

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت محصولات باغبانی

بررسی ماندگاری انگور سرخ فخری شاهرودی (*Vitis vinifera* cv. Sorkh- Fakhri Shahroodi) با کاربرد نانوذل کیتوزان حاوی اسانس آویشن

نگارنده: حدیثه کریمی

اساتید راهنما

دکتر حجت الله بدایق

دکتر احمد رجائی

دی ۱۳۹۶

شماره: ۴۰۲  
تاریخ: ۲۶ / ۱۰ / ۱۳۹۶

باسمه تعالی



مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره (۳) صورتجلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم حدیثه کریمی با شماره دانشجویی ۹۴۳۶۲۵۴ رشته مهندسی کشاورزی گرایش علوم باغبانی- فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت محصولات باغبانی تحت عنوان بررسی ماندگاری انگور سرخ فخری شاهرودی (*Vitis vinifera* cv. Sorkh-Fakhri Shahroodi) با کاربرد نانوزل کیتوزان حاوی اسانس آویشن که در تاریخ ۱۳۹۶/۱۰/۱۲ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

<input type="checkbox"/> مردود <input checked="" type="checkbox"/> قبول (با درجه: عالی.....)			
نوع تحقیق: <input type="checkbox"/> نظری <input type="checkbox"/> عملی			
امضاء	مرتبه علمی	نام و نام خانوادگی	عضو هیأت داوران
	استادیار	دکتر حاجت اله بدایقی	۱- استاد راهنمای اول
	استادیار	دکتر احمد رجانی	۲- استاد راهنمای دوم
			۳- استاد مشاور
	استادیار	دکتر کامبیز جهان بین	۴- نماینده تحصیلات تکمیلی
	استادیار	دکتر زیبا قسیمی حق	۵- استاد ممتحن اول
	استادیار	دکتر مهدی رضائی	۶- استاد ممتحن دوم

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده: دکتر محمد رضا عامریان

تاریخ و امضاء و مهر دانشکده:

تبصر: در صورتی که کسی مردود شود حداکثر یکبار دیگر (در مدت مجاز تحصیل) می تواند از پایان نامه خود دفاع نماید (دفاع مجدد نباید زودتر از ۴ ماه برگزار شود).

تقدیر به پدر و مادرم:

خدای رابسی شاگردم که از روی لطف و کرم، پدر و مادری فداکار نصیبم ساخته تا در سایه درخت پر بار وجودشان بیاسایم و از ریشه آنها شاخ و برگ گیرم و در سایه وجودشان در راه کسب علم و دانش تلاش نمایم. والدینی که بودنشان تاج افتخاری است بر سرم و نامشان دلیلی است بر بودنم، چرا که این دو وجود پس از پروردگار، مایه هستی ام بوده اند، دستم را گرفتند و راه رفتن را در این وادی زندگی پراز فراز و نشیب آموختند.

به مصداق «من لیمشکر المخلوق لیمشکر الخالق» بسی شایسته است از اساتید شایسته جناب آقای دکتر حجت اله بدایق و جناب آقای دکتر احمد رجائی که در کمال سعه صدر از هیچ کمکی در این عرصه بر من دریغ ننمودند و زحمت راهنمایی این رساله را بر عهده گرفتند تقدیر و تشکر نمایم.

از اساتید فرزانه و دلسوز سرکار خانم دکتر زینب اقسیمی حق و جناب آقای دکتر مهدی رضائی که زحمت داوری این رساله را متقبل شدند کمال تشکر و قدردانی را دارم. از تمامی همکلاسی های عزیزم به پاس کمک های بی دریغشان کمال تشکر را دارم.

حدیثه کریمی

دی ماه ۱۳۹۶

## تعهد نامه

اینجانب حدیثه کریمی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه بررسی ماندگاری انگور سرخ فخری شاهرودی (*Vitis vinifera cv. Sorkh-Fakhri Shahroodi*) با کاربرد نانوزل کیتوزان حاوی اسانس آویشن تحت راهنمایی دکتر حجت اله بدافی و دکتر احمد رجائی متعهد می شوم :

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده ( یا بافتهای آنها ) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

### تاریخ

#### امضای دانشجو

#### مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است ) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

بررسی ماندگاری انگور سرخ فخری شاهرودی (*Vitis vinifera* cv. Sorkh-Fakhri  
Shahroodi) با کاربرد نانوذل کیتوزان حاوی اسانس آویشن

چکیده:

انگور به عنوان یکی از میوه‌های فسادپذیر که به شدت در معرض حمله قارچ بوتریتیس سینرا قرار دارد، محسوب می‌شود. پژوهش حاضر به منظور افزایش انبارمانی انگور با تکیه بر ترکیبات نگهدارنده طبیعی انجام شد. به همین دلیل هدف از این پژوهش بررسی اثر درون‌پوشانی اسانس آویشن در نانوذل کیتوزان-مریستیک اسید به عنوان پوشش انگور سرخ فخری شاهرودی در فیلم‌های بسته‌بندی است. اثر تیمارهای پوششی نانوذل کیتوزان-مریستیک اسید در سه سطح ۰، ۱۵۰ و ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر، اسانس آویشن در سه سطح ۰، ۷۵ و ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر و تیمار اسانس آویشن درون‌پوشانی شده در نانوذل کیتوزان-مریستیک اسید در سه سطح ۰، ۷۵ و ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر همراه با فیلم بسته‌بندی پلی اتیلن در طی ۷۲ روز نگهداری در دمای  $4 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد بر خصوصیات کمی و کیفی انگور سرخ فخری شاهرودی و همچنین فعالیت قارچ بوتریتیس سینرا در شرایط این‌ویوو مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با ۳ تکرار صورت گرفت. نتایج FTIR اتصال موفقیت آمیز بین گروه‌های آمین کیتوزان و گروه‌های کربوکسیلیک اسید مریستیک اسید را نشان داد. همچنین عکس میکروسکوپ الکترونی روبشی نشان داد که ذرات نانوذل کیتوزان-مریستیک اسید حاوی اسانس آویشن دارای اندازه ذرات زیر ۱۰۰ نانومتر بودند. در آزمون فسادپذیری، بیشترین تعداد اسپور برای تیمار شاهد ثبت گردید. نتایج حاصل از بررسی صفات فیزیکوشیمیایی نشان داد بیشترین میزان pH و کمترین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون برای تیمار شاهد ثبت گردید. کمترین میزان هدایت الکتریکی و تغییر رنگ، همچنین بالاترین مولفه  $L^*$  و شاخص کروما و بهترین عطر و طعم میوه در تیمار اسانس آویشن با غلظت ۷۵ میکرولیتر در لیتر مشاهده گردید. کمترین میزان قهوه‌ای شدن حبه‌ها و جمعیت میکروبی در تیمار اسانس آویشن ۷۵

میکرولیتتر در لیتر و تیمار ۷۵ میکرولیتتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوژل کیتوزان-مریستیک اسید بدست آمد. کمترین میزان فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز، بیشترین میزان فنل کل و خاصیت آنتی اکسیدانی برای تیمار ۷۵ میکرولیتتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوژل کیتوزان-مریستیک اسید ثبت گردید. در این تحقیق تیمار اسانس آویشن با غلظت ۷۵ میکرولیتتر در لیتر و تیمار ۷۵ میکرولیتتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوژل کیتوزان-مریستیک اسید مطلوبترین نتایج را نشان دادند.

**کلمات کلیدی:** انگور سرخ فخری شاهرودی، قارچ بوتریتیس سینرا، نانوژل کیتوزان، فیلم بسته بندی

## فهرست

فصل ۱.....	۱
مقدمه.....	۲
۱ کلیات.....	۵
۱-۱ تاریخچه انگور.....	۵
۲-۱ گیاه شناسی انگور.....	۵
۳-۱ نیاز آب و هوایی و مهمترین مناطق کشت انگور.....	۶
۴-۱ تعیین زمان برداشت انگور.....	۷
۵-۱ ارزش غذایی انگور.....	۷
۶-۱ ارقام انگور.....	۸
۱-۶-۱ ویژگی های کلی انگور رقم شاهرودی.....	۸
۷-۱ موارد مصرف و اهمیت اقتصادی انگور.....	۸
۸-۱ سطح زیر کشت انگور.....	۹
۹-۱ ضایعات پس از برداشت انگور.....	۱۰
۱۰-۱ قارچ بوتریتیس سینرا.....	۱۱
۱۱-۱ نگهداری انگور.....	۱۲
۱-۱۲ نقش بسته بندی در افزایش ماندگاری.....	۱۳
۱-۱۲-۱ پلی اتیلن.....	۱۶
۲-۱۲-۱ پلی وینیل کلراید.....	۱۶
۱۳-۱ پوشش های خوراکی.....	۱۷
۱-۱۳-۱ پوشش های خوراکی با پایه پلی ساکارید.....	۱۷
۲-۱۳-۱ پوشش های خوراکی با پایه پروتئینی.....	۱۹
۳-۱۳-۱ پوشش های پروتئینی با پایه لیپید.....	۱۹
۴-۱۳-۱ صمغ ها و موسیلاژهای گیاهی.....	۱۹
۵-۱۳-۱ اسانس.....	۲۰



۲۲	۱۴-۱ درون پوشانی کردن مواد.
۲۵	۲ بررسی منابع.
۲۶	۱-۲ نقش زمان برداشت و نگهداری بر کیفیت و عمر پس از برداشت میوه‌ها.
۲۷	۲-۲ نقش بسته‌بندی و پوشش‌های خوراکی بر کیفیت و عمر پس از برداشت میوه‌ها.
۲۹	۳-۲ اثر پاتوژن‌های قارچی بر کیفیت و عمر پس از برداشت میوه‌ها و جلوگیری از آنها.
۳۱	۴-۲ نقش اسانس‌های گیاهی بر کیفیت و عمر پس از برداشت میوه‌ها.
۳۴	۵-۲ نقش کیتوزان بر کیفیت و عمر پس از برداشت میوه‌ها.
۳۷	۶-۲ نقش نانوذله کیتوزان بر کیفیت و عمر پس از برداشت میوه‌ها و درون پوشانی کردن مواد.
۴۱	۳ مواد و روش‌ها.
۴۲	۱-۳ مواد اولیه.
۴۲	۲-۳ موقعیت جغرافیایی شهرستان شاهرود.
۴۲	۳-۳ نحوه اجرای پژوهش.
۴۳	۴-۳ تهیه نانوذله کیتوزان.
۴۴	۵-۳ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نانوذله کیتوزان - مرستیک اسید.
۴۴	۳-۵-۱ طیف سنجی مادون قرمز (FT-IR).
۴۴	۳-۵-۲ میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM).
۴۵	۳-۶ تست رهایش.
۴۵	۳-۷ تعیین غلظت بهینه تیمارها.
۴۶	۳-۷-۱ تهیه محلول آویشن.
۴۶	۳-۷-۲ تهیه محلول ترکیبی نانوذله و اسانس.
۴۶	۳-۷-۳ تهیه محیط کشت.
۴۷	۳-۷-۴ کشت قارچ.
۴۷	۳-۸ آزمون فسادپذیری.
۴۷	۳-۸-۱ تهیه سوسپانسیون.

۴۷.....	۲-۸-۳ آلوده سازی حبه‌ها.
۴۸.....	۹-۳ اجرای آزمایش...
۴۹.....	۱۰-۳ اندازه‌گیری صفات.....
۴۹.....	۱-۱۰-۳ اندازه‌گیری میزان کاهش وزن.....
۴۹.....	۲-۱۰-۳ سفتی میوه.....
۵۰.....	۳-۱۰-۳ اندازه‌گیری pH.....
۵۰.....	۴-۱۰-۳ اسید قابل تیتراسیون.....
۵۱.....	۵-۱۰-۳ اندازه‌گیری هدایت الکترولیت.....
۵۱.....	۶-۱۰-۳ میزان مواد جامد محلول کل.....
۵۱.....	۷-۱۰-۳ اندازه‌گیری پارامترهای رنگ سنجی.....
۵۲.....	۸-۱۰-۳ ارزیابی حسی.....
۵۳.....	۹-۱۰-۳ عصاره‌گیری جهت سنجش فعالیت آنزیمی و پروتئین کل.....
۶۰.....	۱۰-۱۰-۳ میزان فنل کل.....
۶۱.....	۱۱-۱۰-۳ اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی.....
۶۱.....	۱۲-۱۰-۳ بررسی جمعیت میکروبی.....
۶۲.....	۱۱-۳ آنالیزهای آماری.....
۶۳.....	<b>۴ نتایج و بحث.</b>
۶۴.....	۱-۴ ارزیابی نانوذله کیتوزان-مریستیک اسید.....
۶۴.....	۱-۱-۴ نتیجه حاصل از FTIR.....
۶۷.....	۲-۱-۴ نتیجه حاصل از SEM.....
۶۹.....	۳-۱-۴ نتیجه حاصل از تست رهایش.....
۷۰.....	۴-۱-۴ نتایج حاصل از آزمایشات این‌ویترو جهت تعیین غلظت بهینه تیمارها.....
۷۴.....	۵-۱-۴ نتایج حاصل از آزمون فسادپذیری.....
	۲-۴ اثر پوشش‌های اسانس آویشن، نانوذله کیتوزان و اسانس درون‌پوشانی شده بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی
۷۷.....	انگور.....

۷۷	..... درصد کاهش وزن میوه. ۱-۲-۴
۷۹	..... سفتی. ۲-۲-۴
۸۱	..... pH عصاره. ۳-۲-۴
۸۲	..... اسیدپته قابل تیتراسیون. ۴-۲-۴
۸۴	..... هدایت الکترولیت. ۵-۲-۴
۸۶	..... میزان مواد جامد محلول. ۶-۲-۴
۸۸	..... نتایج حاصل از اندازه‌گیری پارامترهای رنگ سنجی. ۷-۲-۴
۹۳	..... نتایج حاصل از ارزیابی حسی. ۸-۲-۴
۹۹	..... نتایج حاصل از ارزیابی صفات بیوشیمیایی. ۳-۴
۹۹	..... پروتئین کل. ۱-۳-۴
۱۰۰	..... فعالیت آنزیم کاتالاز. ۲-۳-۴
۱۰۲	..... فعالیت آنزیم گوانیکول پروکسیداز. ۳-۳-۴
۱۰۲	..... فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز. ۴-۳-۴
۱۰۳	..... فنل کل. ۵-۳-۴
۱۰۶	..... خاصیت آنتی اکسیدانی. ۶-۳-۴
۱۰۷	..... جمعیت میکروبی. ۷-۳-۴
۱۱۱	..... <b>۵ نتیجه‌گیری و پیشنهادات.</b>
۱۱۲	..... ۱-۵ نتیجه‌گیری.
۱۱۳	..... ۲-۵ پیشنهادات.
۱۱۵	..... <b>پیوست</b>
۱۲۰	..... <b>منابع</b>

## فهرست اشکال

- شکل ۱-۱ سطح زیر کشت و میزان کل انگور تولیدی در جهان..... ۹
- شکل ۱-۲ درصد توزیع هفت محصول با بیشترین سطح بارور کشور در سال ۱۳۹۴..... ۱۰
- شکل ۱-۳ تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی و دستگاه پوشش دهنده طلا روی نمونه..... ۴۵
- شکل ۲-۳ مراحل اجرای آزمایش..... ۴۹
- شکل ۳-۳ منحنی استاندارد پروتئین..... ۵۵
- شکل ۱-۴ طیف‌های FTIR..... ۶۵
- شکل ۲-۴ عکس میکروسکوپ الکترونی روبشی نانوذله کیتوزان-مریستیک اسید حاوی اسانس آویشن..... ۶۹
- شکل ۳-۴ آزاد سازی اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوذله کیتوزان-مریستیک اسید به محیط مایع در طی ۲۸ روز نگهداری در دمای محیط..... ۶۹
- شکل ۴-۴ اثر اسانس آویشن بر رشد قارچ بوتریتیس سینرا..... ۷۱
- شکل ۵-۴ اثر نانوذله کیتوزان-مریستیک اسید بر رشد قارچ بوتریتیس سینرا..... ۷۲
- شکل ۶-۴ اثر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوذله کیتوزان-مریستیک اسید بر رشد قارچ بوتریتیس سینرا..... ۷۳
- شکل ۷-۴ اثر تیمارهای پوششی بر کنترل قارچ بوتریتیس سینرا در شرایط این‌ویترو..... ۷۴
- شکل ۸-۴ اثر تیمارهای پوششی بر تعداد اسپور قارچ بوتریتیس سینرا در شرایط این‌ویوو..... ۷۵
- شکل ۹-۴ نتایج حاصل از آزمون فسادپذیری..... ۷۷
- شکل ۱۰-۴ تغییرات درصد کاهش وزن بر حسب زمان..... ۷۸
- شکل ۱۱-۴ اثر زمان بر سفتی بافت میوه..... ۸۰
- شکل ۱۲-۴ اثر متقابل تیمارهای پوششی × زمان بر میزان pH..... ۸۲
- شکل ۱۳-۴ اثر متقابل تیمارهای پوششی × زمان بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون..... ۸۳
- شکل ۱۴-۴ اثر متقابل تیمارهای پوششی × زمان بر هدایت الکترولیتی..... ۸۵
- شکل ۱۵-۴ اثر متقابل تیمارهای پوششی × زمان بر میزان مواد جامد محلول کل..... ۸۷
- شکل ۱۶-۴ اثر متقابل تیمارهای پوششی × زمان بر درخشندگی میوه..... ۹۰
- شکل ۱۷-۴ اثر متقابل تیمارهای پوششی × زمان بر شاخص کروما..... ۹۱
- شکل ۱۸-۴ اثر متقابل تیمارهای پوششی × زمان بر  $\Delta E$ ..... ۹۳

- شکل ۴-۱۹ اثر متقابل تیمارهای پوششی × زمان بر ویژگی‌های ظاهری میوه..... ۹۴
- شکل ۴-۲۰ اثر متقابل تیمارهای پوششی × زمان بر چروکیدگی میوه..... ۹۵
- شکل ۴-۲۱ اثر متقابل تیمارهای پوششی × زمان بر قهوه‌ای شدن حبه..... ۹۷
- شکل ۴-۲۲ اثر متقابل تیمارهای پوششی × زمان بر طعم و مزه..... ۹۹
- شکل ۴-۲۳ اثر زمان بر میزان پروتئین کل..... ۱۰۰
- شکل ۴-۲۴ اثر زمان بر فعالیت آنزیم کاتالاز..... ۱۰۱
- شکل ۴-۲۵ اثر متقابل تیمارهای پوششی × زمان بر میزان فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز..... ۱۰۳
- شکل ۴-۲۶ اثر زمان بر میزان فنل کل..... ۱۰۴
- شکل ۴-۲۷ اثر تیمارهای پوششی بر میزان فنل کل..... ۱۰۵
- شکل ۴-۲۸ اثر متقابل تیمارهای پوششی × زمان بر خاصیت آنتی اکسیدانی میوه..... ۱۰۷
- شکل ۴-۲۹ اثر زمان بر جمعیت میکروبی..... ۱۰۸
- شکل ۴-۳۰ اثر تیمارهای پوششی بر جمعیت میکروبی..... ۱۰۸
- شکل ۴-۳۱ اثر تیمارهای پوششی تعداد کلون باکتری..... ۱۰۹
- شکل ۵-۱ مقایسه ماندگاری انگور سرخ فخری شاهرودی در طی دوره نگهداری..... ۱۱۴

## فهرست جداول

- جدول ۱-۳ غلظت های محلول استاندارد پروتئین..... ۵۵
- جدول پیوست ۱ تجزیه واریانس اثرات تیمارهای پوششی بر کنترل قارچ بوتریتیس سینر/ در شرایط این ویترو..... ۱۱۶
- جدول پیوست ۲ تجزیه واریانس اثرات تیمارهای پوششی بر کنترل قارچ بوتریتیس سینر/ در شرایط این ویترو..... ۱۱۶
- جدول پیوست ۳ تجزیه واریانس اثرات تیمارهای پوششی و زمان بر درصد کاهش وزن و سفتی انگور سرخ فخری شاهرودی..... ۱۱۶
- جدول پیوست ۴ تجزیه واریانس اثرات تیمارهای پوششی و زمان بر صفات فیزیکی و شیمیایی انگور سرخ فخری شاهرودی..... ۱۱۷
- جدول پیوست ۵ تجزیه واریانس اثرات تیمارهای پوششی و زمان بر پارامترهای رنگ سنجی انگور سرخ فخری شاهرودی..... ۱۱۷
- جدول پیوست ۶ تجزیه واریانس اثرات تیمارهای پوششی و زمان بر صفات ارزیابی حسی انگور سرخ فخری شاهرودی..... ۱۱۸
- جدول پیوست ۷ تجزیه واریانس اثرات تیمارهای پوششی و زمان بر صفات بیوشیمیایی انگور سرخ فخری شاهرودی..... ۱۱۸
- جدول پیوست ۸ تجزیه واریانس اثرات تیمارهای پوششی و زمان بر صفات بیوشیمیایی انگور سرخ فخری شاهرودی..... ۱۱۹
- جدول پیوست ۹ تجزیه واریانس اثرات تیمارهای پوششی و زمان بر جمعیت میکروبی انگور سرخ فخری شاهرودی..... ۱۱۹

# فصل اول

## مقدمه و کلیات

## مقدمه:

در عصر حاضر با افزایش جمعیت جهان از یک سو و کسب آگاهی‌های بیشتر نسبت به نیازمندی‌های بدن انسان از سوی دیگر، نیاز به غذا رو به افزایش است، چرا که با همین جمعیت کنونی نیز، فقر غذایی گسترده‌ای به اشکال مختلف در جهان مشاهده می‌گردد (صالح و همکاران، ۱۳۸۷). با افزایش روزافزون جمعیت و تغییر الگوی مصرف، مسئله غذا در آینده نزدیک یکی از مهمترین مسائل کشور خواهد بود (امین زاده و همکاران، ۱۳۸۷). میوه‌ها و سبزی‌ها به عنوان بخش مهمی از منابع غذایی انسان از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند و بشر از همان ابتدای پیدایش جهت تامین قسمتی از غذای خود از این محصولات استفاده می‌کرده است (اثنی عشری و زکایی خسروشاهی، ۱۳۹۰). ایران را بی‌شک می‌توان یکی از مناطق مهم و بالقوه تولید میوه جهان به شمار آورد. این امر ناشی از وجود مناطق آب و هوایی متنوع در کشور است. وجود گونه‌های وحشی انواع درختان میوه در جنگل‌ها و کوهپایه‌ها می‌تواند مبنای بسیاری از برنامه‌های اصلاحی میوه در ایران قرار گیرد. تعدادی از ارقام میوه ایران جزو مرغوب‌ترین ارقام جهان هستند (گنجی مقدم و بوذری، ۱۳۸۹).

رسیدن میوه یک فرآیند فیزیولوژیک از توسعه و رشد گیاهی است و تغییراتی مثل رنگ، بافت، طعم، عطر و کیفیت خوراکی در آن اثر دارند. با نزدیک شدن به فرآیند بلوغ و رسیدگی، میوه‌ها بیشتر به آلودگی‌های قارچی حساس می‌شوند. برای حفظ و مصونیت میوه‌ها از حمله قارچ‌ها، کشاورزان برای کنترل بیماری به شدت به استفاده از ترکیبات و قارچ‌کش‌های شیمیایی وابسته‌اند. به دلیل ایجاد مقاومت علیه آلودگی‌های قارچی با استفاده از قارچ‌کش‌های شیمیایی، سلامت انسان و محیط زیست به مخاطره می‌افتد، در سال‌های اخیر جایگزین‌های قارچ‌کش‌های شیمیایی توسعه یافته است (رنجبران و همکاران، ۲۰۱۱). کیفیت پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها به شرایط محل رشد، اندازه تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی پس از برداشت آنها بستگی دارد. سلول‌های میوه‌ها و سبزی‌ها در مرحله پس از برداشت، زنده بوده و به فعالیت فیزیولوژیکی خود ادامه داده و کیفیت پس از برداشت و عمر انبارمندی آنها به وسیله مرحله رسیدگی کنترل می‌گردد. میوه‌های برداشت شده در مرحله مناسب،



رسیدگی و کیفیت بسیار عالی خواهند داشت (تومولا<sup>۱</sup>، ۲۰۰۶).

ضایعات عظیم پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها یکی از مسائل اقتصادی مهم برای کشورهای است که اقتصاد وابسته به کشاورزی دارند، ولی این مسئله در کشورهای در حال توسعه به یک مشکل بزرگ تبدیل شده است. میوه‌ها و سبزی‌ها محصولات بسیار فسادپذیری بوده که برای به حداقل رساندن ضایعات به جابجایی دقیق‌تری نیاز دارند. محصولات باغبانی به دلیل داشتن رطوبت زیاد، به ویژه در کشورهای گرمسیری به طور ذاتی آمادگی تخریب را دارند. آنها از لحاظ بیولوژیکی بسیار فعال بوده و تنفس، تبخیر و تعرق، رسیدن و سایر فعالیت‌های بیوشیمیایی منجر به از بین رفتن کیفیت در آنها می‌شود (تومولا، ۲۰۰۶). یکی از دلایل اصلی کاهش وزن محصولات باغبانی فعالیت‌های متابولیکی مثل تنفس و تعرق است (وولوسکا<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۵). یکی از راه‌های کاهش از دست رفتن آب و کربن آلی (کاهش وزن) کاهش تعرق است (ایمران<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۷). علاوه بر نقشی که اکسیداسیون در فساد مواد غذایی ایفا می‌کند، اهمیت آن در سلامت انسان، بویژه در ایجاد و پیشرفت بیماری‌هایی چون بیماری‌های قلبی-عروقی، تصلب شرایین، سرطان و فرآیند پیری بسیار مورد توجه و مطالعه قرار گرفته است. رادیکال‌های آزاد ایجاد شده در فرآیند اکسیداسیون در بدن، سبب اکسیداسیون لیپید غشاء سلولی می‌شوند که این امر منجر به ناپایداری غشاء و متلاشی شدن سلول می‌شود و یا اینکه ترکیبات سلولی مانند لیپیدها، پروتئین‌ها و از همه مهمتر DNA مورد حمله قرار می‌گیرند. نتیجه نهایی این امر بروز بیماری و مشکلات عدیده دیگر است (کاور و کاپور<sup>۴</sup>، ۲۰۰۱ - شاکلا<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۹). انگور<sup>۶</sup> با نام علمی *Vitis vinifera* میوه غیر کلیماکتریک است که فعالیت فیزیولوژیکی نسبتاً پایینی دارد. از دست رفتن آب محصول یک موضوع جدی در پس از برداشت انگور است. قهوه‌ای شدن محور خوشه و

---

<sup>۱</sup> Thumula

<sup>۲</sup> Wolucka

<sup>۳</sup> Imra

<sup>۴</sup> Kaur & Kapoor

<sup>۵</sup> Shukla

<sup>۶</sup> Grape

ساقه، نرم شدن و از دست دادن آب و پوسیدگی، کیفیت انگور را تحت تاثیر قرار می دهند که توسط قارچ بوتریتیس سینرا<sup>۱</sup> ایجاد می شود. پوسیدگی میوه مشکل مهم پس از برداشت انگور است، اگرچه میزان ضایعات و شدت آنها بستگی به نوع انگور دارد. با توجه به اینکه کاربرد قارچ کش ها خیلی محدود شده است، معرفی مواد طبیعی و روش های سالم برای کنترل ضایعات ضروریست (آیلا زاوالا<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۷).

امروزه آلودگی های ناشی از پلیمرهای سنتزی، توجه همگان را به استفاده از مواد زیست تخریب پذیر معطوف کرده است و در طی دو دهه اخیر مطالعه بر مواد زیست تخریب پذیر حاصل از پروتئین ها و کربوهیدرات ها گسترش وسیعی یافته است. این ماکرومولکول ها به طور بالقوه می توانند جایگزین مناسب برای پلیمرهای سنتزی حاصل از مشتقات نفتی بشمار روند (قنبرزاده و همکاران، ۲۰۰۷). بسته بندی های زیست تخریب پذیر که قابلیت خوراکی بودن و مصرف به همراه ماده غذایی را دارند، به دو دسته فیلم ها و پوشش های خوراکی تقسیم می شوند (قنبرزاده و ارومیه ای، ۲۰۰۸).

با توجه به ضایعات پس از برداشت انگور و همچنین ظرفیت بالای کشور در تولید ارقام مختلف این میوه اقتصادی و پرطرفدار، همچنین ایجاد موقعیت های جدید در صادرات این محصول، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر تیمارهای مختلف اسانس<sup>۳</sup> آویشن، نانوزل کیتوزان و اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوزل کیتوزان-مریستیک اسید<sup>۴</sup>، بر خصوصیات کمی و کیفی و همچنین ماندگاری انگور سرخ فخری شاهرودی مورد ارزیابی و آزمایش قرار گرفت.

---

<sup>۱</sup> *Botrytis cinerea*

<sup>۲</sup> Ayala-Zavala

<sup>۳</sup> Essential oil

<sup>۴</sup> Nanogel chitosan-Merictic acid

## ۱ کلیات:

### ۱-۱ تاریخچه انگور:

انگور در زمره اولین میوه‌هایی است که بشر از دوران ماقبل تاریخ و شروع دوران کشاورزی آن را شناخته و به صورت‌های مختلف آن را مورد استفاده قرار داده است. مو در اواخر دوره نئولیتیک<sup>۱</sup> و عصر برنز بین سال‌های ۶۰۰۰-۳۰۰۰ قبل از میلاد به همراه سایر محصولات مدیترانه‌ای مورد کشت و کار واقع شده است. ارقام تجاری انگور عمدتاً از گونه وینیفرا بوده که منشا آن منطقه‌ای در جنوب اروپا بین دریای سیاه و دریای خزر گزارش شده و در این ناحیه هنوز گونه‌های وحشی مو یافت می‌شوند (ظهوری و همکاران، ۱۳۸۵).

### ۲-۱ گیاه شناسی انگور:

مو با نام علمی *Vitis vinifera*، گیاهی از خانواده Vitaceae می‌باشد که متشکل از ۱۱ جنس و ۶۰۰ گونه مختلف است. جنس *Vitis* تنها جنس این خانواده است که میوه آن خوراکی است. مو گیاهی چندساله، چوبی، خزان دار و بالارونده است. جنس *vitis* خود به ۲ زیر جنس اوی ویتیس<sup>۲</sup> و موسکادینه<sup>۳</sup> تقسیم می‌شود (ظهوری و همکاران، ۱۳۸۵). انگور گیاهی رونده بوده، تنه و شاخه‌های آن به صورت طبیعی روی زمین حالت خزنده دارند و در صورت تماس با قیم، به اطراف آن توسط پیچک‌های موجود روی شاخه‌های یک ساله، پیچ خورده و خود را از قیم بالا می‌کشند (مرندی، ۱۳۸۶).

وظیفه ریشه گیاه جذب آب و مواد غذایی بوده و در ضمن موجب تثبیت آن در خاک می‌گردد. ریشه‌های به دست آمده از بذر انگور رشد طولی بیشتر داشته، ریشه‌های راست حاصل نموده و تا عمق ۳-۴ متر خاک نفوذ می‌کنند. شاخه‌های یکساله انگور حاوی میانگره بوده و نوک شاخه دارای مریستم

---

<sup>۱</sup> Neolithic

<sup>۲</sup> Euvitis

<sup>۳</sup> Muscadinae

انتهایی می‌باشد و در اثر فعالیت این بافت در طی فصل رشد گره و میانگره‌های جدید حاصل می‌شود. روی هر گره، برگ، جوانه فرعی، جوانه اصلی، پیچک و یا خوشه حاصل می‌شود. البته بعضی از گره‌ها فاقد پیچک و یا خوشه هستند. در محل گره‌ها، میزان آب، مواد معدنی و کربوهیدرات‌ها بیشتر از میانگره‌ها بوده و بدین علت زودتر از قسمت‌های دیگر شاخه مورد حمله میکروارگانیسم‌ها قرار می‌گیرند. گل‌های انگور بسیار کوچک بوده و در انشعابات فرعی گل آذین خوشه‌ای ظاهر می‌گردند. گلدهی ۲- ۱/۵ ماه بعد از بیدار شدن جوانه‌ها و در اواخر خرداد الی نیمه اول تیرماه انجام می‌گیرد و میانگین دمای مناسب باز شدن گل‌ها ۲۰ درجه سانتیگراد می‌باشد. برگ‌ها از اندام اصلی بوته‌های انگور بوده و برخی از پدیده‌های حیاتی نظیر فتوسنتز، تنفس و تعرق در آنها انجام می‌گیرد. روی هر گره شاخه یک ساله، برگ حاصل می‌شود و در کنار دم‌برگ دو عدد جوانه موجود می‌باشد. هر برگ به طور معمول حاوی ۵ لوب می‌باشد (جلیلی مرندی، ۱۳۸۶).

### ۱-۳ نیاز آب و هوایی و مهمترین مناطق کشت انگور:

مهمترین مناطق انگورکاری جهان در بین ۵۰-۳۰ درجه عرض شمالی و ۴۰-۳۰ درجه عرض جنوبی قرار دارند. بهترین انگور جهان در نواحی معتدله با متوسط دمای سالیانه ۲۰-۱۰ درجه سانتیگراد تولید می‌شود. سه فاکتور اقلیمی مهم دمای فصل رشد، طول فصل رشد و دمای حداقل زمستان باید در احداث باغ انگور در نظر گرفته شود. همچنین باید به میزان رطوبت نسبی و بارندگی هم توجه شود (خدیوی، ۱۳۸۹). کشورهای مهم تولید کننده انگور ایتالیا، فرانسه، آمریکا، اسپانیا، چین، ترکیه و ایران می‌باشند. مناطق عمده کشت انگور در ایران استان‌های خراسان، قزوین، همدان، آذربایجان‌های شرقی و غربی، فارس و زنجان می‌باشند (خدیوی، ۱۳۸۹).

## ۴-۱ تعیین زمان برداشت انگور:

میوه انگور (*Vitis vinifera L.*) جزو میوه‌های نافرازگرا<sup>۱</sup> می‌باشد و تمام دوره رسیدن را روی درخت طی می‌کند و پس از برداشت روند رسیدن میوه متوقف می‌شود. بنابراین تعیین زمان مناسب برداشت انگور برای مصارف گوناگون دارای اهمیت زیادی است (راحی، ۱۳۸۴). درجه بلوغ و رسیدگی میوه در زمان برداشت، از عامل اصلی تعیین کننده کیفیت نهایی میوه و پتانسیل ماندگاری پس از برداشت می‌باشد (لی<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۱). زمانی که میوه‌ها نابالغ برداشت شوند، رنگ و عطر و طعم میوه به خوبی توسعه نمی‌یابد، رسیدن میوه نامنظم، میزان اسید بالاتر، عملکرد کمتر و حساسیت به بیماری‌های پس از برداشت بیشتر می‌شود. از سوی دیگر برداشت دیر هنگام میوه‌ها باعث رسیدن و پیر شدن سریع‌تر میوه‌ها و کوتاه شدن ماندگاری آنها می‌گردد (لی و کادر<sup>۳</sup>، ۲۰۰۰).

## ۵-۱ ارزش غذایی انگور:

انگور حاوی مواد معدنی نظیر پتاسیم، کلسیم، آهن، فسفر و منیزیم می‌باشد و منبع غنی ویتامین-های A، B و C است. عمده ترین قندهای انگور فروکتوز و گلوکز می‌باشد که حدود ۹۹-۹۸ درصد مواد قندی حبه انگور را تشکیل داده و به طور کلی ۱۲-۲۷ درصد از وزن حبه را شامل می‌شوند. علاوه بر قندها، انگور دارای اسید تارتاریک (اسید انگور) و اسید مالیک فراوانی است که حدود ۹۰ درصد کل اسیدهای انگور را شامل می‌شوند. اسید سیتریک نیز در زمان رسیدن انگور به مقدار ناچیزی حدود ۰/۰۲-۰/۰۳ درصد در میوه وجود دارد (گنجی مقدم، ۱۳۹۰).

---

<sup>۱</sup> Nonclimacteric

<sup>۲</sup> Li

<sup>۳</sup> Lee & Kader

## ۱-۶ ارقام انگور:

از ارقام انگور می‌توان به بیدانه سفید (سلطانی یا سلطانی)، بیدانه قرمز (عروس ورزن یا عروس بارگاه)، صاحبی، فخری، پیکانی (ریش بابا)، عسگری، شاهانی سیاه، شاهانی سفید، گزن دایی، یاقوتی قرمز، حسینی (گلین بارماگی یا خاتون بارماگی)، لعل بیدانه و ... اشاره کرد (جلیلی مرندی، ۱۳۸۶).

## ۱-۶-۱ ویژگی‌های کلی انگور رقم شاهرودی:

انگور شاهرودی رقمی پر رشد و دیررس با حبه‌های درشت است که در هر حبه به طور متوسط ۲-۳ عدد بذر وجود دارد. علاوه بر این ضخامت پوست حبه نیز نسبت به ارقام بی دانه سفید و بی دانه قرمز بیشتر می‌باشد. به دلیل دیررس بودن محصول، بایستی در کشت آن در مناطق سردسیر احتیاط نمود. این رقم معمولاً در حدود ۲۰ شهریور آماده برداشت است (اصبحی، ۱۳۸۱).

## ۱-۷ موارد مصرف و اهمیت اقتصادی انگور:

انگور از مهمترین محصولات باغی در دنیاست که هم به لحاظ سطح زیر کشت و هم ارزش اقتصادی و تغذیه‌ای بالا، کشت و کار می‌شود. ارزش این محصول به لحاظ قابلیت مصرف آن به طرق مختلف، از جمله تازه‌خوری، کشمش، کنسانتره، آب میوه، مربا، شیر و روغن بذر بسیار بالاست و از این لحاظ نقش مهمی را در اقتصاد کشورهای تولیدکننده آن ایفا می‌کند. علاوه بر این، فرآورده‌های دیگری از جمله اتانول<sup>۱</sup> و آنتوسیانین نیز از انگور تهیه می‌شود که در بخش صنعت به کار برده می‌شوند. کشور ایران از نظر تولید انگور و صادرات کشمش در دنیا در جایگاه مهمی قرار دارد (ظهوری و همکاران، ۱۳۸۵). سالانه حدود ۶۸ میلیون تن انگور در جهان تولید می‌شود که کشور ایران از نظر تولید انگور و صادرات کشمش، به ترتیب در رتبه‌های یازدهم و سوم قرار دارد (فائو<sup>۲</sup>، ۲۰۱۳). از خواص درمانی انگور می‌توان

---

<sup>۱</sup> Ethanol

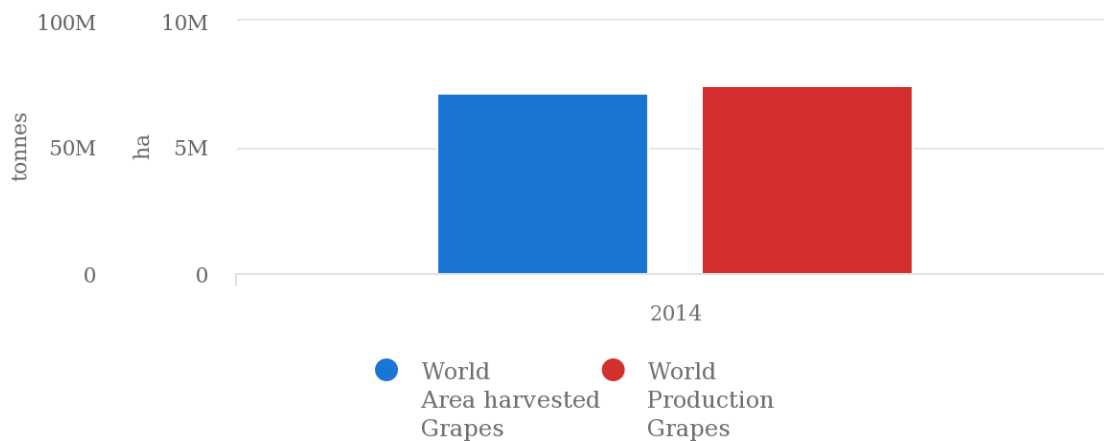
<sup>۲</sup> FAO

به موارد زیر اشاره کرد:

- ✓ دفع کننده سموم بدن است.
- ✓ به دلیل داشتن پتاسیم، تقویت کننده عروق قلب است.
- ✓ به دلیل داشتن آهن، منیزیم و منگنز موجب درمان کم خونی می شود.
- ✓ آنتوسیانین های موجود در انگور به عنوان آنتی اکسیدانت<sup>۱</sup> قابل استفاده در صنعت داروسازی می باشند (گنجی مقدم، ۱۳۹۰).

## ۸-۱ سطح زیر کشت انگور:

شکل ۱-۱، سطح کل زیر کشت انگور جهان طبق آمار فائو در سال ۲۰۱۴، و میزان محصول تولیدی را نشان می دهد. طبق این آمار سطح کل زیر کشت انگور ۷/۱۲۴/۵۱۲ میلیون هکتار و میزان محصول تولیدی ۷۴/۴۹۹/۸۵۹ میلیون تن می باشد (فائو، ۲۰۱۴).



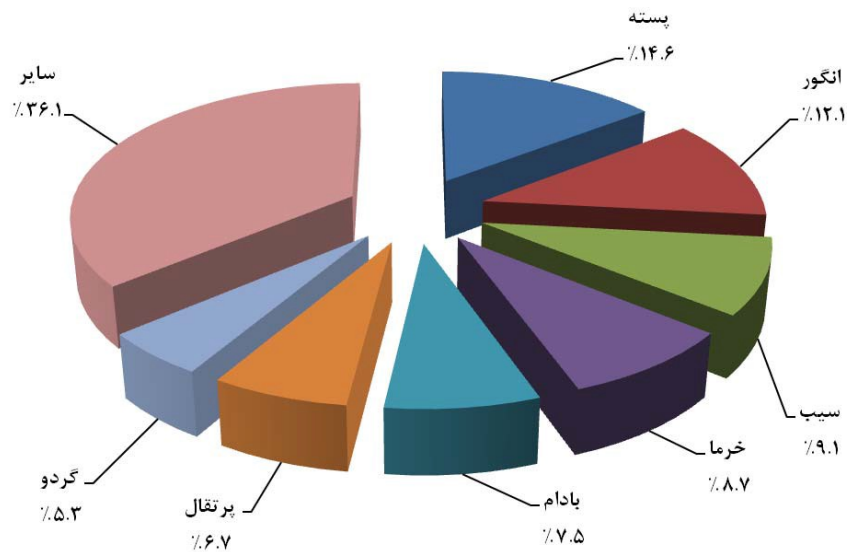
Source: FAOSTAT (Jun 06, 2017)

شکل ۱-۱ - سطح زیر کشت و میزان کل انگور تولیدی در جهان (فائو، ۲۰۱۴)

در سال ۱۳۹۴ سطح باغ های بارور کشور ۲/۳ میلیون هکتار بوده است که بیشترین سطح بارور

<sup>۱</sup>Antioxidant

مربوط به ۷ محصول ذیل می باشد :



شکل ۱-۲ - درصد توزیع هفت محصول با بیشترین سطح بارور کشور در سال ۱۳۹۴ (دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۴)

سطح زیر کشت انگور در ایران ۲۷۷۰۰۸۹ هکتار با تولید ۳۱۶۷۴۳۶۷ تن، و همچنین سطح زیر

کشت انگور در استان سمنان، ۳/۸۲۴ هکتار با تولید ۹۱/۰۵۵ تن می باشد (دفتر آمار و فناوری

اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۴).

## ۹-۱ ضایعات پس از برداشت انگور:

انگورهای تازه خوری (*Vitis vinifera* L.) دارای مشکلات شدیدی هستند که به علت کاهش وزن

در اثر از دست دادن آب، نرم شدن بافت، قهوه‌ای شدن چوب خوشه، از دست رفتن عطر و طعم، و رایحه

غیر عادی مربوط به رسیدگی بیش از حد که در بیشتر موارد با حضور عظیم حبه‌های آلوده توسط قارچ

بوتریتیس سینرا همراه است، ایجاد می شود از این رو باعث تسریع در کاهش کیفیت آنها در ذخیره



سازی بعد از برداشت می‌شود که مصرف و تجاری سازی را محدود می‌کند (کاستیلو<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۰). انگورهای تازه‌خوری به دلیل بافت نرم و گوشت آبدار در معرض از دست دادن شدید آب و فاسد شدن در طول جابجایی پس از برداشت هستند، که همین امر باعث کاهش کیفیت میوه، ذخیره سازی و بازاریابی آن می‌شود (وو<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۵). عواملی از جمله آلودگی قارچی، میزان تنفس، عدم سرد کردن اولیه، دمای بالا و رطوبت نسبی پایین سردخانه باعث تشدید از دست دادن آب میوه‌ها می‌شود (دولتی، ۱۳۷۸). هر چه مدت زمان انبار داری انگور بیشتر باشد سلول‌های میوه فعالیت تنفسی طولانی‌تر داشته و مقداری از آب میوه صرف این فعالیت می‌شود، در نتیجه میانگین کاهش وزن یک رابطه مستقیم با طول مدت انبارداری دارد که با نتایج تحقیق دولتی (دولتی، ۱۳۷۶) در مورد ارقام کشمش بی‌دانه و فخری شاهرودی مطابقت دارد (دولتی بانه، ۸۷-۱۳۸۶). انگور جزء معدود میوه‌هایی است که چوب خوشه‌ها یک عامل مهم در کیفیت آن به حساب می‌آید. چوب خوشه اولین قسمتی است که بر اثر عوامل نامساعد حالت و رنگ طبیعی خود را از دست می‌دهد (نلسون<sup>۳</sup>، ۲۰۰۷). تغییر رنگ چوب خوشه‌ها می‌تواند بر اثر فعالیت بعضی از آنزیم‌ها باشد که احتمالاً گاز دی‌اکسید گوگرد<sup>۴</sup> از شدت فعالیت آنها می‌کاهد (ماستون<sup>۵</sup>، ۱۹۹۲).

## ۱-۱۰ قارچ بوتریتیس سینرا:

قارچ *Botrytis cinerea* عامل وقوع کپک خاکستری<sup>۶</sup>، یک قارچ نکروتروفیک<sup>۷</sup> با گستردگی جهانی است که می‌تواند بیش از ۲۰۰ محصول مهم اقتصادی مثل سبزی‌ها، گیاهان زینتی، غده‌ها و میوه‌ها را

---

<sup>۱</sup> Castillo

<sup>۲</sup> Wu

<sup>۳</sup> Nelson

<sup>۴</sup> Sulfur dioxide

<sup>۵</sup> Mustonen

<sup>۶</sup> Grey mould

<sup>۷</sup> Necrotrophic

تحت تاثیر قرار دهد (بی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۹ - وان<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۰). این قارچ، بخصوص برگ‌ها، گل‌ها و میوه‌ها را در محصولات مهم کشاورزی مورد حمله قرار می‌دهد و مسئول خسارت‌های جدی قبل و پس از برداشت محصولات است (لیو<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۸ - سووارز<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۵). رشد قارچ در دمایی بین ۳ تا ۳۰ درجه سلسیوس (بهینه ۲۰-۱۵) اتفاق می‌افتد (لیو و همکاران، ۲۰۰۸). قارچ *B.cinerea* یک بیمارگر با پتانسیل زیاد جهت مقاومت به قارچ‌کش‌ها است که این امر بخاطر تنوع ژنتیکی، سیکل کوتاه زندگی و تولید مثل فراوان است. قارچ‌کش‌ها باعث کاهش خسارت توسط قارچ می‌شوند. اما تکرار استفاده از گروه‌های محدودی از قارچ‌کش‌ها منجر به توسعه مقاومت در قارچ می‌شود (ژاو<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۱۰). بیماری قارچ‌زدگی خوشه یا کپک خاکستری تقریباً در تمام موستان‌های مناطق جهان شیوع دارد. قارچ‌زدگی خوشه باعث کاهش شدید کمیت و کیفیت محصول می‌شود. کاهش محصول ممکن است از طریق ریزش حبه‌های نارس خوشه، کم آبی میوه، یا خشکیدن حبه‌ها ناشی شود. در مورد انگورهایی که به صورت تازه مصرف می‌شوند، کاهش کیفیت محصول در مزرعه، انبار یا در حین حمل و نقل بسیار مهم است (بهداد و همکاران، ۱۳۸۹).

## ۱-۱۱ نگهداری انگور:

انگور یک میوه نافرازگرا با فعالیت فیزیولوژیکی کم بوده و در طول دوره پس از برداشت در انبار و در طی حمل و نقل و همچنین بازاریابی به کاهش آب و آلودگی‌های قارچی به ویژه قارچ عامل کپک خاکستری *Botrytis cinerea* بسیار حساس است (گبلر<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۰۵). در گذشته برای کنترل پوسیدگی خاکستری در انبار از تدخین گوگرد استفاده می‌شد ولی بعدها به دلیل بهینه سازی، توان

---

<sup>۱</sup> Bi

<sup>۲</sup> Van

<sup>۳</sup> Liu

<sup>۴</sup> Suarez

<sup>۵</sup> Zhao

<sup>۶</sup> Gabler

بهره بردن از انبار سرد، تنظیم میزان دی‌اکسید گوگرد تولید شده و نیز رعایت بهداشت روش جدیدی ابداع گردید که در آن بسته‌های کوچکی حاوی نمک‌های گوگرد مثل متا بی سولفیت سدیم داخل بسته‌های انگور قرار داده می‌شد که به مرور زمان گاز دی‌اکسید گوگرد را آزاد می‌کردند (دولتی بانه، ۱۳۷۶). با وجود کارایی منحصر به فرد این گاز در زمینه کنترل توسعه قارچ *B. cinerea* کارایی کلی این تکنولوژی به دلیل اثرات نامطلوب بر مزه‌ی میوه و ایجاد صدماتی از قبیل ترک خوردگی و سفید شدگی حبه‌ها و قهوه‌ای شدن دم خوشه‌ها، قابل تامل است (لوری<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۶). افزون بر این گاز SO<sub>2</sub><sup>۲</sup> شدیداً خورنده فلزات بوده و در صورت بالابودن غلظت در محیط انبار باعث صدمات سنگین به تاسیسات انباری می‌شود (زهاوی<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۰). از آن گذشته به دلیل حساسیت شدید برخی از مصرف‌کنندگان به بقایای سولفیتی، گاز SO<sub>2</sub> اعتبار خود را به عنوان یک ماده افزودنی غذایی از دست داده و به عنوان ترکیب مضر شناخته شده است (زهاوی و همکاران، ۲۰۰۰- گبلر و همکاران، ۲۰۰۵).

## ۱-۱۲ نقش بسته‌بندی در افزایش ماندگاری:

بسته‌بندی<sup>۴</sup> عبارت است از محافظی که سلامت کالای محتوی خود را از مرحله پس از برداشت و تولید تا مرحله‌ی مصرف (نگهداری یا انبارمانی) در یک حالت ایده آل و مناسب حفظ کند (میرنظامی ضیابری، ۱۳۸۵). در بین تیمارهای پس از برداشت، بسته‌بندی مناسب نقش مهمی در کاهش ضایعات، بهبود کیفیت و ماندگاری محصولات باغی دارد. چرا که بسته‌بندی سبب کاهش از دست رفتن آب، حفظ خصوصیات ظاهری، کاهش آسیب‌های فیزیکی ناشی از تراکم محصولات بر یکدیگر می‌شود (جلیلی، ۲۰۰۴). مراکز مصرف محصولات تازه معمولاً خارج از مناطق تولید آنها است. بنابراین، حفظ

---

<sup>۱</sup> Lurie

<sup>۲</sup> Sulfur dioxide

<sup>۳</sup> Zahavi

<sup>۴</sup> Packaging

کیفیت محصول طی مراحل توزیع آن به مصرف کننده مستلزم صرف هزینه است. مدیریت دقیق سیستم توزیع که دربرگیرنده بسته‌بندی، حمل و نقل و نگهداری می‌شود، کیفیت محصول را تضمین کرده و بازده اقتصادی را به بهترین حد می‌رساند. بسته‌بندی محصولات تازه از زمانی به کار گرفته شد که بشر به تجارت چنین محصولاتی پرداخت (اثنی عشری و زکایی خسروشاهی، ۱۳۹۰). در حال حاضر، برای افزایش عمر انبارداری بسیاری از میوه‌ها و سبزی‌ها از بسته‌بندی استفاده می‌کنند. با قرار دادن حفاظ-های فیزیکی پیرامون فرآورده، سرعت هوایی که از سطح آنها می‌گذرد، کاهش می‌یابد و بدین وسیله، می‌توان از دست دادن آب فرآورده را کاهش داد. میزان کاهش از دست دادن آب، به نفوذپذیری نسبت به انتقال بخار آب و به همان اندازه به بسته بودن آن بستگی دارد. تمام موادی که به گونه‌ی معمول به کار برده می‌شود، تا اندازه‌ای نسبت به بخار آب، نفوذپذیر هستند (راحی، ۱۳۸۴). کارکردهای مختلف بسته‌بندی را می‌توان در ۷ گروه تقسیم نمود:

- ✓ در بر گرفتن
- ✓ حفاظت و نگهداری
- ✓ سهولت در مصرف
- ✓ حمل و نقل (توزیع) راحت
- ✓ جلوگیری از جعل محصول
- ✓ اطلاع رسانی
- ✓ تبلیغات و فروش (کرمانی نژاد، ۱۳۸۵).

بسته‌بندی ابزاری است که به همراه حفظ زنجیره سرد اجازه می‌دهد که کیفیت محصول تازه بریده شده و مدت زمان ماندگاری آن افزایش یابد. بیشترین روش بسته‌بندی مطالعه شده، بسته‌بندی تحت اتمسفر اصلاح شده<sup>۱</sup> می‌باشد. اتمسفر اصلاح شده می‌تواند علاوه بر اینکه از طریق تنفس محصول تازه

---

<sup>۱</sup> MAP

خرد شده (MAP<sup>۱</sup> غیرفعال) تولید شود، از طریق جریان گاز (MAP فعال) نیز به دست آید. یکی از مهمترین فاکتورهای این تکنیک، نفوذپذیری گاز فیلم انتخاب شده است که باید اجازه تبادل کافی بین O<sub>2</sub> و CO<sub>2</sub> بین محصول و اتمسفر به جهت ایجاد و تثبیت ترکیب گاز دلخواه در داخل کیسه را بدهد. انتخاب فیلم بسته‌بندی بستگی به نفوذپذیری فیلم به O<sub>2</sub> و CO<sub>2</sub> دارد که باید با سرعت مصرف O<sub>2</sub> و CO<sub>2</sub> محصول تطابق داشته باشد (کاشانی نژاد و صداقت، ۱۳۹۲). مواد مرسوم برای بسته‌بندی مواد غذایی عبارت‌اند از: فلز، سرامیک (شیشه) و کاغذ (مقوا). درحالی‌که هنوز هم این مواد مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما قیمت پایین، آسانی شکل‌پذیری و تنوع قابل توجه در خواص فیزیکی مواد پلیمری<sup>۲</sup> آلی، پلاستیک‌ها را جایگزین مناسبی برای بسته‌بندی مواد غذایی معرفی می‌کند که این پلیمرها انواع زیادی دارند. اگرچه که پلیمرها تحولات زیادی در صنایع غذایی ایجاد کرده‌اند، اما اشکال بزرگ آنها، نفوذپذیری به گازها و دیگر مولکول‌های کوچک می‌باشد (دانکن<sup>۳</sup>، ۲۰۱۱). بسته‌بندی اکثر میوه‌ها و سبزی‌ها در کیسه‌های پلاستیکی بسیار رایج است. قیمت این نوع مواد بسته‌بندی ارزان و عمل بسته‌بندی با آنها آسان است. کیسه‌ها را می‌توان در اندازه‌های متفاوت و از جنس‌های مختلف تهیه نمود (اثنی عشری و زکایی خسروشاهی، ۱۳۹۰). از انواع پلاستیک‌هایی که جهت بسته‌بندی ممکن است مورد استفاده قرار گیرد، می‌توان پلی اتیلن<sup>۴</sup> با چگالی کم (LDPE<sup>۵</sup>)، سلفان<sup>۶</sup>، پلی استر<sup>۷</sup>، پلی استرین<sup>۸</sup>، پلیوفیلیم، پلی وینیل کلراید<sup>۹</sup> (PVC) و غیره نام برد. در این میان پلی اتیلن، پلی پروپیلن<sup>۱۰</sup> (PP) و پلی استرین

---

<sup>۱</sup> Modified atmosphere packaging

<sup>۲</sup> Polymer

<sup>۳</sup> Duncan

<sup>۴</sup> Polyethylene

<sup>۵</sup> Low Density Polyethylene

<sup>۶</sup> Cellophane

<sup>۷</sup> Polyester

<sup>۸</sup> Polystyrene

<sup>۹</sup> Polyvinyl chloride

<sup>۱۰</sup> Polypropylene

بیشترین کاربرد را در صنعت بسته‌بندی دنیای امروز دارند (کادر و واتکینس<sup>۱</sup>، ۲۰۰۰ - کلس<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۳).

## ۱-۱۲-۱ پلی اتیلن:

پلی اتیلن اولین و یکی از پرکاربردترین مواد پلاستیکی است که به دلیل قیمت پائین و قابلیت ارتجاع، شهرت و کاربرد فراوانی در بسته‌بندی مواد غذایی دارد بطوریکه سالانه بیش از ۶۰ میلیون تن پلی اتیلن در جهان تولید می‌شود. علت مصرف بالای این محصول ناشی از فرایند پذیری عالی، شفاف بودن، بی اثر بودن از نظر شیمیایی، ایمنی آن به عنوان ماده‌ای در تماس با مواد غذایی، قابلیت دوخت حرارتی خوب و هزینه پایین در تولید آن می‌باشد (نیکاه<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۹). پلی اتیلن رایج‌ترین پلاستیک مورد استفاده در بسته‌بندی مواد غذایی است و پلی‌اتیلن‌های با چگالی پایین نرمتر، انعطاف پذیرتر و مقاومت به کشیده شدن کمتری نسبت به پلی اتیلن‌های با چگالی بالا دارند (جونگمین و سوسان<sup>۴</sup>، ۲۰۱۴).

## ۱-۱۲-۲ پلی وینیل کلراید:

پلی وینیل کلراید از جمله پلیمرهای شناخته شده و بسیار پرمصرف است. این پلاستیک سومین پلیمر مصرفی در جهان پس از پلی اتیلن و پلی پروپیلن به شمار می‌رود. PVC دارای خواص خوبی چون آسانی فراورش، دوام و در دسترس بودن به اشکال مختلف، سبکی وزن و پایداری ابعادی، خنثی بودن از نظر شیمیایی با خواص عایقی و نفوذناپذیری خوب و ارزانی در مقایسه با چوب، آلومینیم، آهن، سیمان، شیشه و ABS کاربردهای گسترده روزافزونی یافته است (فرهنگ زاده و جمشیدی، ۱۳۹۰).

---

<sup>۱</sup> Kader & Watkins

<sup>۲</sup> Coles

<sup>۳</sup> Nikkahah

<sup>۴</sup> Joongmin & Susan

## ۱-۱۳ پوشش های خوراکی:

پوشش خوراکی<sup>۱</sup> عبارت است از افزودن یک لایه نازک از مواد خوراکی (ماده‌ای که در صورت ورود به بدن، بدون عوارض جانبی قابلیت هضم و جذب را دارد) روی مواد غذایی که از طریق پیچیدن<sup>۲</sup>، فرو بردن<sup>۳</sup>، برس زدن<sup>۴</sup> یا اسپری<sup>۵</sup> کردن تشکیل می‌شود. به این ترتیب یک سد انتخابی در برابر بخار گازها، بخارات و مواد حل شده ایجاد می‌شود. برخی از اهداف کاربرد این پوشش‌ها عبارت‌اند از افزایش ماندگاری محصول، حفظ کیفیت ماده غذایی، جلوگیری از ایجاد صدمات مکانیکی و حملات میکروبی و در نتیجه جلوگیری از تخریب ماده غذایی و زیان‌های اقتصادی. این پوشش‌ها کاملاً زیست تجزیه پذیر<sup>۶</sup> هستند و در واقع یک نوع بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته برای مواد غذایی بویژه میوه‌ها فراهم می‌کنند. استفاده از پوشش خوراکی برای میوه‌ها یکی از روش‌های موثر نگهداری میوه‌ها در دمای محیط است (لوناگوزمان و بارت<sup>۷</sup>، ۲۰۰۰).

ترکیبات سازنده لفاف‌ها را می‌توان به سه دسته هیدروکلئیدها (شامل پلی ساکاریدها<sup>۸</sup> و پروتئین‌ها)، لیپیدها (شامل اسیدهای چرب، گلیسیریدها و موم‌ها) و سایر ترکیبات افزوده شده تقسیم کرد (مارینیلو<sup>۹</sup> و همکاران، ۲۰۰۳).

## ۱-۱۳-۱ پوشش های خوراکی با پایه پلی ساکارید:

پوشش‌های پلی ساکارید در صورتیکه بصورت فیلم به کار روند، به سبب خاصیت آب دوستی، در

---

<sup>۱</sup> Edible coatings

<sup>۲</sup> Wrapping

<sup>۳</sup> Dipping

<sup>۴</sup> Brushing

<sup>۵</sup> Spraying

<sup>۶</sup> Biodegradable

<sup>۷</sup> Luna-Guzmán & Barrett

<sup>۸</sup> Polysaccharides

<sup>۹</sup> Mariniello

برابر بخار آب و رطوبت ممانعت مطلوبی ندارند (آیدینلی و توتاس<sup>۱</sup>، ۲۰۰۰). به همین دلیل اکثراً در ترکیب با لیپیدها به کار می‌روند. از انواع گوناگون پلی ساکاریدها می‌توان به پکتین، نشاسته و مشتقات آن، سلولز<sup>۲</sup> و مشتقات آن، صمغ‌های عربی، زانتان<sup>۳</sup>، ژنان<sup>۴</sup>، آگار<sup>۵</sup>، کیتوزان، ژل آلوه‌ورا و... اشاره کرد (مرضویان و همکاران، ۱۳۸۹).

### ۱-۱-۱۳-۱ کیتوزان:

مواد خام برای تولید کیتوزان، کیتین<sup>۶</sup> است. منابع اصلی به طور عمده، پوسته سخت پوستانی مانند میگوها و خرچنگ‌ها هستند. روند خالص سازی برای پوسته میگوها که نازک‌تر هستند، آسان‌تر است. معمولاً پوسته‌ها در اندازه و گونه یکسان گروه بندی می‌شوند، تمیز می‌شود، خشک می‌شوند و به قطعات کوچکتر تبدیل می‌شوند (یانس و رینادو<sup>۷</sup>، ۲۰۱۵). در مورد کیتوزان برخی خواص بیولوژیکی مانند ضدتومور (کاراگوزلو و کیم<sup>۸</sup>، ۲۰۱۴)، ضد میکروبی (مارتینز<sup>۹</sup> و همکاران، ۲۰۱۴) و فعالیت‌های ضد اکسیدشدن (نگو و کیم<sup>۱۰</sup>، ۲۰۱۴) گزارش شده است. کیتوزان و مشتقات آن به دلیل فعالیت‌های زیستی، غیر سمیت، زیست سازگاری، و آلرژی‌زایی پائین، بعنوان مواد زیستی متحرک شناخته می‌شوند. آنها خواص فیزیکی برتر مانند مساحت سطحی بالا، تخلخل، نیروی کششی و قابلیت رسانایی دارند. علاوه بر این، می‌توان آنها را به اشکال و فرم‌های مختلفی تبدیل کرد (فیلم، الیاف، اسفنج‌ها، دانه‌های مختلف، پودر، ژل و محلول) (شاکلا<sup>۱۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۳).

---

<sup>۱</sup> Aydinli & Tutas

<sup>۲</sup> Cellulose

<sup>۳</sup> Xanthan

<sup>۴</sup> Genan

<sup>۵</sup> Agar

<sup>۶</sup> Chitin

<sup>۷</sup> Younes & Rinaudo

<sup>۸</sup> Karagozlu & Kim

<sup>۹</sup> Martins

<sup>۱۰</sup> Ngo & Kim

<sup>۱۱</sup> Shukla



### ۱-۱۳-۲ پوشش های خوراکی با پایه پروتئینی:

پوشش های پروتئینی در رطوبت نسبی پایین و متوسط از خواص ممانعتی خوبی به لیپیدها، اکسیژن و مواد بودار برخوردارند اما بدلیل خاصیت آبدوستی مانع خوبی به رطوبت و بخار آب نیستند. ترکیباتی نظیر کلاژن، ژلاتین، کازئین، گلوتن گندم، زئین<sup>۱</sup>، ذرت<sup>۲</sup> و ... در ساخت پوشش های خوراکی پروتئینی کاربرد دارند (مرتضویان و همکاران، ۱۳۸۹).

### ۱-۱۳-۳ پوشش های پروتئینی با پایه لیپید:

لیپیدها ترکیباتی آبگریز هستند و به دلیل خاصیتشان برای جبران آبدوستی پوشش های پلی ساکاریدی و پروتئینی، همراه با آنها به کار می روند. موم ها در این گروه از بهترین ممانعت کنندگان در برابر رطوبت و بخار آب هستند. در این میان نیز بهترین موم خوراکی، موم زنبور عسل است. ثابت شده است که نفوذپذیری موم عسل به رطوبت، ۱۰۰ تا ۲۰۰ برابر کمتر از پوشش های هیدروکلوئیدی مثل کازئین و پکتین است (مرتضویان و همکاران، ۱۳۸۹).

### ۱-۱۳-۴ صمغ<sup>۳</sup>ها و موسیلاژهای<sup>۴</sup> گیاهی:

مواد طبیعی از قبیل صمغ ها و موسیلاژها در مقدار زیاد در ایران تولید می شوند و به همین خاطر با قیمت پایین در دسترس هستند. صمغ ها گروه بزرگی از پلی ساکاریدها هستند که در غلظت های پایین، ویسکوزیته بالایی دارند (یاراحمدی و همکاران، ۲۰۱۴).

---

<sup>۱</sup> zein

<sup>۲</sup> Corn zein

<sup>۳</sup> gum

<sup>۴</sup> Mucilage

## ۱-۱۳-۵ اسانس:

اسانس‌ها ترکیبات فرار، طبیعی و پیچیده با بوی قوی بوده که به عنوان متابولیت‌های ثانویه، توسط گیاهان معطر تولید می‌شوند. عرب‌ها برای اولین بار در قرون وسطی، به وسیله بخار یا تقطیر آبی آنها را به دست می‌آوردند. اسانس‌ها بخاطر ویژگی سترون‌کنندگی علیه باکتری‌ها، ویروس‌ها، قارچ‌ها و خواص دارویی و نیز بوی خوششان معروف هستند. از آنها برای تهیه غذا و به عنوان عوامل ضد میکروبی، ضد درد، ضد تشنج و به عنوان داروی موضعی برای بیهوشی استفاده شده است. تا امروز نیز ویژگی آنها چندان تغییر نکرده است، به جز اینکه امروزه ما درباره بعضی از مکانیسم‌های عمل آنها، به ویژه در سطوح ضد میکروبی بیشتر می‌دانیم. اسانس‌ها از گیاهان معطر مختلف، بویژه آنهایی که در مناطق معتدل تا گرم مانند کشورهای مدیترانه‌ای و گرمسیری، جاهایی که کتاب‌های داروسازی قدیمی یافت می‌شود، استخراج می‌شوند. آنها مایع، معطر، زلال، به ندرت رنگی، محلول در چربی و محلول در حلال‌های ارگانیک با چگالی کمتر از آب هستند. بخش‌های مختلف گیاه مانند جوانه‌ها، برگ‌ها، ساقه‌ها، شاخه‌های کوچک، بذرها، میوه‌ها، ریشه‌ها، چوب‌ها یا تنه‌ها می‌توانند تولید اسانس کرده و در سلول‌های ترشحی، حفره‌ها، کانال‌ها، سلول‌های اپیدرمی یا غده‌های کرکی ذخیره کنند. به خاطر خواص ضدباکتریایی و قارچی، استفاده از اسانس‌ها در داروسازی و تهیه غذا، در حال گسترش است. آنها جایگزین‌های مناسبی برای مواد شیمیایی از نظر حفظ تعادل اکولوژیکی هستند (باکالی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۸). تمام قسمت‌های اسانس‌ها فعالیت ضد میکروبی از خود نشان می‌دهند، اما تجزیه آنها نشان داده است که ترکیبات مهم آنها مثلاً کارواکرول<sup>۲</sup> در پونه، تیمول<sup>۳</sup> در آویشن، اوگنول<sup>۴</sup> در حسن یوسف، منتول در نعنا و اکالیپتول در اکالیپتوس مسئول اثرات ضد میکروبی آنها هستند. مهمترین ترکیبات شیمیایی در اوگنول، تیمول و کارواکرول، فنل‌ها هستند، درحالی‌که ترپنوئیدها مهم‌ترین ترکیبات

---

<sup>۱</sup> Bakkali

<sup>۲</sup> Carvacrol

<sup>۳</sup> Thymol

<sup>۴</sup> Eugenol

اکالیپتول و منتول هستند. در این ترکیبات، فعالیت آنتی اکسیدانی رابطه نزدیکی با آلفا توکوفرول یا ویتامین ث دارد، و به طور عمده، به دلیل وجود گروه‌های هیدروکسیل در حلقه بنزنی می‌باشد (سرانو<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۸). مکانیسم عمده و اصلی فعالیت ضد میکروبی عصاره‌های گیاهی، تخریب دیواره سلولی، آسیب به غشای سیتوپلاسمی و پروتئین‌های غشایی، کوآکولاسیون سیتوپلاسم، نشت محتوی درون سلولی و در نتیجه مرگ سلول باکتری توسط ترکیبات فنلی بیان شده است (نگی<sup>۲</sup>، ۲۰۱۲). در نتیجه، استفاده از فرآورده‌های طبیعی به عنوان مواد ضدباکتریایی روشی مناسب جهت کنترل حضور باکتری‌های پاتوژن و نیز افزایش عمر نگهداری مواد غذایی فرآوری شده است (آلماجینو<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۸). محصولات طبیعی در سال‌های اخیر، توجه بسیاری از محققین را بعنوان مکمل و جایگزین عوامل ضد میکروبی به خود جلب کرده است (جون<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۱ - کالو<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۱۵).

### ۱-۱۳-۵-۱ آویشن:

جنس آویشن (*Thymus*) یکی از جنس‌های مهم خانواده نعناع (*Lamiaceae*) و از مشهورترین جنس‌های متعلق به گیاهان اسانس‌دار است (استاهی - بیسکاپ<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۰۲ - ماکسیموویک<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۰۸). جنس تیموس که در ایران به عنوان آویشن شناخته می‌شود، یک گیاه علفی چندساله است که از مناطق مدیترانه‌ای منشأ می‌گیرد. در میان ۲۱۵ گونه از این جنس که در دنیا می‌روید، ۱۴ گونه از آن در فلور ایران پراکنده است. گونه‌های تیموس به دلیل خواص دارویی و بیولوژیکی به عنوان گیاهان دارویی معروف هستند. در طب سنتی از برگ‌ها و گل‌های گیاه به طور گسترده به عنوان نیروبخش و چای گیاهی، ضدسرفه، بادشکن و به عنوان داروی سرماخوردگی استفاده می‌شده

---

<sup>۱</sup> Serrano

<sup>۲</sup> Negi

<sup>۳</sup> Almajano

<sup>۴</sup> Jeon

<sup>۵</sup> Calo

<sup>۶</sup> Stahl-Biskup

<sup>۷</sup> Maksimovic

است. از روغن و عصاره تیموس به طور گسترده در صنایع داروسازی، آرایشی و عطرسازی و همین طور برای تهیه بعضی از غذاها، استفاده می‌شود.

در مقایسه با ترکیبات اسانس‌های مختلف گونه‌های تیموس، پژوهش‌های اندکی بر فعالیت‌های بیولوژیکی آنها صورت گرفته است (ابراهیمی، ۲۰۰۸).

## ۱-۱۴ درون‌پوشانی کردن مواد:

درون‌پوشانی کردن مواد بعنوان یک اصل آماده سازی امولسیون است، که شامل درون‌پوشانی کردن ترکیبات (یک ماده جامد، مایع یا گاز) به منظور حفظ و نگهداری خواص آن است (مهدوی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۴). فرآیند درون‌پوشانی شامل ادغام، جذب یا انتشار و یا توزیع ترکیبات جامد، مایع یا گازی که یک ماده فعال زیستی را احاطه کرده‌اند، است. هدف اصلی، محافظت در برابر تخریب ایجاد شده توسط محیط خارجی و انتشار کنترل شده از مواد خاص است (گری و هامر<sup>۲</sup>، ۲۰۱۵). یک عامل مهم برای درون‌پوشانی کردن این مواد محافظت از آنها در برابر تخریب و بهبود پایداری و حلالیت آنها است، مانند: قابلیت حل ترکیبات آبدوست در گروه‌های آبدوست و بالعکس (پیروو<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۰ - شاتری خلیل آباد و یزدان شناس<sup>۴</sup>، ۲۰۱۳). محققین اخیراً در مورد استفاده از کیتوزان به عنوان یک عامل درون‌پوشان کننده تحقیق کرده‌اند (پنگ<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۱۰a و ۲۰۱۰b - استوینهو<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۱۳a - نویسین<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۱۳). استفاده از کیتوزان در سیستم‌های رهاسازی دارو و پروتئین، به طور فعال در بررسی منابع تحقیق و گزارش شده است (چن<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۱۳). با توجه به ساختار

---

<sup>۱</sup> Mahdavi

<sup>۲</sup> Greay & Hammer

<sup>۳</sup> Pirvu

<sup>۴</sup> Shateri-Khalilabad & Yazdanshenas

<sup>۵</sup> Peng

<sup>۶</sup> Estevinho

<sup>۷</sup> Nuisin

<sup>۸</sup> Chen

شیمیایی و خواصی مانند فراوانی، سمیت اندک، آبدوست بودن، زیست تجزیه پذیری، زیست سازگاری و فعالیت ضد میکروبی، کیتوزان برای ساخت فیلم‌ها، ژل‌ها، میکرو کره‌ها و میکرو کپسول‌ها به کار می‌رود. در زمینه‌های مختلف مانند بیوتکنولوژی، لوازم آرایشی، مواد غذایی و دارویی به رهایش ترکیبات فعال به مواد دیگر استفاده می‌شود (کونگ<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۰ - کراز رومرو<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۳). یکی از مهمترین مزایای کیتوزان نسبت به دیگر عوامل محافظت کننده، امکان ایجاد پیوندهای یونی یا کوالانسی با عوامل پیوند دهنده، توانایی ایجاد یک شبکه سازمان‌دهی شده که در آن ماده فعال محافظت می‌شود، است. در نتیجه این پیوندهای شیمیایی یک رهایش کنترل شده را در پی خواهند داشت (استوینهو و همکاران، ۲۰۱۳b). تکنیک‌های مختلفی برای درون‌پوشانی کردن داروها استفاده می‌شود، مانند: خشک کن پاششی، هم حفاظتی پیچیده، مه‌پاش و لیپوزوم‌ها (قرسالاولی<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۷ - گو<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۳). زمانیکه مواد برای این فرآیند انتخاب می‌شوند، تعدادی از عوامل باید در نظر گرفته شود، مانند: خواص فیزیکی و شیمیایی هسته، خلل و فرج و حلالیت دیواره، سیالیت، خواص مکانیکی، شکل‌گیری غشا، توانایی و انتقال شیشه‌ای، سازگاری هسته با دیواره، همچنین مواد دیواره مورد استفاده باید با هسته غیر واکنشی و غیر قابل حل باشد (گووین<sup>۵</sup>، ۲۰۰۴). درون‌پوشانی کردن اسانس‌ها، بهینه‌سازی کارایی آن را فراهم می‌کند، عاملی که فعالیت یک ماده را نسبت به فعالیت اولیه آن به مدت طولانی‌تری حفظ می‌کند (سیلوا<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۱۰).

---

<sup>۱</sup> Kong

<sup>۲</sup> Cruz-Romero

<sup>۳</sup> Gharsallaoui

<sup>۴</sup> Gou

<sup>۵</sup> Guoin

<sup>۶</sup> Silva



# فصل دوم

## بررسی منابع

## ۲ بررسی منابع:

### ۲-۱ نقش زمان برداشت و نگهداری بر کیفیت و عمر پس از برداشت میوه‌ها:

در مورد کلیه محصولات باغی تعیین زمان مناسب برداشت یکی از فاکتورهای مهم در کاهش ضایعات به حساب می‌آید. زمان مناسب برداشت را می‌توان با آزمایشاتی چون سفتی بافت، نسبت قند به اسید، تعداد روز پس از گلدهی کامل و حتی واحدهای گرمایی گرفته شده توسط محصول تعیین نمود. در مورد محصولات مختلف یک یا بیش از یک معیار مورد استفاده قرار می‌گیرد و برای هر محصول استانداردهایی نیز تعریف شده است (ماریس<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۱). مطالعات متعددی نشان داده است که خواص فیزیکی، مکانیکی، و شیمیایی انواع میوه‌ها تحت تاثیر زمان برداشت و زمان نگهداری قرار می‌گیرد. احمد پور و نسب پور با مطالعه اثرات زمان برداشت و شرایط نگهداری بر عمر انبارداری پرتغال والنسیا نشان دادند که صفات وزن میوه، میزان  $TSS^2$ ،  $TA^3$  و نسبت  $TSS/TA$  در طی انبارداری تحت تاثیر زمان برداشت قرار می‌گیرند (احمدپور و نسب پور، ۱۳۹۰). در تحقیقی با مطالعه روند تغییرات خصوصیات بیوشیمیایی سه واریته پرتغال خونی در طی انبارداری در سردخانه (دمای  $1 \pm 6$  درجه سانتی‌گراد به مدت ۶۵ روز)، کاهش غلظت ویتامین ث و افزایش فعالیت آن‌تی اکسیدانی را گزارش کردند (پائولو<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۸). شاهکوه محلی و رضانیان (۱۳۹۰) نشان دادند که خصوصیات فیزیکی و شیمیایی میوه کیوی رقم هایوارد به شدت تحت تاثیر زمان نگهداری قرار می‌گیرد. اکثر خصوصیات کیفی میوه انگور ارقام ریش بابا و الحقی در مدت نگهداری در سردخانه کاهش می‌یابد (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۳). زرین بال و همکاران (۱۳۸۹) جهت تعیین مناسب‌ترین زمان برداشت میوه زردآلو (ارقام قرمز شاهرود، قربان مراغه، اردوباد و نصیری) جهت افزایش عمر انبارداری و کاهش ضایعات آنها، میوه‌ها را در ۳ مرحله رسیدگی میوه بر اساس شاخص رنگ پوست (رنگ پوست میوه

<sup>۱</sup> Marais

<sup>۲</sup> Total soluble solids

<sup>۳</sup> Titrable acidity

<sup>۴</sup> Paolo



زمینه سبز با لکه‌های زرد، زمینه زرد با لکه‌های سبز، و زمینه زرد با لکه‌های نارنجی ( برداشت و به مدت ۲۸ روز نگهداری کردند. نتایج حاصل نشان داد که مناسب‌ترین زمان برداشت میوه زردآلو در همه ارقام مرحله دوم برداشت (رنگ پوست میوه زمینه زرد با لکه‌های سبز) بوده و برداشت میوه‌ها در این مرحله در افزایش نگهداری آن اثر معنی‌داری نشان داد.

## ۲-۲ نقش بسته‌بندی و پوشش‌های خوراکی بر کیفیت و عمر پس از برداشت

### میوه‌ها:

بسته‌بندی مناسب محصول باعث به حداقل رسیدن کاهش وزن و چروکیدگی آن در طول بازاریابی می‌شود (اثنی عشری و زکایی خسروشاهی، ۱۳۹۰). والرو<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۶)، اثر ترکیبی استفاده از بسته‌بندی تحت اتمسفر تغییر یافته با اوگنول و تیمول برای حفظ کیفیت، امنیت و خصوصیات عملکردی انگور را بررسی کردند. با اضافه کردن اوگنول و تیمول به درون بسته‌های انگور، میوه‌ها به مدت ۵۶ روز در شرایط اتمسفر تغییر یافته (MAP) نگهداری شدند. انگورهای شاهد کاهش کیفی از لحاظ فاکتورهای حسی، تغذیه‌ای و عملکردی نشان دادند. این ضایعات به طور معنی‌داری درون بسته‌های با اوگنول و تیمول کمتر بود. به علاوه رشد میکروبی کمتری درون بسته‌ها مشاهده شد. بنابراین تکنولوژی ساده فوق می‌تواند به عنوان روش مناسبی برای حفظ کیفیت انگورها باشد. رضا زاد باری و همکاران (۱۳۹۳) بیان کردند، نتایج حاصل از بسته‌بندی خوشه‌های انگور با پوشش پلاستیکی آغشته به نانو ذرات دی‌اکسید تیتانیوم نشان داد که درصد ریزش حبه‌ها، میزان پوسیدگی و کاهش وزن را به طور قابل ملاحظه‌ای نسبت به شاهد کاهش داد. در پژوهشی در پرتغال‌های تامسون ناول با پوشش پلی اتیلنی، نرم شدن میوه به تاخیر افتاد و میزان TA و TSS افزایش یافت (شاهبیک و همکاران، ۱۳۸۱). در پژوهشی اثر بسته‌بندی با فیلم سلوفان و انبارداری سرد بر کیفیت نگهداری و عمر انبارمانی میوه

---

<sup>۱</sup> Valero

از گیل ژاپنی بررسی شد و نتایج نشان داد که میوه‌های بسته‌بندی شده با فیلم سلوفان شاخص قهوه‌ای شدن کمتر و کیفیت ظاهری بهتری در پایان انبارداری داشتند، ولی میوه‌های بدون پوشش، بازارپسندی خود را در مدت کوتاهی از دست دادند. کاهش وزن میوه‌های با پوشش سلوفان به طور معنی‌داری کمتر از میوه‌های شاهد بود. افزایش مواد جامد محلول و کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون میوه‌های بدون پوشش به طور معنی‌داری بیشتر از میوه‌های با پوشش در طی انبارداری بود. و همچنین میزان آسکوربیک اسید، فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه از گیل در پایان انبارداری کاهش یافت، اما فیلم سلوفان مانع از کاهش شدید آنها شد (عشور نژاد و قاسم نژاد، ۱۳۹۱). پوتا<sup>۱</sup> و همکاران (۱۹۸۹) با قرار دادن میوه‌های انار در پوشش‌های پلی‌اتیلنی به ضخامت ۰/۰۲ میلی‌متر عمر انباری میوه را افزایش داده بدون اینکه در خصوصیات کیفی میوه انار از قبیل TA و TSS تغییری حاصل شود. دولتی بانه و همکاران (۱۳۸۹) بیان کردند، استفاده از بسته‌بندی با پوشش سوراخ‌دار به همراه یک ورقه سولفور هفت گرمی برای هفت کیلوگرم انگور و یا بسته‌بندی با پوشش بدون سوراخ با نصف ورقه سولفور به منظور عدم ایجاد سفید شدگی، طعم نامناسب گوگردی و کمتر شدن تجمع سولفیت در میوه‌ها توصیه می‌شود. مستوفی و همکاران (۱۳۹۰) بیان کردند میوه‌های تیمار شده با ۱٪ کیتوزان بهتر از تیمار ۰/۵٪ و شاهد توانستند سفتی خود را حفظ کنند. همچنین بیان کردند تیمار ۰/۵٪ کیتوزان به طور کامل توانست جلوی رشد قارچ بوتریتیس سینرا/ را بگیرد. در پژوهشی استفاده از موم کارنوبا را به صورت پوشش خوراکی بر میوه‌های انبه مورد ارزیابی قرار دادند و به این نتایج دست یافتند که استفاده از موم کارنوبا سبب تاخیر در رسیدن میوه و جلوگیری از نرم شدن میوه‌های انبه در دمای اتاق شد. همچنین سبب بهبود خواص کیفی میوه از جمله افزایش اسیدهای چرب و ترکیبات معطر شد (دانگ<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۸ - سوتورنوویت و رودسامران<sup>۳</sup>، ۲۰۰۸). محبی و همکاران (۲۰۱۱) خصوصیات فیزیکی و ظاهری قارچ دکمه‌ای، از جمله: رنگ و بافت، کاهش وزن، میزان کربوهیدرات را در طی دوره انبارمانی قارچ،

---

<sup>۱</sup> Pota

<sup>۲</sup> Dang

<sup>۳</sup> Sothornvit & Rodsamran

مورد ارزیابی قرار دادند. قارچ‌های مورد آزمایش در دماهای مختلف انبار (۴-۱۰-۱۵) درجه سانتیگراد بالای صفر و بدون پوشش خوراکی ژل آلونئورا و صمغ کتیرا قرار گرفتند. نتایج نشان داد که دماهای سرد انبار در قارچ‌های بدون پوشش خوراکی ژل آلونئورا و صمغ کتیرا، کاهش وزن، تغییرات رنگ و نرم شدن بافت را به دنبال خواهد داشت.

## ۳-۲ اثر پاتوژن‌های قارچی بر کیفیت و عمر پس از برداشت میوه‌ها و جلوگیری از آنها:

قارچ‌ها به عنوان یکی از نگرانی‌های اصلی در ذخیره سازی مواد غذایی در نظر گرفته می‌شوند. آلودگی قارچی با میکوتوکسین سمی می‌تواند به مشکلات بزرگ سلامتی منجر شود درحالیکه، به وضوح ارزش غذایی محصول را رو به زوال می‌برد (رپ<sup>۱</sup>، ۲۰۰۴ - زکاویتی<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۳). آلودگی با قارچ‌های بیماری‌زا در مرحله پس از برداشت از طریق حمله مستقیم قارچ‌های بیماری‌زا و یا از طریق فعالیت مجدد عوامل بیماری‌زای راکدی که حمله اولیه را در مزرعه انجام داده بودند بوجود می‌آیند. این فعالیت مجدد را می‌توان به کاهش در مقاومت طبیعی به بیماری‌ها (NDR<sup>۳</sup>) در بافت‌ها نسبت داد (تری و جویس<sup>۴</sup>، ۲۰۰۴). بررسی مراحل ایجاد آلودگی با قارچ بوتریتیسی سینرا/ یک واکنش چهار مرحله‌ای را به تصویر می‌کشد که شامل اتصال ماده تلقیح (کنیدیا) به سطح بافت میزبان، شناسایی سطح میزبان توسط ماده تلقیح، جوانه زنی ماده تلقیح و درنهایت ورود ماده تلقیح به بافت هدف و تولید اسپور است (وان کان<sup>۵</sup>، ۲۰۰۶). کپک خاکستری به وسیله قارچ *Botrytis cinerea* ایجاد می‌شود که دلیل اصلی پوسیدگی بعد از برداشت انگور رومیزی است که می‌تواند در تاجکستان توسعه یافته و سرعت در بین

---

<sup>۱</sup> Rapp

<sup>۲</sup> Zekavati

<sup>۳</sup> Natural diseases resistance

<sup>۴</sup> Terry & Joyce

<sup>۵</sup> Van Kan

حبه‌ها بعد از برداشت، در طول حمل و نقل مسافت‌های طولانی، سردخانه و ماندگاری انتشار پیدا کند. از شیوه‌های مرسوم نگهداری انگور سوزاندن پودر گوگرد در سردخانه‌ها و یا استفاده بی رویه از ورقه های آزادکننده گاز گوگرد است. از معایب این روش‌ها می‌توان به عدم کنترل دقیق گاز دی اکسید گوگرد، صدمه به تجهیزات سردخانه، سفید شدن میوه‌ها، عوض شدن طعم و مزه و تجمع بالای سولفیت در میوه‌ها اشاره کرد (دولتی بانه، ۸۷-۱۳۸۶). از سایر روش‌هایی که برای کنترل کپک خاکستری به کار برده می‌شود می‌توان به عوامل کنترل زیستی، ضد میکروب‌های طبیعی، روش‌های فیزیکی، عوامل ضد عفونی کننده نوع<sup>۱</sup> GRAS (ازن، اتانول، استیک اسید) اشاره کرد (رومانازی<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۲). قارچ‌کش‌های مصنوعی به عنوان ابزار اولیه برای کنترل زوال بعد از برداشت میوه‌ها به حساب می‌آیند (سویلو<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۰). در یک بررسی اثرگذاری ژل آلوه‌ورا در کنترل رشد میسیلیوم دو قارچ که به طور معمول مسئول پوسیدگی در انگور هستند (پنی سیلیوم و بوتریتیس) در شرایط این‌ویترو<sup>۴</sup> مورد بررسی قرار گرفت. کاربرد آلوه‌ورا در ممانعت از رشد میسیلیوم موثر بوده هرچند که غلظت لازم برای بازدارندگی رشد میسیلیوم برای بوتریتیس<sup>۳</sup> درجه بالاتر از غلظت مورد نیاز برای پنی سیلیوم بود. نتیجه اینکه به کار بردن ژل آلوه‌ورا ۱ تا ۷ روز قبل از برداشت اثر زیادی در کاهش پوسیدگی و حفظ کیفیت بعد از برداشت انگور رومیزی داشته است (کاستیلو و همکاران، ۲۰۱۰). قارچ‌ها می‌توانند به طور موثری توسط محدود کردن سطح O<sub>2</sub> و بالابردی سطح CO<sub>2</sub> در داخل بسته‌بندی، به طور قابل توجهی محدود شوند (اسچوتس مانس<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۷ - آلمسیرات<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۱۲).

---

<sup>۱</sup> Generally regarded as safe

<sup>۲</sup> Romanazzi

<sup>۳</sup> Soylu

<sup>۴</sup> In vitro

<sup>۵</sup> Schotsmans

<sup>۶</sup> Alsmairat

## ۲-۴ نقش اسانس‌های گیاهی بر کیفیت و عمر پس از برداشت میوه‌ها:

اسانس‌های گیاهان، عصاره‌های اتری هستند که بوسیله روش‌های فیزیکی و شیمیایی از بخش‌های مختلف گیاه بدست می‌آیند (سازمان غذا و کشاورزی سازمان ملل متحد، ۱۹۹۵). تیمار با اسانس گیاهان در مرحله قبل و پس از برداشت، بعنوان یک تیمار جایگزین برای استفاده از قارچ‌کش‌های مصنوعی جهت جلوگیری از فساد بعد از برداشت میوه‌ها و طولانی کردن عمر ذخیره سازی، در حالیکه کیفیت کلی محصولات تازه حفظ شود، کاربرد دارد (آلویی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۴). اگرچه اسانس گیاهان اثر ضد میکروبی خوبی را فراهم می‌کنند، استفاده از آنها برای حفظ کیفیت میوه و کاهش فساد قارچی به دلیل داشتن ترکیبات فرار که به راحتی تحت عمل گرما، فشار، نور و اکسیژن تخریب می‌شوند اغلب محدود است. علاوه بر این آنها در آب نامحلول هستند و برای کاربردهای مشخص به آزاد شدن تحت شرایط کنترل شده نیاز دارند (مارتین<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۰). آویشن بخاطر خاصیت ضدباکتری، ضد قارچی، ضد ویروسی در طول چند دهه گذشته توجه زیادی را به خود جلب کرده است (کومار<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۸ - لوپز<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۵). آنها (انواع آویشن) نشان دادند که در برابر چندین پاتوژن گیاهی بعد از برداشت مانند بوتریتیس سینرا، انواع آسپرژیلوس ریزوپوس و پنسیلیوم اثر ضد قارچی دارند (عبدالهی و همکاران، ۲۰۱۱ - محمدی فر و همکاران، ۲۰۱۲). تاخیر در کاهش سفتی را میتوان از دلایل کاهش آلودگی توسط اسانس و عصاره میخک و آویشن دانست زیرا نرم شدن میوه و چروکیدگی آن رابطه مستقیمی با میزان آلودگی و قارچ‌زدگی میوه دارد (ریتنور<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۵). روی<sup>۶</sup> و همکاران در سال ۱۹۹۸ گزارش کردند آویشن (اسانس) توانست قارچ بوتریتیس و ریزوپوس را بر توت فرنگی بدون ایجاد علائم گیاه سوزی کنترل کند که هر دو این قارچ‌ها از عوامل مهم ایجاد

---

<sup>۱</sup> Aloui

<sup>۲</sup> Martín

<sup>۳</sup> Kumar

<sup>۴</sup> Lopez

<sup>۵</sup> Ritenour

<sup>۶</sup> Roy

بیماری‌های بعد از برداشت توت فرنگی می‌باشند. پیغامی آشنایی و همکاران در سال (۱۳۸۶) گزارش کردند از میان چند اسانس گیاهی، اسانس میخک و رازیانه فعالیت قارچ‌کشی قابل ملاحظه‌ای علیه بوتریتیس در شرایط این‌ویترو نشان دادند و اسانس رازیانه نسبت به میخک کنترل بهتری در میوه‌های سیب در شرایط تاریکی و دمایی ۲۰ درجه سانتیگراد داشت (پیغامی آشنایی و همکاران، ۱۳۸۶).

تیمارهای سطوح مختلف آویشن شیرازی تاثیر معنی‌داری بر میزان قند کل، فساد، قارچ‌زدگی و لهیدگی نمونه‌های آلوده به قارچ داشته و با افزایش غلظت اسانس آویشن شیرازی به انگور قرمز بی دانه آلوده به قارچ بوتریتیس سینرا/ مقدار آنها کاهش می‌یابد (صابونچی و همکاران). در پژوهشی اثر اسانس‌های میکروکپسوله شده رزماری و آویشن بر ماندگاری توت فرنگی رقم کامارزا بررسی گردید. تیمارها شامل ۱: (شاهد: میکروکپسوله نشده)، ۲: (۰/۲ گرم رزماری میکروکپسوله شده)، ۳: (۰/۲ گرم آویشن میکروکپسوله شده)، ۴: (۰/۱ گرم رزماری میکروکپسوله شده + ۰/۱ گرم آویشن میکروکپسوله شده) بود. نتایج نشان داد که تمامی تیمارها در مقایسه با شاهد تغییر معنی‌داری را در کاهش وزن، اسیدیته قابل تیتراسیون، مواد جامد محلول، درصد پوسیدگی و سفتی در توت فرنگی‌ها ایجاد کردند که این به دلیل خاصیت ضد میکروبی اسانس‌های گیاهی است (علیخانی و دارائی، ۲۰۱۲). در یک بررسی مشابه تحقیق قبلی، اثر اسانس رزماری و آویشن میکروکپسوله شده بر ماندگاری قارچ دکمه‌ای بررسی شد که بکارگیری این اسانس‌ها باعث ماندگاری مناسب و قابل قبول قارچ‌ها به مدت ۱۰ روز گردید (علیخانی و همکاران، ۲۰۱۴). در یک تحقیق اثر بکارگیری ژل آلون‌ورا به تنهایی و در ترکیب با اسانس آویشن در کنترل پوسیدگی دو رقم هلو که توسط سه قارچ رایزوپوس، بوتریتیس و پنی سیلیوم بوجود می‌آید بررسی گردید. هر دو تیمار در کنترل پوسیدگی بوجود آمده توسط هر سه قارچ موثر بودند. اگرچه اضافه کردن آویشن، به طور کلی اثربخشی ژل آلون‌ورا را در کاهش آسیب‌ها بهبودی نبخشید. تیمارها همچنین در به تاخیر انداختن تولید اتیلن و سرعت تنفس، کنترل کاهش

وزن و نرم شدن هلو موثر بودند (ناوارو<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۱). رومرو<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۵) اثر اسانس‌های آروماتیک طبیعی (منتول و تیمول) را در نگهداری کیفیت پس از برداشت انگور کریمسون بررسی کردند. آنها از ۰/۵ میلی لیتر تیمول و یا ۰/۵ میلی لیتر منتول درون بسته‌ها استفاده کردند. سپس بسته‌ها را در ۱ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۹۰٪ به مدت ۳۵ روز قرار دادند. هر دو تیمار اثر معنی‌داری در کاهش وزن میزان اسیددیده قابل تیتراسیون در مقایسه با شاهد نشان دادند. همین‌طور تغییرات رنگ میوه‌ها و سفتی آنها نیز به تاخیر افتاد. آزمایش‌های میکروبی نیز نشان داد که هر دو نوع اسانس اثر معنی‌داری در کاهش مخمرها، کپک‌ها و کلونی‌های مزوفیلیک بی‌هوازی داشته‌اند. نومپاکو<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند ماهیت ضد قارچی تیمول به واسطه توانایی تیمول در تغییر مورفولوژی هیف و متراکم ساختن هیف است. در نتیجه قطر هیف کاهش یافته و دیواره هیف تجزیه می‌شود. مستوفی و همکاران (۱۳۹۰) نیز بیان کردند تیمارهای کیتوزان و اسانس آویشن به حفظ خصوصیات کمی و کیفی میوه انگور در طی دوره پس از برداشت کمک می‌کند بطوریکه میوه‌های تیمار شده درصد کاهش وزن، اسید قابل تیتراسیون، ریزش، خرد شدگی و ترک خوردگی کمتر و سفتی، ارزش‌های رنگی، مواد جامد محلول کل، pH بالاتری و همچنین میزان پوسیدگی کمتری نسبت به شاهد داشتند. نتایج حاصل از بررسی‌ها نشان داد اسانس ریحان با غلظت ۵۰۰ قسمت در میلیون به طور کامل کپک خاکستری انگور را متوقف کرد و عمر انبارداری را در حدود ۴ و ۵ روز بهبود بخشید و هیچ اثر سمیتی روی میوه‌ها دیده نشد، بنابراین به نظر می‌رسد که اسانس‌ها جایگزین مناسبی برای قارچ‌کش‌های شیمیایی هستند (تریپاسی<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۸). صابونچی و مسعود (۲۰۱۶) با بررسی اثر عصاره روغنی آویشن شیرازی بر برخی ویژگی‌های انگور تازه‌خوری رقم Sultana آلوده شده با بوتریتیس سینرا/ بیان کردند، با افزایش غلظت عصاره روغنی فعالیت ضد قارچی در برابر این قارچ

---

<sup>۱</sup> Navarro

<sup>۲</sup> Martinez-Romero

<sup>۳</sup> Numpaque

<sup>۴</sup> Tripathi

افزایش پیدا می‌کند. طی مطالعات مختلف انجام شده روی اسانس‌ها شامل اثرات اسانس و عصاره میخک بر برخی ویژگی‌های کیفی انگور بی دانه سفید طی دوره انبارداری مشخص شد که اسانس میخک در غلظت‌های مختلف، پوسیدگی، تلفات آب، تجمع مواد جامد محلول، چروکیدگی و قهوه‌ای شدن چوب خوشه، قهوه‌ای شدن و ریزش حبه را طی دوره انبارداری کاهش داد (غلامی و وصال طلب، ۱۳۹۱).

## ۲-۵ نقش کیتوزان بر کیفیت و عمر پس از برداشت میوه‌ها:

آلژینات و کیتوزان پلی ساکارید<sup>۱</sup>هایی هستند که بیشترین استفاده را در آماده سازی نانوذرات<sup>۲</sup> دارند. این نانوذرات بخاطر این امر که می‌توانند از پلیمرهای زیستی که زیست تجزیه پذیر و زیست سازگار هستند بدست آیند، مورد توجه خاص هستند. علاوه بر این در روش‌های آماده سازی آنها، براحتی بصورت دستی در محیط آبی حل می‌شوند. بدان وسیله در استفاده از حلال‌های غیر آلی که اثرات شدید محیطی دارند اجتناب می‌شود (برگر<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۴ - موزارلی<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۲ - تن<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۵). نانوذرات بدست آمده از ژل کیتوزان و آلژینات<sup>۶</sup>، با قطر هیدرودینامیکی ۴۰۰ نانومتر برای درون‌پوشانی یک عامل ضد سرطانی، با هدف قرار دادن روده بزرگ، مورد استفاده قرار گرفتند (لاروی<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۱۰). کیتوزان ماده غیرسمی، زیست تجزیه پذیر و زیست سازگار است. این ماده محیط دوست به عنوان یک فیلم نیمه نفوذپذیر به صورت یک لایه نازک با اسپری کردن، برس زدن و غوطه ور کردن روی محصول ایجاد می‌شود (اردکانی و همکاران، ۲۰۱۰). کیتوزان به عنوان یک فیلم نیمه نفوذپذیر می‌تواند اتمسفر درونی را تغییر دهد (تغییر در نفوذپذیری آب، اکسیژن و دی اکسید کربن)،

---

<sup>۱</sup> Polysaccharide

<sup>۲</sup> Nanoparticles

<sup>۳</sup> Berger

<sup>۴</sup> Muzzarelli

<sup>۵</sup> Tan

<sup>۶</sup> Alginate

<sup>۷</sup> Laroui



بنابراین، ضایعات حاصل از تبخیر کم شده، کیفیت میوه‌های برداشت شده حفظ گردیده و رشد کپک نیز کاهش می‌یابد (قاوس<sup>۱</sup> و همکاران، ۱۹۹۲- کیتور<sup>۲</sup> و همکاران، ۱۹۹۸). کیتوزان به عنوان یک پلیمر زیستی، کاربردهای فراوانی در کشاورزی دارد. پوشش دهی میوه‌ها و سبزی‌ها با کیتوزان در افزایش زمان ماندگاری آنها نقش مثبت دارد، زیرا پوشش کیتوزان نوعی بسته‌بندی فعال ایجاد کرده و از رشد قارچ‌ها جلوگیری می‌کند و کیفیت ظاهری میوه‌ها را به مدت طولانی‌تری حفظ می‌نماید. مصرف کیتوزان بر انگور شاهرودی، ازدست رفتن وزن، فساد، قهوه‌ای شدن، ترک خوردگی و ریزش حبه‌ها را کاهش و کیفیت را افزایش داده است (مستوفی، ۱۳۹۰). کیتوزان یک پلیمر زیستی طبیعی با اثر ضد قارچی و خواص تحریک‌کنندگی، همچنین یک ماده غذایی افزودنی رایج با خواص ضد قارچی است که فساد بعد از برداشت انگور تازه‌خوری را کاهش می‌دهد (رومانازی<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۷). کاربرد قبل از برداشت کیتوزان و بعد از برداشت اشعه UV-C یک اثر افزایشی در کاهش کپک خاکستری (از ۲۲٪ در شاهد به ۳٪) و کپک آبی (از ۱۳٪ در شاهد به ۱٪) در حبه‌ها نشان داده است در حالیکه مقدار ترانس رسوراترول<sup>۴</sup> و کاتچین<sup>۵</sup> در مقایسه با حالتی که تیمارها به تنهایی استفاده شد، افزایش نشان داد (رومانازی و همکاران، ۲۰۰۶). تولائی و همکاران در سال ۱۳۹۲ گزارش کردند که کیتوزان می‌تواند باعث حفظ کیفیت میوه‌ها به مدت طولانی‌تر و در نتیجه افزایش عمر انبارمانی خیار شود و تاثیر غلظت ۱٪ کیتوزان نسبت به سایر غلظت‌ها بهتر می‌باشد (تولائی و همکاران، ۱۳۹۲). در تحقیقی اثر کیتوزان در به تاخیر انداختن پیری در سه رقم گیلاس و تاثیر آن بر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی ارزیابی شد. میوه‌ها به مدت ۶۰ ثانیه در محلول کیتوزان ۰/۵ درصد غوطه‌ور شدند و پس از آن ۱۴ روز در ۲ درجه سانتیگراد نگهداری شدند. تیمار کیتوزان فعالیت برخی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از جمله سوپر اکسید دیسموتاز و آسکوربات پراکسیداز را افزایش داد و از فعالیت برخی آنزیم‌ها نظیر پلی فنل اکسیداز و گوائیکول پراکسیداز

---

<sup>۱</sup> Ghaouth

<sup>۲</sup> Kittur

<sup>۳</sup> Romanzzi

<sup>۴</sup> Trans Resveratrol

<sup>۵</sup> Catechin

جلوگیری نمود. همچنین تیمار به کار گرفته شده از قهوه‌ای شدن جلوگیری نمود و دوره انبارداری را افزایش داد (پاسکواریلو<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۵). در تحقیقی اثر پوشش خوراکی کیتوزان در ترکیب با عصاره نارنج بر کیفیت پس از برداشت انگور در شرایط سردخانه بررسی شد. نتایج این تحقیق نشان داد که بکارگیری پوشش کیتوزان در ترکیب با عصاره نارنج در مقایسه با بکارگیری پوشش کیتوزان به تنهایی در جلوگیری از افزایش سرعت تنفس انگور موثرتر عمل کرده است (سانچز گونزالز<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۱). هانگ<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که کیتوزان با کاهش فعالیت اتیلن باعث تاخیر در رسیدن و پیری و در نتیجه کاهش تغییرات کلروفیل و سفتی میوه گواوا شد. مشاهدات میکروسکوپی نشان داده‌اند که کیتوزان اثر مستقیم بر ریخت شناسی<sup>۴</sup> میکروارگانیسم‌های تیمار شده با کیتوزان دارد، که اثر مشابه قارچ‌کشی است. مشاهدات میکروسکوپی قارچ‌های تیمار شده با کیتوزان نشان داد که این ترکیب می‌تواند بر ریخت شناسی هیف<sup>۵</sup>ها اثر بگذارد. در بعضی آزمایشات قارچ‌هایی مانند *Fusarium* ترکیب *اکسی اسپوروم*<sup>۶</sup> و *رایزوکتونیا استولونیفر*<sup>۷</sup> که با کیتوزان تیمار شده بودند، سفید شدگی بیش از حد میسلیوم<sup>۸</sup>، تورم غیرطبیعی و کاهش اندازه هیف‌ها را نشان دادند. همین‌طور کیتوزان باعث تغییرات ریخت شناسی مانند وزیکول<sup>۹</sup>های بزرگ یا سلول‌های خالی از سیتوپلاسم<sup>۱۰</sup> در میسلیوم بوتریتیس سینرا و *Fusarium* *اکسی اسپوروم* می‌شود. کیتوزان ممکن است به عنوان یک سد در برابر خروج مواد غذایی به بیرون عمل کرده، در نتیجه ممکن است مواد غذایی را از دسترس پاتوژن‌ها دور و از رشد آنها جلوگیری کند (باوتیستا-بانوز<sup>۱۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۶). رومانازی و همکاران (۲۰۰۷) اثر ترکیبی کیتوزان

---

<sup>۱</sup> Pasquariello

<sup>۲</sup> Sanchez-Gonzalez

<sup>۳</sup> Hong

<sup>۴</sup> Morphology

<sup>۵</sup> Hyphae

<sup>۶</sup> *Fusarium oxysporum*

<sup>۷</sup> *Rhizoctonia stolonifer*

<sup>۸</sup> Mycelium

<sup>۹</sup> Vesicle

<sup>۱۰</sup> Cytoplasm

<sup>۱۱</sup> Bautista-Banos

و اتانول را بر کنترل بیماری کپک خاکستری در پس از برداشت انگور بررسی کردند. در این آزمایشات حبه‌های تکی یا خوشه‌هایی که به طور مصنوعی تلقیح شده بودند در کیتوزان ۰/۵ و ۰/۱ درصد، و اتانول ۱۰ و ۲۰ درصد یا مخلوطی از آنها فروبری شده و ترکیبی از ۰/۵ درصد کیتوزان + ۱۰ یا ۲۰ درصد اتانول توانست فساد را کنترل کند. درحالی‌که ترکیبی از ۰/۱ درصد کیتوزان با ۱۰ یا ۲۰ درصد اتانول نتوانست کپک خاکستری را در مقایسه با هرکدام از این تیمارها به تنهایی کنترل کند. بالاترین میزان کنترل فساد در حبه‌های تکی که ۷ روز در دمای ۱۵ درجه سانتیگراد انبار شده بودند با ترکیبی از ۰/۵ درصد کیتوزان + ۱۰ یا ۲۰ درصد اتانول به دست آمد. در خوشه‌های کوچکی که ۶۰ روز در ۱۵ درجه سانتیگراد انبار شدند بالاترین درصد کاهش فساد، در انگورهای تیمار شده با ترکیبی از ۰/۵ درصد کیتوزان + ۱۰ یا ۲۰ درصد اتانول به دست آمد. در این آزمایش ترکیبی از غلظت‌ها پایین کیتوزان و اتانول باعث بهبود کنترل کپک خاکستری در انگور نسبت به کاربرد هرکدام از آنها به تنهایی گردید.

## ۲-۶ نقش نانوزل کیتوزان بر کیفیت و عمر پس از برداشت میوه‌ها و درون پوشانی

### کردن مواد:

نانوزل‌ها شبکه‌های متصل به هم هستند که مواد فعال و دارویی را به دام انداخته و می‌توانند در غلظت‌های کم و پایداری در برابر فاکتورهای محیطی مثل pH و نور، استحکام یونی، دما و خواص رهایی موثر باشند (هیدن<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۹. نوکولووا<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۱. راموس<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۱. وینوگرادوو<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۲. کاروالهو<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۷). اخیراً کیتوزان در درون پوشانی ترکیبات فعال زیستی مورد توجه زیادی قرار گرفته است، چراکه به طور کلی ایمن شناخته شده و دارای خواص

---

<sup>۱</sup> Heyden

<sup>۲</sup> Nukolova

<sup>۳</sup> Ramos

<sup>۴</sup> Vinogradov

<sup>۵</sup> Carvalho

بیولوژیکی برتر مثل تجزیه پذیری، زیست سازگاری و غیر سمی بودن (کاووچاون و یوکسان<sup>۱</sup>، ۲۰۱۱) است. اخیراً چندین پژوهش روی فعالیت ضد میکروبی کیتوزان، به تنهایی یا در ترکیب با عوامل طبیعی دیگر انجام شده است (آجون<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۹-آلویی و همکاران، ۲۰۱۲). خواص نانویی کیتوزان ظرفیتش را برای بارگزاری و رهایی ترکیبات حساس فعال زیستی از قبیل داروهای چربی دوست (آجون و همکاران، ۲۰۰۹)، ترکیبات پلی فنلیک (کاووچاون و یوکسان<sup>۱</sup>)، پروتئین‌ها (آوادی<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۰)، ژن‌ها (کاسابا<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۹) و ویتامین‌ها (لو<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۱۱) نشان می‌دهد (محمدی<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۱۵). عوامل بیولوژیکی محتوی اسانس‌ها می‌توانند در داخل نانو ژل‌ها بوسیله تطمیع فیزیکی، ترکیب کوالانسی یا کنترل خود آرایی آمیخته شوند (وینوگرادوو و همکاران، ۲۰۰۲). در پژوهشی دیگر، توت فرنگی پس از برداشت با پوشش نانوکیتوزان حاوی مس پوشش داده شد و همراه با نمونه‌های شاهد در دمای  $4 \pm 1$  درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۰٪ نگهداری شد. هر ۴ روز یکبار و با سه تکرار، شاخص‌های کیفی از قبیل اسیدیت، مواد جامد محلول، استحکام بافت، افت وزن، میزان اسید آسکوربیک و درصد خرابی با محدوده اطمینان ۹۵٪ مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد طی ۸ روز انبارمانی، نفوذپذیری بافت حدود ۲۰٪ و افت وزن حدود ۲٪ کاهش یافته بود و تغییرات اسیدیت و مواد جامد محلول ناچیز بوده است. طی ۸ روز انبارمانی، میزان اسید آسکوربیک در نمونه تیمار شده در مقایسه با نمونه شاهد، دو برابر کاهش نشان داد که علت آن را می‌توان نفوذ ذرات مس به داخل بافت و درگیر شدن آن با اسید آسکوربیک دانست. می‌توان نتیجه گرفت پوشش‌دهی میوه توت فرنگی با نانوکیتوزان حاوی مس، موجب حفظ برخی شاخص‌های کیفی توت فرنگی و افزایش ماندگاری آن از

---

<sup>۱</sup> Keawchaon & Yoksan

<sup>۲</sup> Ajun

<sup>۳</sup> Avadi

<sup>۴</sup> Csaba

<sup>۵</sup> Luo

<sup>۶</sup> Mohammadi

۸ روز به ۲۰ روز (۲/۵ برابر) شد (عشقی و همکاران، ۱۳۹۲). در کاربرد این ویوو<sup>۱</sup> اسانس آویشن درون-پوشانی شده<sup>۲</sup> در نانوزل کیتوزان بنزوئیک اسید بر نمونه‌های گوجه فرنگی، محافظت کامل نمونه‌ها را در غلظت‌های بالای ۷۰۰ میلی گرم در لیتر در طول یک ماه بدست داد (خلیلی و همکاران، ۲۰۱۳). محمدی و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که بارگزاری اسانس آویشن شیرازی به داخل نانوذرات کیتوزان به طور قابل توجهی شیوع و شدت بیماری توت فرنگی آلوده به بوتریتیس سینرا/را در میوه‌هایی که به مدت ۲ روز در در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد پس از اعمال تیمار ۴ درجه سانتیگراد نگهداری شدند، کاهش داد. هسیه<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۶) نیز گزارش کردند افزایش اضافی در غلظت کیتوزان، بهبودی در جهت کارایی درون پوشانی کردن نشان نمی‌دهد.

بنابراین با توجه به نقصی که در استفاده از پوشش‌های خوراکی به تنهایی (به عنوان مثال، اسانس‌ها به دلیل داشتن ترکیبات فرار و همچنین نامحلول بودن در آب نیازمند آزاد شدن تحت شرایط کنترل شده هستند) و همچنین استفاده از بسته‌بندی به تنهایی (به عنوان مثال، در صورت عدم مبارزه با عوامل بیماری‌زا و قارچ‌ها، محیط اشباع از رطوبت ایجاد شده توسط بسته‌بندی باعث تحریک رشد عوامل فساد قارچی می‌شود. و همچنین در صورت ایجاد دمای بالا احتمال تنفس غیر هوازی محصول وجود دارد. پلاستیک‌ها به تنهایی ماهیت ضد قارچی ندارند و نسبت به O<sub>2</sub> و CO<sub>2</sub> نفوذپذیر هستند) وجود دارد، احتمال می‌رود استفاده توأم از آنها در این پژوهش بر بهبود ماندگاری انگور سرخ فخری شاهرودی موثر واقع شود.

---

<sup>۱</sup> In vivo

<sup>۲</sup> Encapsulation

<sup>۳</sup> Hsieh



# فصل سوم

## مواد و روش‌ها

### ۳ مواد و روش‌ها:

#### ۳-۱ مواد اولیه:

کیتوزان، مریستیک اسید، استیک اسید، متانول، اتانول، سدیم هیدروکسید، فولین، کربنات سدیم، پیروکاتکول، پلی وینیل پیرولیدون، سدیم کلراید، هیدروژن پروکسید، دی پتاسیم فسفات، مونو پتاسیم فسفات از شرکت مرک آلمان خریداری شد. ۱- اتیل-۳-(۳-دی متیل آمینو پروپیل) کربو دی ایمید (EDC) از شرکت فلوکا آمریکا و توئین ۸۰ از شرکت سامچون کره تهیه گردید. اسانس آویشن از شرکت باریج اسانس و DPPH از شرکت سیگمای آلمان خریداری شد. قارچ بوتریتیس سینرا از گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود تهیه گردید.

#### ۳-۲ موقعیت جغرافیایی شهرستان شاهرود:

شهرستان شاهرود از بزرگترین شهرستان‌های ایران از لحاظ مساحت است بطوریکه دومین شهرستان بزرگ کشور ایران بعد از شهرستان طبس است. قسمت مرکزی و نواحی شرقی شاهرود دارای آب و هوای معتدل و نواحی شمالی آن کوهستانی با آب و هوایی سرد و مرطوب است. قسمت جنوبی که در مجاورت کویر واقع شده آب و هوای نسبتاً گرم دارد، متوسط درجه حرارت سالانه در این شهر ۱۴ درجه سانتیگراد و میانگین بارندگی سالانه ۱۸۰ میلی‌متر است. این شهر در حاشیه شمالی دشت کویر و در دامنه‌های جنوبی رشته کوه البرز با موقعیت جغرافیایی ۲۵ دقیقه و ۳۶ درجه عرضی و ۵۸ دقیقه و ۵۴ درجه طولی با ارتفاعی معادل ۱۳۸۰ متر از سطح دریا در شمال خاوری واقع شده است.

#### ۳-۳ نحوه اجرای پژوهش:

این تحقیق در پاییز سال ۱۳۹۵ در آزمایشگاه تحقیقاتی گروه باغبانی، پردیس کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود به اجرا درآمد. انگور سرخ فخری شاهرودی از باغی واقع در روستای دیزج (۶)



کیلومتری جنوب شهرستان شاهرود) برداشت گردید. میوه‌ها در مرحله‌ی رسیدگی تجاری برداشت و بلافاصله پس از برداشت به آزمایشگاه منتقل گردیدند. این آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی در سه تکرار به مدت ۷۲ روز در دمای  $4 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد اجرا گردید. آزمایش شامل دو فاکتور، فاکتور اول شامل هفت سطح تیماری نانوژل کیتوزان در سه سطح ۰، (N1) ۱۵۰ و (N2) ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر، اسانس در سه سطح ۰، (E1) ۷۵ و (E2) ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر و اسانس درون‌پوشانی شده در نانوژل کیتوزان-مریستیک اسید در سه سطح ۰، (NE1) ۷۵ و (NE2) ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر و فاکتور دوم زمان شامل ۶ سطح، که انگورها به فاصله هر ۱۲ روز یکبار به منظور بررسی صفات کمی و کیفی نمونه برداری شدند.

### ۳-۴ تهیه نانوژل کیتوزان:

مریستیک اسید از طریق اتصالات آمیدی و از طریق واکنش‌های واسطه‌ای ۱-اتیل-۳-(۳-دی-متیل آمینو پروپیل) کربو دی ایمید (EDC) مطابق با روش ارائه شده توسط چن<sup>۱</sup> و همکاران در سال ۲۰۰۷ به کیتوزان متصل شد. در ابتدا، ۰/۵ گرم کیتوزان در ۱۰۰ میلی لیتر استیک اسید آبی (۱٪ حجمی/حجمی) حل شد. پس از افزودن ۸۵ میلی لیتر اتانول، محلول حاصل تحت امواج فراصوت قرار داده شد. از طرف دیگر، ۶۶۸ میکرولیتر EDC با ۲۵۰ میلی گرم مریستیک اسید حل شده در مقدار مشخصی اتانول مخلوط شد. سپس هر دو محلول به مدت ۵ ساعت مخلوط و بهم زده شد. بعد از آن pH با استفاده از هیدروکسید سدیم (۱ مولار) برای آماده سازی نانوژل، توسط دستگاه pH متر (METTLER TOLEDOT، سوئیس) روی ۸/۵-۹ تنظیم شد. سپس مخلوط برای بهبود یافتن نانوژل آماده شده، سانتریفیوژ (مدل ۵۸۱۰R، EPPENDORF، آلمان) شد. نانوژل بدست آمده برای حذف مواد واکنش نداده توسط اتانول و آب مقطر چندین مرتبه شسته شد. محلول شفاف نانوژل در نهایت توسط فیلتر واتمن با مش ۰/۲ میکرومتر فیلتر شد.

---

<sup>۱</sup> Chen

### ۳-۵ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نانوذله کیتوزان - مریستیک اسید:

#### ۳-۵-۱ طیف سنجی مادون قرمز (FT-IR):

طیف مادون قرمز نانوذله کیتوزان - مریستیک اسید با استفاده از اسپکتروفتومتر مادون قرمز FT-IR ۴۳۰ (JASCO, ژاپن) در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد قرائت شد. دستگاه با محدوده فرکانس<sup>۱</sup> ۴۰۰۰-۵۰۰ cm<sup>-1</sup> عمل کرد. برای آنالیز مریستیک اسید، کیتوزان و نانوذله کیتوزان - مریستیک اسید خشک شده، به صورت جداگانه با ۱۰۰ میلی گرم KBr مخلوط شد و پس از تهیه قرص توسط دستگاه قرائت شد (بیکي<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۴).

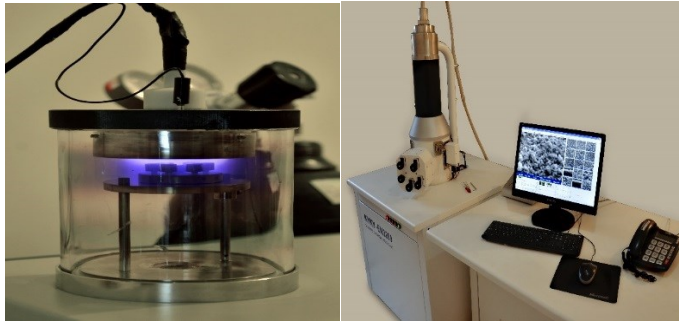
#### ۳-۵-۲ میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM):

مورفولوژی نانوذله کیتوزان - مریستیک اسید با اسانس درون پوشانی شده با استفاده از دستگاه SEM مدل EM۳۲۰۰ (Unicam, آمریکا) آنالیز شد. در شکل ۳-۱ تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (سمت راست) و دستگاه پوشش دهنده طلا روی نمونه (سمت چپ) نشان داده شده است. برای آنالیز ۱ قطره از هر کدام از نمونه ها به صورت جداگانه بر روی لام ریخته و در محیط و با استفاده از هوا خشک شد. برای نمونه ی نانوذله ابتدا ۱ میلی لیتر برداشته و پس از ۵ دقیقه اولتراسوند (دستگاه حمام اولتراسونیک P30H (ELMA, آلمان)) در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد با ۹۹ میلی لیتر آب مقطر مخلوط شدند. در نهایت یک قطره از نمونه پس از خشک شدن در دمای محیط و پوشش دهی با طلا برای آنالیز استفاده شد. برای مشاهده نانوذله دستگاه روی ولتاژ پایین (۱۰ کیلو وات) تنظیم شد. به دلیل اینکه در ولتاژ های بالا نانوذله های کیتوزان - مریستیک اسید به وسیله ی جریان الکترونی قوی گرم شده و باعث تغییر شکل و حتی تجزیه شدن سریع آنها می شود (بیکي و همکاران، ۲۰۱۴).

<sup>۱</sup> FT-IR: Fourier Transform Infrared

<sup>۲</sup> Beyki

<sup>۳</sup> SEM: Scanning Electron Microscopy



شکل ۳-۱- تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (سمت راست) و دستگاه پوشش دهنده طلا روی نمونه (سمت چپ)

### ۳-۶ تست رهایش:

این پارامتر به منظور تعیین میزان آزاد شدن اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوزل کیتوزان-مریستیک اسید انجام گرفت. بدین جهت غلظت ۵۰۰۰ میکرولیتر در لیتر از اسانس آویشن و نانوزل کیتوزان-مریستیک اسید تهیه گردید. سپس این مخلوط به مدت ۱۰ دقیقه در دستگاه اولتراسونیک جهت لود شدن اسانس در نانوزل قرار گرفت. میزان ۲ میلی لیتر از این مخلوط در کیسه دیالیز قرار گرفت و دو طرف کیسه با نخ بسته شد. در نهایت این کیسه به بطری شیشه‌ای مات که حاوی ۴۵۰ میلی لیتر آب مقطر و اتانول با نسبت یکسان بود منتقل شد. میزان جذب در طول موج ۲۷۹ نانومتر، در هفته اول بصورت روزانه و در هفته‌های دوم تا چهارم بصورت یک مرتبه در هفته با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر نور مرئی (مدل UV2150، آمریکا) اندازه‌گیری شد. شاهد حاوی اتانول و آب مقطر با نسبت یکسان بود.

### ۳-۷ تعیین غلظت بهینه تیمارها:

#### ۳-۷-۱ تهیه محلول آویشن:

به منظور تهیه محلول جهت تعیین غلظت بهینه تیمارها، میزان ۲۰ میکرولیتر اسانس با ۱۹۸۰

میکرولیتر اتانول رقیق گردید. غلظت‌های مورد استفاده بدین صورت بود:

اسانس آویشن: ۳۷/۵-۷۵-۱۱۲/۵-۱۵۰-۳۰۰ میکرولیتر در لیتر

### ۳-۷-۲ تهیه محلول ترکیبی نانوزل و اسانس:

بدین جهت برای تهیه ۲ میلی لیتر نانوزل ۵۰۰۰ میکرولیتر در لیتر جهت تعیین غلظت بهینه تیمارها، میزان ۲ میلی لیتر نانوزل کیتوزان-مریستیک اسید به همراه ۱۰ میکرولیتر اسانس آویشن و ۴۰ میکرولیتر اتانول، مخلوط گردید و جهت لود شدن اسانس در نانوزل، به مدت ۱۰ دقیقه در دستگاه اولتراسونیک قرار گرفت. غلظت‌های مورد استفاده بدین صورت بود:

نانوزل کیتوزان-مریستیک اسید: ۷۵-۱۵۰-۲۲۵-۳۰۰-۴۵۰-۶۰۰ میکرولیتر در لیتر

اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوزل کیتوزان-مریستیک اسید: ۳۷/۵-۷۵-۱۱۲/۵-۱۵۰-۳۰۰ میکرولیتر در لیتر

### ۳-۷-۳ تهیه محیط کشت:

در این پژوهش جهت انجام آزمایش در شرایط این‌ویترو از محیط کشت PDA (ساخت شرکت مرک) استفاده گردید. بدین منظور برای حل کردن ۳۹ گرم از این محیط کشت در یک لیتر آب مقطر، از دستگاه همزن مغناطیسی استفاده شد. سپس در اتوکلاو ۱۲۱ درجه سانتیگراد به مدت ۲۰ دقیقه قرار گرفت و زیر هود لامینار اجازه داده شد تا محیط کشت به دمای ۴۵-۴۰ درجه سانتیگراد برسد. زمانی که محیط هنوز گرم بود محلول‌های تهیه شده نانوزل کیتوزان-مریستیک اسید، اسانس آویشن و اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوزل کیتوزان-مریستیک اسید، به نسبت‌های تعیین شده به آن اضافه شد و محیط‌ها بلافاصله در پتری دیش‌های ۸ سانتیمتری توزیع و اجازه داده شد تا حالت جامد پیدا کنند. برای هر غلظت ۳ تکرار در نظر گرفته شد.

### ۳-۷-۴ کشت قارچ:

کشت قارچ بعد از مرحله فوق انجام گرفت. به این صورت که با استفاده از اسکالپل استریل مربع‌هایی به ابعاد ۱\*۱ سانتیمتر از میسیلیوم قارچ (از پتری دیش حاوی قارچ بوتریتیس سینرا) برداشته و در مرکز پتری دیش‌های آماده شده در مرحله فوق بصورت وارونه قرار داده شد. سپس با استفاده از پارافیلیم دورتا دور ظرف پوشانده شد. پتری دیش‌ها به انکوباتور با دمای ۲۷ درجه سانتیگراد منتقل شدند. پس از گذشت ۴۸ ساعت، رشد میسیلیوم قارچ هر ۲۴ ساعت یکبار و به مدت یک هفته ارزیابی گردید. در روز هفتم که پتری دیش‌های شاهد به طور کامل پر شد آخرین اندازه‌گیری ثبت گردید. در نهایت غلظت‌های بهینه مشخص گردید.

### ۳-۸-۸ آزمون فسادپذیری:

#### ۳-۸-۱ تهیه سوسپانسیون:

برای این منظور از قارچ بوتریتیس سینرا که ۲۰ روز از زمان کشت آن روی محیط کشت PDA می‌گذشت در تهیه سوسپانسیون استفاده شد. به این صورت که توئین ۸۰ به نسبت ۰/۰۵ درصد تهیه و روی محیط کشت تلقیح شده با قارچ بوتریتیس سینرا ریخته شد. سطح رویی محیط کشت با تیغ استریل تراشیده و جهت جداسازی میسیلیوم‌های قارچ از سوسپانسیون اسپور، از شش لایه پارچه گاز استریل عبور داده شد. جهت تعیین تراکم اسپور از لام گلوبول شمار استفاده شد و غلظت سوسپانسیون روی کنیدی در هر میلی لیتر تنظیم شد. این سوسپانسیون حاوی  $10^6 \times 2/5$  اسپور بود.

#### ۳-۸-۲ آلوده سازی حبه‌ها:

بعد از جدا کردن حبه‌ها از خوشه، آلوده سازی میوه‌ها به این صورت بود که در محل اتصال حبه به خوشه قطره‌ای به میزان ۱۵ میکرولیتر در لیتر از سوسپانسیون تهیه شده قرار داده شد و سپس به

مدت ۴۵ دقیقه به آنها اجازه داده شد تا خشک شوند (گابلر و اسمیلانیک<sup>۱</sup>، ۲۰۰۱). سپس با تیمارها و غلظت‌های ذکر شده (در قسمت نحوه اجرای پژوهش) اسپری این حبه‌ها انجام گرفت. بعد از گذشت ۴۵ دقیقه، حبه‌ها داخل ظروف یکبار مصرف بدون در منتقل شدند و درون کیسه پلاستیکی قرار گرفتند. در نهایت قسمت فوقانی پلاستیک‌ها به طور کامل دوخت حرارتی شد. ظروف فوق به مدت ۷ روز در انکوباتور با دمای ۲۰ درجه سانتیگراد قرار گرفتند. جهت شمارش اسپور، ظروف از انکوباتور خارج و از هر بسته ۴ حبه به طور تصادفی انتخاب و به همراه ۶۰ میلی لیتر آب مقطر داخل ارلن ریخته شد و به مدت ۱۵ دقیقه در شیکر با دور ۱۵۰ قرار گرفت. شمارش تعداد اسپور برای هر نمونه با ۳ تکرار انجام گرفت و نتایج ثبت گردید.

### ۳-۹ اجرای آزمایش:

برای انجام این پژوهش بعد از انتقال میوه‌ها از باغ به آزمایشگاه، انگورهای سالم از انگورهای آلوده و خراب جدا گردید. سپس به منظور حذف آلودگی‌های مزرعه میوه‌ها به تعداد ۳ مرتبه با آب مقطر شست و شو داده شدند. پس از خشک شدن (شکل ۳-۲ الف) به منظور سهولت اعمال تیمارها، خوشه‌های انگور با استفاده از نخ از پایه‌ای آویزان شدند. انگورها به ۴ دسته جهت اعمال تیمار تقسیم گردید. یک بخش از نمونه‌ها با محلول اسانس ۷۵ و ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر (برای تهیه این غلظت‌ها مقدار ۷۵ و ۱۵۰ میکرولیتر اسانس به همراه اتانول و توئین<sup>۲</sup> ۸۰ درصد در یک لیتر آب مقطر حل گردید)، بخش دیگر با محلول ۱۵۰ و ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر نانوژل (برای تهیه این غلظت‌ها، میزان ۱۵/۰۰۱۵ و ۳۳/۳۳ میلی لیتر از نانوژل در یک لیتر آب مقطر حل گردید)، یک بخش با محلول ۷۵ و ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوژل (به منظور لود شدن اسانس در نانوژل، مخلوط حاصل به مدت ۱۰ دقیقه در دستگاه اولتراسونیک قرار داده شد) اسپری گردیدند.

---

<sup>۱</sup> Gabler & Smilanic

<sup>۲</sup> Tween

بخش دیگر که به عنوان شاهد در نظر گرفته شده بود، به همین صورت با آب مقطر اسپری گردید (شکل ۲-۳ ب). پس از خشک شدن میوه‌ها، با استفاده از ترازو در محیط آزمایشگاه توزین شدند و مقدار ۲۵۰ گرم انگور در بسته‌های پلی اتیلن ۴۰ میکرومتر بسته‌بندی شدند (شکل ۲-۳ پ). صفاتی نظیر درصد کاهش وزن، مجموع مواد جامد محلول (TSS)، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، نشت الکترولیت، pH عصاره، ارزیابی حسی (طعم، بافت و ...)، همچنین بررسی جمعیت میکروبی، پارامترهای رنگ سنجی، میزان پروتئین کل و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و گوائیکول پراکسیداز و پلی فنل اکسیداز، فنل کل و خاصیت آنتی‌اکسیدانی اندازه‌گیری و مقایسه گردید.



(الف)

(ب)

(پ)

شکل ۲-۳ - مراحل اجرای آزمایش

### ۱۰-۳ اندازه‌گیری صفات:

#### ۱-۱۰-۳ اندازه‌گیری میزان کاهش وزن:

توزین نمونه‌ها در ابتدا و انتهای مدت زمان مشخص انبارداری، با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم صورت گرفت. در نهایت درصد کاهش وزن با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید.  
فرمول (۱-۳):

$$\text{درصد کاهش وزن} = \frac{(\text{وزن اولیه} - \text{وزن ثانویه})}{\text{وزن اولیه}} \times 100$$

#### ۲-۱۰-۳ سفتی میوه:

سفتی بافت میوه انگور توسط دستگاه پنترومتر (مدل GY-2 ساخت کشور چین) با پروب ۲

میلی متری بر حسب کیلوگرم بر سانتی متر مربع اندازه‌گیری گردید. به این منظور دو نقطه در دو سمت حبه انتخاب و پوست میوه به اندازه یک دایره به قطر یک سانتی متر برداشته شد و سفتی دو نقطه ثبت گردید. برای هر نمونه، سفتی دو حبه در هر اندازه‌گیری گزارش گردید.

### ۳-۱۰-۳ اندازه‌گیری pH:

جهت اندازه‌گیری غلظت یون هیدروژن ابتدا ۷ حبه انگور به طور تصادفی از هر نمونه انتخاب، عصاره آن گرفته شد و از کاغذ صافی عبور داده شد. میزان ۵ میلی لیتر از این عصاره به یک استوانه مدرج منتقل شد و با استفاده از آب مقطر به حجم نهایی ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد. در نهایت pH با استفاده از pH متر دیجیتال (مدل Neomet، 240 L، ساخت کشور کره) اندازه‌گیری گردید.

### ۳-۱۰-۴ اسید قابل تیتراسیون:

برای اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون از روش سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به  $pH=۸/۰۳$  استفاده شد. عصاره رقیق شده نمونه‌ها در مرحله قبل با استفاده از سود ۰/۱ نرمال تیتر گردید و زمانی که pH محلول به ۸/۰۳ رسید، عمل تیتراسیون متوقف گردید و میزان سود مصرفی ثبت گردید. اسید کل در واقع اسید غالب میوه و تارتاریک اسید است و از فرمول (۲-۳) محاسبه و بر حسب درصد بیان گردید. اکی والان تارتاریک اسید برابر ۷۵ است.

فرمول (۲-۳):

$$\% TA = \left( \text{وزن نمونه} \times \frac{\text{وزن مولکولی اسید غالب}}{\text{ظرفیت اسید}} \times \text{حجم سود مصرفی} \times \text{نرمالیه سود مصرفی} \right) \times 100$$



### ۳-۱۰-۵ اندازه‌گیری هدایت الکترولیت:

جهت تعیین این پارامتر از روش ارائه شده توسط سایرام<sup>۱</sup> و همکاران (۱۹۹۷) استفاده گردید. بدین منظور از میوه‌های درون هر بسته ۲ گرم نمونه به فالكون‌های حاوی ۲۵ میلی لیتر آب مقطر منتقل شد. سپس این فالكون‌ها در دمای معمولی اتاق به مدت ۱۲۰ دقیقه روی شیکر با دور ۱۵۰ قرار داده شدند. میزان هدایت الکترولیتی نمونه‌ها توسط دستگاه EC متر (مدل Neomet, 400 L، ساخت کشور کره) اندازه‌گیری شد. این نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه به بن ماری (مدل دنا، ساخت کشور ایران) با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند، و میزان هدایت الکترولیتی نمونه‌ها بعد از گذشت مدت زمان معینی اندازه‌گیری شد. سپس درصد نشت یونی به روش زیر محاسبه گردید. فرمول (۳-۳):

$$EL = \frac{EC(2) - EC(1)}{EC(2)} \times 100$$

EC(1) = هدایت الکتریکی در دمای اولیه

EC(2) = هدایت الکتریکی در دمای ثانویه

### ۳-۱۰-۶ میزان مواد جامد محلول کل:

میزان مواد جامد محلول با دستگاه رفرکتومتر دستی در دمای معمولی اتاق اندازه‌گیری شد. بدین منظور یک قطره از آب میوه روی منشور دستگاه قرار داده شد و عدد دستگاه ثبت گردید که این عدد بر حسب درجه بریکس عنوان می‌شود (هر درجه بریکس معادل یک درصد مواد جامد محلول در عصاره میوه است) (جانسون و همکاران، ۲۰۰۷).

### ۳-۱۰-۷ اندازه‌گیری پارامترهای رنگ سنجی:

<sup>۱</sup> Sayram

<sup>۲</sup> Janson

ارزیابی رنگ پوست انگور براساس مولفه‌های رنگی  $L^*$  (میزان تیرگی و روشنی)،  $a^*$  (میزان قرمزی تا آبی) و  $b^*$  (میزان زردی تا سبزی) انجام گرفت. جهت اندازه‌گیری رنگ از روش تفکیک پارامترهای رنگی در محیط فتوشاپ استفاده شد. فواصل رنگی  $L^*$ ،  $a^*$ ،  $b^*$  تعیین گردید. بدین صورت که مساحت یکسانی از عکس گرفته شده انتخاب و میانگین آنها به عنوان مقادیر ذکر شده ثبت گردید. شرایط عکس برداری برای تمام نمونه‌ها یکسان و با لامپ ۳۶ وات کم مصرف در محیط بسته انجام گرفت. میزان کروما، هیو و تغییرات رنگ کل از فرمول‌های زیر محاسبه گردید (موفتوگلو و همکاران، ۲۰۱۰ با اندکی تغییر).

فرمول (۳-۴):

$$H^\circ = \arctg\left(\frac{b}{a}\right)$$

فرمول (۳-۵):

$$\text{croma} = \sqrt{(a^2 + b^2)}$$

فرمول (۳-۶):

$$\Delta E = \sqrt{(L_0 - L)^2 + (a_0 - a)^2 + (b_0 - b)^2}$$

### ۳-۱۰-۸ ارزیابی حسی:

ارزیابی حسی صفات براساس یک مقیاس ۵ نمره‌ای انجام شد. ارزیابی به کمک ۴ نفر ارزیاب که از بین دانشجویان انتخاب شدند انجام گرفت. به هر ارزیاب از هر تکرار، نمونه داده شد و از این طریق ارزیاب‌ها چهار فاکتور طعم و مزه، چروکیدگی میوه، قهوه‌ای شدن حبه، و ظاهر و رنگ میوه را مورد ارزیابی قرار دادند. مقیاس نمره‌ای در مورد طعم و مزه و ظاهر و رنگ از عدد ۵ در مطلوبترین حالت تا عدد ۱ که نمونه‌های غیر قابل قبول را شامل می‌شد، و در مورد قهوه‌ای شدن و چروکیدگی از عدد ۱ در مطلوب ترین حالت تا عدد ۵ که نمونه‌های غیر قابل قبول را شامل می‌شد، ارزیابی گردید.

### ۳-۱۰-۹ عصاره گیری جهت سنجش فعالیت آنزیمی و پروتئین کل:

به منظور استخراج پروتئین کل، آنزیم‌های کاتالاز و گوانیکول مقدار ۰/۵ گرم از میوه‌های فریز شده (با ازت مایع و نگهداری شده در یخچال ۸۰-) را در یک هاون چینی سرد ریخته و روی یخ قرار داده شد. سپس نمونه را با ازت مایع پودر کرده و به تیوب‌های ۲ میلی لیتری انتقال داده و مقدار ۱/۵ میلی لیتر بافر ۵۰ میلی مولار فسفات پتاسیم (pH=۷) که از قبل تهیه شده و مقدار ۰/۰۲۵ گرم PVP (جهت رسوب دهی بهتر نمونه‌ها) به آن اضافه گردید و بلافاصله روی یخ منتقل شد و سپس به سانتریفیوژ با دور ۱۵۰۰۰rpm به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتیگراد منتقل گردید. پس از اتمام سانتریفیوژ از فاز روشناور در تیوب‌های ۰/۵ میلی لیتری به تعداد ۴ عدد برای هر نمونه برداشته شد و بلافاصله در داخل فریزر ۸۰- قرار داده شد که از این عصاره برای تعیین غلظت پروتئین و آنزیم‌های کاتالاز و گوانیکول استفاده گردید. به منظور استخراج پلی فنل اکسیداز مقدار ۱ گرم از میوه‌های فریز شده (با ازت مایع)، در هاون چینی با ازت مایع هزم گردید و به فالدون ۱۵ میلی لیتری منتقل شد و با اضافه نمودن ۳ میلی لیتر از بافر فسفات پتاسیم ۱۰۰ میلی مولار که از قبل آماده شد، روی یخ منتقل شده و داخل سانتریفیوژ ۴۰۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتیگراد قرار گرفت و بعد از اتمام سانتریفیوژ از فاز روشناور در تیوب‌های ۰/۵ میلی لیتری به تعداد ۲ عدد برای هر نمونه پر شد و بلافاصله در داخل فریزر ۸۰- قرار گرفت که از این عصاره برای اندازه‌گیری آنزیم پلی فنل اکسیداز استفاده شد.

### ۳-۱۰-۹-۱ سنجش پروتئین کل بر اساس روش بردفورد<sup>۱</sup> (۱۹۷۶):

با توجه به رقیق سازی نمونه‌ها، بعد از گذشت ۲ دقیقه از تشکیل کمپلکس فوق، معرف بردفورد حداکثر ترکیب را با اسیدهای آمینه آروماتیک نظیر آرژنین از خود نشان می‌دهد. ترکیب حاصل تا یک ساعت پس از تشکیل پایدار بوده و سپس شروع به تجزیه و جدا شدن می‌نماید. لذا در این فاصله

<sup>۱</sup> Bradford

زمانی نمونه‌ها حداکثر جذب را دارا می‌باشند. در حین کار بایستی نمونه‌ها در داخل یخ قرار بگیرند. لازم به ذکر است که در اندازه‌گیری پروتئین باید از کووت‌های پلاستیکی استفاده نمود زیرا ترکیب حاصل به کووت‌های شیشه‌ای و کوارتز چسبیده و به سختی جدا می‌شوند.

### ۳-۱۰-۹-۱-۱ تهیه استاندارد ها:

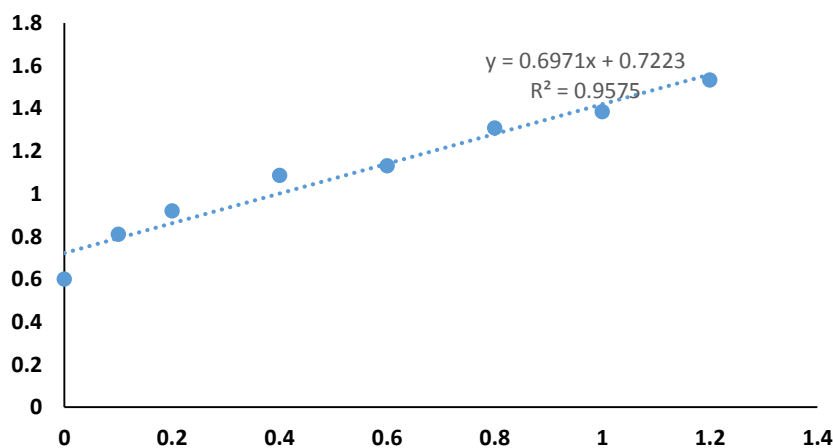
- تهیه محلول استوک BSA: حل کردن ۲۰ میلی گرم BSA در ۱۰ میلی لیتر آب مقطر تزریقی
- تهیه غلظت‌ها: از غلظت‌های ذکر شده در جدول (۱-۳) هر کدام به میزان ۱ میلی لیتر تهیه گردید.
- (مثال: برای تهیه غلظت ۰/۱ مقدار ۵۰ میکرولیتر از BSA به اضافه ۹۵۰ میکرولیتر آب مقطر تزریقی).
- سپس ۱۰۰ میکرولیتر از غلظت‌های استاندارد با ۳ میلی لیتر بردفورد (۱۰۰ میلی لیتر فسفریک اسید ۰/۸۵ + ۵۰ میلی لیتر اتانول ۰/۹۵ + ۱۰۰ میلی گرم بریانت بلو) حل گردید (بعد از اضافه کردن BSA با افزایش غلظت استانداردها باید رنگ بردفورد روشن تر شود).
- محلول حاصل با استفاده از کووت پلاستیکی در طول موج ۵۹۵ نانومتر به وسیله اسپکتروفتومتر قرائت شد.
- منحنی استانداردها (شکل ۲-۳) رسم شده و در صورتی که بیشتر از ۹۵ درصد باشد قابل قبول است (ضریب پیوستگی منحنی استاندارد رسم شده ۹۵ درصد بود).

جدول ۳-۱ - غلظت‌های محلول استاندارد پروتئین

غلظت	BSA (μl)	آب(μl)
۰	۰	۱۰۰۰
۰/۱	۵۰	۹۵۰
۰/۲	۱۰۰	۹۰۰
۰/۴	۲۰۰	۸۰۰
۰/۶	۳۰۰	۷۰۰
۰/۸	۴۰۰	۶۰۰
۱	۵۰۰	۵۰۰
۱/۲	۶۰۰	۴۰۰

- بعد از رسم منحنی استاندارد، ۱۰۰ میکرولیتر از نمونه‌های عصاره آنزیمی با ۳ میلی لیتر محلول معرف بردفورد مخلوط گردید (مدت زمان قرائت نمونه‌های آماده شده از ۲ دقیقه تا یک ساعت می‌باشد).
- میزان پروتئین کل برای تک تک نمونه‌ها بر حسب میلی گرم بر گرم وزن تر محاسبه شد.

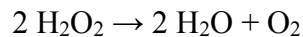
منحنی استاندارد پروتئین



شکل ۳-۳ - منحنی استاندارد سنجش پروتئین کل

### ۳-۱۰-۹-۲ سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز روش ابی<sup>۱</sup>(۱۹۸۴):

آنزیم کاتالاز بدون نیاز به عامل احیا کننده طبق معادله، H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> را به O<sub>2</sub> و H<sub>2</sub>O تبدیل می کند.



مخلوط واکنش حاوی مواد زیر بود.

- ✓ بافر فسفات پتاسیم ۲۵ میلی مولار به میزان ۷۵۰ میکرولیتر
- ✓ آب مقطر استریل به میزان ۱۵۰۰ میکرولیتر
- ✓ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ۱۰ میلی مولار به میزان ۷۵۰ میکرولیتر
- ✓ عصاره آنزیمی به میزان ۲۰ میکرولیتر
- قبل از قرائت نمونه‌های آنزیمی دستگاه با بلنک صفر گردید (بلنک حاوی تمام مواد استفاده شده برای سنجش آنزیم بجز عصاره است).
- محلول تهیه شده در کووت کوارتز در طول موج ۲۴۰ نانومتر و در زمان ۱۸۰ ثانیه توسط دستگاه اسپکتروفتومتر نور مرئی (مدل UV2150، آمریکا) قرائت گردید.
- با شروع واکنش بوسیله آنزیم کاتالاز به تدریج میزان جذب در طول موج ۲۴۰ نانومتر کاهش می یابد.
- میزان فعالیت آنزیم کاتالاز بر حسب میکرومول پروکسید هیدروژن تجزیه شده در دقیقه بر گرم وزن تازه بیان شد.

#### محاسبه فعالیت آنزیم کاتالاز:

فعالیت آنزیم کاتالاز بر اساس میزان تجزیه شدن H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> در طول موج ۲۴۰ نانومتر طبق رابطه

زیر محاسبه شد.

فرمول (۳-۷):

---

<sup>۱</sup> Aebi

$$\text{Activity (U/ml)} = \frac{\Delta A_{240} \times l \times V_t \times df}{\epsilon \times l \times t \times V_s}$$

U: واحد آنزیمی

$\Delta A_{240}$ : تفاوت میزان جذب مخلوط واکنش در زمان شروع و پایان واکنش

l: با توجه به ضریب پراکسید هیدروژن در معادله (۱) تعیین می‌شود که معادل ۲ است.

$V_t$ : حجم مخلوط واکنش (در این آزمایش برابر ۳ میلی لیتر است)

df: فاکتور رقیق کننده (۵۰)

t: مدت زمان واکنش (۱۸۰ ثانیه)

$V_s$ : در این آزمایش برابر ۲۰ میلی لیتر است

$\epsilon$ : ضریب خاموشی برابر  $39/4 \text{ mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$

l: طول مسیر عبور از مخلوط واکنش (برابر ۱ است)

### ۳-۹-۱۰-۳ محاسبه فعالیت آنزیم گوائیکول پراکسیداز روش چانس و

مهلی<sup>۱</sup>(۱۹۵۵):

از مهمترین آنزیم‌های آنتی اکسیدانت است که نقش مهمی در خنثی نمودن اثرات منفی گونه‌های اکسیژن فعال دارد. این آنزیم  $\text{H}_2\text{O}_2$  را به آب تبدیل می‌نماید. در این واکنش گوائیکول به عنوان دهنده الکترون است که در حضور آن آنزیم پراکسیداز باعث احیا پروکسید هیدروژن به آب می‌گردد. در اثر این عمل گوائیکول به ترکیب رنگی تتراگوائیکول تبدیل می‌شود. به همین علت با شروع واکنش بوسیله آنزیم پراکسیداز به تدریج بر میزان تتراگوائیکول افزوده می‌شود. مخلوط واکنش حاوی مواد زیر بود.

✓ بافر فسفات پتاسیم ۱۰۰ میلی مولار به میزان ۷۵۰ میکرولیتر

<sup>۱</sup> Chance and Mahli

✓ گوائیکول (۰/۱۲۴۱۴) گرم گوائیکول در ۱۰۰ میلی لیتر آب دو بار تقطیر) به میزان ۷۵۰ میکرولیتر

✓ ۷۰ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> میلی مولار محلول در فسفات پتاسیم (تهیه ۵ میلی لیتر H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ۷۰ میلی مولار: ۴/۹۶ میلی لیتر بافر + ۳۵ میکرولیتر H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) به میزان ۱۰۰ میکرولیتر

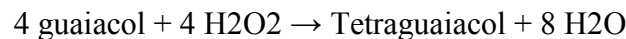
✓ آب مقطر استریل به میزان ۱۴۰۰ میکرولیتر

✓ عصاره آنزیمی ۲۰ میکرولیتر

• قبل از قرائت نمونه‌های آنزیمی دستگاه با بلنک صفر گردید (بلنک حاوی تمام مواد استفاده شده برای سنجش آنزیم بجز عصاره می‌باشد).

• محلول تهیه شده در کووت کوارتز در طول موج ۴۷۰ نانومتر و در زمان ۶۰ ثانیه توسط دستگاه اسپکتروفتومتر نور مرئی (مدل UV2150، آمریکا) قرائت گردید.

• آنزیم پراکسیداز با استفاده از ترکیبات فنلی گوائیکول به عنوان دهنده الکترون طبق معادله زیر پر اکسید هیدروژن را به آب احیا می‌کند:



• در اثر این عمل گوائیکول به تترا گوائیکول تبدیل می‌شود. از این رو با آغاز واکنش بوسیله آنزیم پر اکسیداز به تدریج بر میزان گوائیکول در مخلوط واکنش افزوده می‌شود و در نتیجه میزان جذب در طول موج ۴۷۰ نانومتر افزایش می‌یابد.

• میزان فعالیت آنزیم گوائیکول بر حسب میکرومول پروکسید هیدروژن تجزیه شده در دقیقه بر گرم وزن تازه بیان شد.

محاسبه فعالیت آنزیم گوائیکول:

فرمول (۳-۸):

$$\text{Activity (U/ml)} = \frac{\Delta A_{240} \times l \times V_t \times df}{\epsilon \times l \times t \times V_s}$$

U: واحد آنزیمی



$\Delta A_{240}$ : تفاوت میزان جذب مخلوط واکنش در زمان شروع و پایان واکنش

۱: با توجه به ضریب پراکسید هیدروژن در معادله (۱) تعیین می‌شود که معادل ۴ است.

$V_t$ : حجم مخلوط واکنش (در این آزمایش برابر ۳ میلی لیتر است)

$df$ : فاکتور رقیق کننده (۵۰)

$t$ : مدت زمان واکنش (۶۰ ثانیه)

$V_s$ : در این آزمایش برابر ۲۰ میلی لیتر است

$\epsilon$ : ضریب خاموشی برابر  $26/6 \text{ mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$

۱: طول مسیر عبور از مخلوط واکنش (برابر ۱ است)

### ۳-۱۰-۹-۴ سنجش فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز:

فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز به روش آقانیچ<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۷) اندازه‌گیری شد.

مخلوط واکنش حاوی مواد زیر بود.

- ✓ بافر فسفات پتاسیم ۱۰۰ میلی مولار (pH=۷) به میزان ۱۴۰۰ میکرولیتر
- ✓ پیروکاتکول ۱ مولار به میزان ۵۰ میکرولیتر
- ✓ آب مقطر دو بار تقطیر به میزان ۱۰۰ میکرولیتر
- مخلوط واکنش در کووت شیشه‌ای ۳ میلی لیتری ریخته شد و مقدار ۱۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی به محلول اضافه گردید.
- میزان جذب آنزیم در طول موج ۴۲۰ نانومتر در مدت ۹۰ ثانیه (زمان آغاز واکنش صفر زمان پایان ۹۰ ثانیه).
- جذب با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر نور مرئی (مدل UV2150، آمریکا) ارزیابی گردید.

<sup>1</sup>Aghanchich

## محاسبه فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز:

فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز با استفاده از فرمول (۳-۹) محاسبه گردید.

فرمول (۳-۹):

$$ppo = \frac{(A2 - A1) * 1000}{0.001 * 2}$$

A2: میزان جذب در زمان پایان واکنش

A1: میزان جذب در زمان شروع واکنش

## ۳-۱۰-۱۰ میزان فنل کل:

برای این منظور ابتدا ۰/۵ گرم از نمونه را در هاون کوبیده و به میکروتیوب حاوی ۱ میلی لیتر متانول اسیدی اضافه گردید. بعد از گذشت ۴ ساعت به سانتریفیوژ با دور ۱۲۰۰۰rpm به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتیگراد منتقل شد. سپس ۵۰ میکرولیتر از قسمت شفاف فوقانی برداشته و به آن ۴۵۰ میکرولیتر آب مقطر، ۲/۵ میلی لیتر فولین ۱۰٪ اضافه شد و به مدت ۱۰ دقیقه به همان حالت باقی ماند. سپس به آن ۲ میلی لیتر کربنات سدیم ۷/۵٪ اضافه گردید و بمدت ۹۰ دقیقه در تاریکی قرار داده شد. در نهایت ۳ میلی لیتر از این محلول را در کووت پلاستیکی ریخته و میزان جذب در طول موج ۷۶۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر نور مرئی (مدل UV2150، آمریکا) قرائت شد (فولین سیوکالتو<sup>۱</sup> با اندکی تغییر). در نهایت میزان فنل کل از روی منحنی استاندارد گالیک اسید بر حسب میلی گرم معادل گالیک اسید در گرم (mg GAE<sup>۲</sup>/g) بافت تازه بیان و با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید.

فرمول (۳-۱۰):

$$Total\ Phenol = (0.0106 * Y) + 0.0542$$

<sup>۱</sup> Folin ciocalteu

<sup>۲</sup> Gallic acid equivalent

Y: میزان جذب در طول موج ۷۶۵ نانومتر

### ۳-۱۰-۱۱ اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی:

برای این منظور ۱۰۰ میکرومولار از DPPH در محلول متانول ۰.۸٪ آبی حل گردید. سپس میزان ۲/۹ میلی لیتر از این محلول در کووت پلاستیکی ریخته و میزان ۰/۱ میلی لیتر از عصاره انگور (از ۷ حبه انگور به دست آمده بود) به آن اضافه گردید. کاهش جذب بعد از گذشت مدت زمان ۳۰ دقیقه در طول موج ۵۱۷ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر نور مرئی (مدل UV2150، آمریکا) اندازه‌گیری شد (کیم، گو، پاکر<sup>۱</sup>، ۲۰۰۲، با اندکی تغییر).

درصد مهار با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

فرمول (۳-۱۱):

$$\text{Antioxidant activity\%} = \left( \frac{1 - Y}{0.942} \right) * 100$$

### ۳-۱۰-۱۲ بررسی جمعیت میکروبی:

روش سطحی: این روش بیشتر برای محیط‌های مایع میکروبی کاربرد دارد. برای این کار ابتدا یک رقت معینی از محیط مایع تهیه شد (از هر نمونه ۵ گرم وزن نموده و به یک فالكون ۵۰ میلی لیتر در بسته استریل شده که حاوی ۴۵ میلی لیتر NaCl یک درصد بود منتقل شد). سپس با استفاده از پیپت استریل مقدار ۱۰۰ میکرولیتر از آن، در سطح محیط جامد پیش ساخته (نوترینت آگار)، در سه نقطه متفاوت ریخته شد و با نوک آنس استریل پخش گردید و چند دقیقه بعد از اینکه نمونه جذب محیط کشت شد آنرا وارونه کرده و به انکوباتور ۲۷ درجه به مدت ۴۸ ساعت منتقل شد و در تیمارهایی که میزان رشد کلونی زیاد بود رقیق سازی توسط محلول نمکی انجام شد. تعداد باکتری‌ها بر حسب کلونی‌های تشکیل شده در میلی لیتر (cfu/ml) محاسبه گردید و تبدیل لگاریتمی نمونه‌ها

---

<sup>۱</sup> Kim,Go,Packer

انجام شد (بالسترا و همکاران، ۲۰۰۵).

### ۳-۱۱ آنالیزهای آماری:

داده‌های بدست آمده از اندازه‌گیری صفات بوسیله نرم افزار SAS 9.1 تجزیه و تحلیل شدند.

مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون Duncan با نرم افزار MSTATC در سطح ۵ درصد انجام

گرفت. نمودارها در نرم افزار Excel رسم شدند.

# فصل چہارم

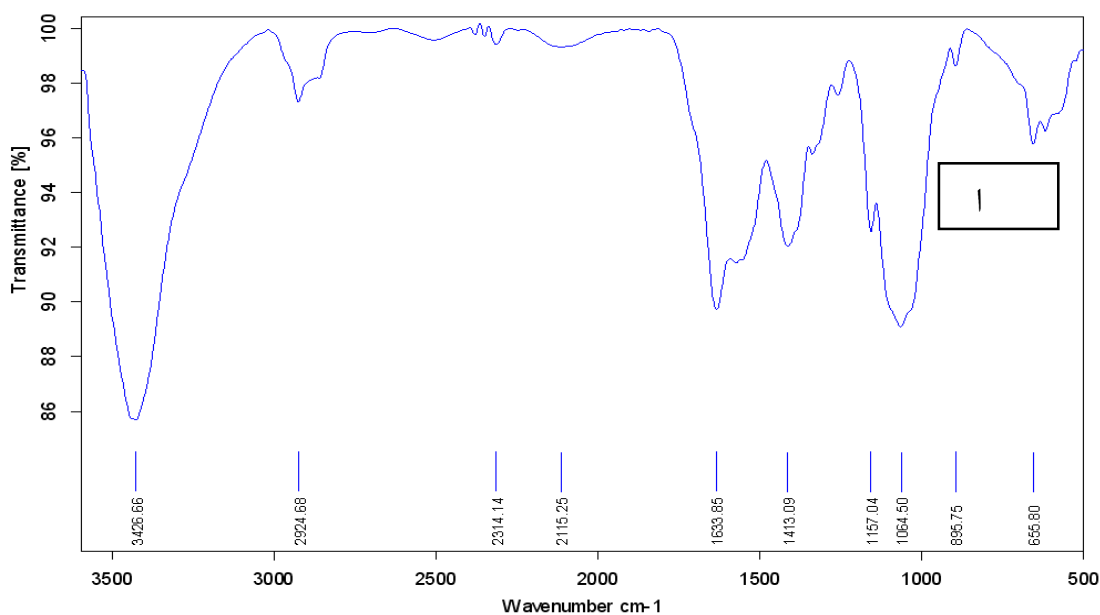
## نتائج و بحث

## ۴ نتایج و بحث:

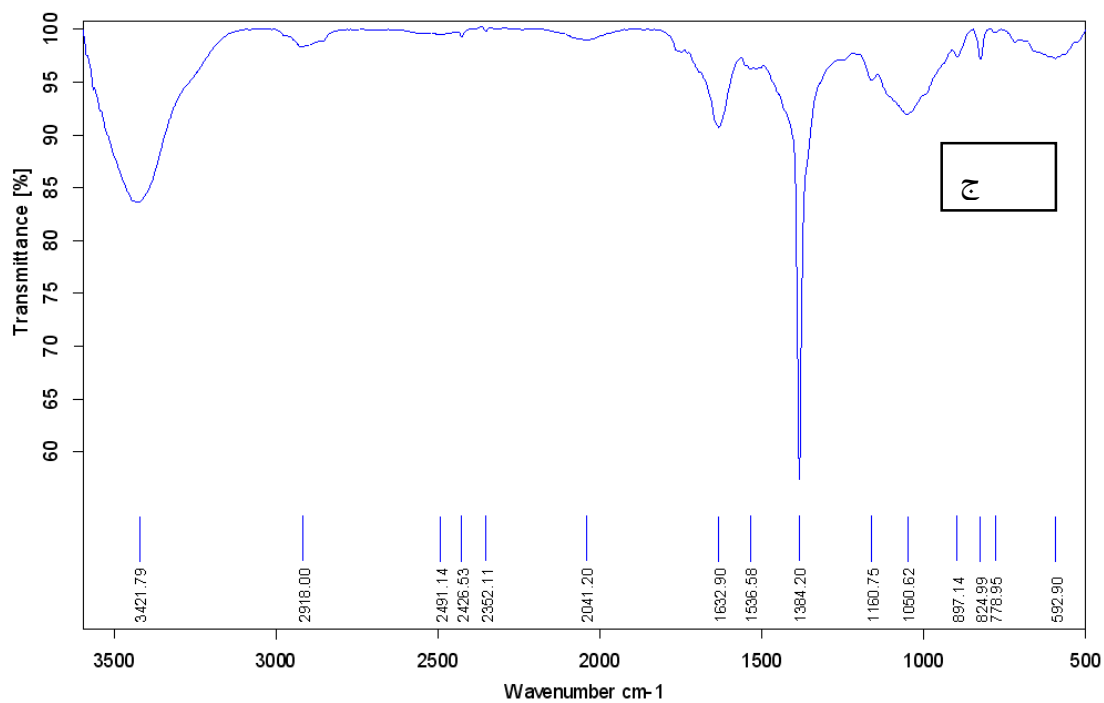
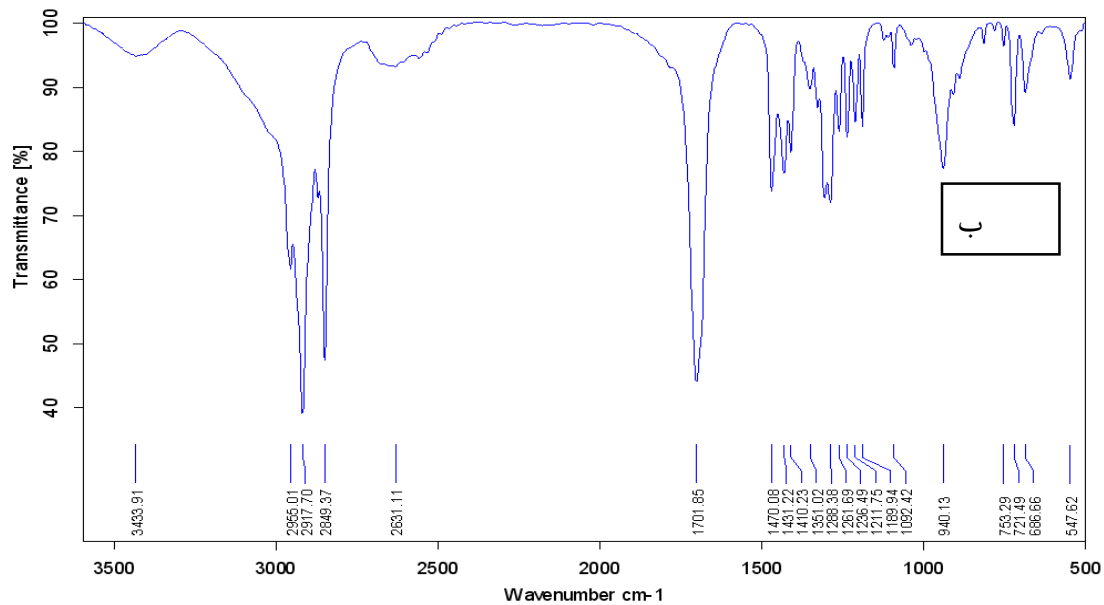
### ۴-۱ ارزیابی نانوزل کیتوزان-مریستیک اسید:

#### ۴-۱-۱ نتیجه حاصل از FTIR:

در مرحله اول این تحقیق نانوزل با مکانیسم خود تجمعی<sup>۱</sup>، با استفاده از کیتوزان اصلاح شده تهیه گردید. به منظور اصلاح کیتوزان، قسمتی از گروه‌های آمینویی آزاد کیتوزان به گروه‌های مریستیک اسید در نسبت‌های مختلف با استفاده از حد واسط EDC (3-(3-Ethyl-1-Carbodiimide) dimethylaminopropyl) متصل شدند. به منظور تایید باند ایجاد شده بین گروه آمین کیتوزان و کربوکسیل مریستیک اسید طیف سنج FT-IR استفاده شد. در شکل (۴-۱) طیف های FT-IR مربوط به کیتوزان، مریستیک اسید و نانوزل‌های کیتوزان-مریستیک اسید نشان داده شده است.



<sup>۱</sup> Self easemble



شکل ۴-۱- طیف‌های FTIR مربوط به الف: کیتوزان، ب: مرستیک اسید، ج: نانوذله کیتوزان- مرستیک اسید

در شکل (۴-۱-الف) طیف کیتوزان جذب در ناحیه  $3500-3400 \text{ cm}^{-1}$  را نشان می‌دهد که این مربوط به گروه هیدروکسیل کیتوزان می‌باشد. در  $1580 \text{ cm}^{-1}$  پیک مربوط به ارتعاشات خمشی پیوند های آمید و آمین مشاهده می‌شود. در  $2924$  پیک مربوط به ارتعاش کششی C-H گروه‌های متیل و

متیلن است. در  $1634\text{ cm}^{-1}$  پیک مربوط به ارتعاشات کششی گروه  $\text{C}=\text{O}$  آمید مربوط به گروه‌های آمین دی استیله نشده، مشاهده می‌شود. در  $1525\text{ cm}^{-1}$  پیک مربوط به ارتعاشات خمشی گروه  $\text{NH}_2$  آزاد مشاهده می‌شود. باندهای مشاهده شده در  $1157\text{ cm}^{-1}$  ( $\text{C}-\text{O}-\text{C}$  کشش نامتقارن) و در  $1064\text{ cm}^{-1}$  (ارتعاش کششی  $\text{C}-\text{O}$ ) ساختار معمول در کیتوزان هستند (چیونو<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۸ - پنگ<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۰b).

در شکل (۴-۱-ب) طیف مربوط به مریستیک اسید نشان داده شده است. پیک‌های شناسایی شده در  $2917\text{ cm}^{-1}$  و  $2849\text{ cm}^{-1}$  مربوط به ارتعاش کششی  $\text{C}-\text{H}$ ، پیک  $1701\text{ cm}^{-1}$  مربوط به ارتعاش کششی  $\text{C}=\text{O}$ ،  $1470\text{ cm}^{-1}$  مربوط به ارتعاش خمشی  $\text{C}-\text{H}$ ،  $1261\text{ cm}^{-1}$  ارتعاش کششی  $\text{C}-\text{O}$ ،  $940\text{ cm}^{-1}$  مربوط به ارتعاش خمشی  $\text{O}-\text{H}$ ، و پیک‌های  $721\text{ cm}^{-1}$  و  $686\text{ cm}^{-1}$  مربوط به ارتعاش خمشی  $\text{C}-\text{H}$  است.

در شکل (۴-۱-ج) طیف مربوط به نانوزل کیتوزان - مریستیک اسید نشان داده شده است. با مقایسه طیف‌های مربوط به کیتوزان و نانوزل کیتوزان - مریستیک اسید می‌توان مشاهده کرد که شدت پیک در ناحیه  $1630\text{ cm}^{-1}$  (مربوط به گروه  $\text{C}=\text{O}$ ) نسبت به  $1525\text{ cm}^{-1}$  (مربوط به گروه‌های  $\text{NH}_2$  آزاد) در نانوزل کیتوزان - مریستیک اسید در مقایسه با شدت این پیک‌ها در کیتوزان افزایش پیدا کرده است که این می‌تواند به افزایش پیوندهای آمیدی مربوط باشد. نتایج مشابه در کارهای دیگران نیز گزارش شده است (گو<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۶ - هادیان<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۷ - والدروتن<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۱۴ - وانگ<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۰۳). همچنین در ناحیه  $1384\text{ cm}^{-1}$  در طیف مربوط به نانوزل یک پیک قوی مشاهده می‌شود که این پیک در طیف کیتوزان ( $1381\text{ cm}^{-1}$ ) یک پیک ضعیف می‌باشد که این افزایش شدت

<sup>۱</sup> Chiono

<sup>۲</sup> Peng

<sup>۳</sup> Guo

<sup>۴</sup> Hadian

<sup>۵</sup> Valderruten

<sup>۶</sup> Wang



می‌تواند در اثر ترکیب کیتوزان با مریستیک اسید ایجاد شده باشد. این افزایش شدت نشان می‌دهد که مجموعه ارتعاشات خمشی گروه‌های عاملی C-H و CH<sub>2</sub> و C-OH خانواده هیدروکربنی (قند) دچار تغییراتی شده‌اند و از بین این گروه‌های عاملی هر کدام که تحت شرایط پیوند یا اتفاقاتی نظیر پلیمریزاسیون و یا خارج شدن از فرایند پلیمریزاسیون قرار گرفته باشند باعث ایجاد این پیک قوی و تیز شده است. در مجموع می‌توان بیان کرد که بین گروه‌های کربوکسیلیک مریستیک اسید و گروه‌های آمین کیتوزان پیوند آمیدی برقرار شده است.

#### ۴-۱-۲ نتیجه حاصل از SEM:

در شکل (۴-۲) عکس میکروسکوپ الکترونی روبشی نانوذلهای کیتوزان-مریستیک اسید حاوی اسانس آویشن نشان داده شده است. با توجه به عکس میکروسکوپ الکترونی روبشی می‌توان گفت که مورفولوژی نانوذلهای تقریباً کروی و اندازه این ذرات زیر ۱۰۰ نانومتر است. اتصال اسید چرب مریستیک اسید غیرقطبی به پلیمر کیتوزان و قرار گرفتن کمپلکس در یک محیط قطبی باعث تجمع سرهای غیرقطبی به داخل و سرهای قطبی به خارج و تشکیل یک ساختار مجتمع تقریباً کروی شکل گردید. کیتوزان یک پلیمر سازگار بیولوژیکی است که هیچ واکنش آلرژی‌زایی ندارد. بعلاوه از متابولیسم آن مواد غیر سمی نظیر قندهای آمینی تولید می‌شود، که کاملاً توسط بدن قابل جذب می‌باشند. مطالعات زیادی در مورد فرمولاسیون نانو/میکروژل کیتوزان با استفاده از پیوند دهنده‌های عرضی مختلف گزارش شده است (لی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۲ - نستی<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۹). برای مثال نستی و همکاران ۲۰۰۹ از پلیمر کیتوزان نانو ذراتی در مقیاس ۱۶۰ و ۲۶۰ نانومتر با استفاده از اتصالات جانبی تری پلی فسفات ساختند. همچنین گزارش آنها مبین یونی بودن پیوندهای عرضی بین این نانو ذرات بود. در پژوهش لی و همکاران ۲۰۱۲ از پلیمر کیتوزان و گلیکول با استفاده از روش تولید

---

<sup>۱</sup> Lee

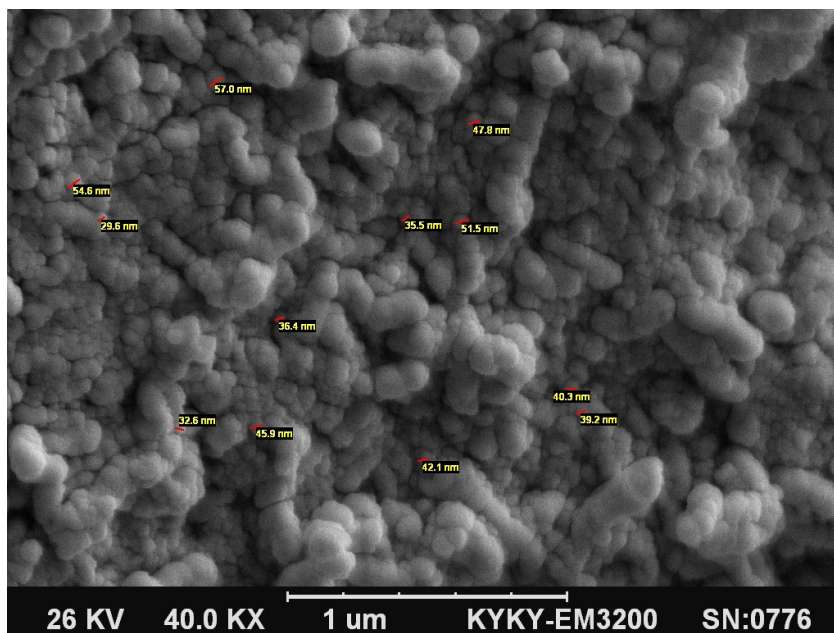
<sup>۲</sup> Nasti

خودبخودی، نانوذلی در ابعاد ۲۰۰ نانومتر تهیه شد. این محققین بیان داشتند که اثرات آب‌گریزی/آب دوستی در تشکیل میسل‌ها بسیار مهم بوده و مناسب‌ترین مکانیسم برای شکل‌گیری میسل‌ها می‌باشد. با مقایسه اندازه ذرات حاصل از این تحقیق با کارهای قبلی (لی و همکاران، ۲۰۱۲ - نستی و همکاران، ۲۰۰۹) اندازه ذرات نانوذل کیتوزان- مریستیک اسید حاصل در این مطالعه کوچکتر و یکنواخت‌تر بود که این تفاوت می‌تواند به چندین عامل نسبت داده شود؛ اول، فراصوت اولیه زنجیره طولانی کیتوزان را به قطعات کوچکتر تبدیل کرد که مانع از شکل‌گیری نانوذل بلند زنجیر شد. عامل دوم می‌تواند به نقش مهم فراصوت مجدد در کاهش اندازه ذرات مربوط باشد و عامل سوم نیز عبور نانوذل از درون فیلتر بود. همچنین در این مطالعه، مریستیک اسید بعنوان پیوند دهنده برای تشکیل پلیمر کیتوزان (نانوذل) استفاده شد که در مقایسه با سایر پیوند دهنده‌ها مثل گلوآرالدهید و گلیکول که سمی هستند، ایمن بود (امبوسکادو و هوبر<sup>۱</sup>، ۲۰۰۹). مطالعات قبلی نشان داده که کاهش اندازه ذرات سبب افزایش کارایی مواد تشکیل دهنده‌ی پوشش می‌شود. از سوی دیگر پوشش‌دهی میوه با ذرات کوچکتر باعث کوچک‌تر شدن قطر منافذ تنفسی سطح میوه و کاهش نفوذپذیری آن نسبت به اکسیژن و آب می‌شود. در نتیجه، فعالیت آنزیمی میوه کمتر خواهد بود و فاسد شدن میوه به تبع آن به تعویق خواهد افتاد (چادهری<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۰).

---

<sup>۱</sup> Embuscado & Huber

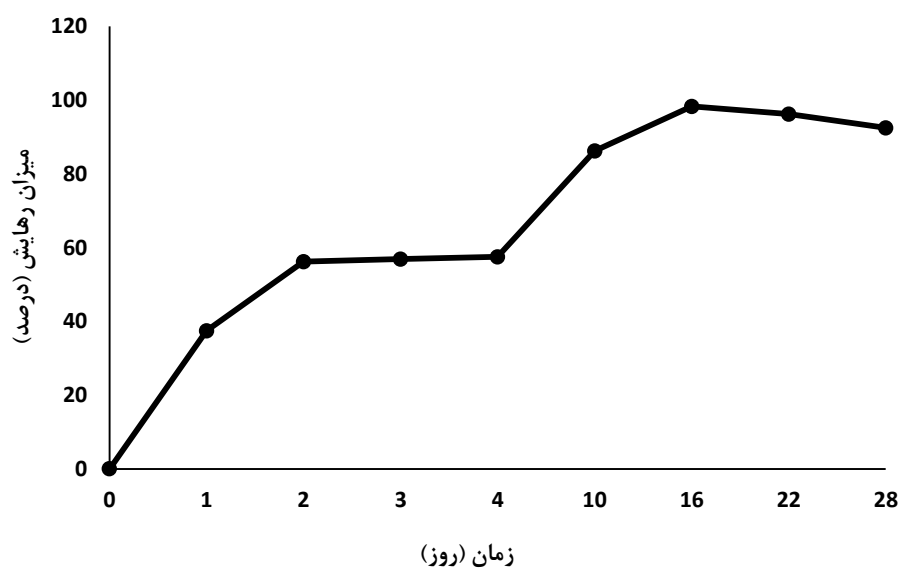
<sup>۲</sup> Chaudhery



شکل ۴-۲- عکس میکروسکوپ الکترونی روبشی نانوذله کیتوزان-مریستیک اسید حاوی اسانس آویشن

### ۳-۱-۴ نتیجه حاصل از تست رهایش:

نتایج حاصل از میزان آزاد سازی اسانس آویشن از ساختار نانوذله کیتوزان- مریستیک اسید در طی ۲۸ روز نگهداری در دمای محیط در شکل (۳-۴) نشان داده شده است.



شکل ۴-۳ - آزاد سازی اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوذله کیتوزان- مریستیک اسید به محیط مایع در طی ۲۸ روز نگهداری در دمای محیط

میزان انتشار اسانس آویشن از نانوذله کیتوزان-مریستیک اسید در روزهای صفر تا دوم روند افزایشی داشته است. این روند در روزهای دوم تا چهارم با شیب کمتری ادامه داشته است. در روزهای چهارم تا شانزدهم روند افزایشی با شیبی تند ادامه داشته است و نهایتاً در روز شانزدهم اسانس تقریباً به طور کامل از داخل ساختار نانوذله آزاد شده است. نانوذله کیتوزان-مریستیک اسید تهیه شده در این تحقیق دارای نواحی آبدوست (پلیمر کیتوزان) و آبگریز (زنجیره اسید چرب مریستیک اسید) است که این ساختار موجب شد که ترکیبات اسانس آویشن که ماهیت آبگریز داشتند به صورت تدریجی در محیط آزاد شوند. محمدی و همکاران (۲۰۱۵) نیز گزارش کردند، سرعت آزاد شدن اسانس آویشن شیرازی درون پوشانی شده در نانوذله کیتوزان، شامل دو مرحله است که مرحله اول سریع و مرحله دوم به کندی اتفاق می افتد. آرولموژی<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۳) نیز بیان کردند که داروهای بارگیری شده در نانو ذره کیتوزان، دارای الگوی آزادسازی دو مرحله ای سریع و کند هستند. این الگوی آزادسازی در مورد ترکیبات پلی فنلیک درون پوشانی شده در کیتوزان نیز گزارش شده است (لیانگ<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۱).

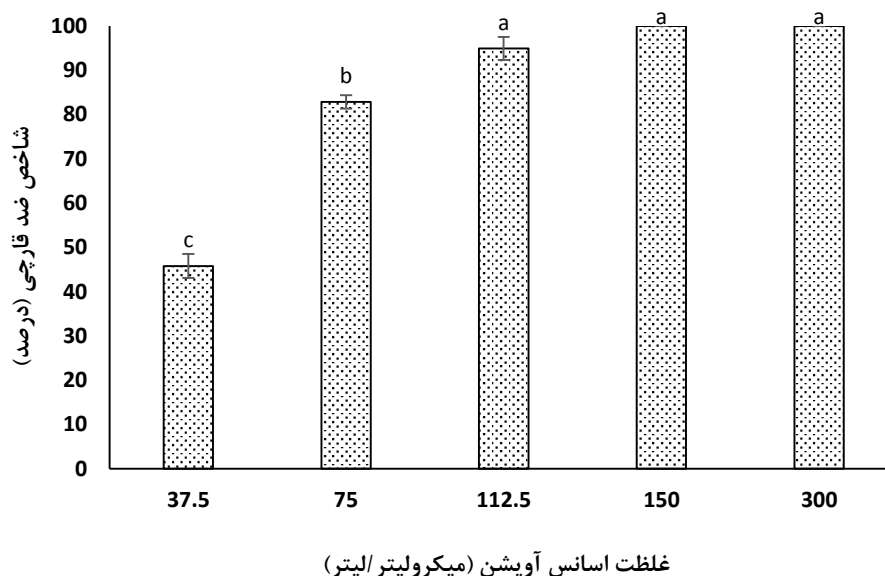
#### ۴-۱-۴ نتایج حاصل از آزمایشات این ویترو جهت تعیین غلظت بهینه تیمارها:

نتایج حاصل از بررسی جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۱) نشان داد، اثر تیمارهای پوششی بر کنترل قارچ بوتریتیس سینرا/ در شرایط این ویترو، در سطح ۱ درصد معنی دار بود. با توجه به شکل (۴-۴)، با افزایش غلظت اسانس آویشن، خاصیت ضد قارچی نیز افزایش یافته است. غلظت های ۱۵۰ و ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن به طور کامل از رشد قارچ ممانعت کردند. همچنین اسانس آویشن در غلظت ۱۱۲/۵ بهتر از غلظت های ۷۵ و ۳۷/۵ عمل کرد.

---

<sup>۱</sup> Arulmozhi

<sup>۲</sup> Liang



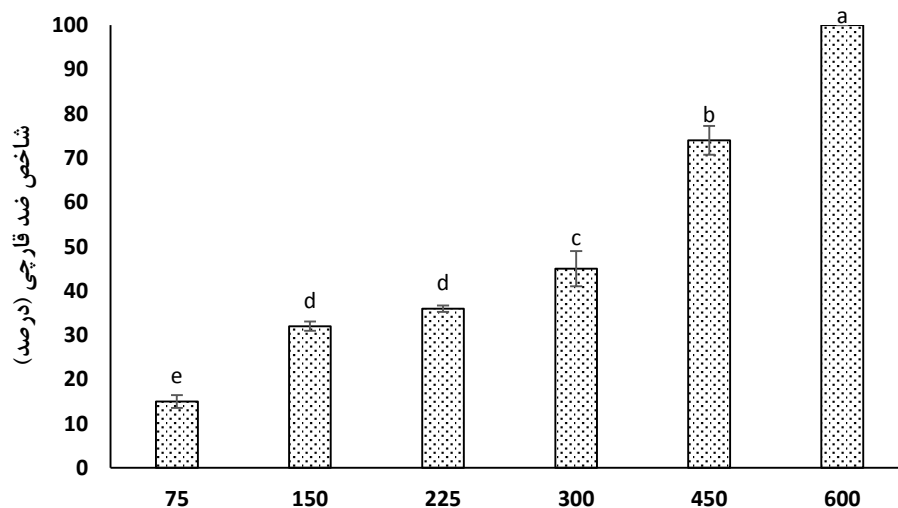
شکل ۴-۴ - اثر اسانس آویشن بر رشد قارچ بوتریتیس سینرا / (مقادیر میانگین خطای استاندارد، SE)

عبدالهی و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند، اسانس آویشن فعالیت ضد قارچی قوی در برابر *Botrytis cinerea* و *Mucor piriformis* نشان داده است. ویتوراتوس<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۳) نیز بیان کردند که در غلظت ۰/۱۳ میکرولیتر در میلی لیتر اسانس آویشن، میسیلیوم‌های قارچ *Penicillium italicum* هیچ رشدی را نشان ندادند. این در حالی است که محمدی و همکاران (۲۰۱۵) بیان کردند، اسانس آویشن شیرازی در شرایط این‌ویترو، حتی در غلظت‌های بالای ۱۵۰۰ میکرولیتر در لیتر نتوانست مانع از رشد میسیلیوم‌های قارچ بوتریتیس سینرا شود و در این غلظت فقط توانست بیش از ۵۰٪ رشد میسیلیوم‌های این قارچ را کاهش دهد. محمدی و امینی فرد (۲۰۱۱) اثر ضد قارچی سه اسانس گیاهی را در برابر بیماری کپک خاکستری در خیار، در شرایط این‌ویوو و این‌ویترو بررسی کردند. آنها بیان کردند از بین چهار غلظت ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰ میکرولیتر در لیتر مورد استفاده از اسانس‌های رازیانه، زیره و زنیان، غلظت ۸۰۰ و ۲۰۰ میکرولیتر در لیتر به ترتیب کمترین و بیشترین میزان رشد شعاعی قارچ بوتریتیس سینرا را در شرایط این‌ویوو نشان دادند. صفری و همکاران (۱۳۹۳) نیز بیان کردند اسانس آویشن دناپی و مرزه خوزستانی در غلظت ۶۰۰ و اسانس نعنا فلفلی در غلظت

<sup>۱</sup> Vitoratos

بیش از ۱۲۰۰ میکرولیتر در لیتر محیط کشت، فعالیت قارچ‌کشی دارند. همچنین شین<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۴) بیان کردند غلظت ۳۰ ماکروگرم بر میلی لیتر تیمول از جوانه زنی کنیدیا و رشد میسیلیوم‌های قارچ بوتریتیس سینرا گرفته شده از انگور تازه‌خوری رقم *Campbell early* به طور کامل جلوگیری کرد.

بررسی حاصل از شکل (۴-۵) نشان داد، افزایش غلظت نانوزل کیتوزان-مریستیک اسید باعث بهبود خاصیت قارچ‌کشی می‌شود بطوریکه غلظت ۶۰۰ میکرولیتر در لیتر نانوزل کیتوزان-مریستیک اسید به طور کامل توانست مانع رشد قارچ شود. همچنین غلظت ۴۵۰ میکرولیتر در لیتر نسبت به غلظت ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر بهتر عمل کرد.



غلظت نانوزل کیتوزان-مریستیک اسید (میکرولیتر/لیتر)

شکل ۴-۵ - اثر نانوزل کیتوزان-مریستیک اسید بر رشد قارچ بوتریتیس سینرا/ (مقادیر میانگین خطای استاندارد، SE)

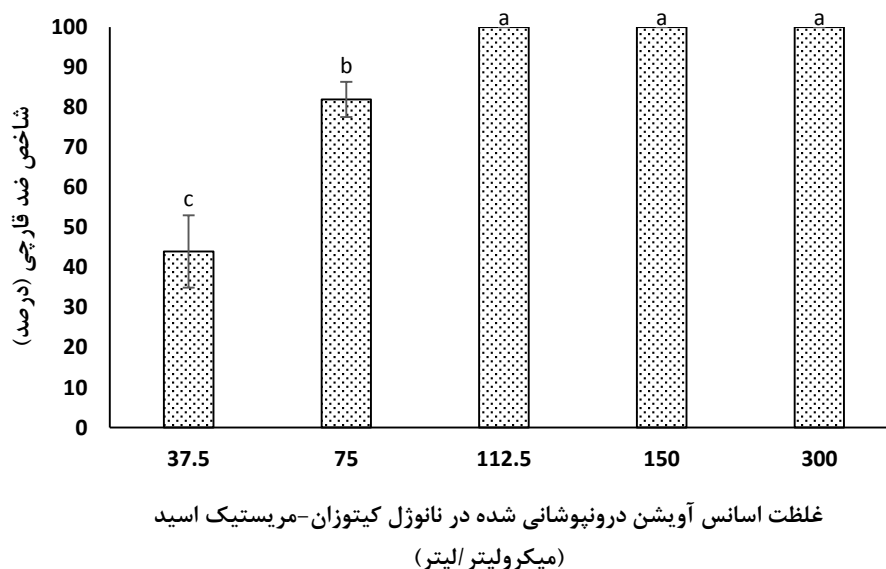
بن شالوم<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند، کیتوزان دارای فعالیت ضد قارچی علیه تعدادی از قارچ‌ها از جمله بوتریتیس سینرا می‌باشد. محمدی و همکاران ۲۰۱۵ نیز گزارش کردند نانوذره

<sup>۱</sup> Shin

<sup>۲</sup> Ben-Shalom

کیتوزان در غلظت ۱۵۰۰ میکرولیتر در لیتر فقط توانست بیشتر از ۵۰٪ رشد میسیلیوم‌های قارچ بوتریتیس سینرا/ را کاهش دهد، اما نتوانست به طور کامل مانع از رشد آن شود.

نتایج حاصل از بررسی شکل (۴-۶) نشان داد، غلظت‌های ۱۱۲/۵، ۱۵۰ و ۲۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون‌پوشانی شده در نانوذله کیتوزان-مریستیک اسید به طور کامل مانع از رشد قارچ شدند. همچنین غلظت ۷۵ میکرولیتر در لیتر توانست بهتر از غلظت ۳۷/۵ عمل کند. محمدی و همکاران (۲۰۱۵) نیز گزارش کردند از بین چهار غلظت به کار گرفته شده اسانس آویشن شیرازی درون‌پوشانی شده در نانو ذره کیتوزان، غلظت‌های ۱۵۰۰، ۷۵۰ و ۳۷۵ میکرولیتر در لیتر توانستند بیشتر از ۵۰٪ رشد میسیلیوم‌های قارچ بوتریتیس سینرا/ را کاهش دهند.



شکل ۴-۶ - اثر اسانس آویشن درون‌پوشانی شده در نانوذله کیتوزان-مریستیک اسید بر رشد قارچ بوتریتیس سینرا/ (مقادیر میانگین خطای استاندارد، SE)

اثر ضدقارچی اسانس آویشن، نانوذله کیتوزان-مریستیک اسید و اسانس درون‌پوشانی شده در نانوذله کیتوزان مریستیک اسید پس از ۷ روز نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد در شکل ۴-۷ نشان داده شده است.

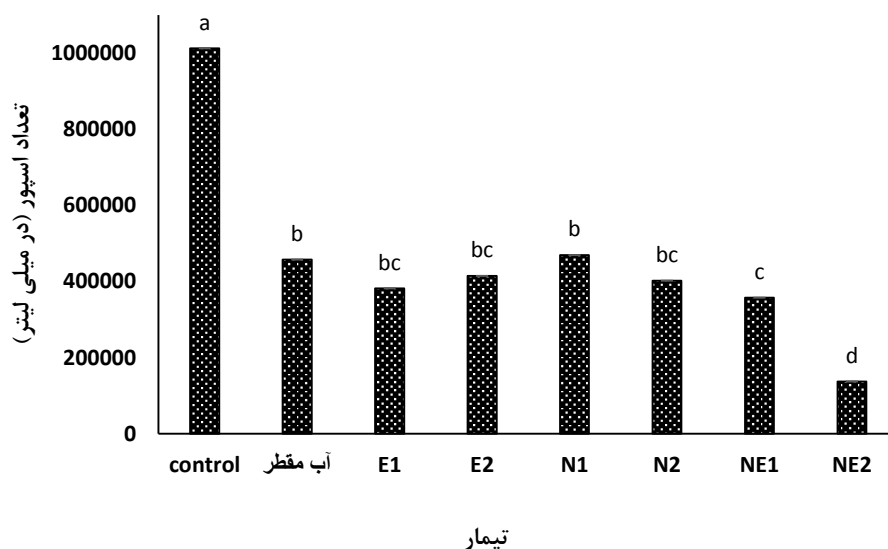


شکل ۴-۷ - از سمت چپ به ترتیب: شاهد- اسانس آویشن، نانوذل کیتوزان-مریستیک اسید، نانوذل و اسانس باغلظت ۷۵ میکرولیتر در لیتر

#### ۴-۱-۵ نتایج حاصل از آزمون فسادپذیری:

با توجه به نتایج حاصل از آزمایش این ویوو، غلظت‌های زیر استفاده شد. E1: اسانس آویشن ۷۵ میکرولیتر در لیتر - E2: اسانس آویشن ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر - N1: نانوذل کیتوزان-مریستیک اسید ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر - N2: نانوذل کیتوزان-مریستیک اسید ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر - NE1: تیمار ۷۵ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوذل کیتوزان-مریستیک اسید - NE2: تیمار ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوذل کیتوزان-مریستیک اسید. نتایج حاصل از بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد، آزمون فسادپذیری تحت اثر تیمارهای پوششی در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول پیوست ۲). با توجه به شکل (۴-۸)، بیشترین تعداد اسپور در تیمار شاهد ( $10^5 \times 10/125$  در میلی لیتر) و کمترین تعداد آن در تیمار NE2 ( $10^5 \times 1/375$  در میلی لیتر) مشاهده شد. در مورد تیمارهای نانوذل کیتوزان-مریستیک اسید و اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوذل کیتوزان-مریستیک اسید، غلظت‌های بالاتر موفق‌تر عمل کردند، اما در مورد تیمار اسانس، غلظت پایین‌تر تعداد اسپور کمتری را نشان داد. احتمالاً افزایش غلظت اسانس باعث تخریب بافت میوه می‌شود. همچنین در تیمار NE2 احتمالاً به دلیل درون پوشانی شدن اسانس آویشن و آزاد شدن تدریجی آن، تعداد اسپور کمتری مشاهده می‌شود.





شکل ۴-۸ - اثر تیمارهای پوششی بر تعداد اسپور قارچ بوتریتیس سینرا/ در شرایط این ویوو (E1: اسانس آویشن ۷۵ میکرولیتر در لیتر- E2: اسانس آویشن ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر- N1: نانوذله کیتوزان- مریستیک اسید ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر- N2: نانوذله کیتوزان- مریستیک اسید ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر- NE1: ۷۵ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوذله کیتوزان- مریستیک اسید- NE2: ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوذله کیتوزان- مریستیک اسید)

اگرچه نمونه‌های موفق در استفاده از ضد میکروب‌های طبیعی بعنوان نگهدارنده مواد غذایی گزارش شده است، ممکن است بعضی از آنها به دلیل انتشار سریع در بخش عمده مواد غذایی، اثرات ناکارآمد داشته و یا با اجزاء مواد غذایی اثر متقابل نشان دهند که ممکن است باعث کاهش فعالیت ضد میکروبی آنها در برابر سلول هدف شود (پریکن<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۵). مونوز و مورت (۲۰۱۰) اثر ضدقارچی پوشش کیتوزان را روی انگور زمانی مشاهده کردند، که غلظت کیتوزان در محلول حداقل ۰/۲۵ درصد بود. بال (۲۰۱۳) نیز گزارش کرد، تغییرات روند فساد در میوه‌های تیمار شده با کیتوزان نسبت به شاهد در طول ۴۰ روز انبارداری در دمای پایین، در هر دو رقم آلوی Stanley و Giant به کندی اتفاق افتاد. همچنین در طول دوره نگهداری، میوه‌های تیمار شده با کیتوزان نسبت به شاهد در مقابل فاسد شدن محافظت شدند و فاسد شدن در این میوه‌ها با سرعت بسیار پایینی اتفاق افتاد. لویز-

<sup>۱</sup> Perricone

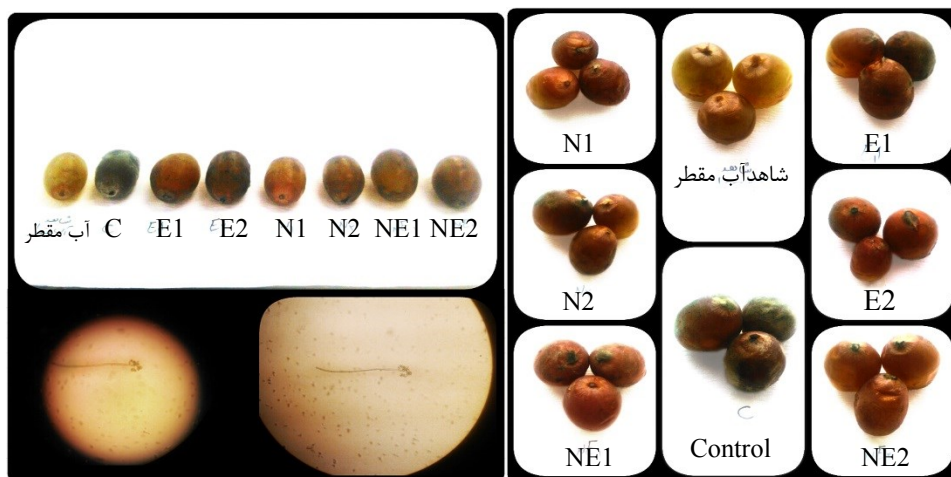
ریز<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۰) نیز بیان کردند، اسانس پونه کوهی، مرزه و آویشن اثرات معنی داری را در برابر پاتوژن های *B.cinerea* و *Penicillium expansum* نشان دادند. اثر اسانس های نعنا، رزماری، آویشن، زنیان، زیره سبز و رازیانه در غلظت های ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی گرم در لیتر روی نارنگی کینو نشان داد که اسانس های گیاهان دارویی به کار رفته تاثیر بسزایی در ثبات کیفیت داشته و همچنین باعث کنترل پوسیدگی می شوند (ابوطالبی و محمدی<sup>۲</sup>، ۲۰۱۱). غفوری و همکاران (۱۳۹۴) نیز با محلول پاشی پس از برداشت اسانس آویشن بر عمر انبارمانی میوه انار بیان کردند، هر سه سطح تیمار آویشن به کار گرفته شده (۵۰۰-۱۰۰۰-۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر) تاثیر یکسانی بر کنترل پوسیدگی داشتند. همچنین بیان کردند کاربرد اسانس آویشن روی انارهای آلوده شده به اسپور قارچ، به طور موثری پوسیدگی را کاهش داد. رافت و همکاران (۲۰۱۲) نیز اثر ضدقارچی عصاره روغنی آویشن در غلظت های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر را وقتی بصورت دیسک های کاغذی در میوه توت فرنگی به کار گرفته شد، گزارش کردند. محمدی و همکاران (۲۰۱۵) نیز با کاربرد نانو ذره کیتوزان و اسانس آویشن شیرازی نانوکپسوله شده در نانوذره کیتوزان بر توت فرنگی های غوطه ور شده در سوسپانسیون بوتریتیس سینرا/ و پس از ۹ روز نگهداری، بیان کردند در غلظت ۱۵۰۰ میکرولیتر در لیتر، پایین ترین درصد آلودگی توت فرنگی ها، برای اسانس نانو کپسوله شده در نانو ذره کیتوزان (۱۶/۶۷ درصد) و بعد از آن برای نانو ذره کیتوزان (۶۶/۶۷) گزارش شد. این در حالی است که میوه های تیمار نشده آلودگی ۱۰۰ درصد نشان دادند.

نتایج حاصل از آزمون فسادپذیری در شکل (۴-۹) نشان داده شده است.

---

<sup>۱</sup> Lopez-Reyes

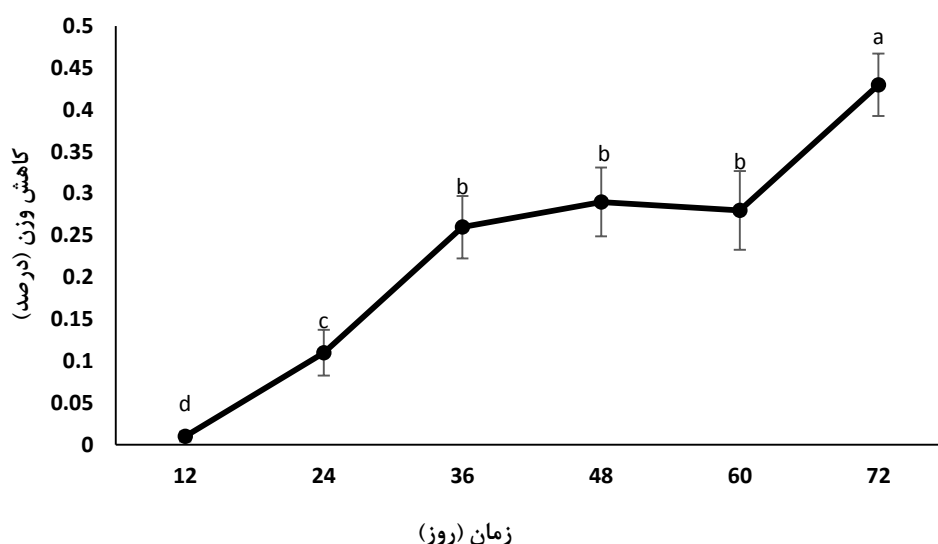
<sup>۲</sup> Aboutalebi & Mohammadi



شکل ۴-۹- نتایج حاصل از آزمون فسادپذیری- شکل سمت چپ، پائین: قارچ بوتریتیس سینرا

#### ۲-۴ اثر پوشش‌های اسانس آویشن، نانوزل کیتوزان و اسانس درون پوشانی شده بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی انگور: ۱-۲-۴ درصد کاهش وزن میوه:

نتایج حاصل از بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد، اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد بین زمان‌های مختلف اندازه‌گیری وجود دارد (جدول پیوست ۳) بطوریکه مقدار آن بعد از ۷۲ روز نگهداری از ۰/۰۱ به ۰/۴۳ درصد رسید. همانطور که در شکل (۴-۱۰) مشاهده می‌گردد، کمترین میزان کاهش وزن مربوط به روز دوازدهم و بیشترین میزان کاهش وزن مربوط به انتهای دوره نگهداری می‌باشد. در روزهای ۳۶، ۴۸ و ۶۰، کاهش وزن تفاوت معنی داری را نشان نداد.



شکل ۴-۱۰ - تغییرات درصد کاهش وزن بر حسب زمان (مقادیر میانگین خطای استاندارد، SE)

نتایج به دست آمده با نتایج منگ<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۸)، زو<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۷)، مطابقت داشت. در انگورهایی که به وسیله نانوژل کیتوزان-مریستیک اسید، اسانس آویشن و اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوژل کیتوزان-مریستیک اسید پوشش داده شده بودند تفاوت معنی داری از نظر کاهش وزن مشاهده نشد. با گذشت زمان و تشدید تبخیر و تعرق، از یک سو به دلیل یکسان نبودن فشار بخار آب در فضاهای بین یاخته‌ای بافت‌ها و اتمسفر احاطه کننده میوه و از سوی دیگر به دلیل تشدید فرآیندهای تنفسی، کاهش وزن در طی زمان امری طبیعی است (مستوفی و همکاران، ۲۰۱۰). کاهش وزن میوه انگور در طی نگهداری در سردخانه بواسطه از دست دادن آب است. عواملی از جمله آلودگی قارچی، میزان تنفس، عدم سرد کردن اولیه، دمای بالا و رطوبت نسبی پایین سردخانه باعث تشدید از دست دادن آب میوه‌ها می‌شود (دولتی و همکاران، ۱۳۷۸). عمر انگور تازه تحت تاثیر کاهش وزن حبه‌ها و دم خوشه‌ها قرار می‌گیرد، زمانی که وزن حبه‌ها کاهش یابد حساسیت آنها نسبت به فساد قارچی افزایش می‌یابد (زو و همکاران، ۲۰۰۷). کیتوزان قادر است به عنوان یک پوشش خوراکی جلوی از دست دادن رطوبت را بگیرد و بر تبادلات گازی اثر بگذارد. به طور کلی، اثر مثبت پوشش‌های

<sup>۱</sup> Meng

<sup>۲</sup> Xu

خوراکی بر اساس خواص هیگروسکوپی<sup>۱</sup> است، که به عنوان سدی بین میوه و محیط اطراف قرار دارد، بنابراین تبادلات خارجی را کاهش می‌دهد (زو و همکاران، ۲۰۰۷). لوپز و آریولا<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۷) با کاربرد مواد مختلف بسته‌بندی همراه با نانوذرات مس، به منظور تغییر اتمسفر جهت افزایش ماندگاری بعد از برداشت انگور رقم *Thompson Seedless*، بیان کردند بعد از ۵۰ روز انبارداری انگورهای تازه‌خوری این رقم از نظر وزن اختلاف معنی‌داری را در هیچ یک از تیمارها نشان ندادند.

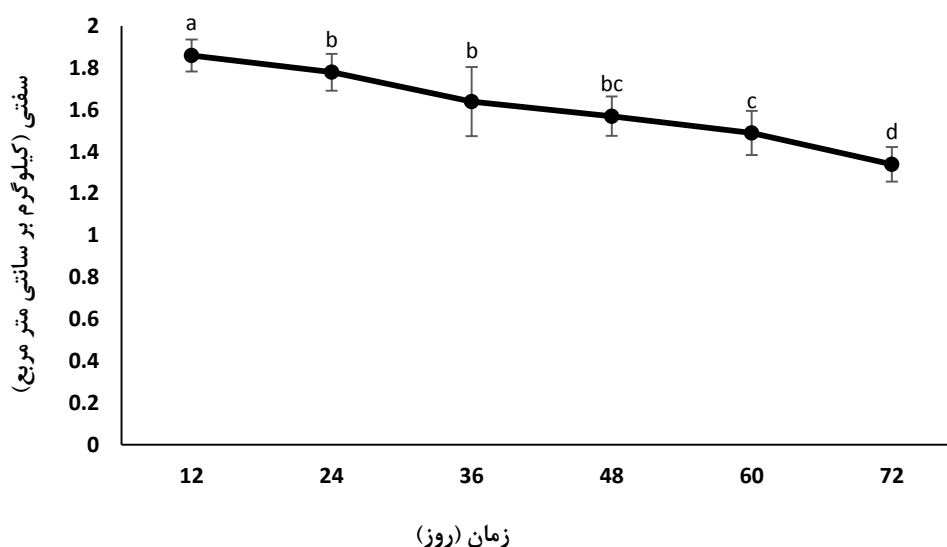
#### ۲-۲-۴ سفتی:

نتایج حاصل از بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد، اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد بین زمان‌های مختلف نگهداری وجود دارد (جدول پیوست ۳). همانطور که در شکل (۴-۱۱) مشاهده می‌گردد، سفتی نمونه‌ها در طی زمان روند کاهشی داشته است که بیشترین میزان سفتی در ابتدای نمونه‌برداری و کمترین میزان سفتی در انتهای نمونه‌برداری مشاهده شد. بطوریکه میزان آن از ۱/۸۶ (کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) در ابتدای نمونه‌برداری، به ۱/۳۴ (کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) در پایان انبارمانی رسید.

---

<sup>۱</sup> Hygroscopy

<sup>۲</sup> López & Arriola



شکل ۴-۱۱ - اثر زمان بر سفتی بافت میوه (مقادیر میانگین خطای استاندارد، SE)

نتایج به دست آمده با نتایج مستوفی و همکاران (۱۳۹۰) که بیان کردند با گذشت زمان میزان سفتی حبه‌ها در انگور سرخ فخری شاهرودی به طور معنی‌داری کاهش یافته است، مطابقت داشت. همچنین برومل و هارپستر<sup>۱</sup> در یک بررسی گزارش کردند کاهش سفتی میوه انگور طی انبارمانی با کاهش همی سلولوز، سلولوز و پکتین همراه شده است و این تغییرات که مشخص کننده نرم شدن میوه است نتیجه افزایش دپلی‌مریزه شدن و تجزیه پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی است. همچنین نتایج حاصل از بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد، که میزان سفتی نمونه‌ها تحت اثر تیمارهای پوششی و همچنین اثر متقابل تیمارهای پوششی × زمان قرار نگرفت. نتایج به دست آمده با نتایج زو و همکاران (۲۰۰۷) که گزارش کردند استفاده از غلظت‌های مختلف کیتوزان و اسانس بذر گریپ فروت، سفتی بافت میوه را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد حفظ می‌کنند، مطابقت نداشت. به نظر می‌رسد کاربرد پوشش خوراکی توام با فیلم بسته‌بندی پلی اتیلن اثر چندانی بر کاهش سفتی طی زمان نگهداری نداشته است.

<sup>۱</sup> Brummell & Harpster

#### ۴-۲-۳ pH عصاره:

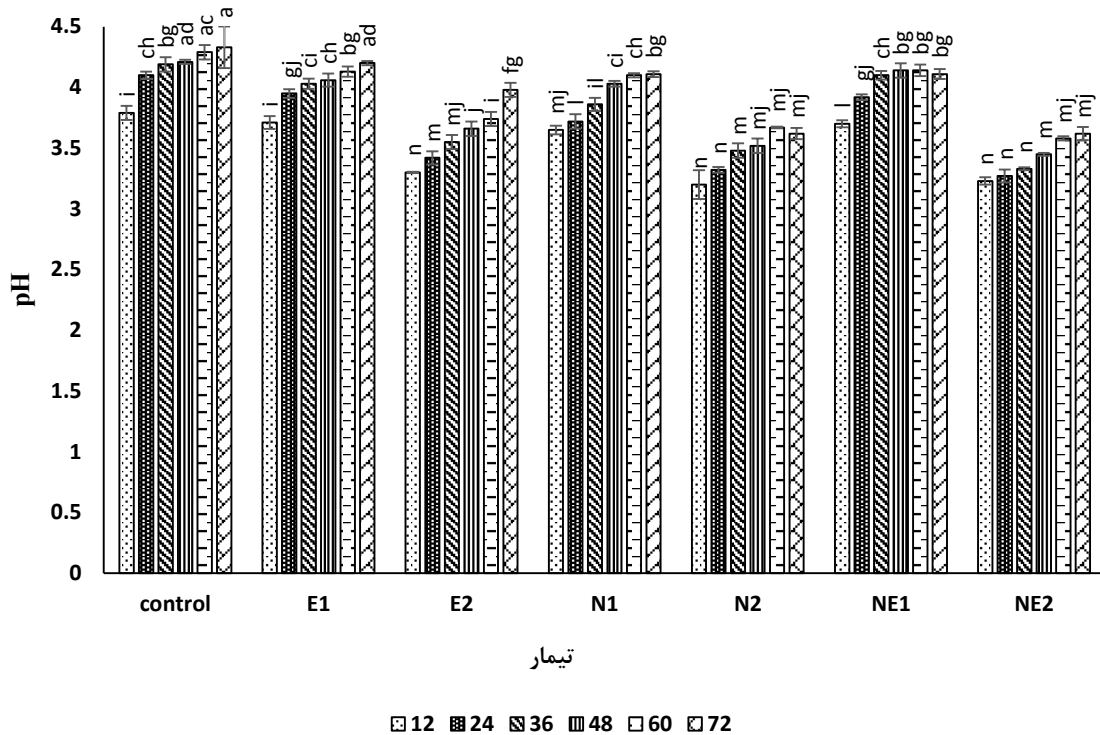
نتایج حاصل از بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد، pH عصاره نمونه‌ها تحت اثرات اصلی زمان، تیمارهای پوششی و همچنین اثر دوجانبه تیمارهای پوششی  $\times$  زمان در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول پیوست ۴). با توجه به شکل (۴-۱۲)، میزان pH در طی زمان روندی افزایشی داشته است. در اولین نمونه برداری، تیمار شاهد بیشترین (۳/۷۹) میزان و تیمار N2 (۳/۲) کمترین میزان pH را به خود اختصاص داد که تفاوت معنی‌داری با تیمار NE2 (۳/۲۳) نداشت. در انتهای نمونه برداری نیز بیشترین میزان pH مربوط به تیمار شاهد (۴/۳۳) و کمترین میزان مربوط به تیمارهای N2 (۳/۶۲) و NE2 (۳/۶۲) می‌باشد. احتمالاً در تمامی تیمارها، اثر ترکیبی تیمار پوششی و فیلم باعث کندتر شدن فرآیند تنفس نسبت به شاهد شده، در نتیجه اسیدهای آلی کمتر استفاده شده و فرآیند تغییر pH کندتر اتفاق می‌افتد.

افزایش قندها و کاهش اسیدها طی نگهداری در برخی از میوه‌ها منجر به افزایش pH می‌شود ولی این افزایش در اکثر میوه‌ها متفاوت می‌باشد، چون علاوه بر اسیدها سایر مواد موجود در میوه نظیر قندها نیز امکان تاثیر بر pH را دارند (راسکین<sup>۱</sup>، ۱۹۹۲). مستوفی و همکاران (۱۳۹۰) نیز با کاربرد کیتوزان روی انگور رقم شاهرودی بیان کردند، با گذشت زمان میزان pH هم در میوه‌های شاهد و هم در میوه‌های تیمار شده با کیتوزان به طور معنی‌داری افزایش یافته است. تهرانی فر و همکاران (۱۳۹۳) نیز با بررسی اثر سالیسیلیک اسید بر ویژگی‌های کیفی انگور رقم عسکری بیان کردند، تغییرات pH میوه‌ها نیز با افزایش دوره انبارداری و افزایش غلظت سالیسیلیک اسید از ۰ به ۲ میلی مولار افزایش معنی‌داری در سطح ۱ درصد نشان داد. غفوری و همکاران (۱۳۹۴) نیز با کاربرد اسانس آویشن در پس از برداشت میوه انار بیان کردند، اسانس آویشن بر pH آب میوه اثر مثبت داشت. با افزایش مدت انبارمندی مقدار pH آب میوه افزایش نشان داد. همچنین گزارش کردند مقدار pH در تیمار شاهد

---

<sup>۱</sup> Raskin

بیشتر از میوه‌های تیمار شده با اسانس آویشن است.



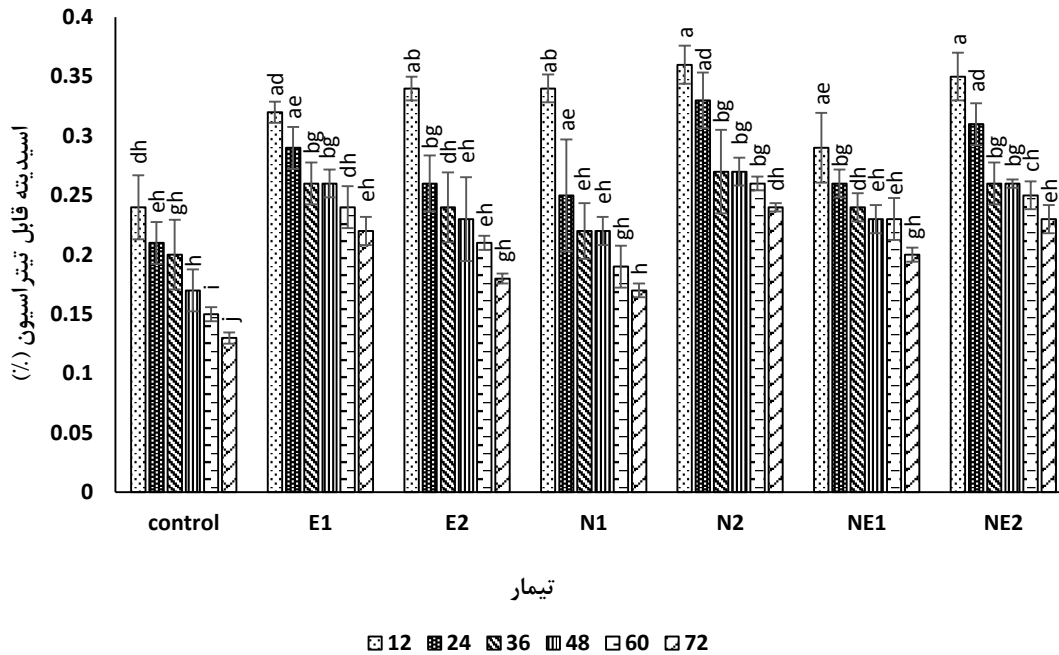
شکل ۴-۱۲ - اثر متقابل تیمارهای پوششی × زمان بر میزان pH (مقادیر میانگین خطای استاندارد، SE) (E1: اسانس آویشن ۷۵ میکرولیتر در لیتر - E2: اسانس آویشن ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر - N1: نانوذله کیتوزان-مریستیک اسید ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر - N2: نانوذله کیتوزان-مریستیک اسید ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر - NE1: ۷۵ میکرولیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوذله کیتوزان-مریستیک اسید - NE2: ۱۵۰ میکرولیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوذله کیتوزان-مریستیک اسید)

#### ۴-۲-۴ اسیدیته قابل تیتراسیون:

نتایج حاصل از بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد، اسیدیته قابل تیتراسیون تحت اثر زمان و همچنین اثر دوجانبه تیمارهای پوششی × زمان در سطح ۱ درصد، و اثر تیمارهای پوششی در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید (جدول پیوست ۴). همانطور که در شکل (۴-۱۳) مشاهده می‌شود، میزان اسیدیته قابل تیتراسیون در طی زمان روندی کاهشی داشته است. در طی دوره نگهداری کمترین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون برای تیمار شاهد ثبت گردید بطوریکه میزان آن ۰/۲۴٪ در ابتدای نگهداری ۱۳٪ در انتهای دوره نگهداری رسید. بیشترین میزان این صفت نیز در ابتدا و انتهای دوره



نگهداری برای تیمار N2 ثبت گردید که البته تفاوت معنی داری با تیمار NE2 مشاهده نشد.



شکل ۴-۱۳ - اثر متقابل تیمارهای پوششی × زمان بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (مقادیر میانگین خطای استاندارد، SE)

E1: اسانس آویشن ۷۵ میکرولیتر در لیتر- E2: اسانس آویشن ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر- N1: نانوزل کیتوزان- مریستیک اسید ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر- NE1: نانوزل کیتوزان- مریستیک اسید ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر- NE2: ۷۵ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوزل کیتوزان- مریستیک اسید- ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوزل کیتوزان- مریستیک اسید)

نتایج به دست آمده با نتایج چمپا<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۵) در طی زمان مطابقت داشت. روند کاهش اسیدیته قابل تیتراسون در طول انبارداری بوسیله آپادهیا و همکاران نیز گزارش شده است. براساس نتایج آنها کاهش اسیدیته در طول انبارداری ناشی از دست یابی به بلوغ و رسیدن است (آپادهیا و همکاران، ۱۹۹۴).

دوآن<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۱) نیز بر این اعتقادند که کاهش در میزان اسیدیته میوه بیانگر رسیدن و

<sup>۱</sup> Champa

<sup>۲</sup> Duan

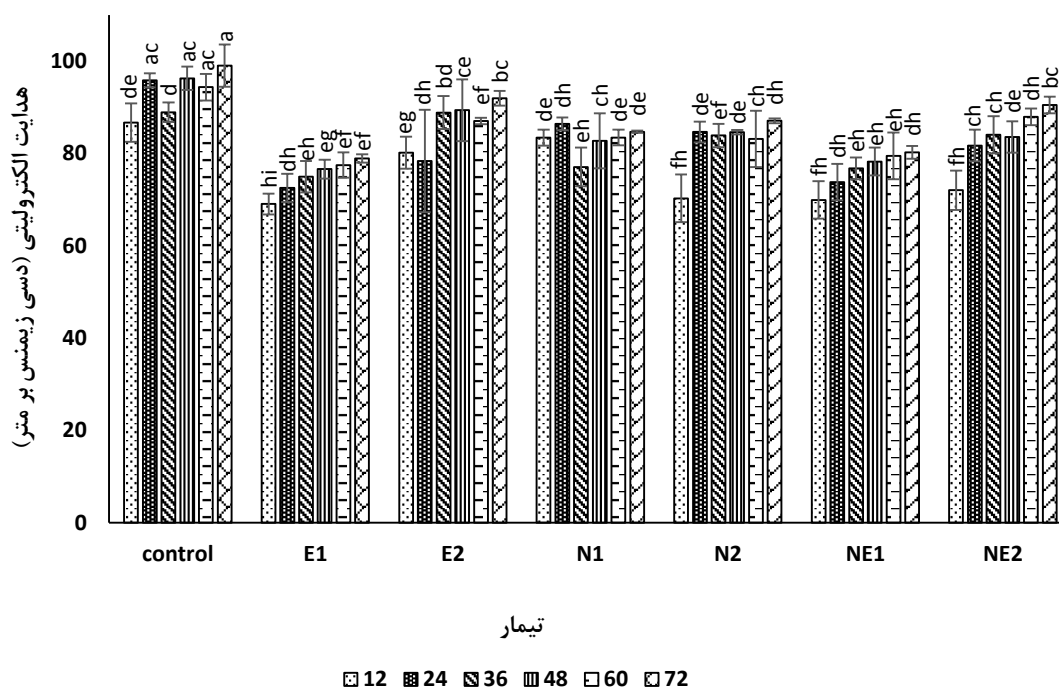
زوال آن است. پوشش‌ها تغییر اسیدیته را کند کرده و به طور موثری رسیدن و زوال آنها را به تعویق می‌اندازد. توپالویک و میکولیک<sup>۱</sup> (۲۰۱۰) گزارش کردند با پیشرفت فرآیند رسیدن میزان اسیدهای آلی میوه انگور کاهش می‌یابد. عشقی و همکاران (۱۳۹۲) با کاربرد پوشش نانوامولسیون حاوی کیتوزان روی میوه توت فرنگی نیز بیان کردند، میزان اسید در میوه توت فرنگی طی زمان نگهداری به ویژه انبارهای با دمای پایین کاهش می‌یابد که می‌تواند به دلیل شکسته شدن اسید به قند در طی تنفس میوه باشد. در میوه‌های پوشش داده شده روند کاهش اسید به آرامی صورت گرفته است که دلیلش کاهش میزان تنفس میوه توت فرنگی نسبت به نمونه‌های شاهد است.

#### ۴-۲-۵ هدایت الکترولیت:

نتایج حاصل از بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد، میزان هدایت الکترولیت تحت اثر زمان در سطح ۱ درصد و اثر دوجانبه تیمارهای پوششی × زمان در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید (جدول پیوست ۴). با توجه به شکل (۴-۱۴)، میزان هدایت الکترولیتی در طی زمان روندی افزایشی داشته است. در نمونه برداری روز دوازدهم، بیشترین میزان هدایت الکترولیتی برای تیمار شاهد (۸۶/۷۱ دسی زیمنس بر متر)، و کمترین میزان آن برای تیمار E1 (۶۹/۱ دسی زیمنس بر متر) مشاهده گردید. همچنین در آخرین نمونه برداری بیشترین میزان هدایت الکترولیتی مربوط به تیمار شاهد (۹۹/۰۸ دسی زیمنس بر متر) و کمترین میزان آن هم مربوط به تیمار E1 (۷۸/۹۵ دسی زیمنس بر متر) بود.

---

<sup>۱</sup> Topalovic & Mikulic



شکل ۴-۱۴ - اثر متقابل تیمارهای پوششی × زمان بر هدایت الکترولیتی (مقادیر میانگین خطای استاندارد، SE)

(E1: اسانس آویشن ۷۵ میکرولیتر در لیتر- E2: اسانس آویشن ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر- N1: نانوزل کیتوزان- مریستیک اسید ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر- N2: نانوزل کیتوزان- مریستیک اسید ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر- NE1: ۷۵ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوزل کیتوزان- مریستیک اسید- NE2: ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوزل کیتوزان- مریستیک اسید)

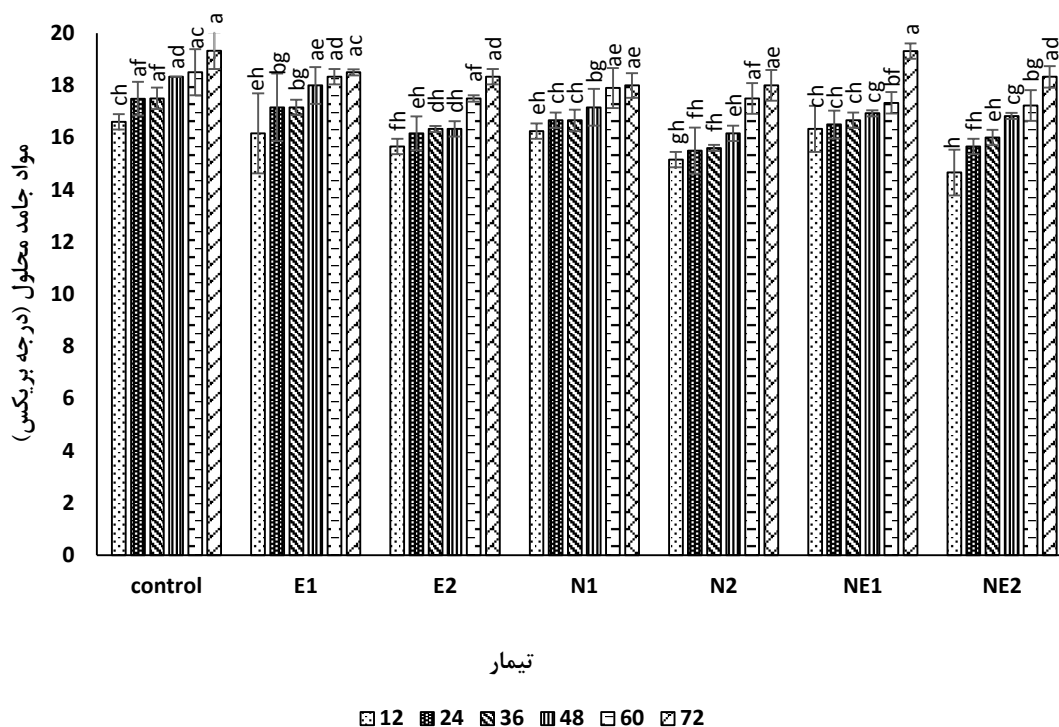
در پژوهشی محمدرضاخانی و پاک کیش<sup>۱</sup> (۲۰۱۵) اثر کاربرد پرولین و آسکوربیک اسید را بر کاهش شاخص سرمازدگی و پروکسید هیدروژن بر انگور رقم تامسون در طی انبارمانی بررسی کردند. در طی انبارمانی و در تمامی تیمارهای به کار گرفته شده آسکوربیک اسید و پرولین، و همچنین تیمار شاهد، نشأت الکترولیت روندی افزایشی داشته است. همچنین آنها بیان کردند شاخص سرمازدگی و نشأت الکترولیت در میوه‌های تیمار شده با پرولین و آسکوربیک اسید به طور موثری نسبت به میوه‌های شاهد پایین‌تر بود. در پژوهش انجام شده توسط صفی زاده (۲۰۱۳) بر کاهش شاخص سرمازدگی و از دست رفتن سفتی میوه‌های لیمو ترش نگهداری شده در دمای سرد، از تیمارهای پوترسین و اسپرمیدین استفاده شد. وی بیان کرد ۴ هفته بعد از نگهداری، افزایش در حفره‌های پوستی به دلیل

<sup>۱</sup> Mohammadrezakhani & Pakkish

شتاب گرفتن نشت الکترولیت بوده است. همچنین اظهار داشت بیشترین درصد نشت الکترولیت برای لیموهای شاهد (۹۱/۶۰) و همچنین لیموهای تیمار شده با پوترسین (۵۵/۶۸) در هفته ششم به دست آمد که در این زمان بین میوه‌های تیمار شده با اسپرمیدین (۴۷/۶۷) و دو تیمار دیگر تفاوت معنی‌داری وجود داشت. غفوری و همکاران (۱۳۹۴) نیز با کاربرد اسانس آویشن در پس از برداشت میوه انار بیان کردند، اسانس آویشن نشت یونی را کاهش داده و با افزایش مدت انبارمانی نشت یونی افزایش یافت. همچنین بیان کردند تاثیر مثبت اسانس آویشن در کاهش خسارت سرمازدگی و نشت یونی در مدت نگهداری در انبار مشاهده شد. سرما در بافت‌های گیاهی باعث کاهش سیالیت غشای سلولی و بروز سرمازدگی در غشاء سلولی آسیب دیده می‌شود که منجر به افزایش نشت یونی از غشاء سلول می‌شود. به نظر می‌رسد اسانس آویشن، با تاثیر در حفظ سیالیت ساختار غشای پلاسمایی و اندامک داخلی از جمله تونوپلاست در دمای پایین مانع از هم پاشیدن آنها شده و در نتیجه باعث کنترل نشت یون‌ها و مواد موجود در واکوئول به سیتوزول و فضاهای سیتوپلاسمی شده است.

#### ۴-۲-۶ میزان مواد جامد محلول:

نتایج حاصل از بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد، میزان مواد جامد محلول کل تحت اثرات اصلی زمان، تیمارهای پوششی و همچنین اثر متقابل دوجانبه تیمارهای پوششی  $\times$  زمان در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول پیوست ۴). همانطور که در شکل (۴-۱۵) ملاحظه می‌شود، میزان مواد جامد محلول در طی زمان روندی افزایشی داشته است. در ابتدای نمونه برداری، کمترین میزان مواد جامد محلول، در تیمار NE2 (درجه بریکس) مشاهده گردید که البته با تیمار N2 (۱۵/۱۶) درجه بریکس) تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. در این زمان بیشترین میزان این صفت، در تیمار شاهد مشاهده گردید که البته تفاوت معنی‌داری با تیمارهای E1 (۱۶/۱۶) درجه بریکس) و NE1 (۱۶/۳۳) درجه بریکس) نداشت. در انتهای نمونه برداری نیز بیشترین میزان مواد جامد محلول برای تیمار شاهد (۱۹/۳۳) درجه بریکس) ثبت گردید که تفاوت معنی‌داری با تیمار NE1 (۱۹/۳۱) درجه بریکس) نشان



شکل ۴-۱۵- اثر متقابل تیمارهای پوششی × زمان بر میزان مواد جامد محلول کل (مقادیر میانگین خطای استاندارد، SE)

(E1): اسانس آویشن ۷۵ میکرولیتر در لیتر- E2: اسانس آویشن ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر- N1: نانوزل کیتوزان- مریستیک اسید ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر - N2: نانوزل کیتوزان- مریستیک اسید ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر- NE1: ۷۵ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوزل کیتوزان- مریستیک اسید- NE2: ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوزل کیتوزان- مریستیک اسید)

محققین در گزارشی در میوه انگور بیان کردند با توجه به نافرازگرا بودن و نداشتن نشاسته، از دست دهی رطوبت منجر به تجمع قندها می شود (چائوهان<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۴). با توجه به نتایج بالا بیشترین میزان مواد جامد محلول در شاهد وجود دارد، اگرچه تیمارها به لحاظ کاهش وزن، از نظر آماری اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند، اما به لحاظ عددی بیشترین کاهش وزن در نمونه های شاهد دیده شد که با نتایج این محققان همراستا است.

<sup>۱</sup> Chauhan

توپالویک و میکولیک (۲۰۱۰) نیز گزارش کردند که افزایش میزان مواد جامد محلول در مرحله رسیدن انگور نتیجه کاهش آب میوه و تجزیه قندهای مرکب و تبدیل آنها به قندهای ساده و همچنین ناشی از هضم سلولی است که در هنگام رسیدن میوه اتفاق می‌افتد. تومولا (۲۰۰۶) نیز بیان کرد، پوشش‌دهی با کیتوزان، تغییراتی که موجب رسیدن محصول می‌شود را آهسته می‌کند. همچنین گزارش کرد، تغییرات صورت گرفته بر میزان مواد جامد محلول کل بسیار اندک است که این امر می‌تواند به دلیل دمای پائین انبار باشد. همینطور میزان اندک اکسیژن در اطراف میوه (به دلیل پوشش‌دهی با کیتوزان) می‌تواند از تجمع قندها جلوگیری نموده و در نتیجه از متابولیسم تبدیل نشاسته به قند نیز جلوگیری کند. بال<sup>۱</sup> (۲۰۱۳) نیز با کاربرد پس از برداشت کیتوزان و کاربرد دمای پایین روی میوه آلو بیان کرد، میزان مواد جامد محلول کل در طی انبارمانی سرد به تدریج افزایش یافته است. همچنین بیان کرد تفاوت معنی‌داری بین میوه‌های تیمار شده با کیتوزان و شاهد در رقم Stanley مشاهده شد اما در رقم Giant این‌طور نبود. در رقم Stanley پس از ۴۰ روز انبارمانی، بالاترین میزان مواد جامد محلول در میوه‌های شاهد (۱۶/۳ درصد) و کمترین میزان در میوه‌های تیمار شده (۱۶/۱ درصد) مشاهده شد. اگرچه در مطالعات دیگر گزارش کردند که، مواد جامد محلول در میوه‌های پایا و زردآلوهای غوطه‌ور در کیتوزان با میزان مواد جامد محلول در میوه‌های تیمار نشده یکسان بود (باوتیستا-بانوز و همکاران، ۲۰۰۳ - قاسم‌نژاد<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۰).

#### ۴-۲-۷ نتایج حاصل از اندازه‌گیری پارامترهای رنگ سنجی:

#### ۴-۲-۷-۱ شاخص $L^*$ :

نتایج حاصل از بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد، کدر شدن و تیرگی میوه‌ها تحت اثرات اصلی زمان، تیمارهای پوششی و اثر دوجانبه تیمارهای پوششی × زمان، در سطح ۱ درصد معنی‌دار

<sup>۱</sup> Bal

<sup>۲</sup> Ghasemnezhad

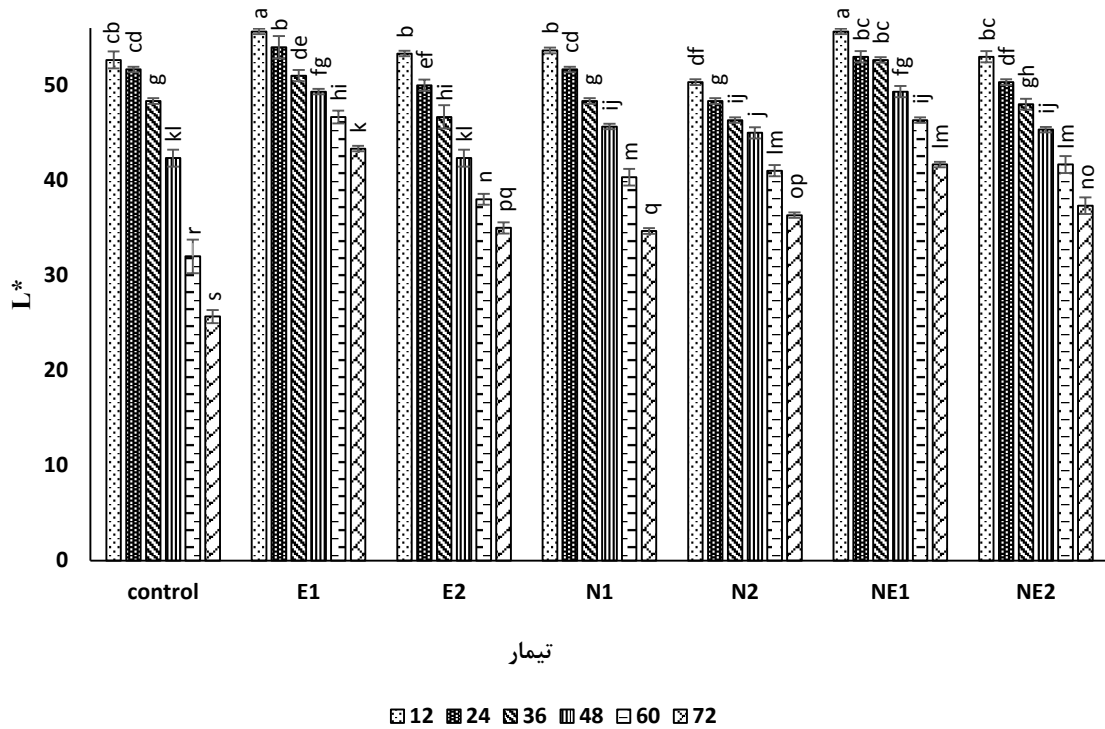
گردید (جدول پیوست ۵). مشاهده شکل (۴-۱۶) نشان می‌دهد با گذشت زمان تیرگی میوه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافته است. این افزایش در نمونه‌های شاهد بیشتر از سایر تیمارها بوده است. بطوریکه مقدار آن از ۵۲/۶۶ در ابتدای نمونه‌برداری به ۲۵/۶۶ در انتهای نمونه‌برداری رسید.

ساپاپ و نیچ<sup>۱</sup> و توکر (۲۰۱۱) اظهار کردند که کاهش شاخص  $L^*$  در انتهای نمونه‌برداری به دلیل توسعه شیشه‌ای شدن در سطح میوه می‌باشد. تومولا و همکاران (۲۰۰۶) نیز گزارش کردند  $L^*$  میوه‌های گوجه فرنگی تیمار شده با کیتوزان تا ۷ روز پس از انبارمانی کاهش یافته و پس از آن تغییرات به کندی صورت گرفته است. همچنین گزارش کردند که گوجه فرنگی‌های تیمار شده با کیتوزان تیرگی کمتری نسبت به شاهد دارند. کاهش  $L^*$  به از دست‌دهی آب بافت انگور مربوط است. با این حال به نظر می‌رسد که کاهش در  $L^*$  در این آزمایش رابطه تنگاتنگی با افزایش میزان قهوه‌ای شدن حبه‌ها داشته است. به نظر می‌رسد افزایش تجمع ترکیبات رنگی (مثل ملانین) که باعث قهوه‌ای شدن بافت‌ها می‌شود منجر به افزایش تیرگی رنگ حبه‌ها شده است (آرتس هرناندز و آگویو<sup>۲</sup>، ۲۰۰۴).

---

<sup>۱</sup> Supapvanich & Tucker

<sup>۲</sup> Artes-Hernandez & Aguayo

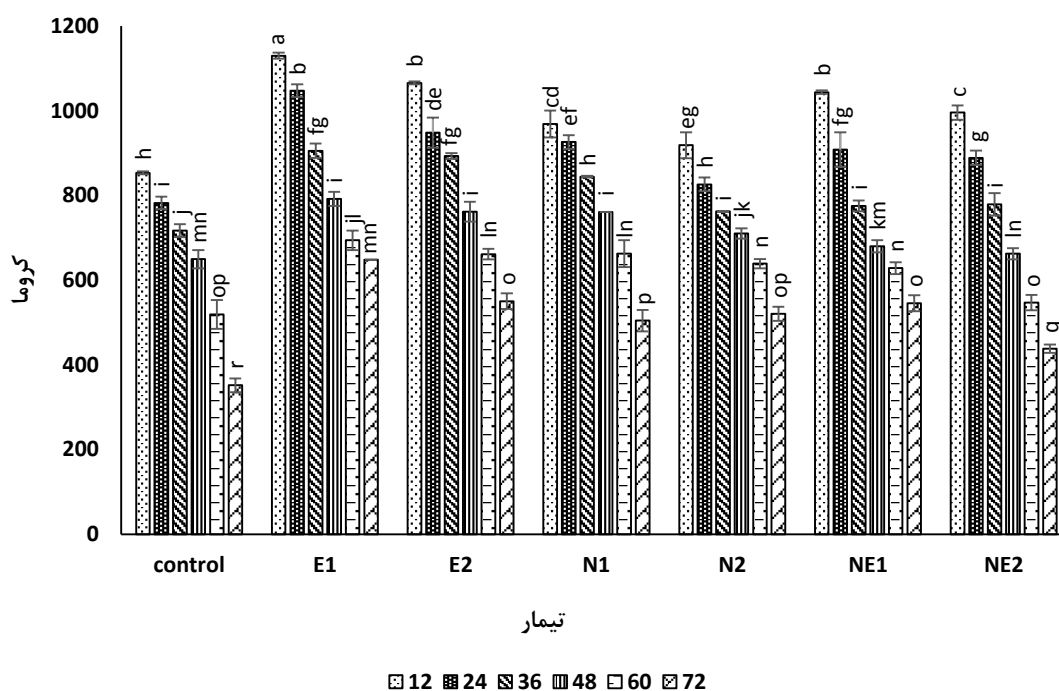


شکل ۴-۱۶ - اثر متقابل تیمارهای پوششی × زمان بر درخشندگی میوه (مقادیر میانگین خطای استاندارد، SE) (E1: اسانس آویشن ۷۵ میکرولیتر در لیتر- E2: اسانس آویشن ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر- N1: نانوزل کیتوزان- مریستیک اسید ۷۵ میکرولیتر در لیتر- N2: نانوزل کیتوزان- مریستیک اسید ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر- NE1: ۷۵ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوزل کیتوزان- مریستیک اسید- NE2: ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوزل کیتوزان- مریستیک اسید)

#### ۴-۲-۷-۲-۴ شاخص کروما:

نتایج حاصل از بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد، شاخص کروما (شدت رنگ) میوه تحت اثرات اصلی زمان، تیمارهای پوششی و اثر دوجانبه تیمارهای پوششی × زمان، در سطح ۱ درصد معنی دار گردید (جدول پیوست ۵). با توجه به شکل (۴-۱۷)، شاخص کروما در تمامی تیمارها در طی زمان کاهش یافته است که این کاهش در شاهد بیشتر از سایر تیمارهاست. در تمامی زمان‌ها، بیشترین میزان کروما مربوط به تیمار E1 و سپس E2 می‌باشد. همچنین تمامی تیمارها میزان کرومای بیشتری را نسبت به شاهد نشان دادند.





شکل ۴-۱۷ - اثر متقابل تیمارهای پوششی × زمان بر شاخص کروما (مقادیر میانگین خطای استاندارد، SE)  
 (E1: اسانس آویشن ۷۵ میکرولیتر در لیتر - E2: اسانس آویشن ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر - N1: نانوزل کیتوزان -  
 مریستیک اسید ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر - N2: نانوزل کیتوزان - مریستیک اسید ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر - NE1: ۷۵  
 میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوزل کیتوزان - مریستیک اسید - NE2: ۱۵۰ میکرولیتر در  
 لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوزل کیتوزان - مریستیک اسید)

رحیمی و همکاران (۱۳۹۳) نیز تاثیر تیمار پوترسین بر کیفیت میوه انگور طی انبارمانی را بررسی کردند. آنها نیز به تاخیر افتادن تغییر در شاخص‌های درخشندگی  $L^*$ ، کروما و هیوانگل را در میوه‌های تیمار شده انگور گزارش کردند. هرماندز - موناژ<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۸) نیز گزارش کردند میزان کروما در میوه‌های شاهد به طور معنی‌داری نسبت به توت فرنگی‌های تیمار شده پائین‌تر است. رایبودی - ماسیلیا<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۸) تفاوت معنی‌داری از لحاظ کروما میان شاهد و پوشش‌های حاوی اسانس در هندوانه‌های برش یافته مشاهده کردند. به عبارت دیگر با گذشت زمان میزان کروما در آنها کاهش یافت. آنها بیان کردند هندوانه‌های برش یافته حاوی پوشش‌های خوراکی اسانس ۰/۳ و ۰/۷ درصد پالماروزا در طی ۲۱ روز انبارمانی بسیار تحت تاثیر قرار گرفته‌اند.

<sup>۱</sup> Hernandez - munoz

<sup>۲</sup> Raybaudi - Massilia

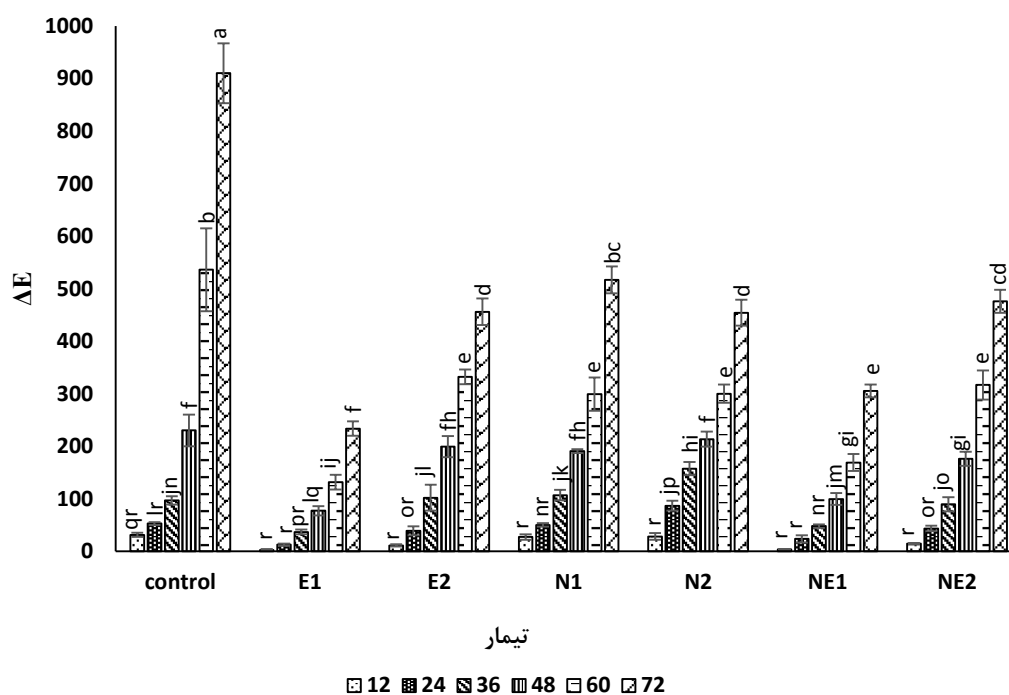
#### ۴-۲-۷-۳ تغییرات رنگ کلی ( $\Delta E$ ):

نتایج حاصل از بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد، تغییرات رنگ کلی نمونه‌ها تحت اثرات اصلی زمان، تیمارهای پوششی و اثر دوجانبه تیمارهای پوششی  $\times$  زمان، در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول پیوست ۵). با توجه به شکل (۴-۱۸)، در تمامی تیمارها، تغییرات رنگ کلی در طی زمان افزایش یافته است و این افزایش در شاهد بیشتر از سایر تیمارهاست (۳۳/۹۱۰ به ۳۱/۱۶). در ابتدای نمونه‌برداری، بیشترین تغییر رنگ مربوط به شاهد (۳۱/۱۶) و کمترین تغییر رنگ مربوط به تیمار E1 (۲/۵) می‌باشد. همچنین در انتهای انبارمانی نیز، بیشترین و کمترین تغییر رنگ کلی مربوط به همین تیمارهاست.

در مورد اختلاف رنگ کل از هر سه مولفه رنگ (L,a,b) استفاده شده است که می‌تواند شاخص مناسب‌تری برای نشان دادن تغییرات رنگ باشد (نوپوینیوونگ<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۰). همچنین گزارش شده است که تاخیر در پیری در اثر کاربرد اسانس‌ها از دلایل کاهش تغییر پذیری رنگ میوه و کاهش شاخص تیرگی است (والرو و همکاران، ۲۰۰۶).

---

<sup>۱</sup> Nopwinyuwong



شکل ۴-۱۸ - اثر متقابل تیمارهای پوششی × زمان بر  $\Delta E$  (مقادیر میانگین خطای استاندارد، SE)  
 E1: اسانس آویشن ۷۵ میکرولیتر در لیتر- E2: اسانس آویشن ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر- N1: نانوزل کیتوزان-  
 مریستیک اسید ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر -N2: نانوزل کیتوزان-مریستیک اسید ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر-NE1: ۷۵  
 میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوزل کیتوزان-مریستیک اسید- NE2: ۱۵۰ میکرولیتر در  
 لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوزل کیتوزان-مریستیک اسید)

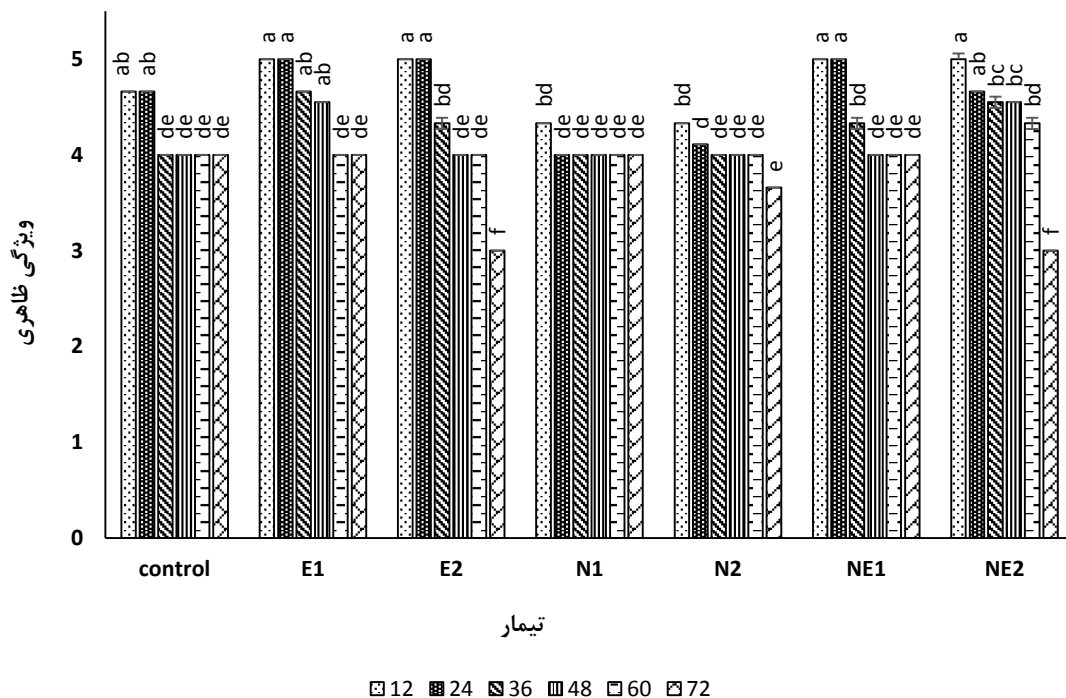
#### ۴-۲-۸ نتایج حاصل از ارزیابی حسی:

#### ۴-۲-۸-۱ ویژگی‌های ظاهری:

نتایج حاصل از بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد، ویژگی‌های ظاهری میوه‌ها تحت اثرات اصلی زمان، تیمارهای پوششی و همچنین اثر دوجانبه تیمارهای پوششی × زمان در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول پیوست ۶). با توجه به شکل (۴-۱۹)، با گذشت زمان کیفیت ظاهری میوه‌ها کاهش یافته است. نتایج به دست آمده با نتایج حاصل از کاهش وزن مطابقت دارد، یعنی با گذشت زمان میوه‌ها آب بیشتری از دست می‌دهند و کیفیت ظاهری آنها نیز کاهش پیدا می‌کند. در طی دوره نگهداری، تیمار E1 نیز بالاترین کیفیت ظاهری را نشان داد. با توجه به نظرات ارزیاب‌ها، کیفیت ظاهری میوه‌ها در پایان دوره نگهداری کاهش یافته است، که در این زمان کمترین امتیاز به تیمارهای

## N2 و NE2 تعلق گرفت.

محققین دلیل حفظ شاخص‌های رنگی میوه را کاهش از دست‌دهی رطوبت، و همچنین کاهش وزن کمتر را دلیلی بر حفظ رنگ محصول بیان کردند (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۳). استفاده از پوشش‌های خوراکی به طور سنتی، به دلیل ماهیت زیست‌سازگاری آنها و با هدف بهبود ظاهر محصول است (زو و همکاران، ۲۰۰۷). در تحقیقی که توسط احمدی و همکاران (۱۳۸۷) روی آلبالو انجام شد، گزارش کردند که استفاده از بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته توانست رنگ میوه‌ها را بهتر حفظ کند.

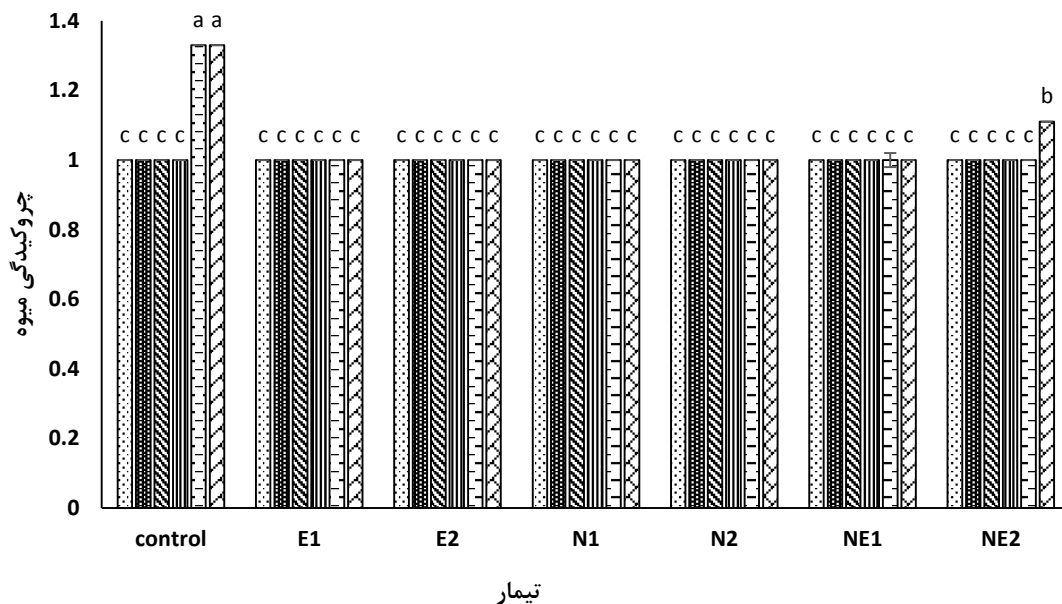


شکل ۴-۱۹ - اثر متقابل تیمارهای پوششی × زمان بر ویژگی‌های ظاهری میوه (مقادیر میانگین خطای استاندارد، SE)

(E1: اسانس آویشن ۷۵ میکرولیتر در لیتر - E2: اسانس آویشن ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر - N1: نانوزل کیتوزان - مریستیک اسید ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر - N2: نانوزل کیتوزان - مریستیک اسید ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر - NE1: ۷۵ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوزل کیتوزان - مریستیک اسید - NE2: ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوزل کیتوزان - مریستیک اسید)

## ۴-۲-۸-۲ چروکیدگی میوه:

نتایج حاصل از بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد، چروکیدگی میوه تحت اثرات اصلی زمان، تیمارهای پوششی و همچنین اثر دوجانبه تیمارهای پوششی × زمان در سطح ۱ درصد معنی دار گردید (جدول پیوست ۶). با توجه به نظر ارزیاب‌ها بیشترین میزان چروکیدگی میوه برای تیمار شاهد (۱/۳۳) در نمونه برداری پنجم و ششم ثبت گردید. همچنین در مورد تیمار NE2 هم بیشترین میزان چروکیدگی در نمونه برداری ششم (۱/۱۱) به دست آمد. باقی تیمارها به طور موثری توانستند میوه را در مقابل چروکیدگی حفظ کنند.



□ 12 ■ 24 ▨ 36 ▩ 48 □ 60 □ 72

شکل ۴-۲۰ - اثر متقابل تیمارهای پوششی × زمان بر چروکیدگی میوه (مقادیر میانگین خطای استاندارد، SE) (E1: اسانس آویشن ۷۵ میکرولیتر در لیتر - E2: اسانس آویشن ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر - N1: نانوزل کیتوزان - مریستیک اسید ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر - N2: نانوزل کیتوزان - مریستیک اسید ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر - NE1: ۷۵ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوزل کیتوزان - مریستیک اسید - NE2: ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوزل کیتوزان - مریستیک اسید)

خصوصیات فیزیکی انگور بر مدت زمان خشکیدگی اثر می‌گذارد. حبه‌های بزرگتر و با پوست ضخیم‌تر در زمان طولانی‌تری خشک می‌شوند. بعضی از ارقام نسبت به برخی دیگر چهار مرتبه کندتر

خشک می‌شوند (تورجی<sup>۱</sup>، ۲۰۰۴). چروکیدگی میوه در اثر از دست دادن رطوبت در طول دوره انبارمانی به دلیل میزان رطوبت نسبی پائین می‌باشد (تومولا، ۲۰۰۶). سابیر و کارا<sup>۲</sup> (۲۰۱۱) نیز نشان دادند کاربرد ترکیبی تیمار MAP همراه با عسل، باعث بهبود این صفت و افزایش عمر پس از برداشت انگور شد. مشخص شده است که رابطه مستقیمی بین چروکیدگی حبه‌ها و از دست دادن آب وجود دارد و برای اینکه حبه‌های انگور چروکیدگی شدیدی نشان بدهند بایستی بیش از ۵ الی ۶ درصد آب از دست بدهند (نلسون، ۱۹۷۶).

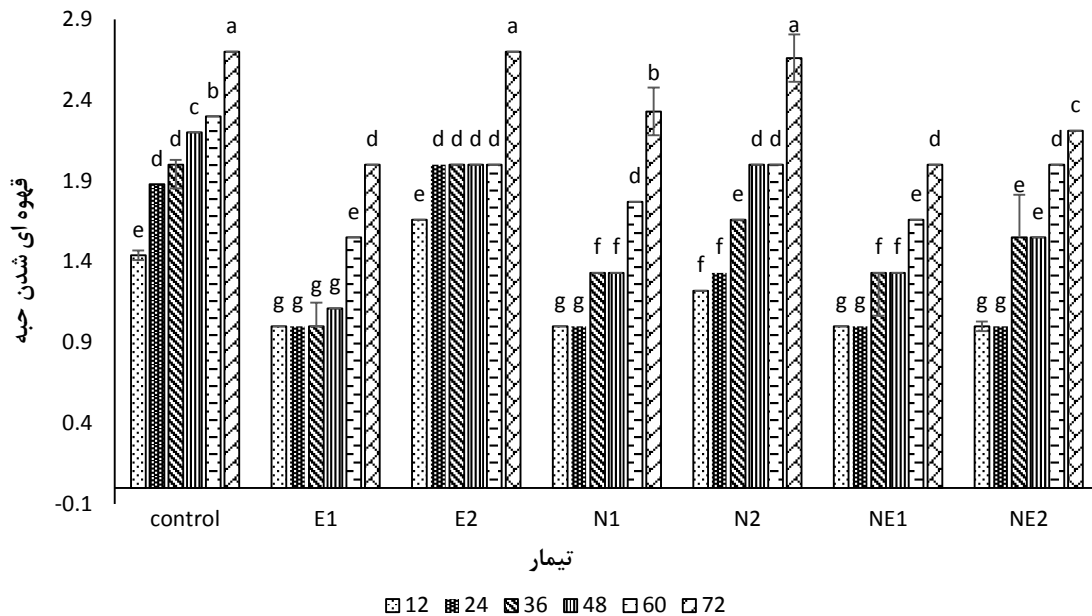
#### ۴-۲-۸-۳ قهوه‌ای شدن حبه:

نتایج حاصل از بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد، قهوه‌ای شدن حبه‌ها تحت اثرات اصلی زمان، تیمارهای پوششی و همچنین اثر دوجانبه تیمارهای پوششی  $\times$  زمان در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول پیوست ۶). با گذشت زمان قهوه‌ای شدن حبه‌ها افزایش یافته است. در انتهای نمونه‌برداری کمترین میزان قهوه‌ای شدن حبه (۲) برای تیمارهای E1 و NE1 و بیشترین میزان هم برای تیمارهای شاهد و E2 ثبت گردید.

---

<sup>۱</sup> Tourjee

<sup>۲</sup> Sabir & Kara



شکل ۴-۲۱- اثر متقابل تیمارهای پوششی × زمان بر قهوه‌ای شدن حبه (مقادیر میانگین خطای استاندارد، SE)

(E1: اسانس آویشن ۷۵ میکرولیتر در لیتر- E2: اسانس آویشن ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر- N1: نانوزل کیتوزان- مریستیک اسید ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر- N2: نانوزل کیتوزان- مریستیک اسید ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر- NE1: ۷۵ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوزل کیتوزان- مریستیک اسید- NE2: ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوزل کیتوزان- مریستیک اسید)

قهوه‌ای شدن توسط واکنش‌های آنزیمی و غیر آنزیمی که در زمان دهیدراسیون سلولی آغاز می‌شوند، ایجاد می‌شود. رنگ قهوه‌ای نتیجه تولید رنگیزه‌های ملانین قهوه‌ای- سیاه، با آنزیم پلی فنل اکسیداز است. قهوه‌ای شدن در پوست آغاز شده و به دنبال آن بذرها نیز قهوه‌ای می‌گردند. قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی یک پروسه آرام‌تر است که در اثر واکنش قند و پروتئین اتفاق می‌افتد (تورجی، ۲۰۰۴). اکسیداسیون فنل‌ها منجر به قهوه‌ای شدن می‌شود (زاوالا<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۴). اثرات اسانس آویشن کوهی بر انگور رقم ریش‌بابا در غلظت‌های ۲۵۰ و ۵۰۰ میکرولیتر بر لیتر در مقایسه با شاهد، صفاتی همچون قهوه‌ای شدن حبه‌ها و مقدار مواد جامد محلول را حفظ می‌کند (جلیلی مرندی<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۱).

<sup>۱</sup> Zavala

<sup>۲</sup> Jalili marandi

#### ۴-۲-۸-۴ طعم و مزه:

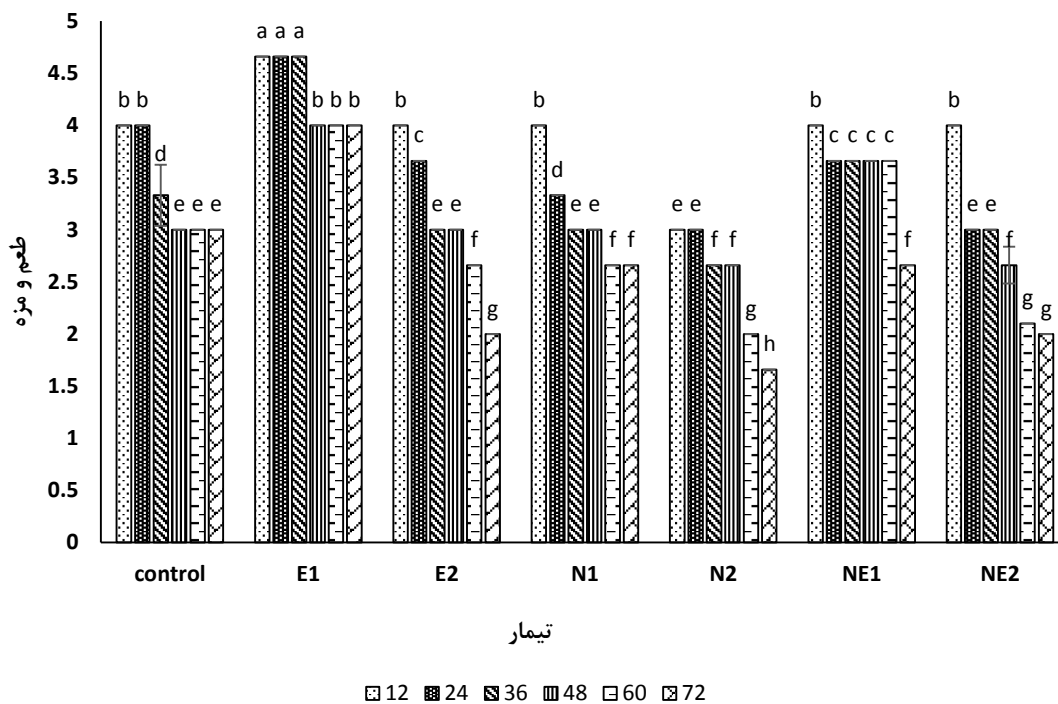
نتایج حاصل از بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد، طعم و مزه تحت اثرات اصلی زمان، تیمارهای پوششی و همچنین اثر دوجانبه تیمارهای پوششی  $\times$  زمان در سطح ۱ معنی دار گردید (جدول پیوست ۶). با توجه به شکل (۴-۲۲)، طعم و مزه میوه انگور در تمامی تیمارها، در طی زمان روندی کاهشی داشته است. با توجه به نظر ارزیابها در تمامی زمانها، تیمار E1 بهتر از سایر تیمارها توانست طعم و مزه میوه انگور را حفظ کند. اسانسها پوششهای خوراکی هستند که اگر در غلظت‌های مناسب به کار روند، بر طعم میوه اثر نامطلوب نخواهند گذاشت. همچنین در تمامی زمانها، کمترین امتیاز در مورد طعم و مزه به تیمار N2 تعلق گرفت که البته در بعضی زمانها تفاوت معنی‌داری با تیمار NE2 نداشت.

دوام عطر قوی ترکیبات طبیعی نظیر اسانسها، می‌تواند از عوامل محدود کننده استفاده از این مواد باشد. زیرا اغلب آثار باقی مانده از آنها با عطر و طعم محصولات غذایی متفاوت است (سرانو و همکاران، ۲۰۰۸). چین<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۷) نیز گزارش کردند طعم گوشت انبه پوشش داده شده با کیتوزان پس از ۷ روز نگهداری به طور معنی‌داری کاهش یافت.

---

<sup>۱</sup> Chien





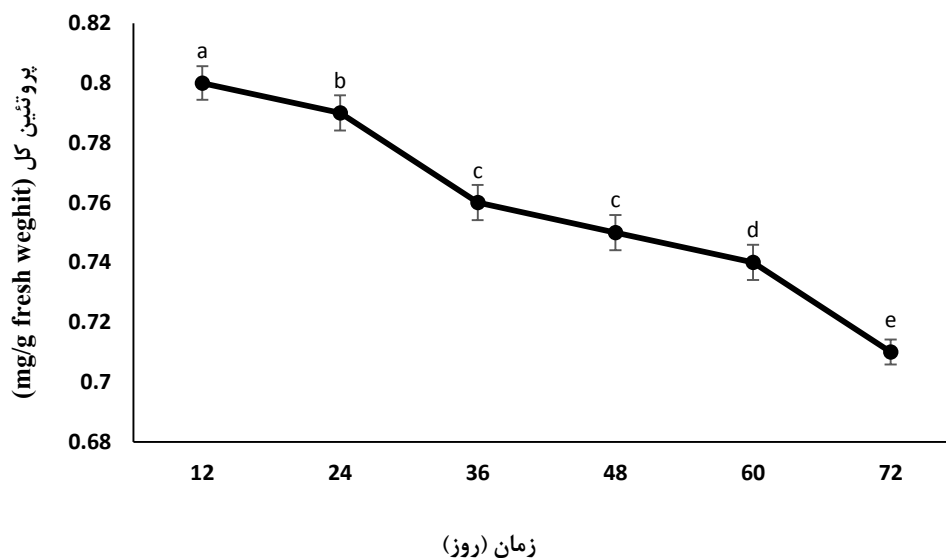
شکل ۴-۲۲ - اثر متقابل تیمارهای پوششی × زمان بر طعم و مزه (مقادیر میانگین خطای استاندارد، SE)  
 (E1: اسانس آویشن ۷۵ میکرولیتر در لیتر- E2: اسانس آویشن ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر- N1: نانوزل کیتوزان-  
 مریستیک اسید ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر - N2: نانوزل کیتوزان-مریستیک اسید ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر- NE1: ۷۵  
 میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوزل کیتوزان-مریستیک اسید- NE2: ۱۵۰ میکرولیتر در  
 لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوزل کیتوزان-مریستیک اسید)

### ۳-۴ نتایج حاصل از ارزیابی صفات بیوشیمیایی:

#### ۱-۳-۴ پروتئین کل:

نتایج حاصل از بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد، میزان پروتئین کل تحت اثر ساده زمان در سطح ۱ درصد معنی دار گردید (جدول پیوست ۷). با توجه به شکل (۴-۲۳)، میزان پروتئین کل در تمامی تیمارها در طی زمان روندی کاهشی داشته است بطوریکه از (۰/۸ mg/kg fresh weight) در ابتدای دوره نگهداری به (۰/۷۱ mg/kg fresh weight) در انتهای این دوره رسید. بیشترین میزان پروتئین کل در نمونه برداری روز دوازدهم و کمترین میزان آن در انتهای دوره نگهداری به دست آمد. پروتئولیز و تخریب پروتئین سبب پیری بافت می شود، هر عاملی که بتواند سبب کاهش این روند شود

پیری را به تاخیر می‌اندازد (جانوسکا و استانسکا<sup>۱</sup>، ۲۰۱۱). موسوی زاده و همکاران (۲۰۱۱) نیز بیان کردند اسانس‌های گیاهی خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارند که این خاصیت ناشی از وجود ترکیبات فنلیک است که مانع از تخریب ساختار پروتئین می‌شود.

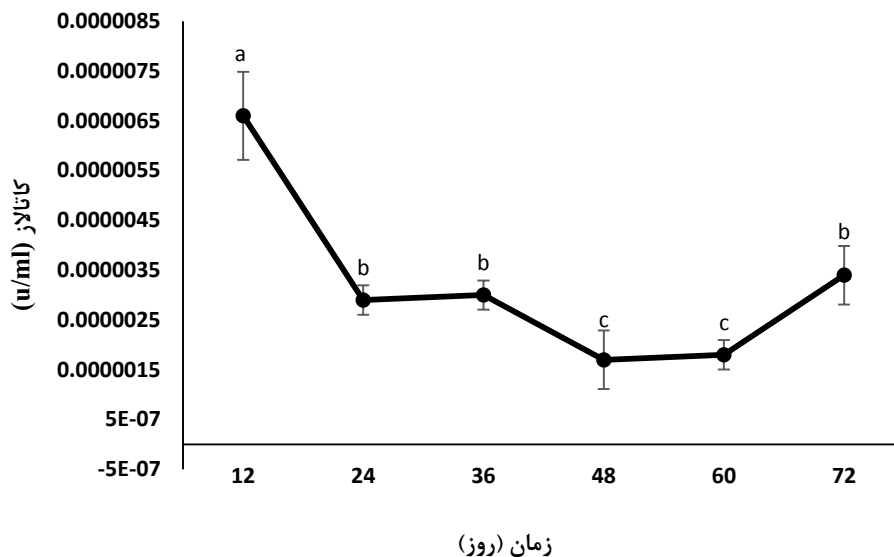


شکل ۴-۲۳ - اثر زمان بر میزان پروتئین کل (مقادیر میانگین خطای استاندارد، SE)

#### ۴-۳-۲ فعالیت آنزیم کاتالاز:

نتایج حاصل از بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد، میزان فعالیت آنزیم کاتالاز با اثر ساده زمان در سطح ۱ تحت تاثیر قرار گرفت (جدول پیوست ۷). همچنین فعالیت این آنزیم تحت اثر تیمارهای پوششی و اثر دوجانبه تیمارهای پوششی × زمان قرار نگرفت. با توجه به شکل (۴-۲۴)، میزان فعالیت این آنزیم در طی زمان روندی کاهشی داشته است. بطوریکه بیشترین میزان فعالیت این آنزیم در ابتدای نمونه برداری (۰/۰۰۰۰۰۶۵ u/ml) و کمترین میزان آن در نمونه برداری چهارم (۰/۰۰۰۰۰۱۸ u/ml) به دست آمد که البته تفاوت معنی داری با نمونه برداری پنجم نشان نداد.

<sup>۱</sup> Janowska & Stanecka



شکل ۴-۲۴ - اثر زمان بر فعالیت آنزیم کاتالاز (مقادیر میانگین خطای استاندارد، SE)

اصغری و همکاران (۱۳۹۴) کاربرد پس از برداشت اسید سالیسیلیک و ژل آلونته‌ورا را بر عمر پس از برداشت انگور رقم قزل اوزوم بررسی کردند. آنها بیان کردند میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در طی انبارداری کاهش یافته است. کوشش صبا و همکاران (۱۳۹۳) نیز با بررسی فعالیت ضد اکسایشی میوه زردآلو در شرایط نگهداری در سردخانه بیان کردند، فعالیت آنزیم کاتالاز در طول نگهداری میوه روند مشخصی داشته و تفاوت معنی‌داری بین زمان‌های مختلف مشاهده گردید. میانگین کاتالاز دارای بیشترین مقدار در ابتدای آزمایش بوده و پس از آن روند کاهشی نشان داده است. پيله و همکاران (۱۳۹۴) نیز گزارش کردند در طی مدت نگهداری میزان فعالیت آنزیم کاتالاز میوه انگور رقم بی دانه سفید کاهش یافته است. لارا<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۹) نیز بیان کردند که میزان فعالیت آنزیم کاتالاز میوه به تدریج تحت شرایط تنش سرمایی در طی دوره نگهداری کاهش می‌یابد.

<sup>۱</sup> Lara

### ۴-۳-۳ فعالیت آنزیم گوائیکول پروکسیداز:

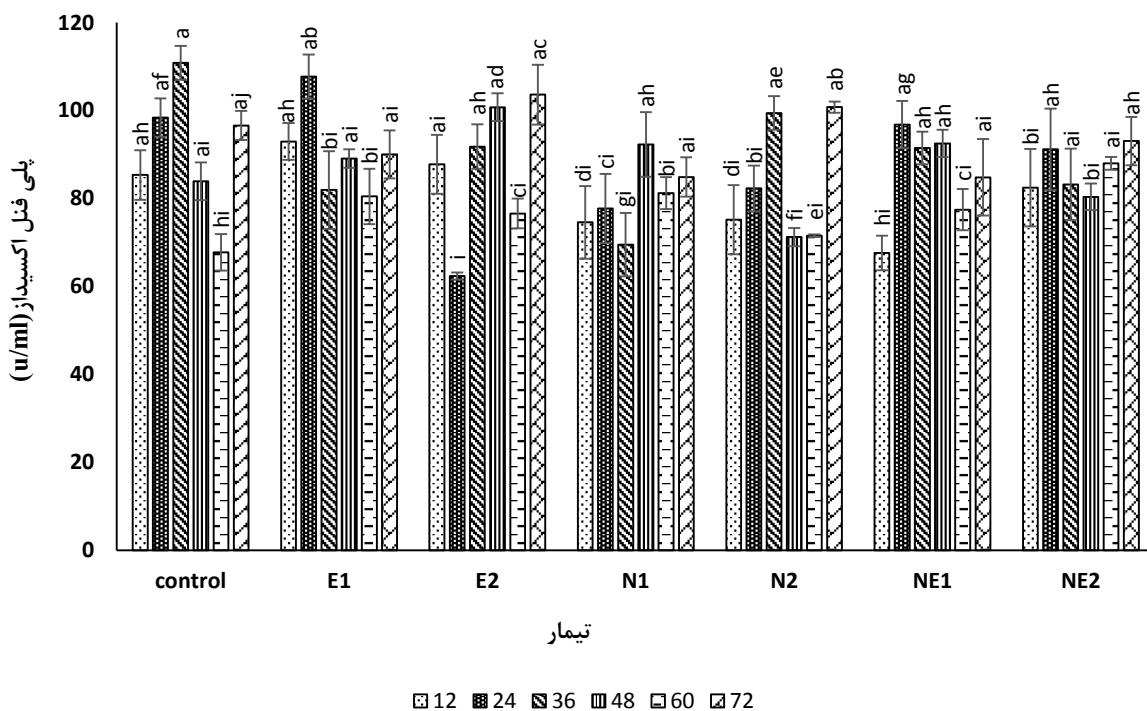
نتایج حاصل از بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد، که میزان فعالیت آنزیم گوائیکول پروکسیداز تحت تاثیر زمان، تیمارهای پوششی و اثر متقابل تیمارهای پوششی × زمان قرار نگرفت (جدول پیوست ۷).

### ۴-۳-۴ فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز:

نتایج حاصل از بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد، میزان فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز با اثر ساده زمان در سطح ۵ درصد و اثر تیمارهای پوششی × زمان در سطح ۱ درصد تحت تاثیر قرار گرفت (جدول پیوست ۷). با توجه به شکل (۴-۲۵)، میزان فعالیت این آنزیم در انتهای نمونه برداری افزایش داشته است. این افزایش احتمالا به دلیل تنش ناشی از دمای پایین اتفاق افتاده است. بیشترین میزان پلی فنل اکسیداز در انتهای نمونه برداری برای تیمار E2 (۱۰۳/۶۲ u/ml) و کمترین میزان این آنزیم در انتهای نمونه برداری نیز برای تیمار NE1 (۸۴/۸ u/ml) ثبت گردید. با توجه به نمودار، تیمارهای E1, N1, NE1 باعث حفظ بهتر ساختار بافت میوه شده و ممانعت بیشتری را در برابر اکسیژن، نسبت به باقی تیمارها نشان دادند. کاهش فعالیت این آنزیم پس از برداشت و انتقال به سردخانه احتمالا به دلیل تاثیر دمای پایین سردخانه بوده ولی در طی نگهداری با گذشت زمان نگهداری فعالیت این آنزیم بخاطر شروع پیری میوهها افزایش می یابد (پيله و همکاران، ۱۳۹۴).

آنزیم پلی فنل اکسیداز یک آنزیم اکسیداتیوی می باشد و به سبب اکسیداسیون موجب قهوه‌ای شدن بافت میوهها می گردد (جلیلی مرندي، ۲۰۱۱). اصغری و همکاران (۱۳۹۲) با کاربرد تیمار آب گرم برای بررسی فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز و برخی خواص کیفی و عمر انباری انگور رقم بی دانه سفید، بیان کردند که میزان فعالیت این آنزیم در همه تیمارها افزایش قابل توجهی داشته است. منگ و همکاران (۲۰۰۸) نیز بیان کردند در پایان انبارمانی انگورها، فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز در میوههای شاهد و میوههای تیمار شده با کیتوزان در بعد از برداشت، کاهش پیدا کرد اما در میوههای

تیمار شده با ترکیبی از اسپری قبل از برداشت کیتوزان و پوشش کیتوزان در بعد از برداشت افزایش معنی داری یافت. همچنین آنها بیان کردند فعالیت این آنزیم در طول نگهداری در همه تیمارها افزایش یافت. در تحقیق انجام شده توسط پیله و همکاران (۱۳۹۴) بر انگور رقم بیدانه سفید بیان کردند که با تاخیر در زمان برداشت مقدار فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز بصورت معنی داری افزایش ولی در طی انبارداری ابتدا کاهش و سپس افزایش یافت.



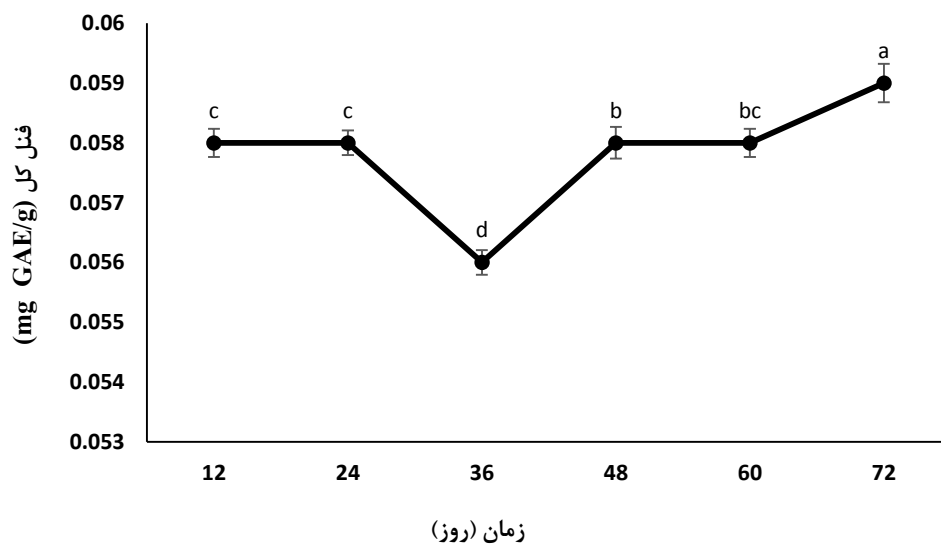
شکل ۴-۲۵ - اثر متقابل تیمارهای پوششی × زمان بر میزان فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز (مقادیر میانگین خطای استاندارد، SE)

(E1: اسانس آویشن ۷۵ میکرولیتر در لیتر- E2: اسانس آویشن ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر- N1: نانوزل کیتوزان- مریستیک اسید ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر - N2: نانوزل کیتوزان- مریستیک اسید ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر- NE1: ۷۵ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوزل کیتوزان- مریستیک اسید- NE2: ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوزل کیتوزان- مریستیک اسید)

#### ۴-۳-۵ فنل کل:

نتایج حاصل از بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد، میزان فنل کل تحت اثرات اصلی زمان و تیمارهای پوششی در سطح ۱ درصد معنی دار گردید (جدول پیوست ۸). همانطور که در شکل (۴-۴)

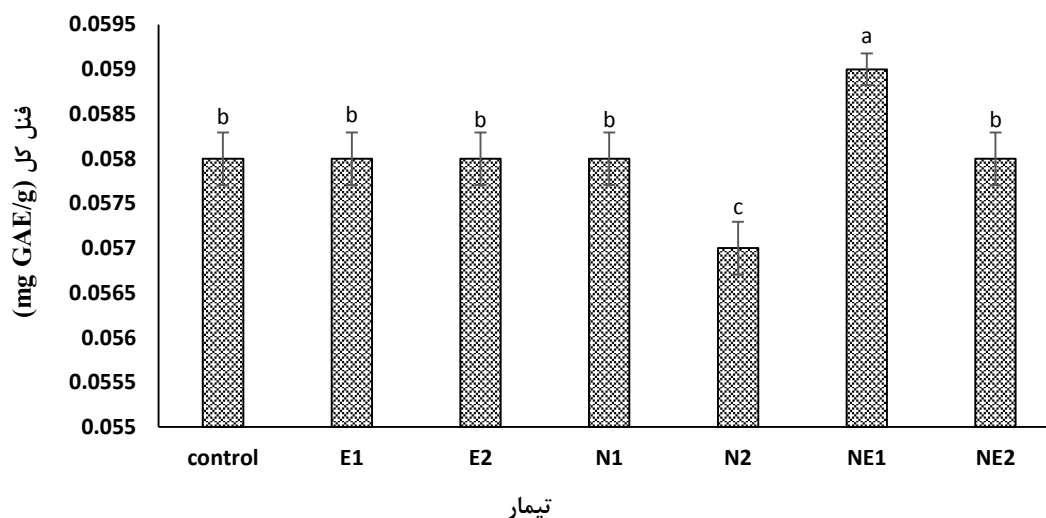
۲۶) مشاهده می‌شود، محتوی فنل کل در ابتدای انبارمانی روندی کاهشی داشته (۰/۰۵۶ mg GAE/g) به ۰/۰۵۸) و سپس در پایان انبارمانی افزایش یافته است (۰/۰۵۹ mg GAE/g). بیشترین میزان فنل کل در پایان انبارمانی به دست آمد (۰/۰۵۹ mg GAE/g) و کمترین میزان آن مربوط به نمونه برداری سوم بود (۰/۰۵۶ mg GAE/g). میزان فنل کل برای باقی زمان‌ها تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشت.



شکل ۴-۲۶ - اثر زمان بر میزان فنل کل (مقادیر میانگین خطای استاندارد، SE)

با توجه به شکل (۴-۲۷)، کمترین میزان فنل کل در تیمار N2 (۰/۰۵۷) و بیشترین میزان فنل

کل در تیمار NE1 (۰/۰۵۹) مشاهده گردید. باقی تیمارها نیز تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند.



شکل ۴-۲۷ - اثر تیمارهای پوششی بر میزان فنل کل (مقادیر میانگین خطای استاندارد، SE)

(E1: اسانس آویشن ۷۵ میکرولیتر در لیتر - E2: اسانس آویشن ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر - N1: نانوذله کیتوزان - مریستیک اسید ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر - N2: نانوذله کیتوزان - مریستیک اسید ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر - NE1: ۷۵ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوذله کیتوزان - مریستیک اسید - NE2: ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوذله کیتوزان - مریستیک اسید)

محتوی فنلی در گیاهان به عنوان یک مکانیسم دفاعی برای مقابله با گونه‌های اکسیژن و ممانعت از آسیب‌های سلولی و مولکولی عمل می‌کند (کیدیر<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۹). بالا بودن ترکیبات فنلی می‌تواند از رشد میسلیوم‌های قارچی بر میوه انگور جلوگیری کند و میزان آلودگی را کاهش دهد (تسزلاک<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۵). شیری و همکاران (۲۰۱۳) نیز در تحقیقی که بر روی انگور رقم شاهرودی به منظور بهبود ماندگاری و کیفیت بعد از برداشت آن با کاربرد پوشش کیتوزان انجام دادند، گزارش کردند، محتوی فنل کل در طول ذخیره سازی ابتدایی کاهش معناداری را نشان داده است و سپس در مراحل پایانی افزایش یافته است. منگ و همکاران (۲۰۰۸) پاسخ فیزیولوژیکی انگور تازه‌خوری را به اسپری قبل از برداشت کیتوزان و پوشش دادن با کیتوزان در طول ذخیره سازی را

<sup>۱</sup> Kadir

<sup>۲</sup> Teszla

بررسی کردند. آنها بیان کردند محتوی فنل کل در میوه‌های تیمار شده با کیتوزان در قبل از برداشت، ابتدا کاهش و سپس در انتهای دوره ذخیره سازی افزایش یافته است. همچنین آنها بیان کردند در دمای صفر درجه سانتیگراد و همچنین ماندگاری، محتوی فنل کل در همه تیمارها کاهش و سپس افزایش یافته است.

#### ۴-۳-۶ خاصیت آنتی اکسیدانی:

نتایج حاصل از بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد، خاصیت آنتی اکسیدانی تحت اثرات اصلی زمان، تیمارهای پوششی و همچنین اثر دوجانبه تیمارهای پوششی  $\times$  زمان در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول پیوست ۸). با توجه به شکل (۴-۲۸)، تقریباً در تمامی تیمارها بجز شاهد بیشترین خاصیت آنتی اکسیدانی در ابتدای نمونه‌برداری مشاهده گردید. در انتهای نمونه‌برداری بیشترین خاصیت آنتی اکسیدانی مربوط به تیمار NE1 بود که البته تفاوت معنی‌داری با تیمار N2 نشان نداد. همچنین در ابتدا و انتهای نمونه‌برداری تمامی تیمارها بهتر از شاهد توانستند خاصیت آنتی اکسیدانی را حفظ کنند. خاصیت آنتی اکسیدانی در انتهای نمونه‌برداری روندی افزایشی داشته است بنابراین احتمال می‌رود، تنش وارده به میوه که ناشی از دمای پایین می‌باشد، باعث افزایش آنتی اکسیدان‌ها در میوه جهت مقابله با این تنش شده باشد.

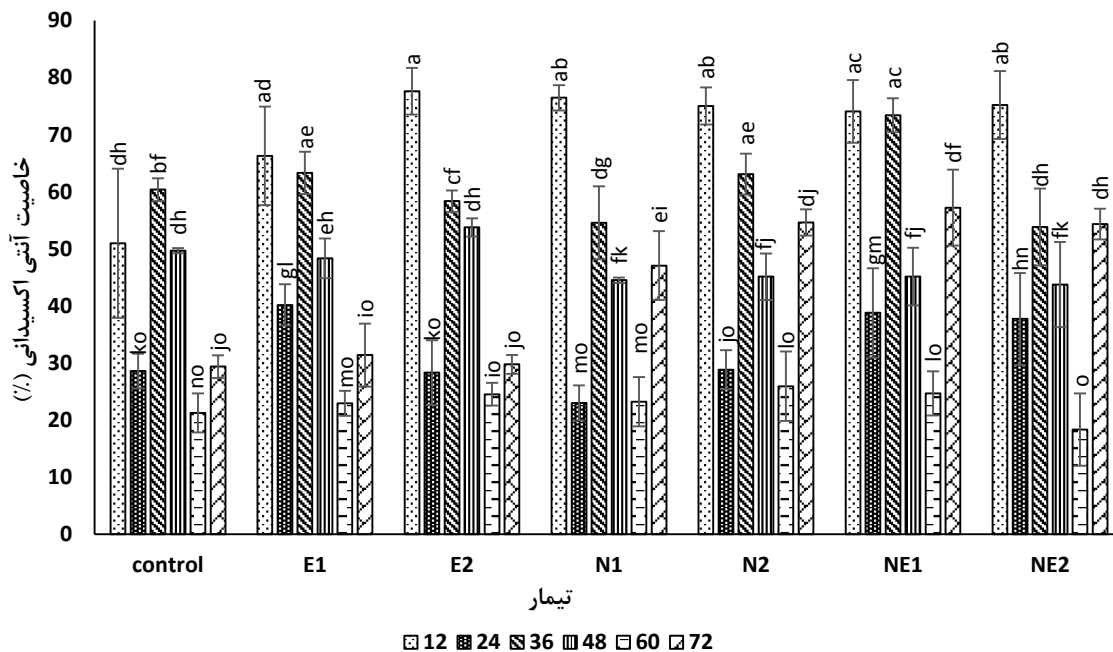
طی زمان نگهداری فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها کاهش می‌یابد که این روند به دلیل محافظت سلول در برابر آسیب‌های ناشی از رادیکال‌های آزاد است (کلبک<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۹). شیری و همکاران (۲۰۱۳) نیز گزارش کردند که ظرفیت آنتی اکسیدانی به طور معنی‌داری در طی ۶۰ روز نگهداری کاهش (۳/۳۶ به ۵۵/۸ درصد) و سپس در انتهای نگهداری افزایش (۳/۴۰ درصد) داشته است. همچنین بیان کردند میوه‌های تیمار شده با کیتوزان ظرفیت آنتی اکسیدانی بالاتری را نسبت به شاهد نشان دادند. عشقی و همکاران (۲۰۱۴) نیز در بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی، محتوی فنل کل

---

<sup>۱</sup> Kelebek



و محتوی آنتوسیانین در ۳۵ گونه انگور (ویتیس وینیفر) بیان کردند، فعالیت آنتی اکسیدانی با بالاترین درجه (۰/۹۱) با محتوی فنل کل، آنتوسیانین (۰/۷۴) و ویتامین C (۰/۲۳) همبستگی دارد.



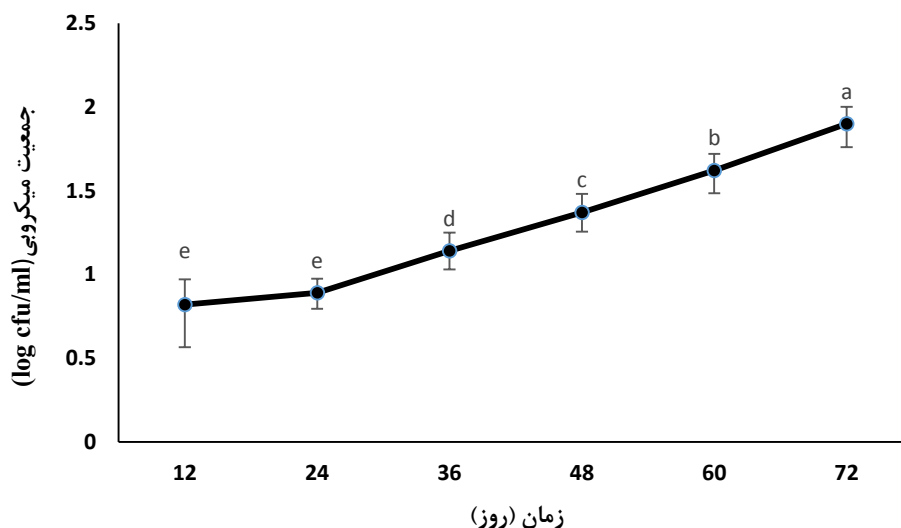
شکل ۴-۲۸ - اثر متقابل تیمارهای پوششی × زمان بر خاصیت آنتی اکسیدانی میوه (مقادیر میانگین خطای استاندارد، SE)

E1: اسانس آویشن ۷۵ میکرولیتر در لیتر - E2: اسانس آویشن ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر - N1: نانوزل کیتوزان - مریستیک اسید ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر - N2: نانوزل کیتوزان - مریستیک اسید ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر - NE1: ۷۵ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوزل کیتوزان - مریستیک اسید - NE2: ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوزل کیتوزان - مریستیک اسید

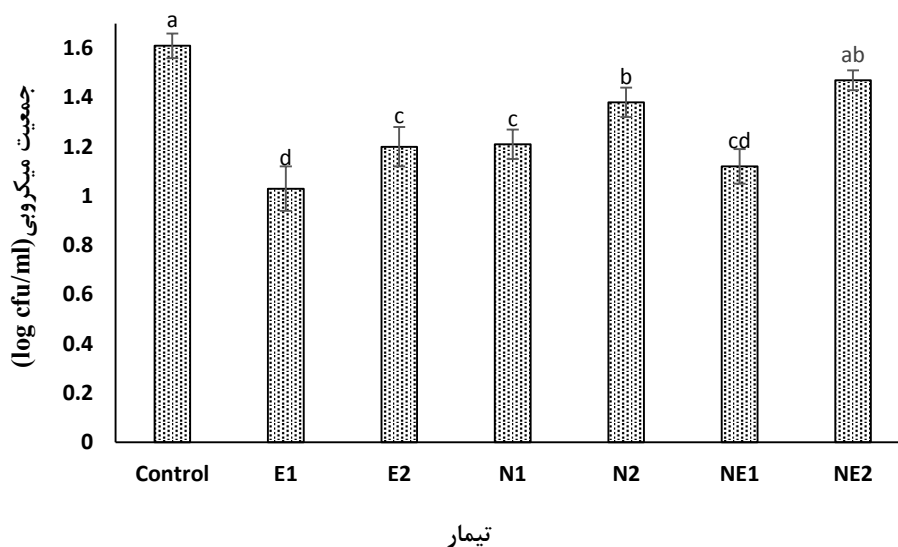
### ۴-۳-۷ جمعیت میکروبی:

نتایج حاصل از بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد، جمعیت میکروبی تحت اثرات ساده زمان و تیمارهای پوششی در سطح ۱ درصد معنی دار گردید (جدول پیوست ۹). همانطور که قابل انتظار بود و جدول مقایسه میانگین نشان داد، جمعیت باکتری‌های موجود در نمونه‌ها در طول زمان افزایش یافت (شکل ۴-۲۹)، بطوریکه میزان آن از  $0.82 \log cfu/ml$  در ابتدای نمونه‌برداری به  $1/9 \log cfu/ml$  در انتهای نمونه‌برداری رسید. در مورد تیمارهای پوششی، همانطور که قابل انتظار بود، بیشترین میزان

جمعیت میکروبی مربوط به تیمار شاهد ( $1/61 \log cfu/ml$ ) و کمترین میزان مربوط به تیمار E1 ( $1/03 \log cfu/ml$ ) بود که تفاوت معنی داری را با تیمار NE1 ( $1/12 \log cfu/ml$ ) نشان نداد (شکل ۴-۳۰).



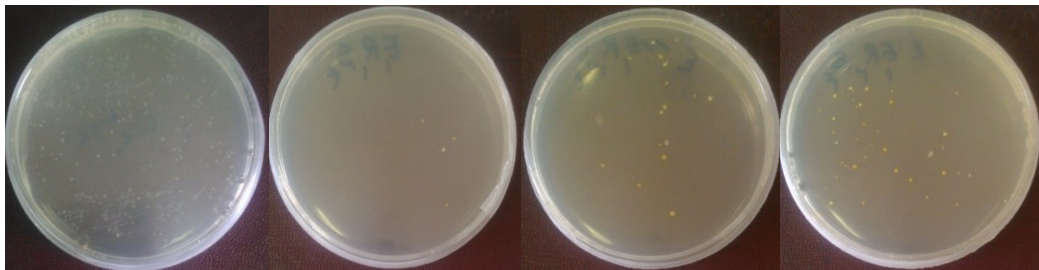
شکل ۴-۲۹ - اثر زمان بر جمعیت میکروبی (مقادیر میانگین خطای استاندارد، SE)



شکل ۴-۳۰ - اثر تیمارهای پوششی بر جمعیت میکروبی (مقادیر میانگین خطای استاندارد، SE)  
 (E1) اسانس آویشن ۷۵ میکرولیتر در لیتر - E2: اسانس آویشن ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر - N1: نانوزل کیتوزان - مریستیک اسید ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر - N2: نانوزل کیتوزان - مریستیک اسید ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر - NE1: ۷۵

میکرولیتتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوذله کیتوزان-مریستیک اسید-NE2: ۱۵۰ میکرولیتتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوذله کیتوزان-مریستیک اسید)

فعالیت ضد میکروبی اسانس‌های گیاهی یا دیگر ترکیبات آنها بر فعالیت قارچ‌ها در مرحله پس از برداشت به طور گسترده مورد آزمایش قرار گرفته است (رگنیر<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۰). اسانس آویشن از دو نوع فنل ایزومر به نام‌های تیمول و کارواکرول، با میزان بیش از ۴۰ درصد تشکیل شده است که اثر ضد عفونی کننده قوی دارند (زرگری<sup>۲</sup>، ۱۹۹۱). مقتدر و همکاران (۲۰۱۲) نیز بیان کردند بالاترین درصد فعالیت ضدقارچی روغن آویشن در ارتباط با تیمول بعنوان یک ترکیب اصلی است. بنابر تحقیقات چارلز و همکاران (۲۰۱۲) اسانس‌های گیاهان آویشن، مرزه، آلوورا و درخت چریش دارای توانایی بازدارندگی از رشد میسیلیومی و تولید اسپور توسط قارچ‌های بیمارگر *A. flavus*، *A. niger*، *Rhizopus stolonifer*، *P. expansum* می‌باشد. زو و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند، غوطه‌وری انگورها در ۰/۵ درصد اسانس بذر گریپ فروت یا ۱ درصد کیتوزان + ۱ درصد اسانس بذر گریپ فروت، به طور معنی داری میزان فساد قارچی را کاهش می‌دهد. عبدالهی و همکاران (۲۰۱۰) نیز بیان کردند تحت شرایط این ویوو آویشن قادر به کاهش حساسیت فساد قارچی در انگور تازه خوری بعد از ۶۰ روز ذخیره سازی شد. شکل ۴-۳۱ نشان دهنده تعداد کلون باکتری در پایان دوره نگهداری است.



<sup>۱</sup> Regnier

<sup>۲</sup> Zargari



شکل ۴-۳۱ - ردیف اول از سمت چپ: شاهد- اسانس ۷۵ - اسانس ۱۵۰ - نانوذل ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر  
ردیف دوم از سمت چپ: نانوذل ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر - ۷۵ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در  
نانوذل کیتوزان-مریستیک اسید - ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوذل کیتوزان-  
مریستیک اسید

# فصل پنجم

## نتیجه گیری و پیشنهادات

## ۵ نتیجه گیری و پیشنهادات:

### ۵-۱ نتیجه گیری:

نتایج به دست آمده از این پژوهش به طور خلاصه شامل موارد زیر است:

نتایج FTIR اتصال موفقیت آمیز بین گروه‌های آمین کیتوزان و گروه‌های کربوکسیلیک اسید مریستیک اسید را نشان داد. همچنین عکس میکروسکوپ الکترونی روبشی نشان داد که ذرات نانوذله کیتوزان-مریستیک اسید حاوی اسانس آویشن دارای اندازه ذرات زیر ۱۰۰ نانومتر بودند. در شرایط این ویترو، غلظت‌های ۱۵۰ میکرولیتر بر لیتر اسانس آویشن، ۶۰۰ میکرولیتر در لیتر نانوذله کیتوزان-مریستیک اسید و ۱۱۲/۵ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوذله کیتوزان-مریستیک اسید فعالیت قارچ‌کشی نشان دادند.

در آزمون فسادپذیری، بیشترین تعداد اسپور برای تیمار شاهد و کمترین تعداد اسپور برای تیمار ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوذله کیتوزان-مریستیک اسید ثبت گردید.

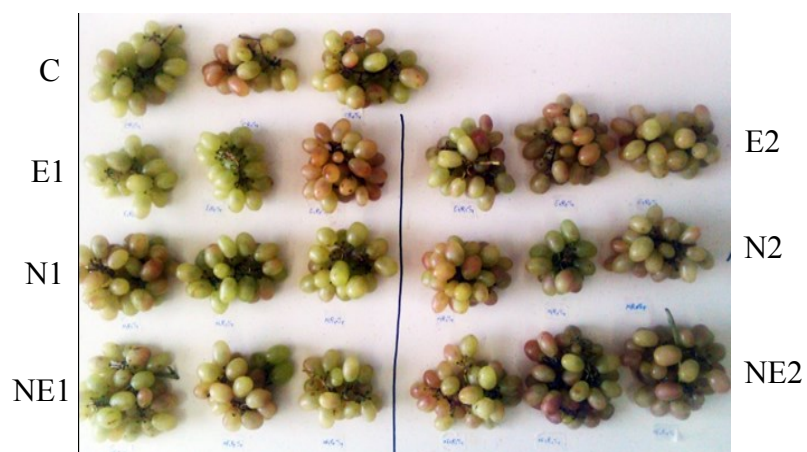
تیمار ۷۵ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن: کمترین میزان نشئت الکترولیت، تغییر رنگ، قهوه‌ای شدن حبه‌ها، جمعیت میکروبی و بهترین عطر و طعم را نشان داد. تیمار ۷۵ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوذله کیتوزان-مریستیک اسید: کمترین میزان قهوه‌ای شدن حبه‌ها، فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز، جمعیت میکروبی و بیشترین میزان فنل کل، خاصیت آنتی اکسیدانی را نشان داد. کمترین میزان pH و مواد جامد محلول و بیشترین میزان اسیدیته قابل تیتراژ تیمارهای نانوذله کیتوزان-مریستیک اسید با غلظت ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر و تیمار ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن درون پوشانی شده در نانوذله کیتوزان-مریستیک اسید بدست آمد.

## ۲-۵ پیشنهادات:

۱. اندازه‌گیری میزان آنتی اکسیدان رسوراترول موجود در انگور سرخ فخری شاهرودی.
۲. بررسی اثر تیمارهای اسانس آویشن و نانوذله کیتوزان-مریستیک اسید روی میوه‌های بدون بسته‌بندی و بسته‌بندی شده.
۳. بررسی عکس العمل دیگر ارقام انگور نسبت به کاربرد نانوذله کیتوزان-مریستیک اسید، اسانس آویشن و اسانس درون پوشانی شده در نانوذله کیتوزان-مریستیک اسید.
۴. با توجه به اندازه‌گیری فنل پیشنهاد می‌شود که میزان فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز بررسی شود.
۵. بررسی اثر غلظت‌های مختلف اسانس آویشن و نانوذله کیتوزان-مریستیک اسید بر فعالیت آنزیم‌های دیواره سلولی.



(الف)



(ب)



(پ)

شکل ۵-۱ - الف: انگور سرخ فخری شاهرودی در شروع نگهداری - ب: اثر تیمارهای پوششی بر انگور سرخ فخری شاهرودی ۴۸ روز پس از انبارمانی - پ: اثر تیمارهای پوششی بر انگور سرخ فخری شاهرودی ۷۲ روز بعد از انبارمانی



# پپروستھا

**جدول پیوست ۱- تجزیه واریانس اثرات تیمارهای پوششی بر کنترل قارچ بوتریتیس سینرا/ در شرایط این ویترو**

میانگین مربعات		
منابع تغییر	درجه آزادی	اثر ضد قارچی
تیمارهای پوششی (T)	۶	۲۱/۱۴**
خطا	۳۴	۰/۱۸
CV%		۱۶/۹۵

\*\*معنی دار در سطح ۱ درصد، \*معنی دار در سطح ۵ درصد، <sup>ns</sup> غیر معنی دار

**جدول پیوست ۲- تجزیه واریانس اثرات تیمارهای پوششی بر کنترل قارچ بوتریتیس سینرا/ در شرایط این ویترو**

میانگین مربعات		
منابع تغییر	درجه آزادی	تست میکروبیولوژی
تیمارهای پوششی (T)	۷	۲/۹۵**
خطا	۱۶	۰/۰۳۴
CV%		۱۰/۱۳

\*\*معنی دار در سطح ۱ درصد، \*معنی دار در سطح ۵ درصد، <sup>ns</sup> غیر معنی دار

**جدول پیوست ۳- تجزیه واریانس اثرات تیمارهای پوششی و زمان بر درصد کاهش وزن و سفتی انگور سرخ فخری شاهرودی**

میانگین مربعات			
منابع تغییر	درجه آزادی	درصد کاهش وزن	سفتی
تیمارهای پوششی (T)	۶	۰/۰۱۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۵۱ <sup>ns</sup>
زمان (S)	۵	۰/۱۵**	۰/۷۸**
T×S	۳۰	۰/۰۰۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۴۵ <sup>ns</sup>
خطا	۸۴	۰/۰۱	۰/۰۳
CV%		۱۲/۱۳	۱۰/۷۱

\*\*معنی دار در سطح ۱ درصد، \*معنی دار در سطح ۵ درصد، <sup>ns</sup> غیر معنی دار

**جدول پیوست ۴- تجزیه واریانس اثرات تیمارهای پوششی و زمان بر صفات فیزیکی و شیمیایی انگور سرخ فخری شاهرودی**

میانگین مربعات					
منابع تغییر	درجه آزادی	مواد جامد محلول	اسیدیته قابل تیتراسیون	pH عصاره	هدایت الکترولیت
تیمارهای پوششی (T)	۶	۴/۷۵**	۰/۰۰۴*	۰/۰۳**	۹۹/۲۳ <sup>ns</sup>
زمان (S)	۵	۹/۵۶**	۰/۰۳**	۰/۰۴**	۳۴۷/۵۷**
T×S	۳۰	۲/۵۷**	۰/۰۰۴**	۰/۰۳**	۱۴۴/۹۲*
خطا	۸۴	۱	۰/۰۰۱	۰/۰۱	۶۳۳۴
CV%		۵/۸۹	۱۵/۱۲	۲/۶۷	۱۰/۵۳

\*\*معنی دار در سطح ۱ درصد، \*معنی دار در سطح ۵ درصد، <sup>ns</sup> غیر معنی دار

**جدول پیوست ۵- تجزیه واریانس اثرات تیمارهای پوششی و زمان بر پارامترهای رنگ سنجی انگور سرخ فخری شاهرودی**

میانگین مربعات				
منابع تغییرات	درجه آزادی	L*	شاخص کروما	تغییرات رنگ کلی (ΔE)
تیمارهای پوششی (T)	۶	۱۵۲/۱۱**	۹۲۹۲۵/۴۰۶**	۹۸۴۰۰/۹۵۲**
زمان (S)	۵	۸۹۲/۱۱**	۶۸۷۲۲۶/۱۸۸**	۶۵۲۳۵۳/۵۵۱**
T×S	۳۰	۱۶/۷۲**	۱۶۵/۰۶**	۲۲۰۰۴/۲۳۲**
خطا	۸۴	۱/۲۴	۱۰۵۲/۱۲	۱۲۶۳/۶۸۱
CV%		۲/۴۲	۴/۲۶	۱۹/۳۷

\*\*معنی دار در سطح ۱ درصد، \*معنی دار در سطح ۵ درصد، <sup>ns</sup> غیر معنی دار

جدول پیوست ۶- تجزیه واریانس اثرات تیمارهای پوششی و زمان بر صفات ارزیابی حسی انگور سرخ فخری شاهرودی

میانگین مربعات					
منابع تغییر	درجه آزادی	ویژگی ظاهری	چروکیدگی میوه	قهوه‌ای شدن حبه	طعم و مزه
تیمارهای پوششی (T)	۶	۰/۶۹**	۰/۰۳**	۱/۲۳**	۶/۴۸**
زمان (S)	۵	۲/۱۷**	۰/۰۱**	۲/۴۱**	۳/۸۸**
T×S	۳۰	۰/۴۴**	۰/۰۱**	۰/۳۵**	۰/۳۹**
خطا	۸۴	۰/۰۳۵	۰/۰۰۰۸	۰/۰۷	۰/۰۱
CV%		۴/۴۱	۲/۸۹	۱۷/۱۵	۳/۳۲

\*\*معنی‌دار در سطح ۱ درصد، \*معنی‌دار در سطح ۵ درصد، <sup>ns</sup>غیر معنی‌دار

جدول پیوست ۷- تجزیه واریانس اثرات تیمارهای پوششی و زمان بر صفات بیوشیمیایی انگور سرخ فخری شاهرودی

میانگین مربعات					
منابع تغییر	درجه آزادی	پروتئین کل	گوئیکول پر اکسیداز	کاتالاز	پلی فنل اکسیداز
تیمارهای پوششی (T)	۶	۰/۰۰۰۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۰۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۰۰۵ <sup>ns</sup>	۲۳۵/۳۳ <sup>ns</sup>
زمان (S)	۵	۰/۰۰۰۶**	۰/۰۰۰۰۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۰۰۸**	۴۲۹/۹*
T×S	۳۰	۰/۰۰۰۰۴ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۰۰۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۰۰۰۸ <sup>ns</sup>	۴۳۱/۹**
خطا	۸۴	۰/۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰۰۶	۰/۰۰۰۰۰۰۶	۱۹۰/۲۹
CV%		۲/۷۱	۴/۱	۰/۱۷	۱۵/۹۸

\*\*معنی‌دار در سطح ۱ درصد، \*معنی‌دار در سطح ۵ درصد، <sup>ns</sup>غیر معنی‌دار

**جدول پیوست ۸- تجزیه واریانس اثرات تیمارهای پوششی و زمان بر صفات بیوشیمیایی انگور سرخ فخری شاهرودی**

میانگین مربعات			
منابع تغییر	درجه آزادی	فنل کل	خاصیت آنتی اکسیدانی
تیمارهای پوششی (T)	۶	۰/۰۰۰۰۰۴**	۲۵۴/۹۰**
زمان (S)	۵	۰/۰۰۰۰۰۲**	۶۵۸۳/۳۹**
T×S	۳۰	۰/۰۰۰۰۰۰۸ <sup>ns</sup>	۱۶۵/۰۶**
خطا	۸۴	۰/۰۰۰۰۰۰۵	۷۲/۱۳
CV%		۱/۲۹	۱۸/۳۶

\*\*معنی دار در سطح ۱ درصد، \*معنی دار در سطح ۵ درصد، <sup>ns</sup> غیر معنی دار

**جدول پیوست ۹- تجزیه واریانس اثرات تیمارهای پوششی و زمان بر جمعیت میکروبی انگور سرخ فخری شاهرودی**

میانگین مربعات			
منابع تغییر	درجه آزادی	جمعیت میکروبی	
تیمارهای پوششی (T)	۶	۰/۷۶**	
زمان (S)	۵	۳/۷۹**	
T×S	۳۰	۰/۰۶ <sup>ns</sup>	
خطا	۸۴	۰/۰۵	
CV%		۱۸/۳۲	

\*\*معنی دار در سطح ۱ درصد، \*معنی دار در سطح ۵ درصد، <sup>ns</sup> غیر معنی دار

## منابع:

- اثنی عشری م، زکایی خسروشاهی م ر، (۱۳۹۰) "فیزیولوژی و تکنولوژی پس از برداشت" چاپ دوم، انتشارات دانشگاه همدان، ص ۱۵۲.
- احمدپور ا. نسبپور م، (۱۳۹۰) "بررسی و تعیین اثرات زمان برداشت و شرایط نگهداری بر عمر انبارداری پرتقال والنسیا" هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲۲۳۶ - ۲۲۳۳.
- احمدی م. داوری نژاد غ. عزیزی م. صداقت ن و تهرانی فر ع، (۱۳۸۷) "تاثیر بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته بر خصوصیات کیفی و افزایش عمر انباری دو رقم آلبالو" *مجله علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)*، ۲۲ (۲).
- اصبحی ص، (۱۳۸۱)، پایان نامه ارشد "بررسی تاثیر سه نوع سیستم تربیت بر روی عملکرد و کیفیت محصول پنج رقم انگور"، دانشگاه تهران.
- اصغری م. احدی ل. ریایی س، (۱۳۹۴) "تاثیر کاربرد پس از برداشت سالیسیلیک اسید و ژل آلوه‌ورا بر عمر پس از برداشت و ویژگی آنتی اکسیدانی انگور قزل اوزوم" *علوم باغبانی/ ایران*، ص ۶۸۵-۶۷۷.
- اصغری م. شهامت م، (۱۳۹۲) "تاثیر تیمار آب گرم بر فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز و برخی خواص کیفی و عمر انباری میوه انگور رقم بیدانه سفید" *نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی*، جلد ۲۳، شماره ۴.
- آمارنامه کشاورزی، (۱۳۹۴)، وزارت جهاد کشاورزی، جلد سوم، چاپ اول.
- امین‌زاده ر. امینی ف. رامین ع و مبلی م، (۱۳۹۲) "تاثیر فیلم‌های بسته‌بندی بر عمر انبارمانی قارچ خوراکی تکمه‌ای" *مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی*، سال سوم، شماره دهم، ص ۲۳۳-۲۴۲.

- بهداد م. اعتمادی ن. بهداد ا. زینلی ح، (۱۳۸۹) "بررسی اثر اسانس مرزه بر مهار رشد قارچ بوتریتیس سینرا/ عامل قارچ زدگی خاکستری توت فرنگی".
- پیغامی آشنایی س. فرزانه م. هادیان ج. شریفی تهرانی ع. قربان پور م، (۱۳۸۶) "بررسی اثر چند اسانس گیاهی در کنترل بیماری کپک خاکستری در اثر بوتریتیس سینه را"، ص ۵۶۳-۵۷۶.
- پیله ف. فرخزاد ع. اسمعیلی م. دولتی بانه ح، (۱۳۹۴) "تأثیر زمان برداشت و مدت نگهداری بر برخی ویژگی های بیوشیمیایی حبه انگور رقم بی دانه سفید" نشریه پژوهش های صنایع غذایی، جلد ۲۵، شماره ۴.
- تهرانی فر ع. شور م. موسی زاده ر. عراقی ح. سلاح ورزی ی، (۱۳۹۳) "اثر اسید سالیسیلیک بر استحکام، ماندگاری و برخی ویژگی های کیفی انگور عسکری در طول انبارداری"، نشریه پژوهش های اکوفیزیولوژی گیاهی ایران، سال نهم، شماره ۳، ص ۲۳-۲۵.
- تولائی م. رامین ع. امینی ف، (۱۳۹۴) "تأثیر پوشش خوراکی کیتوزان بر کیفیت و افزایش عمر پس از برداشت خیار رقم زمرد" نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، شماره ۱۵.
- جلیلی مرندی ر، (۱۳۸۶) "میوه های ریز" انتشارات جهاد دانشگاه ارومیه، ص ۲۰۴-۱۳۵.
- خدیوی ع، (۱۳۸۹) "میوه کاری (عمومی و خصوصی)" چاپ اول، انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، ص ۳۳-۳۵ و ۴۰۹-۴۰۶.
- دولتی ع، (۱۳۷۶)، پایان نامه ارشد "بررسی اثرات کلرور کلسیم و گاز دی اکسید گوگرد در زمان نگهداری ارقام انگور فخری شاهرودی و کشمش بی دانه در سردخانه" دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، ص ۱۵۴.
- دولتی ع. بابالار م. و اخوت م، (۱۳۷۸) "بررسی اثر گاز دی اکسید گوگرد بر صفات کیفی و کمی پس از برداشت انگور در ارقام فخری شاهرودی و کشمش بی دانه نگهداری شده در سردخانه" علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، جلد سوم، شماره ۲.

- دولتی بانه ح، (۱۳۷۶)، پایان نامه ارشد "بررسی اثرات کلرور سدیم و گاز دی‌اکسید گوگرد در زمان نگهداری ارقام انگور فخری شاهرودی و کشمش بی‌دانه در سردخانه" دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
- دولتی بانه ح. سامط خ. جلیلی ر. هناره م، (۱۳۸۹) "تأثیر ورقه‌های حاوی بی‌سولفید سدیم بر کنترل پوسیدگی، صفات انبارداری و باقیمانده سولفیت انگور رقم قزل اوزوم" *نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)*، شماره ۱، ص ۲۱-۲۸.
- راحمی م، (۱۳۸۴). "فیزیولوژی پس از برداشت، مقدمه‌ای بر فیزیولوژی و جابجایی سبزی‌ها و گیاهان" (ترجمه) انتشارات دانشگاه شیراز.
- راحمی م، (۱۳۸۴) "فیزیولوژی پس از برداشت" ترجمه انتشارات دانشگاه شیراز، ص ۴۶۰.
- رحیمی س. میردهقان ح. اسماعیلی‌زاده م، (۱۳۹۳) "تأثیر تیمار پوتریسین به روش غوطه‌وری تحت فشار بر کیفیت پس از برداشت دو رقم انگور" *نشریه علوم باغبانی ایران*، جلد ۴۵، شماره ۲، ۱۴۹ - ۱۳۷.
- رضا زاد باری ل. باری م. قاسم‌نژاد م. خالد آباد م، (۱۳۹۳) "اثر نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید در ویژگی‌های انبارمانی و کنترل پوسیدگی پس از برداشت سه رقم انگور تازه‌خوری (سفید بی‌دانه، قزل اوزوم و ریش بابا)" *نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی*، جلد ۲۴، شماره ۳.
- زرین‌بال م. سلیمانی ج. اسکندری س. دباغ محمدی‌نسب ع. رسولی پیروزیان ر، (۱۳۸۹) "تأثیر زمان برداشت و بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته بر عمر انباری میوه چند رقم زردآلو" *نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)*، جلد ۲۴، شماره ۱، ۹۱-۱۰۱.
- شاهبیک م، (۱۳۸۱) "اثرات انبار سرد و معمولی، تیمارهای قارچ‌کش، پوشش پلی اتیلن و کیورینگ بر عمر انباری نارنج پیچ" *مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی*، جلد ۳، ش ۱۱، ص ۱۶-۱.
- شاهکوه‌محلی ش. رمضانیان ا، (۱۳۹۰) "بررسی تغییرات فیزیکی شیمیایی میوه کیوی رقم هایوارد در طول نگهداری در انبار سرد" *هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران*، دانشگاه صنعتی اصفهان،



- صابونچی س. ربیعی و. پیری س، "بررسی تاثیر اسانس آویشن شیرازی بر ماندگاری و بازار پسندی انگور قرمز بی دانه آلوده به بوتریتیس سینه‌را" دومین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار.

- صالح ا. سعیدی ا. و یزدانی س، (۱۳۸۷) "بررسی عوامل مؤثر بر سودآوری واحدهای تولیدی قارچ دکمه‌ای" مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره ۳۱، ص ۶۷.

- صفری ن. همتی ر. فرزانه م. چگینی س، (۱۳۹۳) "بررسی تاثیر اسانس سه گونه گیاه دارویی آویشن دناپی، نعنا فلفلی و مرزه خوزستانی در کنترل *Penicillium expansum* عامل پوسیدگی کپک آبی سیب" پژوهش‌های کاربردی در گیاه‌پزشکی، جلد ۳.

- ظهوری م. فرقانی س ح. خانجانی م، (۱۳۸۵) "راهنمای انگور کاشت، داشت، برداشت"، وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی.

- عشقی ف. هاشمی م. محمدی ع. بدیعی ف. محمدحسینی ز. احمدی صومعه ک، (۱۳۹۲) "بررسی فعالیت ضدباکتریایی پوشش‌های بسته‌بندی نانو نقره در افزایش زمان ماندگاری" ارائه شده در بیست و یکمین کنگه ملی علوم و صنایع غذایی ایران، ۷ تا ۹ آبان ۱۳۹۲، دانشگاه شیراز.

- عشقی س. هاشمی م. محمدی ع. بدیعی ف. محمدحسینی ز. احمدی صومعه ک. قناتی ک، (۱۳۹۲) "تاثیر پوشش نانوامولسیون حاوی کیتوزان بر افزایش ماندگاری و ویژگی‌های کیفی میوه‌ی توت فرنگی پس از برداشت" مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران شماره ۲، ص ۱۹-۹.

- عشورنژاد م. قاسم نژاد م، (۱۳۹۱) "اثر بسته‌بندی با فیلم سلوفان و انبارداری سرد بر کیفیت نگهداری و عمر انبارمانی میوه از گیل ژاپنی" مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال هفتم، شماره ۲، ص ۱۰۲-۹۵.

- غفوری م. سلیمانی ع. ربیعی و. همتی ر، (۱۳۹۴) "تاثیر محلول‌پاشی پس از برداشت اسانس آویشن بر عمر انبارمانی و کیفیت میوه انار (رقم پوست قرمز طارم)" نشریه علوم باغبانی، ص ۵۵۵-

- غلامی م. وصال طلب ز، (۱۳۹۱) "اثرات اسانس و عصاره میخک بر برخی ویژگی‌های کیفی انگور طی دوره انبارداری" *مجله علوم باغبانی ایران*، شماره ۲، ص ۲۵۶-۲۵۵.
- فرهنگ زاده س. حمشیدی ه، (۱۳۹۰) "بازیافت مکانیکی پلی (وینیل کلرید)" - بخش اول، فصلنامه پژوهشی- آموزشی، سال اول، شماره ۱.
- کاشانی نژاد م. و صداقت ن، (۱۳۹۲) "تکنولوژی بسته‌بندی میوه‌ها و سبزیجات برش خورده دومین همایش ملی علوم و صنایع غذایی، قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قوچان.
- کرمانی نژاد فرزانه، (۱۳۸۵) "نگاهی به طراحی بسته‌بندی، تهران" انتشارات کارین.
- کوشش صبا م. ارزانی ک. برزگر م، (۱۳۹۳) "بررسی تغییرات فعالیت ضد اکسایشی میوه زردآلو در شرایط نگهداری در سردخانه" فصلنامه علوم و صنایع غذایی، شماره ۴۴.
- گنجی مقدم ا، (۱۳۹۰) "میوه کاری در مناطق معتدله" آموزش و ترویج کشاورزی، ص ۳۸۳-۳۸۱.
- گنجی مقدم ا. و بوذری ن، (۱۳۸۹) "راهنمای عملی و کاربردی گیلان (کاشت، داشت، برداشت)" انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران.
- مرتضویان س. عزیزی م. سهراب‌وندی س، (۱۳۸۹) "مروری بر کاربرد لفاف‌های خوراکی در مواد غذایی" فصلنامه علوم و صنایع غذایی دوره ۷، شماره ۱.
- مستوفی ی. دهستانی م. رضوی ه، (۱۳۹۰) "اثر کیتوزان بر افزایش عمر پس از برداشت و ویژگی‌های کیفی انگور رقم شاهرودی" فصلنامه علوم و صنایع غذایی، شماره ۳۰.
- میر نظامی ضیابری س ح، (۱۳۸۵) "اصول بسته‌بندی مواد غذایی" انتشارات آبیژ، چاپ پنجم، ص

- Abdolahi, A., Hassani, A., Ghosta, Y., Bernousi, I., and Meshkatalasadat, M. (2010). "Study on the potential use of essential oils for decay control and quality preservation of Tabarzeh table grape". *Journal of Plant Protection Research*, 50 (1), 45-52.

- Abdolahi, A., Hassani, A., Ghuosta, Y., Bernousi, I., and Meshkatalasadat, M. H. (2010). "In vitro efficacy of four plant essential oils against *Botrytis cinerea* Pers.: Fr. and *Mucor piriformis* A. Fischer". *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 13 (1), 97-107.
- Abdollahi, M., Hamzehzarghani, H., and Saharkhiz, M. J. (2011). "Effects of the essential oil of *Zataria multiflora* Boiss, a thyme-like medicinal plant from Iran on the growth and sporulation of *Aspergillus niger* both in vitro and on lime fruits". *Journal of Food Safety*, 31 (3), 424-432.
- Aboutalebi, A. H., and Mohammadi, M. H. (2011). "Effect of Essential oils on Postharvest stability of fruits quality and decay Management of kinnow Mandarin" *Journal of Seed and Plant Production*, 27: 501-504. (In Persian).
- Ajun, W., Yan, S., Li, G., and Huili, L. (2009). "Preparation of aspirin and probucol in combination loaded chitosan nanoparticles and in vitro release study". *Carbohydrate Polymers*, 75 (4), 566-574.
- Alikhani, M., and Daraei Garmakhany, A. (2012). "Effect of microencapsulated essential oils on storage life and quality of strawberry (*Fragaria ananassa* cv. Camarosa)". *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 4 (2), 106-112.
- Alikhani-Koupaei, M., Mazlumzadeh, M., Sharifani, M., and Adibian, M. (2014). "Enhancing stability of essential oils by microencapsulation for preservation of button mushroom during postharvest". *Food science & nutrition*, 2 (5), 526-533.
- Almajano, M. P., Carbo, R., Jimenez, J. A. L., and Gordon, M. H. (2008). "Antioxidant and antimicrobial activities of tea infusions". *Food chemistry*, 108 (1), 55-63.
- Aloui, H., Khwaldia, K., Licciardello, F., Mazzaglia, A., Muratore, G., Hamdi, M., & Restuccia, C. (2014). "Efficacy of the combined application of chitosan and Locust Bean Gum with different citrus essential oils to control postharvest spoilage caused by *Aspergillus flavus* in dates". *International journal of food microbiology*, 170, 21-28.
- Alsmairat, N., Contreras, C., Hancock, J., Callow, P., and Beaudry, R. (2011). "Use of combinations of commercially relevant O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> partial pressures to evaluate the sensitivity of nine highbush blueberry fruit cultivars to controlled atmospheres". *HortScience*, 46 (1), 74-79.
- Ardakani, M. D., Mostofi, Y., and Hedayatnejad, R. (2010) "Study on the effects of chitosan in preserving some qualitative factors of table grape (*Vitis vinifera*)" *Acta*

*Horticulturae*. 877: 739-742.

- Arulmozhi, V., Pandian, K., and Mirunalini, S. (2013). “Ellagic acid encapsulated chitosan nanoparticles for drug delivery system in human oral cancer cell line (KB)”. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 110, 313-320.
- Artes-Hernandez, F., Aguayo, E., and Artes, F. (2004). “Alternative atmosphere treatments for keeping quality of ‘autumn seedless’ table grapes during long-term cold storage”. *Postharvest Biology and Technology*, 31 (1), 59-67.
- Avadi, M. R., Sadeghi, A. M. M., Mohammadpour, N., Abedin, S., Atyabi, F., Dinarvand, R. and Rafiee-Tehrani, M. (2010) “Preparation and characterization of insulin nanoparticles using chitosan and Arabic gum with ionic gelation method. Nanomedicine” *Nanotechnology, Biology and Medicine*. 6 (1), 58-63.
- Ayala-Zavala, J. F., Wang, S. Y., Wang, C. Y., and Gonzalez-Aguilar, G. A. (2007). “High oxygen treatment increases antioxidant capacity and postharvest life of strawberry fruit”. *Food technology and biotechnology*, 45 (2), 166.
- Aydinli, M., and Tutas, M. (2000). “Water sorption and water vapour permeability properties of polysaccharide (locust bean gum) based edible films”. *LWT-Food Science and Technology*, 33 (1), 63-67.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., and Idaomar, M. (2008). “Biological effects of essential oils—a review”. *Food and chemical toxicology*, 46 (2), 446-475.
- Bal, E. (2013). “Postharvest application of chitosan and low temperature storage affect respiration rate and quality of plum fruits”. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 15 (6), 1219-1230.
- 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 (9), 1087-1092.
- Beyki, M., Zhavah, S., Khalili, S. T., Rahmani-Cherati, T., Abdollahi, A., Bayat, M., Tabatabaei, M., and Mohsenifar, A. (2014) “Encapsulation of *Mentha piperita* essential oil in chitosan-cinamic acid nanogel with enhanced antimicrobial activity against *Aspergillus flavus*” *Industrial Crops products*, 54: 310-319.
- Ben-Shalom, N., Ardi, R., Pinto, R., Aki, C., and Fallik, E. (2003). “Controlling gray mould caused by *Botrytis cinerea* in cucumber plants by means of chitosan”. *Crop Protection*, 22 (2), 285-290.

- Berger, J., Reist, M., Mayer, J. M., Felt, O., and Gurny, R. (2004). "Structure and interactions in chitosan hydrogels formed by complexation or aggregation for biomedical applications". *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 57 (1), 35-52.
- Bi, C. W., Qiu, J. B., Zhou, M. G., Chen, C. J., and Wang, J. X. (2009). "Effects of carbendazim on conidial germination and mitosis in germlings of *Fusarium graminearum* and *Botrytis cinerea*". *International journal of pest management*, 55 (2), 157-163.
- Brummell, D. A., and Harpster, M. H. (2001). "Cell wall metabolism in fruit softening and quality and its manipulation in transgenic plants". *Plant molecular biology*, 47 (1-2), 311-339.
- Bushra, J., Abbasi, R., Abbasi, S.H., Imran, M., U.Khan, S., Ihsan, A., Javed, S., Bokhari, H., Imran, M. (2016) "Encapsulation of Cardamom Essential Oil in Chitosan Nano-composites: *In-vitro* Efficacy on Antibiotic-Resistant Bacterial Pathogens and Cytotoxicity Studies"
- Calo, J. R., Crandall, P. G., O'Bryan, C. A., and Ricke, S. C. (2015). "Essential oils as antimicrobials in food systems—A review". *Food Control*, 54, 111-119.
- Carvalho, J., Goncalves, C., Gil, A. M., and Gama, F. M. (2007). "Production and characterization of a new dextrin based hydrogel". *European Polymer Journal*, 43 (7), 3050-3059.
- Castillo, S., Navarro, D., Zapata, P. J., Guillen, F., Valero, D., Serrano, M., and Martinez-Romero, D. (2010). "Antifungal efficacy of Aloe vera in vitro and its use as a preharvest treatment to maintain postharvest table grape quality". *Postharvest Biology and technology*, 57 (3), 183-188.
- Charles, A., Onyeani, S.O., Osunlaja, O.O., and Oworu, A.O. (2012). "Evaluation of effect of aqueous plant extract in the control of storage fungi" *International Journal of Sciences & Technology*, (6): 72-82.
- Champa, W. H., Gill, M. I. S., Mahajan, B. V. C., and Arora, N. K. (2015). "Preharvest salicylic acid treatments to improve quality and postharvest life of table grapes (*Vitis vinifera* L.) cv. Flame Seedless". *Journal of food science and technology*, 52 (6), 3607-3616.
- Chaudhery, Y.Q., Castle, L., Watkins, R., editors. (2010) "*Nanotechnologies in food*" UK: Cambridge RSC Nano. p. 36-51.

- Chauhan, S., Gupta, K. C., and Agrawal, M. (2014). "Application of Biodegradable Aloe vera gel to control post harvest decay and longer the shelf life of Grapes". *International Journal Current. Microbiol. App. Sci* (2014), 3 (3), 632-642.
- Chen, M. C., Mi, F. L., Liao, Z. X., Hsiao, C. W., Sonaje, K., Chung, M. F., and Sung, H. W. (2013). "Recent advances in chitosan-based nanoparticles for oral delivery of macromolecules". *Advanced drug delivery reviews*, 65 (6), 865-879.
- Chen, S., Li, Y., Guo, C., Wang, J., Ma, J., Liang, X., and Liu, H. Z. (2007). "Temperature-responsive magnetite/PEO– PPO– PEO block copolymer nanoparticles for controlled drug targeting delivery". *Langmuir*, 23 (25), 12669-12676.
- Chien, P. J., Sheu, F., and Lin, H. R. (2007). "Coating citrus (Murcott tangor) fruit with low molecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life". *Food Chemistry*, 100 (3), 1160-1164.
- Chiono, V., Pulieri, E., Vozzi, G., Ciardelli, G., Ahluwalia, A., and Giusti, P. (2008). "Genipin-crosslinked chitosan/gelatin blends for biomedical applications". *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 19 (2), 889-898.
- Coles, R., McDowell, D., Kirwan, M.J. (2003) "Introduction. In: Coles R. McDowell D. Kirwan M. (Eds)" *Food Packaging Technology*. Boca Raton, FL: CRC Press, pp. 1–31.
- Cruz-Romero, M. C., Murphy, T., Morris, M., Cummins, E., and Kerry, J. P. (2013). "Antimicrobial activity of chitosan, organic acids and nano-sized solubilisates for potential use in smart antimicrobially-active packaging for potential food applications". *Food Control*, 34 (2), 393-397.
- Csaba, N., KÖping-HÖggård, M., and Alonso, M. J. (2009). "Ionically crosslinked chitosan/tripolyphosphate nanoparticles for oligonucleotide and plasmid DNA delivery". *International Journal of Pharmaceutics*, 382 (1), 205-214.
- Dang, K. T., Singh, Z., and Swinny, E. E. (2008). "Edible coatings influence fruit ripening, quality, and aroma biosynthesis in mango fruit". *Journal of agricultural and food chemistry*, 56 (4), 1361-1370.
- Duan, J., Wu, R., Strik, B. C., and Zhao, Y. (2011). "Effect of edible coatings on the quality of fresh blueberries (Duke and Elliott) under commercial storage

- conditions". *Postharvest Biology and Technology*, 59 (1), 71-79.
- Duncan, T. V. (2011). "Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: barrier materials, antimicrobials and sensors". *Journal of colloid and interface science*, 363 (1), 1-24.
- Ebrahimi, S. N., Hadian, J., Mirjalili, M. H., Sonboli, A., and Yousefzadi, M. (2008). "Essential oil composition and antibacterial activity of *Thymus caramanicus* at different phenological stages". *Food chemistry*, 110 (4), 927-931.
- Embuscado, M. E., and Huber, K. C. (2009). "*Edible films and coatings for food applications*" (pp. 213-214). New York, NY, USA: springer.
- Eshghi, S., Salehi, L., and Karami, M. J. (2014). "Antioxidant activity, total phenolic compounds and anthocyanin contents in 35 different grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivars grown in Fars Province". *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 1 (2), 151-161.
- Estevinho, B. M. A. N., Rocha, F. A. N., Santos, L. M. D. S., and Alves, M. A. C. (2013a). "Using water-soluble chitosan for flavour microencapsulation in food industry". *Journal of microencapsulation*, 30 (6), 571-579.
- Estevinho, B. N., Rocha, F., Santos, L., and Alves, A. (2013b). "Microencapsulation with chitosan by spray drying for industry applications—A review". *Trends in Food Science & Technology*, 31 (2), 138-155.
- FAO. (2013). FAO statistical database. Available at [http:// apps.fao.org](http://apps.fao.org).
- FAO (2014). FAO statistical database. Available at [http:// apps.fao.org](http://apps.fao.org).
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], (1995) "Report of the International Expert Consultation on Non-wood Forest Products" FAO, Rome.
- Gabler, F. M., and Smilanick, J. L. (2001). "Postharvest control of table grape gray mold on detached berries with carbonate and bicarbonate salts and disinfectants". *American Journal of Enology and Viticulture*, 52 (1), 12-20.
- Gabler, F. M., Smilanick, J. L., Ghosop, J. M., and Margosan, D. A. (2005). "Impact of postharvest hot water or ethanol treatment of table grapes on gray mold incidence, quality, and ethanol content". *Plant disease*, 89 (3), 309-316.
- Ghanbarzadeh, B., Musavi, M., Oromiehie, A. R., Rezayi, K., Rad, E. R., and Milani, J. (2007). "Effect of plasticizing sugars on water vapor permeability, surface energy and microstructure properties of zein films". *LWT-Food Science and Technology*, 40 (7), 1191-1197.

- Ghanbarzadeh, B., and Oromiehi, A. R. (2008). "Biodegradable biocomposite films based on whey protein and zein: Barrier, mechanical properties and AFM analysis". *International journal of biological macromolecules*, 43 (2), 209-215.
- Ghaouth, A., Arul, J., Ponnampalam, R., and Boulet, M. (1991). "Use of chitosan coating to reduce water loss and maintain quality of cucumber and bell pepper fruits". *Journal of Food Processing and Preservation*, 15 (5), 359-368.
- Gharsallaoui, A., Roudaut, G., Chambin, O., Voilley, A., and Saurel, R. (2007). "Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: An overview". *Food Research International*, 40 (9), 1107-1121.
- Ghasemnezhad, M., and Shiri, M. A. (2010). "Effect of chitosan coatings on some quality indices of apricot (*Prunus armeniaca* L.) during cold storage". *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 8 (1), 25-33.
- Gouin, S. (2004). "Microencapsulation: industrial appraisal of existing technologies and trends". *Trends in food science & technology*, 15 (7), 330-347.
- Greay, S. J., and Hammer, K. A. (2015). "Recent developments in the bioactivity of mono-and diterpenes: anticancer and antimicrobial activity". *Phytochemistry reviews*, 14 (1), 1-6.
- Guo, P., Anderson, J. D., Bozell, J. J., and Zivanovic, S. (2016). "The effect of solvent composition on grafting gallic acid onto chitosan via carbodiimide". *Carbohydrate polymers*, 140, 171-180.
- Hadian, M., Rajaei, A., Mohsenifar, A., and Tabatabaei, M. (2017). "Encapsulation of *Rosmarinus officinalis* essential oils in chitosan-benzoic acid nanogel with enhanced antibacterial activity in beef cutlet against *Salmonella typhimurium* during refrigerated storage". *LWT-Food Science and Technology*. 84: 394-401.
- Hernandez-Muñoz, P., Almenar, E., Del Valle, V., Velez, D., and Gavara, R. (2008). "Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria× ananassa*) quality during refrigerated storage". *Food Chemistry*, 110 (2), 428-435.
- Heyden, K. V., Babooram, K., Ahmed, M., Narain, R. (2009) "Chitosan/cashew gum nanogels for essential oil encapsulation" *Journal European Polymer*, 45: 1689–1697.
- Hong, K., Xie, J., Zhang, L., Sun, D., and Gong, D. (2012). "Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) fruit during cold



- storage". *Scientia Horticulturae*, 144, 172-178.
- Hsieh, W. C., Chang, C. P., and Gao, Y. L. (2006). "Controlled release properties of chitosan encapsulated volatile citronella oil microcapsules by thermal treatments". *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 53 (2), 209-214.
- Imran, H., Zhang, Y., Du, G., Wang, G., and Zhang, J. (2007). "Effect of salicylic acid (SA) on delaying fruit senescence of Huang Kum pear". *Frontiers of Agriculture in China*, 1 (4), 456-459.
- Jalili, M. R. (2004) "*Postharvest Physiology*" Oromiieh University Publications. (in Farsi) [6] FAO. 2007 .Availablefrom: Statistical Database.
- Janowska, B., and Stanecka, A. (2011). "Effect of growth regulators on the postharvest longevity of cut flowers and leaves of the calla lily (*Zantedeschia Spreng.*)". *Acta Agrobotanica*, 64 (4): 91-98.
- Jeon, J. G., Rosalen, P. L., Falsetta, M. L., and Koo, H. (2011). "Natural products in caries research: current (limited) knowledge, challenges and future perspective". *Caries research*, 45 (3), 243-263.
- Joongmin, Sh., Susan, E., Selke, M. (2014) "*Food Packaging*".
- Kader, A. A., and Watkins, C. B. (2000). "Modified atmosphere packaging—toward 2000 and beyond". *HortTechnology*, 10 (3), 483-486.
- Kadir, U. Y., Sezai, E., Yasar, Z., Memnune, S., and Ebru, Y. K. (2009) "Preliminary Characterization of Cornelian Cherry (*Cornus mas* L.) Genotypes for their Physicochemical Properties" *Food Chemistry*, 114: 408-412.
- Karagozlu, M. Z., Kim, S. K. (2014) "Chapter Twelve—Anticancer effects of chitin and chitosan derivatives In *Advances in Food and Nutrition Research*". Kim S. K. Ed. Academic Press. Waltham MA USA. Volume 72. pp. 215–225.
- Kaur, C., and Kapoor, H. C. (2001). "Antioxidants in fruits and vegetables—the millennium's health". *International journal of food science & technology*, 36 (7), 703-725.
- Keawchaon, L., and Yoksan, R. (2011). "Preparation, characterization and in vitro release study of carvacrol-loaded chitosan nanoparticles". *Colloids and surfaces B: Biointerfaces*, 84 (1), 163-171.
- Kelebek, H., Selli, S., Canbas, A., and Cabaroglu, T. (2009). "HPLC determination of organic acids, sugars, phenolic compositions and antioxidant capacity of orange juice and orange wine made from a Turkish cv. Kozan". *Microchemical*

*Journal*, 91 (2), 187-192.

- Kettel, M. J., Dierkes, F., Schaefer, K., Moeller, M., and Pich, A. (2011). "Aqueous nanogels modified with cyclodextrin". *Polymer*, 52 (9), 1917-1924.
- Khalili, S. T., Mohsenifar, A., Beyki, M., Zhavah, S., Rahmani-Cherati, T., Abdollahi, A., and Tabatabaei, M. (2015). "Encapsulation of Thyme essential oils in chitosan-benzoic acid nanogel with enhanced antimicrobial activity against *Aspergillus flavus*". *LWT-Food Science and Technology*, 60 (1), 502-508.
- Kittur, F. S., Kumar, K. R., and Tharanathan, R. N. (1998). "Functional packaging properties of chitosan films". *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A*, 206 (1), 44-47.
- Kong, M., Chen, X. G., Xing, K., and Park, H. J. (2010). "Antimicrobial properties of chitosan and mode of action: a state of the art review". *International journal of food microbiology*, 144 (1), 51-63.
- Kumar, A., Shukla, R., Singh, P., Prasad, C. S., and Dubey, N. K. (2008). "Assessment of *Thymus vulgaris* L. essential oil as a safe botanical preservative against post harvest fungal infestation of food commodities". *Innovative food science & emerging technologies*, 9 (4), 575-580.
- Lara, M. V., Borsani, J., Budde, C. O., Lauxmann, M. A., Lombardo, V. A., Murray, R., and Drincovich, M. F. (2009). "Biochemical and proteomic analysis of 'Dixiland' peach fruit (*Prunus persica*) upon heat treatment". *Journal of experimental botany*, 60 (15), 4315-4333.
- Laroui, H., Dalmaso, G., Nguyen, H. T. T., Yan, Y., Sitaraman, S. V., and Merlin, D. (2010). "Drug-loaded nanoparticles targeted to the colon with polysaccharide hydrogel reduce colitis in a mouse model". *Gastroenterology*, 138 (3), 843-853.
- Lee, S. K., and Kader, A. A. (2000). "Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops". *Postharvest biology and technology*, 20 (3), 207-220.
- Lee, J., Lee, C., Kim, T. H., Lee, E. S., Shin, B. S., Chi, S. C., Park, E. S., Lee, K. C., Youn, Y. S. (2012). "Self-assembled glycol chitosan nanogels containing palmityl-acylated exendin-4 peptide as a long-acting anti-diabetic inhalation system." *Journal of controlled release* 161, no. 3 (2012): 728-734.
- Li, W. X., Chen, Y. T., Yu, D., and Jin, G. (2001). "Study on harvest maturity of kiwifruit for wine". *China South Fruit*, 38, 56.

- Liang, J., Li, F., Fang, Y., Yang, W., An, X., Zhao, L., and Hu, Q. (2011). "Synthesis, characterization and cytotoxicity studies of chitosan-coated tea polyphenols nanoparticles". *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 82 (2), 297-301.
- Liu, W., Leroux, P., and Fillinger, S. (2008). "The HOG1-like MAP kinase Sak1 of *Botrytis cinerea* is negatively regulated by the upstream histidine kinase Bos1 and is not involved in dicarboximide-and phenylpyrrole-resistance". *Fungal Genetics and Biology*, 45 (7), 1062-1074.
- Lopez, P., Sanchez, C., Batlle, R., and Nerin, C. (2005). "Solid-and vapor-phase antimicrobial activities of six essential oils: susceptibility of selected foodborne bacterial and fungal strains". *Journal of agricultural and food chemistry*, 53 (17), 6939-6946.
- Lopez-Reyes, JG., Spadaro, D., Gullino, M., Garibaldia, A. (2010) "Efficacy of plant essential oils on postharvest control of rot caused by fungi on four cultivars of apples *in vivo*" *Flavour Fragr Journal*, 25: 171-177.
- Loyola, N., and Arriola, M. (2017). "Increasing the shelf life of post-harvest table grapes (*Vitis vinifera* cv. Thompson Seedless) using different packaging material with copper nanoparticles to change the atmosphere". *Ciencia e Investigación Agraria*, 44 (1), 54-63.
- Luna-Guzman, I., and Barrett, D. M. (2000). "Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of fresh-cut cantaloupes". *Postharvest Biology and Technology*, 19 (1), 61-72.
- Luo, Y., Zhang, B., Whent, M., Yu, L. L., and Wang, Q. (2011). "Preparation and characterization of zein/chitosan complex for encapsulation of  $\alpha$ -tocopherol, and its in vitro controlled release study". *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 85 (2), 145-152.
- Lurie, S., Pesis, E., Gadiyeva, O., Feygenberg, O., Ben-Arie, R., Kaplunov, T., Zutahy, Y., and Lichter, A. (2006) "Modified ethanol atmosphere to control decay of table grapes during storage" *Postharvest Biology and Technology*, 42: 222-227.
- Mahdavi, S. A., Jafari, S. M., Ghorbani, M., and Assadpoor, E. (2014). "Spray-drying microencapsulation of anthocyanins by natural biopolymers: A review". *Drying technology*, 32 (5), 509-518.
- Maksimovic, Z., Stojanovic, D., Sostaric, I., Dajic, Z., and Ristic, M. (2008). "Composition and radical-scavenging activity of *Thymus glabrescens* Willd.

- (Lamiaceae) essential oil”. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88 (11), 2036-2041.
- Marandi, R. J., Hassani, A., Ghosta, Y., Abdollahi, A. L. I., Pirzad, A., and Sefidkon, F. (2011). “Improving postharvest quality of table grape cv. “rish baba” using *Thymus kotschyanus* and *Carum copticum* essential oils”. *Journal of Food Safety*, 31 (1), 132-139.
- Marais, E., Jacobs, G. and Holcroft, D.M. (2001). “Light and temperature affect post-harvest color development in apple”. *Acta Horticulture*. 533: 91-94.
- Mariniello, L., Di Pierro, P., Esposito, C., Sorrentino, A., Masi, P., and Porta, R. (2003). “Preparation and mechanical properties of edible pectin–soy flour films obtained in the absence or presence of transglutaminase”. *Journal of Biotechnology*, 102 (2), 191-198.
- Martin, A., Varona, S., Navarrete, A., and Cocero, M. J. (2010). “Encapsulation and coprecipitation processes with supercritical fluids: applications with essential oils”. *Open Chemical Engineering Journal*, 4 (1), 31-41.
- Martinez-Romero, D., Castillo, S., Valverde, J. M., Guillen, F., Valero, V., Serrano, M. (2005) “The use of natural aromatic essential oils help to maintain post-harvest quality of “Crimson” table grapes” *ISHS Acta Hortic G82: V International Postharvest Symposium*.
- Martins, A. F., Facchi, S. P., Follmann, H. D., Pereira, A. G., Rubira, A. F., and Muniz, E. C. (2014). “Antimicrobial activity of chitosan derivatives containing N-quaternized moieties in its backbone: a review”. *International journal of molecular sciences*, 15 (11), 20800-20832.
- Meng, X., Li, B., Liu, J., and Tian, S. (2008). “Physiological responses and quality attributes of table grape fruit to chitosan preharvest spray and postharvest coating during storage”. *Food Chemistry*, 106 (2), 501-508.
- Moghtader, M. (2012). “Antifungal effects of the essential oil from *Thymus vulgaris* L. and comparison with synthetic thymol on *Aspergillus niger*”. *Journal of Yeast and Fungal Research*, 3 (6), 83-88.
- Mohammadi, A., Hashemi, M., and Hosseini, S. M. (2015). “Nanoencapsulation of *Zataria multiflora* essential oil preparation and characterization with enhanced antifungal activity for controlling *Botrytis cinerea*, the causal agent of gray mould disease”. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 28, 73-80.

- Mohammadi, S., and Aminifard, M. H. (2011). "In vitro and in vivo antifungal activities of three essential oils against grey mould disease in cucumber (*Cucumis sativus*)". *Asian Journal of Plant Sciences*.
- Mohammadifar, M., Norabadi, M. T., Hasanzadeh, M., Dashtipoor, S., Etebarian, H. R., and Sahebani, N. (2012). "Study of antifungal activities of seven essential oils from some Iranian medicinal plants against various postharvest phytopathogenic fungi". *Archives of phytopathology and plant protection*, 45 (17), 2046-2056.
- Mohammadrezakhani, S., and Pakkish, Z. (2015). "Reduction of chilling injury and peroxide hydrogen accumulation in thompson grape (*Vitis vinifera* L.) fruit by proline and ascorbic acid during storage". *Journal of Plant Physiology & Breeding*, 5 (1), 1-12.
- Mohebbi, M., Ansarifard, E., Hasanpour, N., and Amiryousefi, M. (2011). "Suitability of Aloe vera and gum tragacanth as edible coatings for extending the shelf life of button mushroom". *Food and Bioprocess Technology*, PP. 110.
- Mostofi, Y., Mosayebzadeh, A., Emamjomeh, Z., Nikkhah, M. J., Dehestaniardakani, M. (2010) "Effect of modified atmosphere packaging (MAP) on storage life and maintainance quality grapes cv. Shahroodi" *Iranian Journal of Horticultural Science*. 41 (2), 163-172. (In Farsi).
- Mousavizadeh, S. J., and Sedaghatthoor, S. (2011). "Apple and quince peroxidase activity in response to essential oils application". *African Journal of Biotechnology*, 10 (57), 12319-12325.
- Munoz, Z., and Moret, A. (2010). "Sensitivity of *Botrytis cinerea* to chitosan and acibenzolar-S-methyl". *Pest management science*, 66 (9), 974-979.
- Mustonen, H. M. (1992). "The efficacy of a range of sulfur dioxide generating pads against *Botrytis cinerea* infection and on out-turn quality of Calmeria table grapes". *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 32 (3), 389-393.
- Muzzarelli, R. A. A., Boudrant, J., Meyer, D., Manno, N., DeMarchis, M., and Paoletti, M. G. (2012). "A tribute to Henri Braconnot, precursor of the carbohydrate polymers science, on the chitin bicentennial". *Carbohydrate Polymers*, 87, 995-1012.
- Nasti, A., Zaki, N. M., de Leonardis, P., Ungphaiboon, S., Sansongsak, P., Rimoli, M. G., and Tirelli, N. (2009). "Chitosan/TPP and chitosan/TPP-hyaluronic acid nanoparticles: systematic optimisation of the preparative process and preliminary

- biological evaluation”. *Pharmaceutical research*, 26 (8), 1918-1930.
- Navarro, D., Diaz-Mula, H. M., Guillen, F., Zapata, P. J., Castillo, S., Serrano, M., and Martinez-Romero, D. (2011). “Reduction of nectarine decay caused by *Rhizopus stolonifer*, *Botrytis cinerea* and *Penicillium digitatum* with Aloe vera gel alone or with the addition of thymol”. *International journal of food microbiology*, 151 (2), 241-246.
- Negi, P. S. (2012). “Plant extracts for the control of bacterial growth: Efficacy, stability and safety issues for food application”. *International journal of food microbiology*, 156 (1), 7-17.
- Nelson K. E. (1976). “Precooling significance to the market quality of table grapes” *International journal of Refrigeration*. 1: 207-215.
- Nelson, K. E. (2007). “Retarding deterioration of table grapes with in-package sulfur dioxide generators with and without refrigeration”. *Acta Horticulturae*, 138.
- Ngo, D. H., and Kim, S. K. (2014). “Antioxidant effects of chitin, chitosan, and their derivatives”. *Advances in Food and Nutritune Research*, 73, 15-31.
- Nikkhah, S. J., SA, A. R., Baniasadi, H., and Tavakolzadeh, F. (2009). ‘Investigation of properties of polyethylene/clay nanocomposites prepared by new in situ Ziegler–Natta catalyst”. *Materials & Design*, 30 (7), 2309-2315.
- Nopwinyuwong, A., Trevanich, S., and Suppakul, P. (2010). “Development of a novel colorimetric indicator label for monitoring freshness of intermediate-moisture dessert spoilage”. *Talanta*, 81 (3), 1126-1132.
- Nuisin, R., Krongsin, J., Noppakundilograt, S., and Kiatkamjornwong, S. (2013). “Microencapsulation of menthol by crosslinked chitosan via porous glass membrane emulsification technique and their controlled release properties”. *Journal of microencapsulation*, 30 (5), 498-509.
- Nukolova, N. V., Oberoi, H. S., Cohen, S. M., Kabanov, A. V., and Bronich, T. K. (2011). “Folate-decorated nanogels for targeted therapy of ovarian cancer”. *Biomaterials*, 32 (23), 5417-5426.
- Numpaque, M. A., Oviedo, L. A., Gil, J. H., Garcia, C. M., and Durango, D. L. (2011). “Thymol and carvacrol: biotransformation and antifungal activity against the plant pathogenic fungi *Colletotrichum acutatum* and *Botryodiplodia theobromae*”. *Tropical plant pathology*, 36 (1), 3-13.
- Paolo, R., Marisol, LB., Paolo, P., and Nicolina, T. (2008). “Effect of cold storage on

- vitamin C, phenolics and antioxidant activity of five orange genotypes (*Citrus sinensis* L. Osbeck)". *Journal of Postharvest Biology and Technology*. 49: 348-54.
- Pasquariello, M. S., Di Patre, D., Mastrobuoni, F., Zampella, L., Scortichini, M., and Petriccione, M. (2015). "Influence of postharvest chitosan treatment on enzymatic browning and antioxidant enzyme activity in sweet cherry fruit". *Postharvest Biology and Technology*, 109, 45-56.
- Peng, H., Xiong, H., Li, J., Chen, L., Zhao, Q. (2010a) "Methoxy poly (ethylene glycol) -grafted-chitosan based microcapsules: Synthesis, characterization and properties as a potential hydrophilic wall material for stabilization and controlled release of algal oil" *Journal of Food Engineering*, 101: 113-119.
- Peng, H., Xiong, H., Li, J., Xie, M., Liu, Y., Bai, C., and Chen, L. (2010b). "Vanillin cross-linked chitosan microspheres for controlled release of resveratrol". *Food Chemistry*, 121 (1), 23-28.
- Perrico, M., Arace, E., Corbe, M. R., Sinigagila, M., and Bevilacqua, A. (2015) "Bioactivity of essential oils. A review on their interaction with food components" *Microbiology*.
- Pirvu, C. D., Hlevca, C., Ortan, A., and Prisada, R. A. Z. V. A. N. (2010). "Elastic vesicles as drugs carriers through the skin". *Farmacia*, 58 (2), 128-135.
- Pota, S., S. Keta, & M. L. C. Thongtham. (1989). "Effect of packing materials and temperatures on quality and storage life of pomegranate fruits". *Horticulture Abstract*. 59: 7059.
- Raafat, S. M., Abou-Zaid, M. I., Aly, A. Z., and Tohamy, M. R. A. (2012). "Safety control of strawberry fruits gray mold fungus by plant volatile oils". *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 39 (2), 181-187.
- Ramos, J., Imaz, A., Callejas-Fernandez, J., Barbosa-Barros, L., Estelrich, J., Quesada-Perez, M., Forcada, J. (2011) "Soft nanoparticles (thermo-responsive nanogels and bicelles) with biotechnological applications: from synthesis to simulation through colloidal characterization" *Journal Soft Matter*. 7: 5067–5082.
- Ranjbaran, E., Sarikhani, H., Wakana, A., and Bakhshi, D. (2011). "Effect of salicylic acid on storage life and postharvest quality of grape (*Vitis vinifera* L. cv. Bidaneh Sefid)". *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University*, 56 (2), 263-269.

- Rapp, R. P. (2004). "Changing strategies for the management of invasive fungal infections". *Pharmacotherapy: The Journal of Human Pharmacology and Drug Therapy*, 24(2P2).
- Raskin, I. (1992). "Salicylate, a new plant hormone". *Plant physiology*, 99(3), 799.
- Raybaudi-Massilia, R. M., Mosqueda-Melgar, J., and Martín-Belloso, O. (2008). "Edible alginate-based coating as carrier of antimicrobials to improve shelf-life and safety of fresh-cut melon". *International Journal of Food Microbiology*, 121 (3), 313-327.
- Regnier, T., Combrinck, S., Du Plooy, W., and Botha, B. (2010). "Evaluation of Lippia scaberrima essential oil and some pure terpenoid constituents as postharvest mycobiocides for avocado fruit". *Postharvest biology and technology*, 57 (3), 176-182.
- Ritenour, M. A., Burton, M. S., and McCollum, T. G. (2005). "Effects of pre-or postharvest gibberellic acid application on storage quality of Florida 'Fallglo' tangerines and 'Ruby Red' grapefruit". In *Proc. of the 118th. Annual Meeting of the Florida State Horticultural Society* (Vol. 118, pp. 385-388).
- Romanazzi, G., Gabler, F. M., and Smilanick, J. L. (2006). "Preharvest chitosan and postharvest UV irradiation treatments suppress gray mold of table grapes". *Plant Disease*, 90 (4), 445-450.
- Romanazzi, G., Karabulut, O. A., and Smilanick, J. L. (2007). "Combination of chitosan and ethanol to control postharvest gray mold of table grapes". *Postharvest biology and technology*, 45 (1), 134-140.
- Romanazzi, G., Lichter, A., Gabler, F. M., and Smilanick, J. L. (2012). "Recent advances on the use of natural and safe alternatives to conventional methods to control postharvest gray mold of table grapes". *Postharvest Biology and Technology*, 63 (1), 141-147.
- Roy, H. E., Pell, J. K., Clark, S. J., and Alderson, P. G. (1998). "Implications of predator foraging on aphid pathogen dynamics". *Journal of invertebrate pathology*, 71 (3), 236-247.
- Sabounchi, S., and Massoud, R. (2016). "The Effects of *Zataria Multiflora* Essential Oil on Some Characteristics of Sultana Table Grapes Contaminated with *Botrytis cinerea*". *Journal of Food Biosciences and Technology*, 6 (1), 49-54.
- Sabır, A., Sabır, F. K., and Kara, Z. (2011). "Effects of modified atmosphere packing



- and honey dip treatments on quality maintenance of minimally processed grape cv. Razaki (*V. vinifera* L.) during cold storage". *Journal of food science and technology*, 48 (3), 312-318.
- Safizadeh, M. R. (2013). "Vacuum infiltration of polyamines reduces chilling injury and firmness loss of lemon stored at chilling temperature". *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 6 (8), 445.
- Sanchez-Gonzalez, L., Pastor, C., Vargas, M., Chiralt, A., Gonzalez-Martinez, C., and Chafer, M. (2011). "Effect of hydroxypropylmethylcellulose and chitosan coatings with and without bergamot essential oil on quality and safety of cold-stored grapes". *Postharvest Biology and Technology*, 60 (1), 57-63.
- Schotsmans, W., Molan, A., and MacKay, B. (2007). "Controlled atmosphere storage of rabbiteye blueberries enhances postharvest quality aspects". *Postharvest Biology and Technology*, 44 (3), 277-285.
- Serrano, M., Martinez-Romero, D., Guillen, F., Valverde, J. M., Zapata, P. J., Castillo, S., and Valero, D. (2008). "The addition of essential oils to MAP as a tool to maintain the overall quality of fruits". *Trends in Food Science & Technology*, 19 (9), 464-471.
- Shin, M. H., Kim, J. H., Choi, H. W., Keum, Y. S., and Chun, S. C. (2014). "Effect of thymol and linalool fumigation on postharvest diseases of table grapes". *Mycobiology*, 42 (3), 262-268.
- Shiri, M. A., Bakhshi, D., Ghasemnezhad, M., Dadi, M., Papachatzis, A., and Kalorizou, H. (2013). "Chitosan coating improves the shelf life and postharvest quality of table grape (*Vitis vinifera*) cultivar Shahroudi". *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37 (2), 148-156.
- Shukla, Sh., Mehta, A., Bajpai, VK., Shukla, S. (2009) "In vitro antioxidant activity and total phenolic content of ethanolic leaf extract of *Stevia rebaudiana* Bert". *Food and Chemical Toxicology*, 47: 2338-43.
- Shukla, S. K., Mishra, A. K., Arotiba, O. A., and Mamba, B. B. (2013). "Chitosan-based nanomaterials: A state-of-the-art review". *International journal of biological macromolecules*, 59, 46-58.
- Silva, P. S., Viccini, L. F., Singulani, J. L., de Siqueira, E. P., Zani, C. L., Alves, T. M. A. (2010) "Chemical composition of the essential oil and hexanic fraction of *Lippia* and *Lantana* species". *Rev. Bras. Farmacogn.* 20: 843-849.

- Sothornvit, R., and Rodsamran, P. (2008). "Effect of a mango film on quality of whole and minimally processed mangoes". *Postharvest Biology and Technology*, 47 (3), 407-415.
- Soylu, E. M., Kurt, S., and Soyly, S. (2010). "In vitro and in vivo antifungal activities of the essential oils of various plants against tomato grey mould disease agent *Botrytis cinerea*". *International Journal of Food Microbiology*, 143 (3), 183-189.
- Stahl-Biskup, E., and Saez, F. (2002) "Thyme, The genus *Thymus*" *Taylor and Francis*, 331.
- Suarez, M. B., Walsh, K., Boonham, N., O'Neill, T., Pearson, S., and Barker, I. (2005). "Development of real-time PCR (TaqMan®) assays for the detection and quantification of *Botrytis cinerea* in planta". *Plant Physiology and Biochemistry*, 43 (9), 890-899.
- Supapvanich, S., and Tucker, G. A. (2011). "Physicochemical changes in fresh-cut Honeydew melon fruit during storage". *African Journal of Agricultural Research*, 6 (12), 2737-2742.
- Tan, L. H., Chan, L. W., and Heng, P. W. S. (2005). "Effect of oil loading on microspheres produced by spray drying". *Journal of Microencapsulation*, 22 (3), 253-259.
- 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 (1), 1-13.
- Teszlak, P., Gaal, K., and Nikfardjam, M. S. P. (2005). "Influence of grapevine flower treatment with gibberellic acid (GA 3) on polyphenol content of *Vitis vinifera* L. wine". *Analytica chimica acta*, 543 (1), 275-281.
- Thumula, P. (2006). "*Studies on storage behaviour of tomatoes coated with chitosan-lysozyme films*" (Doctoral dissertation, McGill University).
- Topalovic, A., and Milukovic-Petkovsek, M. (2010). "Changes in sugars, organic acids and phenolics of grape berries of cultivar Cardinal during ripening". *Journal Food Agriculture Environ*, 8 (3&4), 223-7.
- Tourjee K. R. (2004) "Grape berry morphology and dehydration (Raisining)" *Roots of Peace*. 1-2.
- Tripathi, P., Dubey, N. K., Banerji, R., and Chansouria, J. P. N. (2004). "Evaluation of some essential oils as botanical fungitoxicants in management of post-harvest

- rotting of citrus fruits”. *World journal of Microbiology and Biotechnology*, 20 (3), 317-321.
- Upadhyay, I. P., Noomhorm, A., and Ilangantileke, S. G. (1994). “Effects of gamma irradiation and hot-water treatment on the shelf life and quality of *Thai mango* cv. Rad. In *ACIAR proceedings* (pp. 348-351).
  - Valderruten, N. E., Valverde, J. D., Zuluaga, F., and Ruiz-Durántez, E. (2014). “Synthesis and characterization of chitosan hydrogels cross-linked with dicarboxylic acids”. *Reactive and Functional Polymers*, 84, 21-28.
  - Valero, D., Valverde, J. M., Martínez-Romero, D., Guillen, F., Castillo, S., and Serrano, M. (2006). “The combination of modified atmosphere packaging with eugenol or thymol to maintain quality, safety and functional properties of table grapes”. *Postharvest Biology and Technology*, 41 (3), 317-327.
  - van Kan, J. A. (2006). “Licensed to kill: the lifestyle of a necrotrophic plant pathogen”. *Trends in plant science*, 11 (5), 247-253.
  - van Zyl, S. A., Brink, J. C., Calitz, F. J., Coertze, S., and Fourie, P. H. (2010). “The use of adjuvants to improve spray deposition and *Botrytis cinerea* control on Chardonnay grapevine leaves”. *Crop Protection*, 29 (1), 58-67.
  - Vinogradov, S. V., Bronich, T. K., and Kabanov, A. V. (2002). “Nanosized cationic hydrogels for drug delivery: preparation, properties and interactions with cells”. *Advanced drug delivery reviews*, 54 (1), 135-147.
  - Vitoratos, A., Bilalis, D., Karkanis, A., Efthimiadou, A. (2013) “Antifungal activity of plant essential oil against *Botrytis cinerea*, *Penicillium italicum* and *Penicillium digitatum*” 41 (1) 86-92.
  - Wang, X. H., Li, D. P., Wang, W. J., Feng, Q. L., Cui, F. Z., Xu, Y. X., and van der Werf, M. (2003). “Crosslinked collagen/chitosan matrix for artificial livers”. *Biomaterials*, 24 (19), 3213-3220..
  - Wolucka, B. A., Goossens, A., and Inze, D. (2005). “Methyl jasmonate stimulates the de novo biosynthesis of vitamin C in plant cell suspensions”. *Journal of experimental Botany*, 56 (419), 2527-2538.
  - Wu, Z., Yuan, X., Li, H., Liu, F., Wang, Y., Li, J., and Wang, Y. (2015). “Heat acclimation reduces postharvest loss of table grapes during cold storage—Analysis of possible mechanisms involved through a proteomic approach”. *Postharvest Biology and Technology*, 105, 26-33.

- Xu, W. T., Huang, K. L., Guo, F., Qu, W., Yang, J. J., Liang, Z. H., and Luo, Y. B. (2007). "Postharvest grapefruit seed extract and chitosan treatments of table grapes to control *Botrytis cinerea*". *Postharvest Biology and Technology*, 46 (1), 86-94.
- Younes, I., and Rinaudo, M. (2015). "Chitin and chitosan preparation from marine sources. Structure, properties and applications". *Marine drugs*, 13 (3), 1133-1174.
- Yarahmadi, M., Azizi, M., Morid, B., and Kalatejari, S. (2014). "Postharvest application of gum and mucilage as edible coating on postharvest life and quality of strawberry fruit". *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 2 (4), 1279-1286.
- Zahavi, T., Cohen, L., Weiss, B., Schena, L., Daus, A., Kaplunov, T., and Droby, S. (2000). "Biological control of *Botrytis*, *Aspergillus* and *Rhizopus* rots on table and wine grapes in Israel". *Postharvest Biology and Technology*, 20 (2), 115-124.
- Zargari, A. (1991) "*Medicinal Plants*" Tehran University Pub, 946.
- Zavala, JFA., SYm Wang, CY., Wang GAG, Aguilar. (2004) "Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit" *Elsevier Ltd. On behalf of Swiss Society of Food Science and Technology*. 41: 42-49.
- Zekavati, R., Safi, S., Hashemi, S. J., Rahmani-Cherati, T., Tabatabaei, M., Mohsenifar, A., and Bayat, M. (2013). "Highly sensitive FRET-based fluorescence immunoassay for aflatoxin B1 using cadmium telluride quantum dots". *Microchimica Acta*, 180 (13-14), 1217-1223.
- Zhao, H., Kim, Y. K., Huang, L., and Xiao, C. L. (2010). "Resistance to thiabendazole and baseline sensitivity to fludioxonil and pyrimethanil in *Botrytis cinerea* populations from apple and pear in Washington State". *Postharvest biology and technology*, 56 (1), 12-18.

**Longevity Investigation of red grape fruits (*Vitis vinifera* cv. Sorkh-Fakhri Shahroodi) with application of chitosan nanogel containing thyme essential oil**

Grape is considered as one of the most perishable fruits that is severely exposed to the *Botrytis cinerea* attack. Therefore this study was conducted on the effect of the encapsulation thyme essential oil (TEO) in chitosan (CS)-myristic acid (MA) nanogel as an edible coating on the postharvest longevity of grape (*Vitis vinifera* cv. Sorkh-Fakhri Shahroodi). Then, the effect of CS-MA nanogel coating at three levels of 0, 150 and 300 ppm, TEO at three levels of 0, 75 and 150 ppm, and the encapsulated TEO in CS-MA nanogel at three levels of 0, 75 and 150 ppm was evaluated on the quantitative and qualitative characteristics of grapes during 72 days storage at  $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ . The activity of the *Botrytis cinerea* fungus under *in vitro* was investigated as well. This study was conducted as a factorial experiment based on completely randomized block design. FTIR results showed a successful coupling between amine groups of CS and carboxylic acid groups of MA. Also, scanning electron microscopy (SEM) image showed that the CS-MA nanogels containing the TEO had the particle size below 100 nm. In decay test, the highest number of spore recorded for control treatment. The results of the physicochemical properties showed that the highest pH and the lowest titratable acidity were associated to the control treatment. The lowest electrolyte leakage and color change, the highest  $L^*$  and the chroma index as well as the best fruit flavor were observed in treatment with 75 ppm TEO. The least browning and microbial population were recorded for treatments of 75 ppm TEO and 75 ppm TEO encapsulated in CS-MA nanogels. The least polyphenol oxidase activity and the highest total phenol as well as the highest antioxidant activity were recorded for treatment of 75 ppm TEO encapsulated in CS-MA nanogels. In this research, the treatments of 75 ppm TEO and 75 ppm TEO encapsulated in CS-MA nanogels showed the most favorable results.

**Keywords:** Sorkh-Fakhri Shahroodi grape, *Botrytis cinerea* fungus, chitosan nanogel, Packaging film



Faculty of Agriculture

**MSc. Thesis in Postharvest Physiology and Technology of  
Horticultural Products**

**Longevity Investigation of red grape fruits (*Vitis vinifera*  
cv. Sorkh-Fakhri Shahroodi) with application of chitosan  
nanogel containing thyme essential oil**

By: Hadiseh Karimi

Supervisors:

Dr.Hojatollah.Bodaghi

Dr.Ahmad.Rajaei

January 2018