

صلى الله عليه وسلم



پایان نامه کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی کشاورزی گرایش علوم باغبانی

بررسی اثر ژل آلونئورا، پوترسین، اسانس پونه کوهی و ترخون بر عمر  
انبارمانی و کیفیت پس از برداشت توت‌فرنگی رقم کاماروسا

استاد راهنما:

دکتر عبدالرحمان محمدخانی

استادان مشاور:

دکتر علی اکبر فدائی تهرانی

دکتر وحید روحی

پژوهشگر:

الهام ظفری

اسفند ماه ۱۳۹۱



پایان نامه خانم الهام ظفری جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی کشاورزی گرایش علوم باغبانی با عنوان: بررسی اثر ژل آلوه‌ورا، پوترسین، اسانس پونه کوهی و ترخون بر عمر انبارمانی و کیفیت پس از برداشت توت‌فرنگی رقم کاماروسا در تاریخ ۱۳۹۱/۱۲/۰۲ با حضور هیأت داوران زیر بررسی و با نمره ۱۹/۳ مورد تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنما پایان‌نامه:

.....

دکتر عبدالرحمان محمدخانی، (استادیار)

۲- استادان مشاور پایان‌نامه:

.....

دکتر علی‌اکبر فدائی تهرانی، (استادیار)

.....

دکتر وحید روحی، (استادیار)

۳- استادان داور پایان‌نامه:

.....

دکتر سعید ریزی، (استادیار)

.....

دکتر غلامرضا ربیعی، (استادیار)

دکتر سید حسن طباطبائی  
معاون پژوهشی و تحصیلات تکمیلی  
دانشکده کشاورزی

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات  
و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه  
متعلق به دانشگاه شهرکرد است.

## تقدیر و تشکر

پاس بی کران پروردگار یکتا را که، هستی مان بخشید و به طریق علم و دانش را، نمونه‌مان شد و به، همیشگی رحمت و علم و دانش ممتحرمان نمود و خوشه‌چینی از

علم و معرفت را روزی‌مان ساخت. با زرف‌ترین پاس‌ها از بهترین‌های زندگی ام پدر و مادرم، همسر، برادرانم، خواهرم و دخترانم. پاس و

تقدیر فراوان خویش را صمیمانه تقدیم آنان می‌کنم که با کرامتی چون خورشید، سرزمین دل را روشنی بخشید و گلشن سرای علم و دانش را بار بار بهمانی

های کار ساز و سازنده بارور ساختند. پاس فراوان از استاد فرهیخته و فرزانه ام جناب آقای دکتر محمدحانی که با کرامتی چون خورشید، سرزمین دل را

روشنی بخشید و گلشن سرای علم و دانش را بار بار بهمانی‌های کار ساز و سازنده بارور ساخت. پاس فراوان از اساتید مشاور جناب آقای دکتر فدائی و

جناب آقای دکتر روحی به خاطر تمامی کمک‌هایشان در کلیه مراحل انجام پایان‌نامه که همواره راه‌سما و راه‌گشای بوده‌اند و مرا شرم‌زنده بزرگواری‌های

خود نمودند. از اساتید داور، جناب آقای دکتر ریزی و جناب آقای دکتر ربیعی که زحمت مطالعه و تصحیح این پایان‌نامه را متقبل شدند و همچنین

نماینده محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر خواجلی صمیمانه سپاسگزارم.

از جناب آقای مهندس نوروزی کارشناس محترم آزمایشگاه علوم باغبانی، که در طی دوران تحصیل با نکته‌های دلاویز و صبر و حوصله راه‌نمایی من

بودند کمال تقدیر و تشکر را دارم.

از دوستان عزیزم خانم مارجان السادات حسینی و زحرار فیبی که در اجرای این پیمانامه همواره مریاری کردند صمیمانه سپاسگزارم.

## در پایان...

این اثر را تقدیم می‌نمایم به:

اولین استاد دانش و اندیشه: پدرم

اولین آموزگار عشق و محبت: مادرم

اسطوره زندگیم: همسرم

صمیمی‌ترین دوستان زندگی ام: برادران و خواهر عزیزم

تنها باور بودم: دخترم

تقدیم به اساتید مهربانم:

که حقیقت علم آموزی را پیش از آموختن علم به من آموختند

## چکیده:

توت‌فرنگی با نام علمی *Fragaria × ananassa* Duch یک گیاه علفی دائمی از خانواده Rosaceae و از زیر خانواده Rosoidae می‌باشد. کیفیت توت‌فرنگی به ظاهر میوه (رنگ، اندازه، شکل، وجود یا عدم وجود عیب)، سفتی بافت، طعم و ارزش غذایی آن بستگی دارد که همه این شاخص‌ها به شرایط میوه در زمان برداشت و تغییرات ایجاد شده در طول دوره پس از برداشت بستگی دارد. توت‌فرنگی به دلیل تنفس بالا، مقدار آب زیاد، فعالیت متابولیکی بالا و تولید سریع رادیکال‌های آزاد توسط سلول‌ها و حساسیت به پوسیدگی‌های میکروبی و قارچی خصوصاً "کپک خاکستری حاصل از *Botrytis cinerea*" یکی از میوه‌های بسیار فسادپذیر بوده و طول عمر پایینی دارد. پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر اسانس‌های گیاهان دارویی پونه و ترخون، ژل گیاه دارویی آلوئه‌ورا و پلی‌آمین پوترسین بر عمر پس از برداشت و کیفیت آن و همچنین تاثیر این ترکیبات روی قارچ عامل پوسیدگی خاکستری ناشی از قارچ بوتریتیس سینرا (*Botrytis cinerea*) میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا می‌باشد. هر دو آزمایش به صورت کاملاً تصادفی در سال ۱۳۹۱ در آزمایشگاه تخصصی علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد انجام شده است. نتایج آزمایش درون شیشه‌ای نشان داد که کلیه تیمارها در بازدارندگی از رشد قارچ موثر بوده است. در روش مخلوط با محیط کشت، غلظت‌های ۸۰۰ و ۱۲۰۰ پی‌پی‌ام اسانس‌های پونه کوهی و ترخون بیشترین بازدارندگی (۱۰۰ درصد) را داشته‌اند و در روش دیسک کاغذی ترخون ۱۲۰۰ پی‌پی‌ام بیشترین ممانعت از فعالیت قارچ *Botrytis cinerea* را داشته است. نتایج آزمایش دوم نیز نشان داد که در ژل آلوئه‌ورا و پوترسین بهترین کیفیت ظاهری و سفتی بافت نسبت به شاهد مشاهده می‌شود. بالاترین درصد مواد جامد محلول و شاخص رسیدگی در شاهد مشاهده می‌شود. مقدار ویتامین ث در غلظت‌های بالای پوترسین (۱/۲ و ۱/۸ میلی‌مولار) حفظ شده است. میزان آنتوسیانین در غلظت بالای پونه کوهی (۱۲۰۰ پی‌پی‌ام) بالاترین مقدار بوده است. به‌طور کلی برای کنترل قارچ *Botrytis cinerea* کلیه تیمارها در هر دو روش موثر بوده‌اند. در مورد افزایش عمر انبارمانی و خصوصیات کیفی، استفاده از پوترسین و ژل آلوئه‌ورا بهتر از سایر تیمارها بوده است. البته تیمارهای اسانس ترخون و پونه هم نسبت به شاهد بهتر بوده‌اند اما به‌نظر می‌رسد که غلظت‌ها نامناسب بوده‌اند و بهتر است غلظت‌های کمتر از ۴۰۰ پی‌پی‌ام استفاده شود. واژگان کلیدی: اسانس پونه کوهی، اسانس ترخون، پوترسین، توت‌فرنگی، ژل آلوئه‌ورا



## فهرست مطالب

عنوان	شماره صفحه
<b>فصل اول - کلیات</b>	۷
۱-۱ مقدمه	۷
۱-۲ اهمیت و کاربرد	۹
۱-۳ اهداف پژوهش	۹
۱-۴ فرضیات	۱۱
<b>فصل دوم - بررسی منابع</b>	۱۲
۲-۱ گیاه‌شناسی توت‌فرنگی	۱۲
۲-۲ تاریخچه کشت توت‌فرنگی	۱۴
۲-۳ وضعیت تولید توت‌فرنگی در جهان و ایران	۱۴
۲-۴ ارقام توت‌فرنگی	۱۵
۲-۵ عوامل موثر بر رشد میوه توت‌فرنگی	۱۵
۲-۶ کیفیت میوه توت‌فرنگی	۱۶
۲-۷ منشأ ضایعات پس از برداشت در محصولات باغبانی	۱۸
۲-۷-۱-۱ علایم پوسیدگی خاکستری	۱۸
۲-۷-۲-۱ چرخه زندگی قارچ عامل بیماری	۱۹
۲-۷-۲-۲ کنترل پوسیدگی خاکستری	۲۸
۲-۷-۳-۱ کنترل در مزرعه	۲۸
۲-۷-۳-۲ کنترل پوسیدگی خاکستری در انبار	۲۹
۲-۸ ماهیت و ساختار شیمیایی اسانس‌های گیاهی	۲۵
۲-۸-۱ تفاوت اسانس‌ها (Volatile oils) با روغن‌های غیر فرار (Non Volatile oils)	۲۵
۲-۸-۲ شیمی اسانس‌ها	۳۳
۲-۸-۳ تقسیم‌بندی اسانس‌ها با توجه به ساختار شیمیایی	۳۵
۲-۸-۴ خاصیت آنتی‌اکسیدانی اسانس‌ها	۳۶
۲-۸-۵ فعالیت ضد قارچی اسانس‌ها	۳۰
۲-۹ ژل آلونئورا	۴۲

۳۵.....	۱۰-۲ پوترسین .....
۴۴.....	۱-۱۰-۲ مکانیسم عمل پلی آمین ها.....
۳۹.....	۱۱-۲ مشخصات گیاه شناسی گیاهان مورد استفاده در این پژوهش .....
۴۳.....	<b>فصل سوم- مواد و روش ها</b> .....
۴۳.....	۱-۳ مقدمه .....
۴۳.....	۲-۳ مواد مورد استفاده در پژوهش .....
۴۳.....	۱-۲-۳ تهیه اسانس های گیاهی .....
۴۴.....	۲-۲-۳ ژل آلونهورا .....
۴۴.....	۳-۲-۳ پوترسین .....
۵۱.....	۳-۳ نحوه اجرای آزمایش .....
۴۵.....	۱-۳-۳ آزمایش اول (اثر تیمارها بر قارچ <i>Botrytis cinerea</i> در کشت درون شیشه ای) .....
۴۵.....	۱-۳-۳-۱ تهیه محیط کشت .....
۴۵.....	۲-۳-۳-۱ کشت قارچ .....
۴۵.....	۳-۳-۳-۱ اعمال تیمار .....
۴۶.....	۲-۳-۳-۲ آزمایش دوم (اثر تیمارها روی کیفیت و عمر انبارمانی توت فرنگی) .....
۴۷.....	۱-۳-۳-۲ تیمار اسانس پونه .....
۴۷.....	۲-۳-۳-۲ تیمار اسانس ترخون .....
۵۳.....	۳-۳-۳-۲ تیمار ژل آلونهورا .....
۴۷.....	۴-۳-۳-۲ تیمار پوترسین .....
۴۷.....	۴-۳ خصوصیات مورد اندازه گیری میوه .....
۵۴.....	۱-۴-۳ کیفیت ظاهری .....
۴۸.....	۲-۴-۳ درصد کاهش وزن میوه .....
۵۴.....	۳-۴-۳ اندازه گیری سفتی بافت میوه .....
۴۸.....	۴-۴-۳ اندازه گیری اسیدیته (pH) .....
۴۹.....	۵-۴-۳ اندازه گیری اسید کل (TA) .....
۴۹.....	۶-۴-۳ اندازه گیری مواد جامد محلول کل (TSS) .....
۵۵.....	۷-۴-۳ اندازه گیری شاخص رسیدگی (TSS/TA) .....
۴۹.....	۸-۴-۳ اندازه گیری ویتامین C .....

۵۰	۳-۴-۹ اندازه‌گیری آنتوسیانین با روش اسپکتروفتومتری.....
۵۰	۳-۴-۹-۱ آماده‌سازی بافرها.....
۵۱	۳-۴-۹-۲ روش کار با اسپکتروفتومتر.....
۵۱	۳-۴-۹-۳ محاسبه کمی آنتوسیانین توت‌فرنگی.....
۵۲	۳-۵ تجزیه و تحلیل آماری.....
۵۳	<b>فصل چهارم- نتایج و بحث</b> .....
۵۳	۴-۱ مقدمه.....
۵۹	۴-۲ نتایج حاصل از آزمایش اول (اثر تیمارهای مختلف بر قارچ <i>Botrytis cinerea</i> در کشت درون شیشه‌ای).....
۵۳	۴-۲-۱ روش ترکیب با محیط کشت.....
۵۴	۴-۲-۲ روش دیسک.....
۵۶	۴-۳ نتایج حاصل از آزمایش دوم (اثر تیمارها روی کیفیت و عمر انبارمانی توت‌فرنگی).....
۵۶	۴-۳-۱ کیفیت ظاهری میوه.....
۵۸	۴-۳-۲ کاهش وزن.....
۶۰	۴-۳-۳ سفتی بافت.....
۶۳	۴-۳-۴ اسیدیته.....
۶۵	۴-۳-۶ مواد جامد محلول میوه.....
۶۸	۴-۳-۷ شاخص رسیدگی.....
۷۰	۴-۳-۸ ویتامین ث.....
۷۲	۴-۳-۹ آنتوسیانین.....
۷۴	۴-۴ نتیجه‌گیری نهایی.....
۷۵	۴-۶ پیشنهادات.....
۸۲	<b>منابع</b> .....

## فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۱۳	شکل ۱-۲ آناتومی توت‌فرنگی.....
۲۰	شکل ۲-۲ چرخه زندگی قارچ <i>Botrytis cinerea</i> .....
۳۶	شکل ۲-۳ بیوسنتز پوترسین، اسپرمین و اسپرمیدین.....
۳۹	شکل ۲-۴ پونه‌کوهی.....
۴۰	شکل ۲-۵ ترخون.....
۴۱	شکل ۲-۶ آلونته‌ورا.....
۴۴	شکل ۳-۱ دستگاه کلونجر.....
۴۷	شکل ۳-۲ میوه‌های توت‌فرنگی.....
۵۴	شکل ۴-۱ اثر تیمارهای مختلف بر بازدارندگی از رشد قارچ در روش مخلوط با محیط کشت.....
۵۵	شکل ۴-۲ اثر تیمارهای مختلف بر بازدارندگی از رشد قارچ در روش دیسک.....
۵۷	شکل ۴-۳ اثر تیمارهای مختلف بر بازارپسندی میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا بعد از ۷ روز.....
۵۸	شکل ۴-۴ اثر تیمارهای مختلف بر بازارپسندی میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا بعد از ۱۴ روز.....
۵۹	شکل ۴-۵ اثر تیمارهای مختلف بر کاهش وزن میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا بعد از ۷ روز.....
۶۱	شکل ۴-۶ اثر تیمارهای مختلف بر سفتی میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا بعد از ۷ روز.....
۶۲	شکل ۴-۷ اثر تیمارهای مختلف بر سفتی میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا بعد از ۱۴ روز.....
۶۴	شکل ۴-۸: اثر تیمارهای مختلف بر اسید کل میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا بعد از ۷ روز.....
۶۴	شکل ۴-۹: اثر تیمارهای مختلف بر اسید کل میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا بعد از ۱۴ روز.....
۶۶	شکل ۴-۱۰ اثر تیمارهای مختلف بر درصد مواد جامد محلول میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا بعد از ۷ روز....
۶۸	شکل ۴-۱۱ اثر تیمارهای مختلف بر درصد مواد جامد محلول میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا بعد از ۱۴ روز....
۶۹	شکل ۴-۱۲ اثر تیمارهای مختلف بر شاخص رسیدگی میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا بعد از ۷ روز.....

- شکل ۴-۱۳ اثر تیمارهای مختلف بر شاخص رسیدگی میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا بعد از ۱۴ روز..... ۶۹
- شکل ۴-۱۴ اثر تیمارهای مختلف بر میزان ویتامین ث میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا بعد از ۷ روز..... ۷۰
- شکل ۴-۱۵: اثر تیمارهای مختلف بر میزان ویتامین ث میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا بعد از ۱۴ روز..... ۷۱
- شکل ۴-۱۶ اثر تیمارهای مختلف بر میزان آنتوسیانین میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا بعد از ۷ روز..... ۷۲
- شکل ۴-۱۷ اثر تیمارهای مختلف بر میزان آنتوسیانین میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا بعد از ۱۴ روز..... ۷۳

## فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۷	جدول ۱-۲ خصوصیات شیمیایی عصاره توت‌فرنگی.....
۱۷	جدول ۲-۲ نوع و مقدار ترکیبات موجود در ۱۰۰ گرم میوه توت‌فرنگی.....
۵۱	جدول ۱-۳ آنتوسیانین غالب توت‌فرنگی.....
۵۴	جدول ۱-۴ تجزیه واریانس بازدارندگی از رشد قارچ <i>Botrytis cinerea</i> در روش مخلوط با محیط کشت...
۵۵	جدول ۲-۴ تجزیه واریانس بازدارندگی از رشد قارچ <i>Botrytis cinerea</i> در روش دیسک کاغذی.....
۵۷	جدول ۳-۴ تجزیه واریانس کیفیت میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا بعد از ۷ و ۱۴ روز.....
۵۹	جدول ۴-۴ تجزیه واریانس کاهش وزن میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا بعد از ۷ و ۱۴ روز.....
۶۱	جدول ۵-۴ تجزیه واریانس سفتی بافت میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا بعد از ۷ و ۱۴ روز.....
۶۲	جدول ۶-۴ تجزیه واریانس اسیدیته عصاره میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا بعد از ۷ و ۱۴ روز.....
۶۳	جدول ۷-۴ تجزیه واریانس اسید کل میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا بعد از ۷ و ۱۴ روز.....
۶۶	جدول ۸-۴ تجزیه واریانس درصد مواد جامد محلول میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا بعد از ۷ و ۱۴ روز.....
۶۸	جدول ۹-۴ تجزیه واریانس شاخص رسیدگی میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا بعد از ۷ و ۱۴ روز.....
۷۰	جدول ۱۰-۴ تجزیه واریانس ویتامین ث میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا بعد از ۷ و ۱۴ روز.....
۷۲	جدول ۱۱-۴ تجزیه واریانس آنتوسیانین میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا بعد از ۷ و ۱۴ روز.....

## فصل اول

### کلیات

#### ۱-۱ مقدمه

گزارش‌ها حاکی از آن است که جمعیت جهان از ۵/۷ میلیارد نفر در سال ۱۹۹۵ به ۸/۳ میلیارد نفر در سال ۲۰۲۵ می‌رسد. طبیعی است با افزایش جمعیت نیاز به مواد غذایی افزایش می‌یابد. بهره‌برداری غیر اصولی از زمین‌های کشاورزی سبب شده که به تدریج از مساحت زمین‌های قابل کاشت کاسته شود. باید با اتخاذ تدابیر مناسب مانند استفاده از ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا و عمر پس از برداشت طولانی، استفاده از سیستم‌های مدیریت و حمل و نقل مناسب محصولات با مشکل کمبود غذا در جهان مبارزه شود. گذشته از آن با افزایش رفاه در جوامع بشری، انسان‌ها به دنبال میوه‌ها و سبزی‌هایی با ارزش غذایی بالا در عین حال با عطر و طعم مناسب هستند (مقصودلو و کاشانی نژاد، ۱۳۸۳ و آنتونی و همکاران، ۲۰۰۳). میوه‌ها و سبزی‌های برداشت شده اغلب دارای قابلیت فسادپذیری بسیار بالایی بوده و بدون به کارگیری فنون و روش‌های صحیح نگهداری

و حمل و نقل، عمر پس از برداشت آن‌ها پایین خواهد بود. علاوه بر این امروزه توجه زیادی به ارزش غذایی میوه‌ها و سبزی‌ها می‌شود و برای جلب نظر مصرف‌کنندگان جهانی باید تحقیقات وسیعی در جهت افزایش ارزش غذایی این محصولات صورت پذیرد. در ضمن سلامت محصول غذایی نیز حائز اهمیت است، به طوری که علاوه بر اینکه باید فاقد عوامل بیماری‌زا و آفت باشد، باید عاری از هر گونه بقایای مواد شیمیایی که برای سلامتی انسان مضر هستند نیز باشد (راحی، ۱۳۸۲). میوه‌ها و سبزی‌های با بافت تازه و آبدار، پس از برداشت در معرض تغییراتی هستند که کاهش کیفیت و فساد آن‌ها را در پی خواهد داشت. یک سری از تغییرات را نمی‌توان متوقف ساخت ولی می‌توان با فرایندهای پس از برداشت، روند کاهش کیفیت را محدود ساخت (لی و کیدر، ۲۰۰۰).

از جمله روش‌هایی که برای کاهش ضایعات، حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها استفاده می‌شود، عبارتند از: شامل پیش‌سرمایی (Precooling)، تیمارهای گرمایی (Heat treatment)، انبارهای با اتمسفر کنترل شده (Controlled atmosphere) و بسته‌بندی، کنترل بیولوژیکی (Biological control)، پرتوتابی (Irradiation) و غیره می‌باشد (هارد و سالونجی، ۱۹۷۵). کاهش ضایعات پس از برداشت به منظور اطمینان از دسترسی به غذای با کیفیت خوب برای ساکنان سیاره زمین، اهمیت ویژه‌ای دارد. کاهش ضایعات پس از برداشت هزینه‌های تولید و توزیع را کاهش داده و هزینه پایی برای مصرف‌کننده و درآمد بالا برای تولیدکننده در پی خواهد داشت (کیدر، ۲۰۰۲). ضایعات میوه‌ها و سبزی‌ها اغلب در طی مرحله تولید، برداشت، حمل و نقل، در خرده‌فروشی‌ها و نهایتاً پس از خرید توسط مصرف‌کننده اتفاق می‌افتد. ضایعات در مرحله فروش، از زمان برداشت تا زمانی که توسط مصرف‌کننده خریداری می‌شود، اغلب خیلی مهم‌تر از ضایعات مزرعه یا باغ است زیرا هزینه سرویس‌های فروش، درجه‌بندی، بسته‌بندی، انبار و حمل و نقل به قیمت محصول افزوده می‌شود. توت‌فرنگی یکی از فسادپذیرترین محصولات باغبانی است. این محصول دارای فعالیت متابولیکی بسیار زیاد می‌باشد که سبب از بین رفتن کیفیت آن حتی بدون حضور عوامل میکروبی فاسدکننده می‌شود. علاوه بر آن ساختار میوه توت‌فرنگی طوری است که آن را در مقابل فساد آسیب‌پذیر می‌کند. پوشش سطح میوه بسیار نازک و نرم است که به آسانی صدمه می‌بیند و گوشت میوه نیز نرم است و میوه را در برابر ضایعات و فشار آسیب‌پذیر می‌سازد. از طرفی توت‌فرنگی میوه‌ای نافرازگراست و پس از برداشت نمی‌تواند برسد، بنابراین برای داشتن کیفیت خوراکی باید زمانی برداشت شود که در آن رنگ قرمز بطور کامل ایجاد شده باشد و خود این عامل سبب از دست دادن سریع کیفیت پس از برداشت می‌شود. قارچ‌های عامل پوسیدگی میوه از عوامل مهم ضایعات این محصول می‌باشند. این میکروارگانیسم‌ها می‌توانند داخل غنچه‌ها شده و به صورت خواب تا زمان رسیدگی در داخل میوه باقی بمانند و یا اینکه از راه زخم یا آسیب‌های ایجاد شده در حین برداشت و عملیات پس از آن، میوه را آلوده کنند (شرافتیان، ۱۳۸۲).

فساد پس از برداشت میوه توت‌فرنگی تا حدود زیادی با کاربرد قارچ‌کش‌ها قابل کنترل است، در حالی که امکان مقاوم شدن پاتوژن‌ها به قارچ‌کش‌ها وجود دارد (ال قوت و همکاران، ۱۹۹۱). آثار سوء کاربرد نامناسب مواد شیمیایی در مراحل پس از برداشت به خوبی شناخته شده است و مصرف‌کنندگان تمایل زیادی به خرید محصولات عاری از مواد شیمیایی هستند (ویسنه و همکاران، ۲۰۰۳). از این رو تقاضا برای محصولات عاری از مواد شیمیایی مضر بالاتر رفته و تحقیق در مورد روش‌های فیزیکی و یا مواد شیمیایی بی‌خطر اهمیت



زیادی دارد. رایج‌ترین روش‌های حفظ کیفیت و کنترل فساد محصولات تازه از جمله توت‌فرنگی، سرد کردن سریع پس از برداشت و انبار نمودن آن در دمای پایین است که بسته به نوع محصول و محل پرورش آن، دمای انبار تعیین می‌شود. اما از آن جایی که کنترل موثر دما طی حمل و نقل مشکل است، لذا استفاده از روش‌های تلفیقی برای حفظ موثرتر کیفیت ضروری می‌باشد (ال قوت و همکاران، ۱۹۹۱). از این رو تولید ارگانیک و بدون استفاده از مواد شیمیایی سنتتیک باید در اولویت کار تولیدکنندگان قرار گیرد و در تکنولوژی پس از برداشت نیز از مواد شیمیایی مضر برای سلامتی انسان استفاده نشود. یکی از زمینه‌های مهم در کشاورزی و باغبانی بدون سموم که امروزه توجه زیادی را به خود معطوف داشته است، استفاده از ترکیبات طبیعی و سازگار با گیاه، طبیعت، انسان در تولید و نگهداری محصول است که به این ترتیب نه تنها محصول عاری از مواد شیمیایی خطرناک و مضر تولید می‌شود، بلکه ارزش غذایی و دارویی بالاتری نیز خواهد داشت (دات و همکاران، ۱۹۹۸).

## ۱-۲ اهمیت و کاربرد

توت‌فرنگی یک میوه دانه‌ریز بومی مناطق معتدله است که به دلیل داشتن طرفداران زیاد، روز به روز بر اهمیت و سطح زیر کشت آن افزوده می‌شود. این گیاه به خوبی با شرایط آب و هوایی مختلف سازگاری دارد. هرچند اغلب گونه‌ها در نیمکره شمالی پراکنده‌اند ولی رویشگاه طبیعی آن در ارتفاعات ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متری از سطح دریا است. گونه‌های وحشی این گیاه با میوه‌های خوش طعم کوچک در جنگل‌های مازندران، گیلان و طالش می‌روید (کاشی و حکمتی، ۱۳۷۰ و تهرانی‌فر و سیفی، ۲۰۰۲). توت‌فرنگی در میان میوه‌های مناطق معتدله یک میوه بی‌نظیر محسوب می‌شود و در فصل بهار از زودرس‌ترین میوه‌ها به حساب می‌آید (بهنامیان و مسیحا، ۱۳۸۱). از زمانی که توت‌فرنگی به عنوان یک محصول اقتصادی، در سطح وسیع پرورش یافته است، بیشترین تحقیقات زیادی روی تنظیم‌های استانداردهای کیفیت میوه متمرکز شده است، ضمن این که کوشش‌های زیادی در زمینه بزرگ‌تر کردن اندازه میوه در طول دوره رشد در مزرعه و افزایش کیفیت میوه پس از برداشت هم انجام شده است (زنگ و واتکین، ۲۰۰۵). در توت‌فرنگی به دلیل فسادپذیری زیاد و عمر کم پس از برداشت، استفاده از مواد شیمیایی برای حفظ کیفیت میوه در حین انبارداری و حمل و نقل محدودیت زیادی دارد. بنابراین با استفاده از مواد کم ضرر یا بی‌ضرر جایگزین مواد شیمیایی پرخطر، در تکنولوژی پس از برداشت میوه توت‌فرنگی ضروری است (باور و همکاران، ۲۰۰۳).

## ۱-۳ اهداف پژوهش

هدف از پژوهش‌های پس از برداشت، حفظ کیفیت و سلامتی و به حداقل رساندن ضایعات محصولات باغبانی و محصولات حاصل از فرآوری آن‌ها، در فاصله زمانی تولید تا مصرف است. کاهش ضایعات پس از برداشت، دسترسی به غذا را برای جمعیت در حال رشد ممکن می‌سازد. نظر به اینکه توت‌فرنگی در ایران در سطح تجاری تولید می‌شود، افزایش عمر انبارداری توت‌فرنگی هم به لحاظ اقتصادی و هم به لحاظ فنی و مدیریتی باید مورد توجه قرار گیرد، تا پس از بررسی‌های لازم، روش‌های دقیق مبتنی بر اصول علمی و عملی انتخاب شوند. در هر صورت مطالعات به منظور کاهش تلفات محصول

توت‌فرنگی و افزایش عمر نگهداری و حفظ کیفیت میوه برای ارائه در بازارهای بزرگ مصرف موجود در داخل و خارج کشور، ارزش سرمایه‌گذاری فنی و حرفه‌ای در این بخش را دارد. هدف از این پژوهش بررسی اثر اسانس‌های گیاهان دارویی پونه و ترخون، ژل گیاه دارویی آلئوئورا و پلی‌آمین پوترسین بر عمر پس از برداشت و کیفیت آن و همچنین تاثیر این ترکیبات روی قارچ عامل پوسیدگی خاکستری ناشی از قارچ *Botrytis cinerea* میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا می‌باشد. با این پیش فرض که اسانس‌های گیاهی، ژل آلئوئورا و پوترسین قادر به حفظ کیفیت، افزایش عمر انبارمانی و کنترل بیماری پوسیدگی خاکستری بوده و می‌توانند جایگزین مناسبی برای قارچ‌کش‌های مصنوعی باشند و با در نظر گرفتن این امر که توت‌فرنگی در مدت کوتاهی پس از برداشت مصرف می‌شود و بقایای قارچ‌کش‌ها در آن بیشتر از هر محصول دیگری مشکل‌ساز خواهد بود، بنابراین استفاده از روش‌های فیزیکی و غیرشیمیایی ضرورت پیدا می‌کند.

## ۴-۱ فرضیات

امروزه میوه توت‌فرنگی جایگاه خود را در رژیم غذایی میلیون‌ها نفر از مردم جهان پیدا کرده است و از نظر طعم و عطر و محتویات سرشار از ویتامین، آنتوسیانین و اسیدهای آلی و مواد مغذی شناخته شده است (بهنامیان و مسیحا، ۱۳۸۱ و هان و همکاران، ۲۰۰۴). توت‌فرنگی یک میوه گوشتی با تنفس نافرازگرا است که به سرعت نرم شده (باستاموت و همکاران، ۲۰۰۶)، به شدت فسادپذیر بوده و به دلیل فعالیت فیزیولوژیکی بالا به آسیب مکانیکی، تخریب فیزیولوژیکی و پوسیدگی قارچی حساس است. این میوه دوره بلوغ، رسیدن و پیری کوتاهی دارد و به همین دلیل عمر پس از برداشت کمی داشته و حمل و نقل و انبارداری آن بسیار مشکل است (جیانگ و همکاران، ۲۰۰۱ و هان و همکاران، ۲۰۰۴). عمر انبارداری میوه توت‌فرنگی اغلب به وسیله آلودگی قارچی پایان می‌پذیرد. معمول‌ترین روش نگهداری و کنترل پوسیدگی میوه‌ها، سرد کردن سریع بلافاصله پس از برداشت و انبار کردن است ولی در هر حال عمر نگهداری این میوه در انبار سرد (۲-۱ درجه سانتی‌گراد) کمتر از ۵ روز است (بهنامیان و مسیحا، ۱۳۸۱ و دریس و همکاران، ۲۰۰۱). تقریباً ۴۰ درصد از محصول توت‌فرنگی در اثر فساد پس از برداشت آسیب می‌بیند از این رو جابه‌جایی و نگهداری پس از برداشت میوه یک مرحله حساس به شمار می‌آید. در بسیاری از موارد توت‌فرنگی‌های تازه‌خوری از طریق هوایی یا جاده به مسافت‌های دور منتقل می‌شوند، لذا افزایش طول عمر نگهداری، عمر قفسه‌ای و حفظ کیفیت میوه از زمینه‌های مورد توجه در فیزیولوژی پس از برداشت توت‌فرنگی می‌باشد (دریس و همکاران، ۲۰۰۱).

## فصل دوم

### بررسی منابع

#### ۱-۲ گیاه‌شناسی توت‌فرنگی

توت‌فرنگی با نام علمی *Fragaria × ananassa* Duch یک گیاه علفی دائمی از خانواده گل‌سرخیان (Rosaceae) و از زیر خانواده Rosoidae و جنس *Fragaria* می‌باشد. این گیاه ساقه کوتاهی دارد که از آن برگ‌ها، ریشه‌های نابجا، ساقه‌های رونده و گل آذین خارج می‌شود. از انتهای ساقه، گل آذین و از قاعده آن ریشه، تولید می‌شود (شکل ۱-۲). ریشه توت‌فرنگی سطحی می‌باشد و آناتومی آن شبیه دولپه‌ای‌هاست (کاشی و حکمتی، ۱۳۷۰). توت‌فرنگی دو نوع ریشه اصلی و نابجا دارد که ریشه‌های نابجا از قاعده برگ‌های جدید یا از انتهای ساقه رونده خارج می‌شود. بیش از ۵۰-۹۰ درصد ریشه‌ها در عمق ۱۵-۱۰ سانتی‌متری عمق خاک قرار دارند. رقم‌های روز خنثی ریشه سطحی‌تری دارند و تقریباً در ۱۰-۸ سانتی‌متری سطح خاک قرار دارند (منبعی، ۱۳۸۵). ریشه‌ها علاوه بر جذب آب و مواد غذایی به عنوان اندام ذخیره‌ای عمل می‌کنند. در آخر تابستان کربوهیدرات‌های اضافی در ریشه‌ها ذخیره شده که این مواد جهت رشد رویشی گیاه در بهار آینده مورد استفاده قرار می‌گیرند (تقوی، ۱۳۸۳).