تیمارهای شاهد کاهش تنفس و فعالیت‌های متابولیکی می‌باشد؛ زیرا کیتوسان از طرفی با ایجاد لایه‌ای در اطراف میوه باعث کاهش تبادل اکسیژن و دی‌اکسیدکربن شده در نتیجه سرعت تنفس را کاهش می‌دهد و از طرف دیگر با کاهش تولید اتیلن و اثر آن سرعت فعالیت‌های متابولیکی را کاهش می‌دهد. همچنین به‌دلیل ایجاد مانع در مقابل نفوذ گازها اتلاف آب میوه را کاهش می‌دهد که همه‌ی موارد بالا به کاهش مصرف قندها و اسیدهای آلی منجر می‌شود (لی و همکاران، ۲۰۰۰).

بر اساس نتایج جدول ۲ تغییرات میزان اسید اسکوربیک میوه‌ها در طول مدت آزمایش در تیمار کیتوسان ۰/۵ درصد در دومین ماه آزمایش و نیز در تیمار شاهد در پایان آزمایش بیشترین میزان را نشان می‌دهد. گزارش‌هایی حاکی از تولید اسید اسکوربیک از گلوکز (یکی از قندهای احیاگر) در مرحله پس از برداشت وجود دارد (سیمرنف و همکاران[3]، ۲۰۰۱).

3- Smirnoff *et al.*

جدول ۱- نتایج جدول تجزیه واریانس(میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده در انگور ریش‌بابای قرمز

منابع تغییر	درجه آزادی	TSS	TA	اسید اسکوربیک	آلودگی قارچی	قهوه‌ای شدن ساقه	قهوه‌ای شدن حبه	میزان ریزش حبه	عطر و طعم
کیتوسان	۲	۳/۲۹۷۶*	۱۳/۹۲۰۲**	۱۴/۷۴۵۷**	۱/۲۱۳۲ns	۹/۰۰۸۷**	۵/۴۳۲۰**	۵/۴۷۴۳**	۵/۰۳۰۸**
زمان	۲	۱/۳۱۴۴ ns	۱۱۷/۷۸۲۳**	۱۶۰/۵۶۲۵**	۱۴۵/۸۱۰۸**	۳۱۸/۲۶۸۰ **	۲۸۴/۱۵۸۶**	۵۰/۸۱۴۹**	۹۳/۶۴۶۲**
کیتوسان × زمان	۴	۱/۵۲۳۰ ns	۱۹/۱۱۵۳**	۹۰/۲۸۹۵**	۰/۶۷۵۵	۶/۳۰۶۳**	۲/۵۶۳۱*	۴/۳۳۵۱**	۶/۹۰۰۰**
خطا	۸۱	–	–	–	–	–	–	–	–
C.V. (٪)	–	۷/۳۳	۱۰/۵۱	۵/۲۳	۱۷/۳۸	۱۲/۸۴	۱۲/۲۶	۳۸/۰۳	۱۵/۷۱

**، * و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ ٪ و ۱٪ و غیرمعنی‌داری

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل کیتوسان در زمان بر صفات کیفی انگور ریش‌بابای قرمز*

تیمار		TA (گرم در ۱۰۰ میلی لیتر)	اسید اسکوربیک (میلی گرم در ۱۰۰ میلی لیتر)	قهوه‌ای شدن ساقه (نمره‌دهی)	قهوه‌ای شدن حبه (نمره‌دهی)	میزان ریزش حبه	عطر و طعم
کیتوسان (٪)	زمان نگهداری (ماه)						
صفر	صفر	۰/۵۲۸d	۱۷/۳۶d	۰c	۰d	۰c	۴a
	۲	۰/۹۶۹a	۱۷/۴۱d	۱/۵۱b	۱/۴۷۴b	۱/۴۷۴b	۳/۱b
	۴	۰/۶۰۵c	۲۴/۶۱a	۱/۸۸a	۱/۶۸۶a	۲/۳۳۶a	۱/۷c
۰/۵	صفر	۰/۵۲۸d	۱۷/۳۶d	۰c	۰d	۰c	۴a
	۲	۰/۶۷۲c	۲۵/۳۳a	۱/۳۷b	۱/۲۲۵c	۰/۷۵۹c	۳/۲b
	۴	۰/۶۲۶c	۲۰/۳۶c	۱/۹۳a	۱/۵۹۷ab	۲/۰۴۱a	۲/۱c
۱	صفر	۰/۵۲۸d	۱۷/۳۶d	۰c	۰d	۰c	۴a
	۲	۰/۷۴۷b	۲۱/۳۴b	۱/۳۷b	۱/۳۳۲c	۱/۲۲۵b	۳b
	۴	۰/۶۵۱c	۲۰/۳۶bc	۱/۵۱b	۱/۵۱b	۱/۴۶۳b	۳b

*: در هرستون میانگین‌هایی که با حروف مختلف نشان داده شده‌اند با آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۱ و ۵ ٪ اختلاف معنی‌دار دارند.

اسید اسکوربیک یک ماده آنتی‌اکسیدان می‌باشد که در حین رشد و نمو محصولات میزان آن افزایش یافته و بعد از برداشت به علت فعالیت تجزیه‌ای آنزیم اسکوربیک‌اسیداکسیداز، کاهش می‌یابد (جلیلی‌مرندی، ۱۳۸۳). اسید اسکوربیک یکی از اجزاء تشکیل‌دهنده عصاره میوه‌ها می‌باشد که مقدار آن نسبت به انواع گونه‌های میوه، متفاوت است. با بررسی میزان اسید اسکوربیک در میوه‌های انبه و هلوهای تیمار شده با کیتوسان مشخص شده است که میزان اسید اسکوربیک در میوه‌های انبه تیمار شده با کیتوسان در مقایسه با میوه‌های شاهد کاهش یافته است؛ در صورتی که در هلوهای تیمار شده با کیتوسان در مقایسه با میوه‌های شاهد میزان اسید اسکوربیک بالا بوده و مشخص شده که فعالیت‌های متابولیسمی در میوه‌های تیمار شده با کیتوسان نسبت به میوه‌های تیمار نشده کم است (لی و همکاران، ۲۰۰۰؛ رومانازی و همکارن، ۲۰۰۲). با توجه به مطالب ذکر شده، در این آزمایش مشاهده شد که تیمار کیتوسان ۰/۵ درصد سبب حفظ حداکثر میزان اسید اسکوربیک گردید.

نمودار ۲ تغییرات میزان آلودگی قارچی را در تیمار زمان نشان می‌دهد. بر اساس این نمودار میزان آلودگی قارچی در تیمار کیتوسان ۱ درصد در مقایسه با تیمار شاهد افزایش معنی‌داری را نشان می‌دهد.

بر اساس گزارش های محققان، کاربرد پوشش کیتوسان در موز، انبه و کاهو موجب کاهش تولید اتیلن، کنترل آلودگی و حفظ سفتی میوه شد (کایتر و همکاران، ۲۰۰۱؛ چین و همکاران، ۲۰۰۶؛ چین و همکاران، ۲۰۰۷ ب).

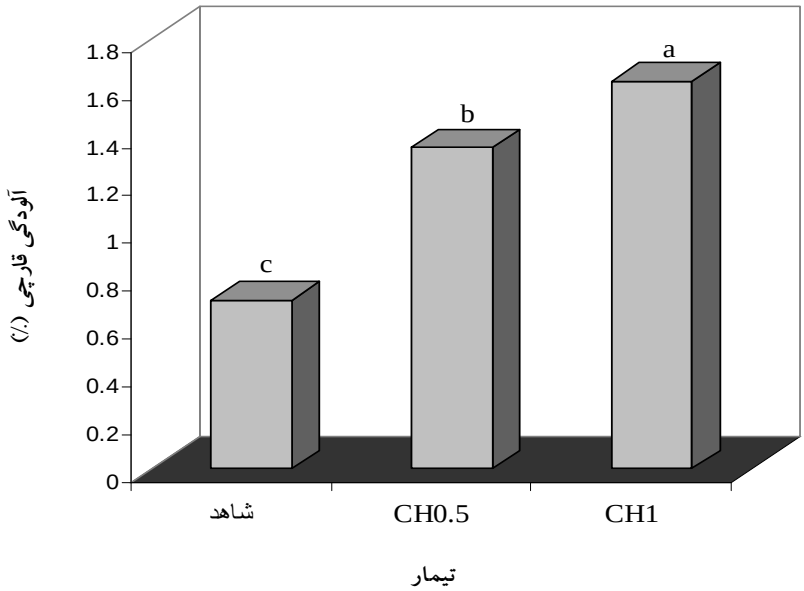
بر اساس تحقیقات انجام شده، معمولاً سطح محافظت‌کنندگی در مقابل قارچ‌ها به مقدار زیادی به غلظت کیتوسان بستگی دارد که نشان‌دهنده عملکرد وابسته به غلظت کیتوسان می‌باشد. در این آزمایش غلظت ۰/۵ درصد کیتوسان عملکرد مناسبی نسبت به کیتوسان ۱ درصد از لحاظ کنترل میزان آلودگی قارچی نشان داد. پلی‌کاتیونی بودن طبیعی این ترکیب سبب خاصیت ضدقارچی آن می‌شود و با افزایش طول زنجیره پلیمر میزان فعالیت ضدقارچی آن افزایش می‌یابد (الگات و همکاران، ۱۹۹۲).

چنین به نظر می‌رسد که در این آزمایش، تیمارهای کیتوسان در رقم ریش‌بابای قرمز تاثیر معنی‌داری در کاهش آلودگی خوشه‌ها نشان ندادند. بر اساس جدول ۲ در پایان آزمایش تیمار کیتوسان ۰/۵ درصد و شاهد موجب کاهش قهوه‌ای شدن ساقه شده‌اند. در دومین ماه آزمایش میزان قهوه‌ای شدن ساقه در تمام تیمارها ثابت بوده است. قهوه‌ای شدن در پاسخ به ضربات مکانیکی نیز حاصل می‌شود. از طرف دیگر ساقه‌ها بیش ترین حساسیت را به قهوه‌ای شدن نشان می‌دهد که به دلیل آسیب سریع در خواص کیفی و ظهور علائم ظاهری در حبه‌های خوشه می‌باشد. در واقع قهوه‌ای شدن ساقه‌ها با از دست دادن آب و تجزیه کلروفیل ارتباط دارند (نلسون و همکاران[1]، ۱۹۸۵).

بر اساس جدول ۲ میزان تغییرات قهوه‌ای شدن حبه در تیمار شاهد و تیمار کیتوسان ۰/۵ درصد در پایان آزمایش بیش ترین مقدار بوده است. عامل مهم در تغییر بافت یا نرم شدن میوه، تجزیه پلی‌ساکاریدهای ساختمانی، بویژه پکتین و همی‌سلولز است که در نتیجه این تجزیه دیواره سلولی ضعیف شده و اتصالات بین آنها سست می‌شود و به دنبال آن اکسایش ترکیبات فنلی بوسیله پلی‌فنل‌اکسیداز و تولید رنگ قهوه‌ای یا تیره اتفاق می‌افتد که نشانگر پیری بافت‌هاست (میدانی و همکاران، ۱۳۷۶). در طی انبارداری دراز مدت انگور نیز احتمال بروز قهوه‌ای شدن حبه وجود دارد (هاردنبریج و همکاران[2]، ۱۹۹۰).

ساپیس و همکاران[3] (۱۹۸۳) اظهار نمودند که قهوه‌ای شدن ساقه و حبه‌ها در انگور با اکسیداسیون

1- Nelson *et al.*
2- Hardenburg *et al.*
3- Sapis *et al.*



شکل ۲- اثر کیتوسان بر میزان آلودگی قارچی (٪) میوه انگور رقم ریش‌بابا

*حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند.

(CH0.5= کیتوسان ۰/۵ درصد، CH1= کیتوسان ۱ درصد)

طبیعی مواد فنولیکی توسط آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز در ارتباط بوده و این آنزیم مهمترین علت قهوه‌ای شدن می‌باشد.

ثابت شده است که آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز تنها فاکتور موثر در قهوه‌ای شدن بافت‌ها نمی‌باشد و فاکتورهای دیگری نظیر گونه، تلفات رطوبتی، پیری، پوسیدگی، اسیدیته، میزان اسید اسکوربیک و درجه حرارت در قهوه‌ای شدن موثر می‌باشند (رای[1]، ۱۹۹۸).

گزارش شده که کیتوسان تا حدودی از افزایش فعالیت پراکسیداز مرتبط با قهوه‌ای شدن در میوه‌های توت‌فرنگی تازه و تمشک‌های تیمار شده با کیتوسان جلوگیری می‌کند (زانگ و همکاران[2]، ۱۹۹۷) و این امر با نتایج آزمایش در دومین ماه در تیمارهای کیتوسان ۰/۵ و ۱ درصد مطابقت داشت.

بر اساس جدول ۲ بیش ترین میزان ریزش حبه در تیمارهای کیتوسان ۰/۵ درصد و شاهد در پایان آزمایش بوده است. کم ترین میزان ریزش حبه نیز در تیمار کیتوسان ۰/۵ درصد در ماه دوم آزمایش مشاهده گردید. ریزش حبه در انگور رقم کیوهو[3] همانند ریزش در اثر خشکی با تولید اتیلن اتفاق می‌افتد و همزمان با کاهش سطوح اکسین و تشکیل لایه سواگر، ریزش میوه را القاء می‌کند (ویو و همکاران[4]، ۱۹۹۲).

تیمار کیتوسان ۰/۵ درصد باعث کاهش معنی‌دار در ریزش حبه‌ها در مقایسه با شاهد گردید که به نظر می‌رسد این تیمار از تاثیر سطوح اتیلن و نیز از ایجاد لایه سواگر در محل اتصال میوه‌ها به خوشه جلوگیری می‌نماید.

جدول ۲ تغییرات میزان عطر و طعم میوه‌ها بر اساس تست پانل در طول مدت آزمایش را نشان می‌دهد. براساس نتایج این جدول، در دومین ماه آزمایش در هر دو تیمار کیتوسان میزان عطر و طعم تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان نداد. در پایان آزمایش میزان عطر و طعم در

1- Ray
2- Zhang *et al.*
3- Kyoho
4- Wu *et al.*

تیمار کیتوسان ۱ درصد در مقایسه با تیمار ۰/۵ درصد و نیز شاهد، اختلاف معنی‌داری نشان داد. در بررسی‌های انجام شده روی خواص خوراکی میوه‌های تیمار شده با کیتوسان مشخص شده که طعم و مزه میوه‌ها تغییر نمی‌یابد (کاربایلت و همکاران[1]، ۲۰۰۴). در بیش تر تحقیقات به طعم نامطلوب در میوه با پوشش کیتوسان اشاره شده که در این تحقیق نیز این موضوع مشاهده شد. اما در خاتمه انبارداری تیمار کیتوسان ۱ درصد باعث حفظ عطر و طعم و خصوصیات خوراکی در مقایسه با شاهد شد که به‌دلیل کاهش فرآیندهای پیری و در نتیجه حفظ ساختار سلولی و شادابی میوه‌ها به‌وسیله‌ی این تیمار بوده است. با توجه به نتایج به دست آمده، تیمار کیتوسان یک درصد در حفظ خصوصیات خوراکی انگور رقم ریش‌بابای قرمز موثر بود.

نتایج این آزمایش نشان می‌دهد که کاربرد کیتوسان در غلظت ۰/۵ درصد در دو ماه اول آزمایش سبب حفظ ویژگی‌های کیفی میوه‌های انگور رقم ریش‌بابای قرمز گردید. پیشنهاد می‌شود در کنار سایر تیمارهای غیرشیمیایی اثر غلظت‌های مختلف کیتوسان نیز بر کیفیت میوه‌های ارقام مختلف انگور محلی نیز مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

۱. بابالار، م.، دولتی‌بانه، ع. و عسگری، م. ۱۳۷۷. بررسی تغییرات صفات کمی و کیفی دو رقم انگور فخری شاهرودی و کشمش بیدانه در طول نگهداری در سردخانه. مجله علوم کشاورزی ایران، ۲۹(۳): ۴۸۳-۴۸۹.

۲. جلیلی‌مرندی، ر. ۱۳۸۳. فیزیولوژی بعد از برداشت (جابجایی و نگهداری میوه، سبزی و گیاهان زینتی). انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه، ۲۷۶ ص.

۳. راحمی، م. ۱۳۸۴. فیزیولوژی پس از برداشت (مقدمه‌ای بر فیزیولوژی و جابجایی میوه‌ها و سبزی‌ها و گیاهان زینتی). (تالیف: ویلس، مک گلاسون، گراهام و جویس). چاپ سوم. انتشارات دانشگاه شیراز، ۴۳۷ ص.

۴. رسول‌زادگان، ی. ۱۳۷۰. میوه‌کاری در مناطق معتدله. (تالیف: م. ان. وست‌وود) چاپ سوم. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، ۷۵۹ ص.

۵. میدانی، ج. و هاشمی، س‌ا. ۱۳۷۶. فیزیولوژی پس از برداشت. انتشارات نشر آموزش کشاورزی، ۴۰۳ ص.

۶. یزدی‌صمدی، ب.، رضائی، ع. و ولی‌زاده، م. ۱۳۷۶. طرح‌های آماری در پژوهش‌های کشاورزی. انتشارات دانشگاه تهران، ۷۶۴ ص.

۷. مسیب‌زاده، ع.، مستوفی، ی.، جوان‌نیکخواه، م. و امام جمعه، ز. ۱۳۸۸. بررسی تغییرات بیوشیمیایی و پوسیدگی خاکستری در انگور شاهرودی در شرایط بسته‌بندی با اتمسفر تعدیل یافته. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۳(۲): ۶۸- ۷۷.

1- Karabulut *et al.*

8. Bautista-Banos, S., Hernandez-Lauzardo, A.N., Vela´zquez-del Valle, M.G., Hernandez-Lopez, M., Ait Barka, E., Bosquez-Molina, E., and Wilson, C.L. 2006. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. Crop Protection, 25: 108–118.

9. Bautista-Banos, S., Hernandez-Lopez, M., Bosquez-Molina, E., and Wilson, C.L. 2003. Effects of chitosan and plant extracts on growth of *Colletotrichum gloeosporioides*, anthracnose levels and quality of papaya fruit. Crop Protection, 22: 1087-1092.

10. Chien, P.J., and Chou, C.C. 2006. Antifungal activity of chitosan and its application to control post-harvest quality and fungal rotting of Tankan citrus fruit (*Citrus tankan* Hayata). Journal of the Science of Food and Agriculture, 86: 1964–1969.

11. Chien, P.J., Sheu, F., and Lin, H.R. 2007a. Quality assessment of low molecular weight chitosan coating on sliced red pitayas. Journal of Food Engineering, 79: 736–740.

12. Chien, P.J., Sheu, F., and Yang, F.H. 2007b. Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. Journal of Food Engineering, 78: 225–229.

13. Crisosto, C.H, Smilanick, J.L., and Dokoozlian, N.K. 2001. Table grapes suffer waterloss, stem browning during cooling delays. California Agriculture, 55: 39-42.

14. Crisosto, C.H., Garner, D., and Crisosto, G**.** 2002. High carbon dioxide atmospheres affect stored 'Thompson Seedless' table grapes. HorticulturalScience, 37: 1074–1078.

15. Du, J., Gemma, H., and Iwahori, S. 1997. Effects of chitosan coating on the storage of peach, Japanese pear and kiwifruit. Journal of Japanese Horticultural Science, 66: 15-22.

16. El Ghaouth, A., Arul, J., Grenier, J., and Asselin, A. 1992. Effect of chitosan and other polyions on chitin deacetylase in *Rhizopus stolonifer*. Experimental Mycology, 16: 173–177.

17. Han, C., Zhao, Y., Leonard, S.W., and Traber, M.G. 2004. Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria×ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*). Postharvest Biology and Technology, 33: 67–78.

18. Hardenburg, R.E, Watada, A.E. and Wang, C.Y. 1990. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks, U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No: 66.

19. Karabulut, O.A., Gabler, F.M., Mansour, M., and Smilanick, J.L. 2004. Postharvest ethanol and hot water treatments of table grapes to control gray mold. Postharvest Biology and Technology, 34: 169-177.

20. Kittur, F.S., Saroja, N., and Habibunnisa Tharanathan, R.N. 2001. Polysaccharide-based composite coating formulations for shelf-life extension of fresh banana and mango. European Food Research Technology, 213: 306–311.

21. Li, H., and Yu, T. 2000. Effect of chitosan on incidence of brown rot, quality and physiological attributes of postharvest peach fruit. Journal of Food Science Agriculture, 81: 269–274.

22. Liu, J., Tian, S.P., Meng, X.H., and Xu, Y. 2007. Control effects of chitosan on postharvest diseases and physiological response of tomato fruit. Postharvest Biology and Technology, 44: 300–306.

23. Nelson, K.E. 1985. Harvesting and handling California table grapes for market, University of California, Bulletin: 1913.

24. Ohta, K., Taniguchi, K., Konishi, N., and Hososki, T. 1999. Chitosan treatment affects plant growth and .ower quality in *Eustoma glandiflorum*. HorticulturalScience, 34: 233–234.

25. Park, S., Stan, S.D., Daeschel, M.A., and Zhao, Y. 2005. Antifungal coatings on fresh strawberries (*Fragaria×ananassa*) to control mold growth during cold storage. Journal of Food Science, 70: 202–207.

26. Ray, P.K. 1998. Post-harvest handling of litchi fruits in relation to colour retention-A critical appraisal. Journal of Food Science and Technology, 35: 103–116.

27. Romanazzi, G., Nigro, F., Ippolito, A., Venere, Di., and Salerno, M. 2002. Effects of Pre-and postharvest chitosan treatments to control storage gray mold of table grapes. Journal of Food Science, 67: 1862–1867.

28. Sapis, J., Macheix, J.J., and Cordonnier, R.E. 1983. The browning capacity of grapes. 1. Changes in polyphenol oxidase activities during development and maturation of the fruit. Journal of Agriculture Food Chemistry, 31:342-345.

29. Smirnoff, N., Conklin, P., and Loewus, F. 2001. Biosynthesis of ascorbic acid in plants. Annual Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 52: 437-467.

30. Terry, L.A., and Joyce, D.C. 2004. Elicitors of induced disease resistance in postharvest horticultural crops: A Brief Review. Postharvest Biology and Technology. 32: 837–844.

31. Wilson, C.L., El Ghaouth, A., Chaluts, E., Droby, S., Stevens, C., Lu, J.L., Khan, V., and Arul, J. 1994. Potential of induced resistance to control postharvest diseases of fruits and vegetables. Plant Disease, 78: 837–844.

32. Wu, Y.M., Ren, J.C., and Hua, X.Z. 1992. Postharvest berry abscission and storage of grape fruit. Acta Phytophysiologica Science, 18: 267–272.

33. Zhang, D., and Quantick, P.C. 1997. Effects of chitosan coating on enzymatic browning and decay during postharvest storage of litchi (*Litchi sinensis* Sonn.) fruit. Postharvest Biology and Technology, 12: 195–202.