بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه ولی‌عصر(عج) رفسنجان

دانشکده‌ی کشاورزی

گروه علوم باغبانی

پایان‌نامه‌ی کارشناسی‌ارشد رشته‌ی

مهندسی کشاورزی علوم باغبانی - گرایش فیزیولوژی و اصلاح درختان میوه

اثر اسانس‌های گیاهی تیمول و منتول و پوشش‌دهی با کیتوزان بر ویژگی‌های کیفی و کنترل پوسیدگی پس از برداشت توت‌فرنگی رقم پاروس

استاد راهنما

دکتر سید حسین میردهقان

استادان مشاور

دکتر حمیدرضا کریمی

دکتر حسین علایی

نگارنده

فاطمه نوروزی‌فاز

بهمن ۱۳۹۲

تمامی حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های حاصل از پژوهش موضوع این پایان‌نامه، متعلق به دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان است.

ذلک فضل من الله و کفی بالله علیما

سپاس و ستایش خدای را که آثار قدرت او بر چهره روز روشن تابان است و انوار حکمت او در دل شب تار درفشان. آفریدگاری که خویشتن را به ما شناساند و درهای علم را بر ما گشود و فرصتی به ما عطا فرمود تا بدان، بنده ضعیف خویش را به طریق علم و معرفت بیازماید. ای بزرگترین امید و یاور در لحظه لحظه ی زندگی ام! گاهی فراموش می کنم که به من چشم دادی تا زیبایی هایت را ببینم، فکر دادی تا در آنها بیندیشم، زبان دادی تا آنها را شکر کند و فهم دادی تا حکمت آنها را دریابد و شاید همین است حکمت دریغ بعضی از نعمت هایت که به داشتن بسیاری آنها پی ببرم و آن نیز بی لطف و عنایت تو ممکن نیست. الهی! جرم بسیار است و طاعتم اندک، توقعم فراوان و بندگی ام قلیل، امیدم وسیع و رحمتت بی انتها، من حقیری ناچیز و تو رئوفی بزرگ، پس ببخشای و قلبم را مامن باش تا چشمم جز تو نبیند و زبانم جز تو نگوید، قلبم جز تو نجوید، دستم به سوی غیر تو دراز نشود، پایم جز مسیر تو نرود و راهم جز صراط مستقیم تو نباشد...

با سپاس از وجود مقدس که مهر آسمانی شان، آرام بخش آلام زمینی ام است، استوارترین تکیه گاهم، پدر عزیزم و دریای بیکران فداکاری، مادر دلسوزم، که هر چه بکوشم قطره ای از مهربانیشان را سپاس نتوانم گویم. پدرم! ای شوق زیبای نفس کشیدن، تو رنگ شادی هایم، هستی و غصه ها را با تمام وجود از من دور می کنی، عمری خستگی ها را به جان خریدی و اکنون حاصل دستان خسته ات، رمز موفقیت من است. مادرم! از تو هر چه می گویم باز هم کم می آورم، خورشیدی شدی و از روشنایی جان گرفتم، در نا امیدی ها نازم را کشیدی و لبریزم کردی از شوق. کاش حاصل تلاشم، نسیم گونه، غبار خستگیت را بزداید. امروز هستی ام به امید شماست و فردا کلید باغ بهشتم رضای شما.

با کمال احترام و از صمیم دل، سپاس فراوان دارم از استاد راهنمای گرانقدرم، استاد اندیشمند و فرهیخته جناب آقای دکتر سید حسین میرده‌قان که با کمال سعه ی صدر و با حسن خلق و فروتنی از هیچ کمکی در این عرصه بر من دریغ ننمودند، بی هیچ چشم داشتی، علم و اخلاق به من آموختند و بارها نمودهای استادانه و نصایح ارزنده همواره مرا مورد لطف و عنایت خود قرار دادند. سلامتی تو ام با آرامش را از درگاه ایزد یکتا برایشان آرزومندم.

تشکر و قدردانی می کنم از اساتید مشاور بزرگوارم، آقایان دکتر حمیدرضا کریمی و دکتر حسین علایی که راهنمایی های ارزشمندشان راه‌گشای بسیاری از مشکلات در طی این مسیر بود.

هم چنین سپاس گزاری می کنم از اساتید داور محترم، جناب آقای دکتر مجید اسمعیلی زاده و سرکار خانم دکتر فاطمه ناظوری که زحمت داوری این پایان نامه را بر عهده گرفتند.

تشکر می کنم از مروارید های صدف قلبم، برادرهای عزیزم که وجودشان مایه دلگرمی و صفایشان موجب آرامش من است، که سختی ها و دشواری های زندگی را به امید و روشنی برایم تبدیل می کنند و پشتیبانی محکم و مطمئن برایم هستند.

از همکلاسی ها و دوستان مهربانم، بویژه همراه همیشگی ام خانم اسماشور آبادی به خاطر همدلی ها و همکاری های صمیمانه شان سپاسگزارم.

تقدیم به

خورشیدترین نور امید دلهای پاک، ساحت مقدس امام زمان (عج)

و تقدیم به

ستاره های درخشان آسمان زندگیم، پدر و مادر مهربان و دلسوزم

و

استاد گرانقدرم، جناب آقای دکتر میرزمهقان

که فخر دانستنم را در گروز حمات بی دریغ ایشان می دانم.

و تقدیم به همه ی آنهایی که مهرشان چون خورشید بر صحرای قلبم فروزان است...

چکیده

بسته‌بندی میوه‌ی توت‌فرنگی در افزایش عمر پس از برداشت آن بسیار موثر است اما افزایش رطوبت درون بسته ممکن است سبب اثرات مخربی مانند افزایش آلودگی‌های قارچی شود. در پژوهش حاضر اثر تلفیق بسته‌بندی با اسانس‌های تیمول و منتول و پوشش کیتوزان بر ویژگی‌های کیفی توت‌فرنگی به‌صورت دو آزمایش مستقل مورد بررسی قرار گرفت. همچنین در آزمایشی مجزا، اثر تیمول و منتول بر کنترل درون‌شیشه‌ای قارچ *Botrytis cinerea* ارزیابی گردید. آزمایش اول با دو فاکتور زمان انبارمانی در سه سطح (۰، ۱۰ و ۱۷ روز انبارمانی) و تیمار اسانس در هفت سطح (شاهد، تیمول و منتول هر کدام ۵، ۱۰ و ۱۵ میکرولیتر) در قالب فاکتوریل با طرح پایه‌ی کاملا تصادفی با ۴ تکرار صورت گرفت. آزمایش دوم با دو فاکتور زمان انبارمانی در سه سطح (۰، ۱۰ و ۱۷ روز انبارمانی) و تیمار کیتوزان در چهار سطح (شاهد، کیتوزان ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد) با همان طرح انجام شد. آزمایش سوم به‌صورت درون‌شیشه‌ای با اعمال مقادیر مختلفی از تیمول و منتول و غلظت‌های متفاوتی از تیمول روی قارچ *B. cinerea* با طرح کاملا تصادفی و سه تکرار صورت گرفت. نتایج نشان داد که با وجود کاهش سفتی بافت میوه طی مدت انبارمانی، تیمار اسانس موجب حفظ سفتی میوه نسبت به شاهد شد. تیمار اسانس در زمان انباری دوم صرف نظر از یک استثناء (منتول ۵ میکرولیتر)، از میزان کاهش وزن میوه کاست و کیتوزان در تمام سطوح میزان این پارامتر را نسبت به شاهد تقلیل داد. میزان آنتوسیانین، ترکیبات فنلی و فعالیت ضداکسیدانی با گذشت زمان ابتدا افزایش و سپس کاهش نشان داد. تیمار اسانس افزایش ترکیبات فنلی و کیتوزان افزایش ترکیبات فنلی و آنتوسیانین را نسبت به شاهد منجر شدند، اما بر فعالیت ضداکسیدانی اثر معنی‌داری نداشتند. اسانس و کیتوزان موجب افزایش شاخص کروما و شاخص درخشدگی شدند و اسانس تغییرات رنگ را نسبت به شاهد کاهش داد. تلفیق تیمار اسانس با بسته‌بندی به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش فعالیت میکروبی را موجب شد و آزمایش درون‌شیشه‌ای نشان داد که تیمول خالص دارای اثر قارچ‌کشی و منتول دارای اثر قارچ ایستایی می‌باشد. همچنین حداقل غلظت بازدارندگی تیمول،۱۷/۱۱ درصد به دست آمد. با وجود اثرات مثبت اسانس و کیتوزان در حفظ ویژگی‌های کیفی میوه، تیمول موجب بدبویی و کیتوزان موجب بد طعمی میوه و در مقابل حفظ شادابی و تازگی بیشتر میوه نسبت به شاهد شد. این دو تیمار بر مواد جامد محلول و ویتامین ث اثر معنی‌داری نداشتند، اما تیمار اسانس به‌طور مشهودی پ‌هاش آب میوه را در سطح پایین‌تری نسبت به شاهد حفظ نمود.

کلمات کلیدی: پوشش کیتوزان، تیمول، عمر قفسه‌ای، فعالیت میکروبی، منتول

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه ۱
فصل دوم: پیشینه پژوهش ۷
۲-۱- توت‌فرنگی ۷
۲-۱-۱- تاریخچه و محل پیدایش توت‌فرنگی ۷
۲-۱-۲- گیاه‌شناسی توت‌فرنگی ۸
۲-۱-۳- شرایط آب و هوایی مناسب کاشت توت‌فرنگی ۹
۲-۱-۴- سطح زیر کشت، میزان تولید و عملکرد توت‌فرنگی در جهان و ایران ۹
۲-۱-۵- موقعیت توت‌فرنگی در ایران ۱۰
۲-۱-۶- ارزش غذایی ۱۰
۲-۲- کیفیت پس از برداشت میوه‌ی توت‌فرنگی ۱۱
۲-۲-۱- عوامل موثر در حفظ کیفیت پس از برداشت میوه‌ی توت‌فرنگی ۱۲
۲-۲-۱-۱- عوامل قبل از برداشت ۱۲
۲-۲-۱-۲- مرحله‌ی بلوغ هنگام برداشت ۱۲
۲-۲-۱-۳- برداشت، حمل و نقل و توزیع ۱۳
۲-۲-۱-۴- خنک‌سازی ۱۴
۲-۲-۱-۵- تیمارهای فیزیکی ۱۴
۲-۲-۱-۵-۱- بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته ۱۵
۲-۲-۱-۶- تیمارهای شیمیایی ۱۵
۲-۳- بیماری‌های قارچی پس از برداشت توت‌فرنگی ۱۶
۲-۳-۱- کپک خاکستری ۱۶
۲-۳-۱-۱- اهمیت بیماری ۱۶
۲-۳-۱-۲- علایم بیماری ۱۷
۲-۳-۱-۳- عامل بیماری ۱۸
۲-۳-۱-۴- چرخه‌ی بیماری و اپیدمیولوژی ۱۸
۲-۳-۲- پوسیدگی رایزوپوسی ۱۹
۲-۳-۲-۱- علایم بیماری ۱۹

عنوان **صفحه**

۲-۳-۲-۲- عامل بیماری ۲۰
۲-۳-۲-۳- چرخه‌ی بیماری ۲۰
۲-۴- اسانس‌های گیاهی ۲۰
۲-۴-۱- تاریخچه‌ی اسانس‌های گیاهی ۲۲
۲-۴-۲- تیمول ۲۲
۲-۴-۳- منتول ۲۳
۲-۴-۴- اثر اسانس‌های گیاهی بر ویژگی‌های کیفی میوه ۲۳
۲-۴-۴-۱- سفتی ۲۳
۲-۴-۴-۲- فعالیت آنزیم‌ها ۲۵
۲-۴-۴-۳- رنگ سطحی ۲۵
۲-۴-۴-۴- مواد جامد محلول و درصد اسید کل ۲۷
۲-۴-۴-۵- دیگر ویژگی‌های کیفی ۲۷
۲-۴-۵- اثر اسانس‌های گیاهی در کنترل پوسیدگی میوه ۲۸
۲-۴-۶- اثر اسانس‌های گیاهی بر کنترل درون شیشه‌ای رشد قارچ ۳۰
۲-۵- پوشش‌های خوراکی ۳۲
۲-۵-۱- کیتوزان ۳۳
۲-۵-۱-۱- تاریخچه‌ی کیتوزان ۳۴
۲-۵-۲- نقش کیتوزان در پس از برداشت میوه‌ها ۳۵
۲-۵-۲-۱- کیتوزان و تنفس ۳۵
۲-۵-۲-۲- کیتوزان و کاهش وزن ۳۷
۲-۵-۲-۳- کیتوزان و ویژگی‌های کیفی میوه ۳۸
۲-۵-۳- کیتوزان و کنترل پوسیدگی ۴۰
فصل سوم: مواد و روش‌ها ۴۳
۳-۱- روش انجام آزمایش ۴۴
۳-۲- اندازه‌گیری ویژگی‌های کیفی میوه ۴۶
۳-۲-۱- رنگ میوه ۴۶
۳-۲-۲- سفتی بافت میوه ۴۷
۳-۲-۳- اسید کل ۴۷

عنوان **صفحه**

۳-۲-۴- ویتامین ث ۴۷
۳-۲-۵- پ‌هاش آب میوه ۴۷
۳-۲-۶- مواد جامد محلول کل ۴۸
۳-۲-۷- فعالیت میکروبی ۴۸
۳-۲-۸- ترکیبات فنلی کل و فعالیت ضداکسیدانی ۴۸
۳-۲-۹- آنتوسیانین کل ۴۹
۳-۲-۱۰- کاهش وزن ۵۰
۳-۲-۱۱- تست پانل ۵۰
۳-۳- طرح آزمایشی ۵۰
۳-۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها ۵۱
فصل چهارم: نتایج و بحث ۵۳
۴-۱- نتایج ۵۳
۴-۱-۱- نتایج آزمایش اول ۵۳
۴-۱-۱-۱- سفتی ۵۳
۴-۱-۱-۲- فعالیت میکروبی ۵۵
۴-۱-۱-۳- آنتوسیانین ۵۶
۴-۱-۱-۴- ترکیبات فنلی ۵۷
۴-۱-۱-۵- فعالیت ضداکسیداسیونی ۵۹
۴-۱-۱-۶- کاهش وزن ۵۹
۴-۱-۱-۷- شاخص‌های رنگی ۶۰
۴-۱-۱-۷-۱- شاخص درخشندگی ۶۰
۴-۱-۱-۷-۲- شاخص a ۶۲
۴-۱-۱-۷-۳- شاخص کروما ۶۳
۴-۱-۱-۷-۴- تغییرات رنگ ۶۵
۴-۱-۱-۸- شاخص‌های بیوشیمیایی ۶۵
۴-۱-۱-۸-۱- مواد جامد محلول کل ۶۵
۴-۱-۱-۸-۲- درصد اسید کل آب میوه ۶۶
۴-۱-۱-۸-۳- پ‌هاش آب میوه ۶۶

عنوان **صفحه**

۴-۱-۱-۸-۴- اسید آسکوربیک ۶۷
۴-۱-۱-۹- تست پانل ۶۸
۴-۱-۱-۹-۱- بد بویی میوه ۶۸
۴-۱-۱-۹-۲- بد طعمی ۶۹
۴-۱-۱-۹-۳- تازگی و شادابی میوه ۶۹
۴-۱-۲- نتایج آزمایش دوم ۶۹
۴-۱-۲-۱- کاهش وزن ۶۹
۴-۱-۲-۲- سفتی ۷۱
۴-۱-۲-۳- فعالیت میکروبی ۷۱
۴-۱-۲-۴- آنتوسیانین ۷۱
۴-۱-۲-۵- ترکیبات فنلی ۷۳
۴-۱-۲-۶- فعالیت ضداکسیداسیونی ۷۴
۴-۱-۲-۷- شاخص‌های رنگی ۷۵
۴-۱-۲-۷-۱- شاخص درخشندگی ۷۵
۴-۱-۲-۷-۲- شاخص کروما ۷۶
۴-۱-۲-۷- ۳- شاخص a ۷۸
۴-۱-۲-۷- ۴- تغییرات رنگ ۷۸
۴-۱-۲-۸- ویژگی‌های بیوشیمیایی ۷۹
۴-۱-۲-۸-۱- مواد جامد محلول کل ۷۹
۴-۱-۲-۸-۲- اسید کل ۷۹
۴-۱-۲-۸-۳- اسید آسکوربیک ۷۹
۴-۱-۲-۸- ۴- پ‌هاش آب میوه ۸۰
۴-۱-۲-۹- تست پانل ۸۱
۴-۱-۲-۹-۱- بد بویی میوه ۸۱
۴-۱-۲-۹-۲- بد طعمی میوه ۸۱
۴-۱-۲-۹-۳- شادابی و تازگی میوه ۸۲
۴-۱-۳- نتایج آزمایش سوم ۸۳
۴-۱-۳-۱- رشد میسیلیومی روزانه‌ی قارچ (قطر پرگنه‌ی قارچ) ۸۳

عنوان **صفحه**

۴-۱-۳-۲- درصد بازدارندگی اسانس‌ها ۸۵
۴-۱-۳-۳- نتایج آزمون انتقال ۹۰
۴-۱-۳-۴- نتیجه‌ی آنالیز پروبیت ۹۱
۴-۲- بحث ۹۳
۴-۲-۱- سفتی ۹۳
۴-۲-۲- کاهش وزن ۹۵
۴-۲-۳- آنتوسیانین ۹۸
۴-۲-۴- ترکیبات فنلی ۹۹
۴-۲-۵- فعالیت ضداکسیداسیونی ۱۰۱
۴-۲-۶- فعالیت میکروبی ۱۰۲
۴-۲-۷- شاخص‌های رنگی میوه ۱۰۴
۴-۲-۸- مواد جامد محلول ۱۰۷
۴-۲-۹- پ‌هاش آب میوه ۱۰۸
۴-۲-۱۰- آسکوربیک‌اسید ۱۱۰
۴-۲-۱۱- تست پانل ۱۱۱
۴-۲-۱۲- اثر بازدارندگی اسانس‌های گیاهی روی رشد میسیلیومی قارچ ۱۱۱
فصل پنجم: نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادها ۱۱۵
پیوست‌ها ۱۱۸
منابع ۱۲۷

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۲-۱- ساختار شیمیایی تیمول و منتول ۲۳
شکل ۲-۲- ساختار شیمیایی سلولز، کیتین و کیتوزان ۳۴
شکل ۴-۱- اثر سطوح مختلف تیمار بر سفتی بافت میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۵۴
شکل ۴-۲- اثر زمان انبارمانی بر سفتی بافت میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۵۴
شکل ۴-۳- اثر تیمار اسانس بر فعالیت میکروبی میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۵۵
شکل ۴-۴- اثر زمان انبارمانی بر فعالیت میکروبی میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۵۶
شکل ۴-۵- اثر زمان انبارمانی بر میزان آنتوسیانین میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۵۷
شکل ۴-۶- اثر تیمار اسانس بر میزان ترکیبات فنلی میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۵۸
شکل ۴-۷- اثر زمان انبارمانی بر میزان ترکیبات فنلی میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۵۸
شکل ۴-۸- اثر زمان انبارمانی بر میزان فعالیت ضداکسیداسیونی میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۵۹
شکل ۴-۹- اثر متقابل تیمار و زمان انبارمانی بر درصد کاهش وزن میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۶۰
شکل ۴-۱۰- اثر سطوح مختلف تیمار اسانس بر شاخص درخشندگی میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۶۱
شکل ۴-۱۱- اثر زمان انبارمانی بر شاخص درخشندگی میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۶۲
شکل ۴-۱۲- اثر زمان انبارمانی بر شاخص a میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۶۳

عنوان **صفحه**

شکل ۴-۱۳- اثر سطوح مختلف تیمار اسانس بر شاخص کروما میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۶۴
شکل ۴-۱۴- اثر زمان انبارمانی بر شاخص کروما میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۶۴
شکل ۴-۱۵- اثر تیمار اسانس بر تغییر رنگ میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۶۵
شکل ۴-۱۶- اثر زمان انبارمانی بر میزان مواد جامد محلول میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۶۶
شکل ۴-۱۷- اثر سطوح مختلف تیمار بر پ‌هاش آب میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۶۷
شکل ۴-۱۸- اثر زمان انبارمانی بر میزان ویتامین ث آب میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۶۸
شکل ۴-۱۹- اثر تیمار اسانس بر میزان بدبویی میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۶۹
شکل ۴-۲۰- اثر تیمار کیتوزان بر درصد کاهش وزن میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۷۰
شکل ۴-۲۱- اثر زمان انبارمانی بر درصد کاهش وزن میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۷۰
شکل ۴-۲۲- اثر زمان انبارمانی بر سفتی بافت میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۷۱
شکل ۴-۲۳- اثر تیمار کیتوزان بر میزان آنتوسیانین میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۷۲
شکل ۴-۲۴- اثر زمان انبارمانی بر میزان آنتوسیانین میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۷۳
شکل ۴-۲۵- اثر برهمکنش تیمار کیتوزان و زمان انبارمانی بر میزان ترکیبات فنلی کل میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۷۴
شکل ۴-۲۶- اثر زمان انبارمانی بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۷۵

عنوان **صفحه**

شکل ۴-۲۷- اثر متقابل زمان انباری و کیتوزان بر شاخص درخشندگی میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۷۶
شکل ۴-۲۸- اثر تیمار کیتوزان بر شاخص کروما میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۷۷
شکل ۴-۲۹- اثر زمان انبارمانی بر شاخص کروما میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۷۷
شکل ۴-۳۰- اثر زمان انبارمانی بر شاخص a میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۷۸
شکل ۴-۳۱- اثر زمان انبارمانی بر میزان مواد جامد محلول میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۷۹
شکل ۴-۳۲- اثر زمان انبارمانی بر میزان ویتامین ث آب میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۸۰
شکل ۴-۳۳- اثر متقابل زمان انبارمانی و تیمار کیتوزان بر پ‌هاش آب میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۸۱
شکل ۴-۳۴- اثر تیمار کیتوزان بر بدطعمی میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۸۲
شکل ۴-۳۵- اثر تیمار کیتوزان بر شادابی و تازگی میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۸۳
شکل ۴-۳۶- رشد میسیلیومی قارچ*B. cinerea* با اعمال تیمارهای مختلف اسانس تیمول و منتول ۸۴
شکل ۴-۳۷- رشد میسیلیومی قارچ *B. cinerea* با اعمال غلظت‌های مختلف اسانس تیمول ۸۴
شکل ۴-۳۸- رشد میسیلیومی قارچ *B. cinerea* با اعمال غلظت‌های مختلف اسانس تیمول ۸۵
شکل ۴-۳۹- اثر سطوح مختلف تیمار تیمولو منتول بر درصد بازداندگی روی قارچ *B. cinerea* پس از ۵ روز ۸۶
شکل ۴-۴۰- اثر سطوح مختلف تیمار تیمول و منتول بر درصد بازدارندگی روی قارچ *B. cinerea* پس از ۱۱ روز ۸۷

عنوان **صفحه**

شکل ۴-۴۱- اثر غلظت‌های مختلف تیمول بر درصد بازدارندگی روی قارچ *B. cinerea* پس از ۵ روز ۸۸
شکل ۴-۴۲- اثر غلظت‌های مختلف تیمول بر درصد بازدارندگی روی قارچ *B. cinerea* پس از ۱۱ روز ۸۸
شکل ۴-۴۳- اثر غلظت‌های مختلف تیمول بر درصد بازدارندگی روی قارچ *B. cinerea* پس از ۵ روز ۸۹
شکل ۴-۴۴- اثر غلظت‌های مختلف تیمول بر درصد بادارندگی روی قارچ *B. cinerea* پس از ۱۱ روز ۹۰
شکل ۴-۴۵- اثر بازدارندگی تیمول و منتول بر رشد میسیلیومی قارچ *B. cinerea* ۹۲

فهرست پیوست‌ها

عنوان **صفحه**

جدول پیوست ۱- تجزیه واریانس میزان سفتی و فعالیت میکروبی میوه‌ی توت‌فرنگی با تیمار تیمول و منتول طی مدت انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۱۱۸
جدول پیوست ۲- تجزیه واریانس میزان آنتوسیانین، فنل کل و فعالیت ضداکسیدانی میوه‌ی توت‌فرنگی با تیمار تیمول و منتول طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۱۱۸
جدول پیوست ۳- تجزیه واریانس میزان کاهش وزن میوه‌ی توت‌فرنگی با تیمار تیمول و منتول طی مدت انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۱۱۹
جدول پیوست ۴- تجزیه واریانس شاخص‌های رنگی میوه‌ی توت‌فرنگی با تیمار تیمول و منتول طی مدت انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۱۱۹
جدول پیوست ۵- تجزیه واریانس ویژگی‌های کیفی میوه‌ی توت‌فرنگی با تیمار تیمول و منتول طی مدت انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۱۲۰
جدول پیوست ۶- تجزیه واریانس پارامترهای تست پانل میوه‌ی توت‌فرنگی با تیمار تیمول و منتول طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۱۲۰
جدول پیوست ۷- تجزیه واریانس میزان کاهش وزن میوه‌ی توت‌فرنگی با تیمار کیتوزان طی مدت انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۱۲۱
جدول پیوست ۸- تجزیه واریانس میزان سفتی و فعالیت میکروبی میوه‌ی توت‌فرنگی با تیمار کیتوزان طی مدت انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۱۲۱
جدول پیوست ۹- تجزیه واریانس میزان آنتوسیانین، فنل کل و فعالیت ضداکسیدانی میوه‌ی توت‌فرنگی با تیمار کیتوزان طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۱۲۲
جدول پیوست ۱۰- تجزیه واریانس شاخص‌های رنگی میوه‌ی توت‌فرنگی با تیمار کیتوزان طی مدت انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۱۲۲
جدول پیوست۱۱ - تجزیه واریانس ویژگی‌های کیفی میوه‌ی توت‌فرنگی با تیمار کیتوزان طی مدت انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۱۲۳
جدول پیوست ۱۲- تجزیه واریانس پارامترهای تست پانل میوه‌ی توت‌فرنگی با تیمار کیتوزان طی انبارمانی در دمای ۱±۲ درجه سلسیوس ۱۲۳
جدول پیوست ۱۳- تجزیه واریانس درصد بازدارندگی سطوح مختلف تیمول و منتول بر قارچ *B. cinerea* پس از ۵ روز ۱۲۴

عنوان **صفحه**

جدول پیوست ۱۴- تجزیه واریانس درصد بازدارندگی سطوح مختلف تیمول و منتول بر قارچ *B. cinerea* پس از ۱۱ روز ۱۲۴
جدول پیوست ۱۵- تجزیه واریانس درصد بازدارندگی غلظت‌های مختلف تیمول بر قارچ *B. cinerea* پس از ۵ روز ۱۲۴
جدول پیوست ۱۶- تجزیه واریانس درصد بازدارندگی غلظت‌های مختلف تیمول بر قارچ*B. cinerea* پس از ۱۱ روز ۱۲۵
جدول پیوست ۱۷- تجزیه واریانس درصد بازدارندگی غلظت‌های مختلف تیمول بر قارچ *B. cinerea* پس از ۵ روز ۱۲۵
جدول پیوست ۱۸- تجزیه واریانس درصد بازدارندگی غلظت‌های مختلف تیمول بر قارچ *B. cinerea* پس از ۱۱ روز ۱۲۵

فصل اول

مقدمه

میوه‌ها و سبزی‌های تازه، از آغاز تاریخ، بخشی از رژیم غذایی بشر بوده‌اند (راحمی، ۱۳۸۷) و نقش بسیار مهمی در تغذیه و سلامت انسان به‌خصوص از نظر تامین ویتامین‌ها، مواد معدنی و فیبر تغذیه‌ای دارند (Kader, 2002). این محصولات هنگامی برداشت می‌شوند که از لحاظ خوردن یا کیفیت بصری در حالت بهینه باشند و از آنجایی که آن‌ها سیستم بیولوژیکی زنده هستند، پس از برداشت از بین می‌روند (راحمی، ۱۳۸۷). برای سال‌ها مدیریت پس از برداشت میوه‌ها به همراه حفظ کیفیت کلی آن‌ها یک چالش بوده است. اگرچه محصولی که در مرحله‌ی بلوغ تجاری برداشت می‌شود، دارای کیفیت کافی می‌باشد، اما مشکلات و مسائل فراوانی را به دنبال دارد که به واسطه‌ی حمله‌ی قارچی و کاهش کیفیت، منجر به کاهش عمر قفسه‌ای می‌شود (Serrano *et al*., 2008). نمایندگی‌های بین‌المللی که منابع غذایی جهان را اعلام می‌کنند، عنوان کرده‌اند که یکی از کاربردی‌ترین راهکارها برای تامین غذای مورد نیاز آیندگان کاهش خسارت‌های پس از برداشت است (Tripathi and Dubey, 2004). نوعی از خسارت‌های پس از برداشت می‌تواند در اثر فساد میکروبی ایجاد شود و فراورده را به مرحله‌ای از نابودی برساند که جهت ارائه برای مصرف تازه‌خوری و فرایند شدن قابل پذیرش نباشد (راحمی، ۱۳۸۷). پوسیدگی میوه عمدتا ناشی از جنس‌های

پنیسیلیوم[۱]، بوتریتیس[۲] و مونیلیا[۳] می‌باشد که سبب خسارت‌های اقتصادی قابل توجهی می‌شوند. قارچ‌کش‌های پس از برداشت قادرند بخشی از فرایند کاهش کیفیت میوه ناشی از پوسیدگی را کنترل کنند (Serrano *et al*., 2008)؛ اما مقاومت به قارچ‌کش‌های سنتی، محدودیت تعداد قارچ‌کش‌های مورد استفاده در پس از برداشت و افزایش نگرانی‌های عمومی با توجه به آلودگی با بقایای قارچی، نیاز به جایگزین‌های جدید، سالم و سازگار با محیط زیست را افزایش داده است (Asghari Marjanlo *et al*., 2009). استفاده از بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته، در تاخیر تغییرات فیزیکوشیمیایی مربوط به کاهش کیفیت، در مدیریت پس از برداشت موثر خواهد بود (Cont *et al*., 2009). با وجود اثرات مفید بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته در حفظ کیفیت پس از برداشت میوه‌ها، افزایش رطوبت درون بسته (فیلم‌های پلاستیکی) (Sivakumar and Korsten, 2006) ممکن است سبب اثرات مخربی مثل افزایش آلودگی‌های قارچی گردد. بعلاوه تراکم رطوبت روی سطح فیلم بسته‌بندی می‌تواند بر خاصیت نفوذپذیری فیلم اثر معکوس بگذارد و منجر به تولید تدریجی اتمسفر نامطلوب گردد (میرنظامی‌ضیابری، ۱۳۸۵). کاربرد تلفیقی بسته‌بندی با عوامل ضدمیکروبی می‌تواند آسیب ناشی از افزایش رطوبت درون بسته را کاهش دهد. تلفیق عوامل ضد میکروبی با بسته‌بندی قادر است درون بسته محیطی را ایجاد کند که از رشد میکروارگانیسم‌ها روی سطح فراورده جلوگیری کرده و یا آن را به تاخیر می‌اندازد و بنابراین منجر به افزایش عمر انباری محصول می‌گردد (Sangsuwan *et al*., 2008). از جمله مواد ضد میکروب قارچ‌کش‌های مصنوعی هستند؛ اما محققان به دنبال راهی برای کنترل قارچ‌های عامل فساد با استفاده از ترکیبات طبیعی از منابع گیاهی مثل اسانس‌ها و عصاره‌ها در بین بقیه هستند (Jalili Marandi *et al*., 2010). در بین جایگزین‌های مختلف، فراورده‌های گیاهی طبیعی که دوست‌دار محیط (Amiri *et al*., 2008)، دارای سمیت کمتر برای بشر و محیط زیست و پذیرش عمومی وسیع هستند (Og Lee *et al*., 2007)، مورد توجه محققان سرتاسر جهان قرار گرفته‌اند. گزارش شده است که ترکیب بسته‌بندی غیر فعال با اسانس‌های گیاهی (بسته‌بندی فعال)، اثرات مفید بسته‌بندی را که از ترکیبب گازی خاص درون بسته ناشی می‌شود؛ بهبود می‌بخشد (Serrano *et al*., 2005). برای مثال والورد[۴] و همکاران (۲۰۰۵) طی پژوهشی عنوان کردند که افزودن اژنول، تیمول و منتول به بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته، اثرات مفید آن را دوچندان کرده و سبب کم کردن کاهش وزن، تغییرات رنگ و

---

[1] *Penicillium*
[2] *Botrytis*
[3] *Monilia*
[4] Valverde

نسبت قند به اسید و حفظ سفتی میوه‌ی انگور گردیده است. اسانس‌های گیاهی به‌عنوان عناصر غذایی عموما سالم (GRAS[1]) در نظر گرفته می‌شوند و سازمان بهداشت جهانی[2] در سال ۲۰۱۲ اعلام نموده است که بقایای تیمول[3] و کارواکرول[4] تا وقتی‌که غلظت آن از ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در غذا تجاوز نکند، برای مصرف بدون خطر هستند (Castillo *et al*., 2014). این فراورده‌های طبیعی دارای خواص ضدمیکروبی، ضد قارچی (Atress *et al*., 2010)، قارچ‌کشی، ضدباکتریایی، حشره‌کشی و نماتدکشی (Og Lee *et al*., 2007) قابل توجهی می‌باشند. به نظر می‌رسد که اثرات ضدمیکروبی و ضدقارچی، نتیجه‌ی فعالیت ترکیبات زیادی است که به صورت سینرژیستی عمل می‌کنند. بنابراین شانس ناچیزی برای توسعه‌ی نژادهای مقاوم قارچ پس از کاربرد اسانس‌های گیاهی روی میوه‌ها و سبزی‌ها وجود خواهد داشت (Feng and Zheng, 2007). افزون بر این اسانس‌ها وعصاره‌های گیاهی، مزیت بیواکتیو بودن در فاز بخار را دارند که آن‌ها را برای امکان استفاده‌ی تدخینی در حفاظت از محصولات انبار شده جذاب می‌سازد (Asghari Marjanlo *et al*., 2009). کاربرد اسانس‌های گیاهی ضمن تامین سلامت و ایمنی محصول باعث کاهش ضایعات میوه نیز می‌گردد (رنجبر و همکاران، ۱۳۸۷).

استفاده از پوشش‌های خوراکی روش جایگزین دیگری در حفظ کیفیت پس از برداشت فراورده‌ها می‌باشد و استفاده از آن‌ها در نگهداری و محافظت از غذاها به دلیل مزایای آن‌ها نسبت به مواد مصنوعی از جمله سازگار با طبیعت بودن اخیرا افزایش یافته است (Serrano *et al*., 2008). بیشتر این ماکرومولکول‌ها قادر به تشکیل فیلم بوده و به صورت پوشش‌های سطحی بر روی میوه‌ها به کار می‌روند تا میزان تنفس و تبخیر و تعرق از سطح میوه را کاهش دهند. این مواد همچنین قابلیت جابجایی فراورده را بهبود بخشیده و به حفظ ثبات و پایداری آن حین جابجایی کمک می‌کنند (Hernandez-Munos *et al*., 2006). این فیلم‌ها با جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌های پاتوژن و عامل فساد که در نتیجه سبب گسترش فاز تاخیر آن‌ها و یا کاهش نرخ رشد آن‌ها می‌شوند، قادرند عمر قفسه‌ای غذاها را طولانی و ایمنی آن‌ها را تضمین نمایند (Ponce *et al*., 2008). یکی از مزایای عمده‌ی فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی این است که چندین جزء فعال مانند افزودنی‌هایی نظیر آنتی‌اکسیدان‌ها، مواد رنگ‌دهنده، طعم‌دهنده، مواد مغذی (Ponce *et al*., 2008) و ترکیبات ضد میکروبی (Rojas-Grau *et al*., 2009)، می‌تواند در یک ماتریکس پلیمری

---

[1]Generally Recognized as Safe
[2]World Health Organization (WHO)
[3]Thymol
[4]Carvacrol