





دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
دانشکده تولید گیاهی

پایان نامه کارشناسی ارشد (M.Sc.) علوم باغبانی

اثر پوشش خوراکی دامانس یکمک هندی (*Pittosporum undulatum*) بر خواص کیفی پرتقال دانسیا (*Citrus*)

(*Sinensis*) در طی دوره انبارداری

پژوهش و نگارش:

محمد محمدی نالو

استاد راهنما:

دکتر مهدی شیرینانی

استاد مشاور:

مهندس امیرداریایی کریمه خانی

دکتر امیراحمد عیسی

۱۳۹۱

تعهدنامه پژوهشی

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مبین بخشی از فعالیت های علمی- پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می شود، بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به موارد ذیل متعهد می شوند:

- ۱) قبل از چاپ پایان نامه (رساله) خود، مراتب را قبلاً بطور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع داده و کسب اجازه نمایند.
- ۲) در انتشار نتایج پایان نامه (رساله) در قالب مقاله، همایش، اختراع و اکتشاف و سایر موارد ذکر نام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان الزامی است.
- ۳) انتشار نتایج پایان نامه (رساله) باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب محمد محمدی شاملو دانشجوی رشته علوم باغبانی مقطع کارشناسی ارشد تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می شوم.

چکیده

مرکبات یکی از مهمترین تیره‌های میوه‌های نیمه گرمسیری محسوب می‌شوند که جایگاه بی مانندی را در سلسله گیاهی حفظ نموده و به عنوان بخشی از رژیم غذایی، دارای ارزش فراوانی می‌باشند، از مرکبات می‌توان به عنوان یک مکمل غذایی حاوی هسپردین و سایر فلاونوئیدها برای جلوگیری از عفونت‌ها و تقویت سیستم ایمنی بدن استفاده نمود. گرچه میوه مرکبات جزء میوه‌های نافرازگرا می‌باشد، اما ترکیبات موجود در میوه آن بسته به دما و مدت نگهداری تغییر می‌کند، یعنی هر چقدر مدت انبارداری طولانی تر باشد این ترکیبات بیشتر ممکن است تغییر کنند. پوسیدگی و اتلاف وزن میوه به علت تعرق از جمله عوامل محدود کننده در نگهداری میوه پرتقال به شمار می‌آیند. هدف از انجام این پژوهش تعیین بهترین تیمار به منظور کنترل عوامل پوسیدگی و حفظ کیفیت و افزایش عمر انبارداری پرتقال رقم والنسیا بود. بدین منظور میوه‌ها با اسانس میخک (۱٪)، واکس، مخلوط واکس- اسانس پوشش داده شدند. سپس میوه‌های تیماردهی شده به مدت سه ماه در دمای ۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ درصد نگهداری و هر سه هفته یک بار میزان سفتی، درصد اتلاف آب، میزان فساد، مواد جامد محلول کل، اسید قابل تیتر، میزان قندهای محلول (قند کل، گلوکز، ساکارز و فروکتوز) و میزان هسپردین و نارنجین پوست با روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC)، فعالیت آنتی اکسیدانی با روش DPPH و میزان فنل کل با روش فولین سیوکالتو اندازه گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که از نظر میزان pH، مواد جامد محلول کل و اسید قابل تیتر، بین تیمارها اختلاف معنی دار وجود نداشت (۰/۰۵ > p). بیشترین مقدار اتلاف آب مربوط به تیمار شاهد بود. بین تیمارهای اعمال شده به لحاظ سفتی و میزان فساد اختلاف معنی دار وجود داشت، به طوری که تیمار مخلوط واکس- اسانس و اسانس از سایر تیمارها مؤثرتر بود. در تیمار اسانس و مخلوط واکس- اسانس هیچ گونه پوسیدگی مشاهده نشد. اثر زمان بر تغییرات چهار قند فوق

ذکر در طی مدت انبارداری معنی‌دار ولی اثر نوع پوشش تنها در مقدار گلوکز اثر معنی‌داری گذاشته بود. مقدار نارنجین و هیسپردین در مدت انبارداری روند کاهشی نشان دادند و نوع پوشش در میزان هیسپردین و فعالیت آنتی‌اکسیدانی تاثیر معنی‌دار داشت.

کلمات کلیدی: مرکبات، واکس، اسانس میخک، هیسپردین، نارنجین، انبارداری

فصل اول

مقدمه و کلیات

رشد روز افزون جمعیت در دهه‌های اخیر و استفاده بی‌رویه از منابع طبیعی باعث افزایش سیر تخریبی این منابع شده است. تغذیه سالم این جمعیت مستلزم توجه به محیط زیست و حفظ منابع طبیعی است که، دسترسی به چنین هدفی نیازمند افزایش تولید مواد غذایی به روش درست، جلوگیری از ضایعات قبل و پس از برداشت و کاهش کاربرد مواد شیمیایی است. به منظور حفظ و نگهداری منابع طبیعی و تولید مناسب و سالم لازم است از منابع پایه به صورت بهینه استفاده شود که برای نیل به این هدف بایستی تغییر سیاست‌ها و اهداف برنامه‌های کشاورزی مد نظر قرار گیرد. بطور مثال بایستی از هدف بیشترین تولید در کوتاه مدت به هدف تداوم تولید سالم و پایدار دست یافت.

میوه‌ها و سبزیجات از جمله مهم‌ترین محصولات باغی هستند که نقش مهمی در تأمین نیازهای غذایی و سلامت انسان دارند. مصرف روزانه میوه و سبزی در رژیم غذایی باعث کاهش خطر ابتلا به بسیاری از بیماری‌ها از قبیل سرطان، بیماری‌های قلبی و عروقی می‌شود (هانگ و همکاران، ۲۰۰۵). اثرات مفید میوه‌ها به خاطر وجود ترکیبات آنتی‌اکسیدانی متعددی مثل ویتامین‌ها، پلی‌فنل‌ها، فلاونوئیدها و کاروتنوئیدها است (هانگ و همکاران، ۲۰۰۵). این گروه از محصولات کشاورزی به دلیل داشتن رطوبت زیاد فسادپذیر هستند و در دوره پس از برداشت بخش عمده‌ای از آن‌ها (بین ۵ تا ۵۰ درصد) از بین می‌رود. میزان این ضایعات حتی در برخی موارد به ۸۰ درصد نیز می‌رسد. در این میان سبزیجات به علت فعالیت آنزیمی بالا بیشترین درصد ضایعات را به خود اختصاص داده‌اند. کاهش و به حداقل رساندن چنین ضایعاتی به عنوان برداشت مخفی می‌تواند یکی از راه‌های مؤثر در تأمین مواد غذایی برای جامعه محسوب شود (راحمی، ۱۳۸۳).

مرکبات از مهم‌ترین میوه‌های گرمسیری و باغبانی در جهان به شمار می‌رود. طبق برآوردهای انجام شده میزان ضایعات مرکبات بین ۲۸ تا ۳۱٪ تخمین زده می‌شود؛ لذا مطالعه و آگاهی از روش‌های مختلفی که منجر به کاهش میزان ضایعات شود از اهمیت بسیاری برخوردار است (فتوحی قزوینی و فتاحی مقدم، ۱۳۸۹).

اگرچه میوه مرکبات جز میوه‌های نافر از گرا می‌باشد، اما ترکیبات موجود در میوه آن بسته به دما و مدت نگهداری تغییر می‌کند یعنی هرچه مدت انبارداری طولانی‌تر شود این ترکیبات بیشتر ممکن است تغییر کند (لستر و هودگس، ۲۰۰۷). در ایران پس از

سیب مرکبات جایگاه دوم تولید را داشته و علاوه بر تازه خوری، در صنعت فرآوری نیز مصارف عمده‌ای دارد. میزان تولید مرکبات در ایران حدود ۴ میلیون تن در سال برآورد می‌شود (فتوحی قزوینی و فتاحی مقدم، ۱۳۸۹).

به طور کلی آنچه بیش از موضوع تولید حائز اهمیت می‌باشد نگهداری و انبارداری درست است که هزینه‌های انجام شده را برگشت خواهد داد. ممکن است در صورت عدم اجرای انبارداری صحیح یا نگهداری و یا برداشت غیر اصولی حجم زیادی از محصول در کوتاه مدت از بین برود (زارعی و همکاران، ۱۳۸۴). کاهش این ضایعات در تولید محصولات غذایی سالم و عاری از بقایای مواد شیمیایی مسئله مهمی است که در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه مورد توجه ویژه‌ای قرار گرفته است، به طوری که استفاده از مواد شیمیایی بعد از برداشت در بسیاری از کشورها محدود شده و امروزه مصرف کنندگان، محصولات ارگانیک و عاری از بقایای سموم را ترجیح می‌دهند (سرائو و همکاران، ۲۰۰۵). از آنجا که در ایران تحقیق چندانی در رابطه با اثر پوشش های خوراکی و اسانس گیاهی روی مرکبات انجام نشده است ضرورت این تحقیق بیش از پیش احساس شد و این تحقیق می‌تواند راهگشای تولید کنندگان در توسعه محصولات ارگانیک باشد. در این راستا با تولید کنندگان و یکی از متخصصان صنعتی پس از برداشت مشورت شد و نامبردگان بر ضرورت این تحقیق تایید داشتند. بنابر این اهمیت این تحقیق کاملاً مشخص شد و برنامه این تحقیق طرح ریزی شد.

پوسیدگی و اتلاف وزن میوه به علت تعرق از جمله عوامل مهم و محدود کننده در نگهداری میوه پرتقال به شمار می‌آیند. کپک‌های سبز و آبی از راه زخم‌هایی که در حین برداشت و حمل و نقل میوه‌ها ایجاد می‌شود، میوه‌ها را آلوده می‌کند که در صورت عدم کنترل موثر باعث ضایعات پس از برداشت میوه مرکبات قبل از رسیدن به دست مصرف کننده می‌شود (تفتی و شاه بیک، ۱۳۸۳). مطالعات اخیر نشان داده است که کاهش تعرق پس از برداشت مهمترین عامل در افزایش عمر انبارداری مرکبات است. اتلاف آبی که در نتیجه تعرق پدید می‌آید، نه تنها باعث پژمردگی، نرم شدن و خشک

شدن میوه مرکبات می‌شود، بلکه سبب تغییر موازنه هورمون‌های نونهالی (جیبرلین‌ها) به طرف پیری (اتیلن) شده که این امر منجر به زوال میوه شود (صفی زاده و راحمی، ۱۳۸۳).

تیمارهای پس از برداشت به منظور نگهداری کیفیت یا بهبود وضعیت ظاهری فرآورده‌های باغبانی به کار می‌روند. ساختار پوشش سطحی گیاه و بافت‌هایی که در زیر آن‌ها قرار دارند، اثر مهمی در میزان کاهش آب به وسیله میوه‌ها و سبزی دارد. بسیاری از انواع فرآورده‌ها دارای پوششی از واکس، در سطح خود هستند که باعث پایداری در برابر عبور آب و تبخیر می‌شوند. بنابراین کوتیکول به وسیله محدود کردن از اتلاف آب و بخار آب، باعث بالا نگه داشتن میزان آب بافتها به منظور سوخت و ساز طبیعی و رشد آن‌ها خواهد شد (راحمی، ۱۳۸۳).

در اثر شستشو بیشتر واکس طبیعی موجود در سطح مرکبات خارج شده که این امر باعث چروکیدگی و تغییر وضعیت ظاهری میوه می‌شود به همین دلیل استفاده از واکس در مرکبات رایج است. در مرکبات ساختار و ترکیب لایه مومی در بین ارقام مختلف متفاوت است که با توسعه میوه تغییر می‌کند و این پوشش روی کاهش اتلاف آب و انتقال گازها از سطح میوه موثر است و مانعی در برابر نفوذ پاتوژن‌ها می‌باشد (کاجوست و همکاران، ۲۰۱۰). واکس ممکن است دربرگیرنده مواد قارچ کش، بازدارنده‌های پیری، سوختگی سطحی و یا جوانه زدن باشد. واکس‌ها را به صورت برس زدن، افشاندن به صورت مه و یا کف در سطح فرآورده به کار می‌برند و یا فرآورده را در داخل تانک‌های محتوی امولسیون واکس غوطه وری می‌کنند. ضخامت لایه واکسی که افزوده می‌شود بایستی نازک باشد، در غیر این صورت ممکن است مانع تبادل گازی شده و سبب فعالیت بی‌هوایی گردد که در نتیجه آن کیفیت فرآورده با تولید مواد بد طعم از بین می‌رود (راحمی، ۱۳۸۳).

به علت افزایش و تمایل فشار مصرف کننده برای کاهش یا دفع افزودنی‌های شیمیایی مورد استفاده در میوه و سبزی‌ها تلاش جهت استفاده از ترکیبات طبیعی برای جلوگیری از رشد میکروبی و فساد محصولات کشاورزی رو به افزایش است. گیاهان قادرند ترکیبات آروماتیک فراوانی تولید نمایند که این ترکیبات بسیار گسترده بوده و جز فرآورده‌های متابولیکی محسوب می‌شوند (دل کامپو و آمویت، ۲۰۰۰). بسیاری از آنها

به عنوان مکانسیم دفاعی گیاهان در برابر میکروارگانیسم ها، حشرات و گیاه خواران به حساب می آید (هارمر و گارسون، ۱۹۹۹). پژوهش حاضر تلاشی در استفاده از مواد و فرآورده های طبیعی و مواد فاقد تاثیر مضر (اسانس های طبیعی) در جهت افزایش عمر انبارداری پرتقال والنسیا می باشد. حذف سموم و قارچ کش های شیمیایی و تهیه فرمولاسیون های موثر در کنترل رشد قارچ های تولید کننده سموم خطرناک و ضایعات سردخانه ای که بخشی از ضایعات محصولات کشاورزی را تشکیل می دهند بخشی دیگر از اهداف این تحقیق می باشد، بنابراین با عنایت به محدودیت های روز افزون استفاده از مواد شیمیایی ضد میکروبی به علت گسترش مقاومت دارویی میکروارگانیسم ها به نظر می رسد روغن های فرار منابع ضد میکروبی بهتری در حفظ مواد خوراکی و کنترل بیماری های انسانی باشد (بویراز و اوزکان، ۲۰۰۴) به علاوه علاقه به امکان استفاده از ترکیبات طبیعی جهت جلوگیری از رشد میکروارگانیسم ها در اثر فشار مصرف کننده برای کاهش یا دفع افزونی های شیمیایی به میوه و سبزی ها در حال افزایش است (لانسیوتی و همکاران، ۲۰۰۴).

در این میان اسانس ها ترکیبات طبیعی، بی رنگ و پیچیده ای از الکل، آلدئید، استر و غیره هستند که دارای بوی مخصوص به خود بوده که در ترکیبات مصنوعی قابل دسترس نبوده و در سلامت انسان نقش حائز اهمیت دارند. اسانس ها با وزن مولکولی کمتر از آب در سطح آب شناور می مانند همچنین فرار بوده و از آن به عنوان بخور، طعم دهنده غذا، آنتی اکسیدان و آنتی باکتریال استفاده های زیادی می گردد (امیدبیگی، ۱۳۸۴).

سؤالاتی که در این تحقیق با آن ها روبرو هستیم عبارتند از:

- ۱- آیا استفاده از پوشش های خوراکی و اسانس طبیعی سبب افزایش عمر نگهداری پرتقال رقم والنسیا می شود؟
- ۲- آیا واکس بر میزان ترکیبات فنولی در طول انبارداری میوه تاثیر گذار است؟
- ۳- آیا اسانس میخک می تواند بیماری های انباری مرکبات را کاهش دهد؟

فرضیه ها

- ۱- افزودن اسانس میخک طول عمر انبارداری مرکبات را بالا می برد.

- ۲- ترکیب پوشش‌های خوراکی و اسانس میخک تاثیر بیشتری نسبت به کاربرد پوشش خوراکی تنها در افزایش عمر و حفظ انبارداری پرتقال مؤثر است.
- ۳- با توجه به خاصیت ضد قارچی، اسانس می‌تواند در کاهش بیماری‌های پس از برداشت مؤثر باشد.

اهداف

- ۱- افزایش عمر انبارداری میوه مرکبات با استفاده از مواد طبیعی جایگزین مواد شیمیایی.
- ۲- استفاده از اسانس به عنوان یک ترکیب طبیعی ضد قارچی که بدون تاثیرات مضر ماده شیمیایی.
- ۳- انجام مطالعه مقایسه‌ای بین کاربرد واکس و اسانس با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی پرتقال والنسیا طی دوره انبارداری پس از برداشت.

فصل دوم

بررسی منابع

۱-۲- گیاهشناسی مرکبات

۱-۱-۲- خاستگاه و تاریخچه مرکبات

مرکبات از خانواده رتاسه^۱، یکی از مهمترین تیره‌ها از میوه‌های نیمه گرمسیری محسوب می‌شوند که جایگاه بی‌نظیری را در سلسله گیاهی حفظ نموده و به عنوان بخشی از رژیم غذایی، دارای ارزش فراوانی می‌باشند (رامادان و همکاران، ۱۹۹۵). منشا مرکبات به نظر بسیاری از پژوهشگران، جنوب شرقی آسیا می‌باشد (داویس و آلبیگو، ۱۹۹۴). مرکبات گیاهان بوته‌ای، درختچه‌ای با شاخ و برگ متراکم و یا درختی با گل‌های سفید مایل به ارغوانی هستند. مرکبات با داشتن گل‌های معطر و شهد فراوان، توجه حشرات به ویژه زنبور عسل را به خود جلب می‌نمایند (فتوحی قزوینی و مقدم، ۱۳۸۹).

برخی از گونه‌های آن در شمال و جنوب کشورمان پرورش داده می‌شوند. میزان ویتامین ث در میوه مرکبات بیش از سایر میوه‌ها می‌باشد و از مرکبات می‌توان به عنوان یک مکمل غذایی حاوی هسپردین و سایر فلاونوئیدها استفاده نمود که ویتامین ث در جلوگیری از عفونت‌ها و تقویت سیستم ایمنی بدن موثر است (مرتضوی و ضیالحق، ۱۳۸۳).

در یک زمان بسیار طولانی میوه مرکبات به خاطر ظاهر، طعم و مزه خوب، کیفیت تغذیه‌ای بالا، ترکیبات بیوشیمیایی و متابولیت‌های ثانویه، اسیدهای آلی و ترکیبات فنلی نقش بسیار مهمی را در تغذیه انسان ایفا کرده‌اند (لادانیا، ۲۰۰۸).

۲-۱-۲- پرتقال والنسیا

پرتقال والنسیا از ارقام پر محصول، دیررس و همه سال آور است که از اسپانیا به همه نقاط دنیا منتقل شده است. روی درختان والنسیا به ویژه در ماه‌های اسفند تا خرداد، دو محصول وجود دارد، هم محصول سال قبل و هم میوه تازه تشکیل شده فصل جاری، پرتقال والنسیا طی دوران زمستان با تقلیل دمای هوا به رنگ زرد گرایش یافته و مجدداً در خرداد از زردی به سبزی می‌گراید. میوه‌های سبز رنگ والنسیا با اتلین (۲۰۰-۲۰ میکرولیتر در لیتر) ظرف مدت ۶۴-۲۴ ساعت سبزدایی می‌شوند. میوه‌های این رقم خاصیت نگهداری بسیار خوبی روی درخت و انبار دارند. اندازه میوه والنسیا متوسط، گرد تخم مرغی، بدون بذر یا کم بذر، نسبتاً پوست کلفت و دارای سطحی صاف هستند. درختان والنسیا دارای تاجی قوی، عمودی، بزرگ و میزان محصول آن از ۶۰ تا ۴۰ تن

¹ Rutaceae

در هکتار متغیر است (داویس و آلبریگو، ۱۹۹۴). این پرتقال به دلیل داشتن آب فراوان، بوی مطبوع و اسیدیته کم، مورد علاقه بسیاری از ایرانیان است (فتوحی قزوینی و مقدم، ۱۳۸۹).

۲-۲- کیفیت درونی میوه

۲-۲-۱- کربوهیدرات‌ها

کربوهیدرات‌ها ترکیباتی آلی هستند که از کربن، اکسیژن و هیدروژن تشکیل شده‌اند. این گروه عمدتاً شامل مونوساکاریدها، دی‌ساکاریدها و پلی‌ساکاریدها هستند. کربوهیدرات‌ها نقش مهمی را در فیزیولوژی میوه مرکبات چه در زمانی که به درخت متصل هستند و یا اینکه زمانی که برداشت می‌شوند ایفا می‌کنند (لادانیا، ۲۰۰۸).

حدود ۷۵-۸۰ درصد مواد جامد محلول مرکبات را کربوهیدرات‌ها تشکیل می‌دهند. تنظیم میزان و نحوه تجمع کربوهیدرات، در میوه، تاثیر زیادی روی کیفیت میوه دارد. از طرفی رشد میوه متأثر از عواملی چون وضعیت آبی، میزان کربوهیدرات و درجه حرارت است. به طوری که شدت عارضه ترکیدگی میوه یا متورم بودن میوه تا حد زیادی بستگی به میزان آب و تغییرات آن در گیاه دارد (اعثی عشر و زکایی، ۱۳۸۷).

کربوهیدرات‌ها پس از آب، بیشترین ماده تشکیل دهنده فراورده‌های باغبانی هستند. آنها دارای دامنه گسترده‌ای از وزن ملکولی به صورت قندهای ساده و یا پلی‌مرهای پیچیده هستند که از چند صد واحد قند ساده درست شده‌اند. قندهای مهم میوه و سبزی‌ها را ساکارز، گلوکز و فروکتوز تشکیل می‌دهند و مقدار آنها در فراورده‌های گوناگون متفاوت می‌باشند (راحی، ۱۳۸۳). کربوهیدرات‌ها چه به صورت آزاد و یا به صورت مشتق در شکل‌گیری خواص میوه مرکبات مانند رنگ، بافت، طعم که در انتخاب مصرف کننده مهم هستند دخالت دارد (لادانیا، ۲۰۰۸). طعم میوه‌ها بیشتر مربوط به نسبت قند به اسید، ترکیبات فرار و اثر ترکیبی آنهاست. تغییر طعم در میوه رسیده به دلیل افزایش قند است که از ذخیره کربوهیدراتی یعنی نشاسته ساخته می‌شود. مقدار قند اهمیت زیادی در شیرینی و مرغوبیت میوه دارد.

مرکبات دارای رنگ جذاب، بافت و طعم مناسب هستند که همه این ویژگی‌ها به دلیل وجود کربوهیدرات‌های موجود در میوه است. تعادل بین قند و اسید در میوه باعث ایجاد طعم و مزه می‌شود. بافت میوه به وسیله پلی‌ساکاریدها اداره می‌شود. حتی اسید

آسکوربیک معمولاً به عنوان قند مشتق شده در نظر گرفته شده و به میزان زیاد در میوه مرکبات وجود دارد (لادانیا، ۲۰۰۸). نسبت ساکارز، گلوکز، فروکتوز در مرکبات ۲:۱:۱ است. عمده‌ترین قند غیر احیا کننده در مرکبات ساکارز است که قند اصلی برای انتقال از برگ به میوه بوده و بیشتر برای سنتز پلی ساکاریدهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد (لادانیا و ماهال، ۲۰۰۶). با تغییر در پلی ساکاریدها، فیزیولوژی میوه نیز تغییر می‌کند. تغییرات آنزیمی و شیمیایی نیز بر بافت میوه تاثیر می‌گذارد. تجزیه ترکیبات دیواره سلولی ممکن است باعث افزایش مواد جامد محلول شود.

در میوه‌های مرکبات آنزیم تعیین کننده ترکیب ساکارز در آب میوه به طور کامل شناخته شده نیست. ساکارز به عنوان قند انتقال یافته از برگ‌ها در آوندهای دور و یا نزدیک از میوه شکسته شده و سپس وارد کیسه‌های آبدان (آبمیوه) می‌شود. همزمان با تجمع ساکارز در واکوئل‌ها، ساخت مجدد آن در آبدان‌ها نیز شروع می‌شود. هرچند آنزیم‌هایی که این مراحل را بلافاصله بعد از تجمع ساکارز تنظیم می‌کنند هنوز ناشناخته هستند (لادانیا و ماهال، ۲۰۰۶). از آنجایی که در میوه مرکبات نشاسته وجود ندارد، شیرینی در میوه مرکبات افزایش پیدا نمی‌کند به جز افزایش ناچیز در مواد جامد محلول کل که به دلیل فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک یا در اثر از دست دادن آب تحت شرایط انبارداری میوه است (لادانیا، ۲۰۰۸).

۲-۲-۲- اسیدهای آلی

در بسیاری از محصولات گیاهی تغییرات شیمیایی مشخصی رخ می‌دهد که با بلوغ و انبارداری آنها همبستگی دارد. اندازه‌گیری مواد شیمیایی، یکی از روش‌های مفید در تعیین بلوغ و رسیدگی و ارزیابی کیفیت محصول است. میزان اسید بیشتر میوه‌ها و سبزی‌ها، بیش از میزانی است که برای راه‌اندازی چرخه تی-سی-آ و دیگر فعالیت‌های متابولیکی مورد نیاز است. مقدار اسید اضافی در واکوئل، بیرون از اجزای سلول تجمع می‌یابد (راحمی، ۱۳۸۳).

وجود اسیدهای آلی همراه قند اثر مهمی در طعم میوه داشته و نسبت قند و اسیدهای آلی عامل تعیین کننده‌ای در طعم ترش و شیرینی مرکبات است. افزایش شیرینی میوه‌ها

تا اندازه‌ای مربوط به اسیدهای آلی و افزایش نسبت قند به اسید است. مقدار این اسیدها معمولاً بیش از اندازه مورد نیاز در چرخه کربس و سایر چرخه‌های متابولیکی است و معمولاً زیادی آن در واکوئل به شکل آزاد یا به شکل نمک پتاسیم (محلول) ذخیره می‌شود. طعم ترش میوه‌ها مربوط به این اسیدها و بیشتر اوقات مربوط به یکی از آنهاست که عمده میوه را تشکیل می‌دهد. اسید غالب مرکبات، اسید سیتریک می‌باشد (لادانیا، ۲۰۰۸). مقدار اسیدهای آلی، پس از برداشت در میوه‌های فرازگرا، به سرعت کاهش می‌یابد. سرعت این کاهش در میوه‌های نافرازگرا مانند مرکبات کندتر است (احمدی و همکاران، ۱۳۸۵). همچنین در میوه‌های خانواده مرکبات اسیدهای آمینه مانند آلانین، آسپارژین، اسید آسپارتیک، اسید گلووتامیک، پرولین، سرین، آمینوبوتریک و آرژینین در مقدار قابل توجهی وجود دارد (لادانیا، ۲۰۰۸).

پرتقال‌های برداشت شده از درخت برای انجام واکنش‌های متابولیکی داخل میوه، حفظ ساختمان سلولی و نفوذ پذیری غشاء و سنتز مولکول‌های جدید نیاز به انرژی دارند. این انرژی ناشی از تنفس هوازی که ناشی از جدا شدن اکسیداتیو از ترکیبات آلی مانند قندها، اسیدهای آلی و در موارد شدید حتی پروتئین به دست می‌آید (احمدی و همکاران، ۱۳۸۵). مطالعات قبلی نشان داده است که اسید قابل تیتراژ به طور مستقیم مربوط به غلظت اسیدهای آلی موجود در میوه مانند اسید سیتریک و اسید مالیک می‌باشد. کاهش اسید سیتریک در طی انبارداری پرتقال ممکن است به خاطر استفاده از اسیدهای آلی در تولید انرژی و تخمیر الکی باشد (رپی ساردا و همکاران، ۲۰۰۸). علاوه بر این اسیدهای آلی ممکن است برای بهبود اسکلت کربنی و سنتز فنل‌ها شامل آنتوسیانین و فنل‌های غیر آنتوسیانینی مصرف شوند (کالت و همکاران، ۱۹۹۹).

۲-۲-۳- فعالیت آنتی‌اکسیدانی

آنتی‌اکسیدان‌ها با دادن اتم هیدروژن به رادیکال آزاد تشکیل شده، از گسترش واکنش‌های زنجیره‌ای اکسایشی جلوگیری می‌کنند به این ترتیب کارایی و درجه تاثیر یک آنتی‌اکسیدان به سهولت جدا شدن اتم هیدروژن از آن مربوط می‌شود (فاطمی، ۱۳۸۴). در سال‌های اخیر تحقیقات روی آنتی‌اکسیدان‌های سالم و طبیعی به ویژه آنتی‌اکسیدان‌های حاصل از منابع گیاهی افزایش یافته است. آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی به صورت گسترده در بسیاری از میوه‌ها و سبزیجات وجود دارند (کاسیمیر و مین، ۲۰۰۸). به

طور کلی آنتی‌اکسیدان‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند: آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی. آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی شامل ترکیبات شیمیایی مختلفی از قبیل توکوفرول‌ها، کارتنوئیدها، ترکیبات فنلی، ویتامین‌ها و غیره هستند (کاسیمیر و مین، ۲۰۰۸). آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی موجود در میوه و سبزیجات عبارتند از: ترکیبات فنولیک، ترکیبات نیتروژن دار، کاروتنوئیدها و برخی ویتامین‌ها مانند ویتامین ث (هاریس، ۱۹۹۶). میزان ویتامین ث در میوه مرکبات بیش از سایر میوه‌ها می‌باشد و از مرکبات می‌توان به عنوان یک مکمل غذایی حاوی هسپردین و سایر فلاونوئیدها و ویتامین ث برای جلوگیری از عفونت‌ها و تقویت سیستم ایمنی بدن استفاده نمود (مرتضوی و ضیاء الحق، ۱۳۸۳).

ترکیبات فنولی یا پلی‌فنول‌ها گروه بزرگ بوده و از نظر شیمیایی بسیار متنوعند که از اسیدهای فنولی ساده تا پلی‌مرهای بسیار بزرگ و پیچیده مانند تانن‌ها، لیگنین و همچنین فلاونوئیدها را شامل می‌شوند (احمدی و همکاران، ۱۳۸۵). ترکیبات فنولی در همه گیاهان وجود دارند و نقش مهمی در رشد، تولید مثل و محافظت در برابر پاتوژن‌ها ایفا می‌کنند. این ترکیبات همچنین در ایجاد ویژگی‌های رنگی و حسی میوه‌جات نیز دخالت دارند. از لحاظ ساختاری ترکیبات فنولی شامل یک حلقه آروماتیک هستند که دارای یک یا تعداد بیشتری گروه هیدروکسیل می‌باشند. اغلب فنول‌ها به طور طبیعی با منو ساکاریدها و پلی ساکاریدها باند دوگانه مزدوج ایجاد می‌کنند. همچنین می‌تواند با یک یا چند گروه فنولی دیگر پیوند ایجاد کنند که می‌تواند منجر به تشکیل مشتقات استری و متیل استری شود. مطالعات نشان داده که فعالیت آنتی‌اکسیدانی بعضی از میوه‌ها و سبزیجات به مقدار کل ترکیبات فنولی آنها مربوط می‌شود (مور و همکاران، ۲۰۰۱).

ترکیبات فنولی دارای تاثیرات بیولوژیکی متعدد همچون فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فعالیت ضد میکروبی هستند. فعالیت آنتی‌اکسیدانی ترکیبات فنولی در گیاهان عمدتاً به دلیل ویژگی‌های اکسایشی-کاهشی و ساختار شیمیایی آنها که می‌توانند نقش مهمی در خنثی کردن رادیکال‌های آزاد، احاطه کردن فلزات انتقالی و فرو نشاندن مولکول‌های اکسیژن یگانه و سه گانه از طریق تغییر مکان یا تجزیه پرکسیدها ایفا کنند (لیم و همکاران، ۲۰۰۶).

ربی ساردا و همکاران (۲۰۰۸) اثر دمای خنک را بر انبارداری پنج نوع پرتقال بررسی کرد و در این تحقیق دو نوع واریته بررسی شد. انبارداری سرد باعث افزایش آنتوسیانین، فلاونوئید و هیدروکسی سینامیک اسید و کاهش ناچیز در ویتامین ث در واریته پرتقال خونی شد. ولی در پرتقال‌های معمولی انبارداری سرد اثر منفی روی غلظت فلاونوها و اثر مثبت روی ویتامین ث داشت.

ویتامین ث به دلیل عملکرد بالا در فعالیت‌های بیولوژیکی، جذب آهن غیر آلی و کاهش سطح کلسترول پلاسما، جلوگیری از تشکیل نیتروزآمین و همچنین افزایش توان سیستم دفاعی بدن شناخته شده‌اند (لی و کادر، ۲۰۰۰). ویتامین ث، یکی از مواد جزئی تشکیل دهنده میوه و سبزی‌ها است. اما در تغذیه انسان، به منظور جلوگیری از بیماری آسکوربوت، از اهمیت زیادی برخوردار است. در واقع تمام ویتامین ث در رژیم غذایی انسان از سبزی‌ها و میوه‌ها به خصوص از مرکبات تامین می‌شود. مقدار ویتامین ث مورد نیاز روزانه انسان، نزدیک به ۵۰ میلی گرم است (راحمی، ۱۳۸۷). آرنا و همکاران (۲۰۰۱) کاهش میزان ویتامین ث آب پرتقال‌های تجاری در طی نگهداری طولانی مدت را گزارش کردند. کاهش میزان ویتامین ث با کاهش ظرفیت آنتی اکسیدانی و کیفیت میوه همراه می‌باشد. همچنین در مطالعات کلیمزاک و همکاران (۲۰۰۶) نشان داده شد که میزان پلی فنل‌های موجود در میوه مرکبات بسته به دما و مدت نگهداری به طور معنی داری تغییر می‌کند. اسید آسکوربیک به عنوان یک آنتی‌اکسیدان مورد توجه می‌باشد. در بافت‌های زنده اسید آسکوربیک از طریق دادن اتم هیدروژن به عنوان آنتی‌اکسیدان اولیه عمل می‌کند و می‌تواند رادیکال‌ها را به طور مستقیم جذب نموده و هیدرو پروکسیده‌ها را به محصولات مقاوم تبدیل نماید (کایسمیر و مین، ۲۰۰۸). میوه مرکبات سرشار از ویتامین ث و مواد دیگری نظیر فنل‌ها و فلاونوئیدها می‌باشد که برای سلامتی انسان بسیار مفید است. فلاونوئید موجود در مرکبات مقادیر قابل توجهی از اسید هیدروکسی سینامیک، فرولیک، کوماریک، سینامیک، کافئیک با خواص آنتی اکسیدانی زیاد می‌باشد که نقش مهمی در کنترل بیماری‌های سرطان دارد (هانگ و همکاران، ۲۰۰۵).

بیش از ۴۰۰۰ فلاونوئید شناسایی شده که برحسب ساختمان ملکولی خود دسته بندی شده‌اند. فلاونوئیدها گروه بزرگی از ترکیبات پلی فنولی با وزن ملکولی پایین هستند که به فرم آزاد و گلیکوزیدی وجود دارند. تقریباً بهترین مشخصه برای همه گروه‌های فلاونوئیدی ظرفیت آنها به عنوان آنتی اکسیدان‌ها می باشد که قادر به جذب رادیکال های آزاد و گونه های فعال اکسیژن می باشند. در اروپا این ترکیبات برای درمان بیماری هایی مانند نارسایی مزمن وریدی بکار می رود (یان کوئینگ و همکاران، ۲۰۰۶). با توجه به اثبات نقش آنها و از آنجایی که بدن انسان توانایی ساخت فلاونوئیدها را ندارد مصرف سبزیجات و گیاهان از بروز سرطان و بیماریهای قلبی-عروقی نظیر آترو اسکروز جلوگیری می کنند و این مواد از طریق رژیم‌های روزانه قابل جذب می باشند، از طرف دیگر امروزه مصرف آنتی اکسیدان‌های سنتتیک بدلیل سمیت آنها محدود گشته است و توجه محققین به استفاده و یافتن آنتی اکسیدان‌های طبیعی معطوف گشته است (ممدوح و همکاران، ۲۰۰۴؛ عسگری و همکاران، ۱۳۸۴).

گلیکوزیدهای فلاوانون، هسپردین و نارنجین به میزان زیادی در میوه مرکبات وجود دارند. در میوه رسیده غلظت فلاونوئید در بافت بیشتر و در آب میوه کمتر است، هسپردین در پرتقال ترش و شیرین، لیمو ترش و شیرین و همچنین در برگها، شاخه‌ها، تنه درخت و شکوفه‌ها وجود دارد. درصد هسپردین در میوه با بزرگتر شدن و رسیدن میوه کاهش می‌یابد (مرتضوی و ضیاء الحق، ۱۳۸۳). عمده کاربردهای پیشنهاد شده برای هسپردین به نفوذ پذیری و شکنندگی رگها و مویرگهای خونی مربوط می باشد. نارنجین فلاونوئیدی با طعم بسیار تلخ می باشد، نارنجین از لحاظ شیمیائی مشابه هسپردین بوده که در بخش های مختلف میوه توزیع شده است، مقدار نارنجین نیز همانند هسپردین با افزایش رسیدگی کاهش می‌یابد. نارنجین به علت تلخی (آستانه ۲۰ پی پی ام در آب) و حلالیت آن برای دادن طعم به مواد غذایی و نوشابه‌ها در فرمولاسیون ها بکار می‌رود (ضیاء الحق، ۱۳۸۳؛ همتی و امید بیگی، ۱۳۸۲). ترکیبات فلاونوئیدی به عنوان آنتی اکسیدان می‌توانند از تکثیر سلول‌های سرطانی جلوگیری کنند و به عنوان آنتی آلرژیک و ضد التهاب نقش داشته باشند با توجه به این که امروزه سرطان یکی از عوامل مرگ و میر در جهان می‌باشد در سالهای اخیر استفاده از داروهای گیاهی و طبیعی برای پیشگیری و درمان سرطان مطرح شده است. در این روش نه تنها سلول‌های توموری کنترل می‌شوند بلکه به سلول‌های سالم آسیب رساند نمی‌شود (یان

کوئین و همکاران، ۲۰۰۸). با توجه به اینکه اغلب پوست و بخش آلبیدو مرکبات در پروسه تغذیه روزمره به عنوان تولیدات زائد می‌باشند و باعث آلودگی محیط نیز می‌گردند مطالعات و بازننگری‌ها در این زمینه قطعاً ارزشمند خواهد بود.

فنگ و همکاران (۲۰۰۷) دریافتند که میزان فلاونوئیدها تحت تاثیر طول مدت روشنائی، بارندگی، دما و غیره قرار خواهد گرفت. اورتانو و همکاران (۱۹۹۷) بیان نمودند که مقدار فلاونوئیدها تحت تاثیر اقلیم، نوع رقم و پایه قرار داشته و بیشترین میزان نارنجین بر پایه نارنج گزارش گردیده است و از طرفی فلاونوئیدها قادرند در پاسخ به تیمار سرمایی یا کمبود نیتروژن در سطح بالایی حاصل گردند (کریستین و همکاران، ۲۰۰۹). هسپردین یک فلاون از نوع فلاونوئید می‌باشد که در میوه‌های مرکبات به میزان زیادی وجود دارد. مطالعات نشان داده است که عصاره ساتسوما غنی از هسپردین، تاثیر چشمگیری در کاهش شیوع توده‌های سرطانی در موش دارد. هسپردین همچنین در بهبود سیستم وریدی مفید بوده که در درمان نارسایی وریدی مزمن، بواسیر و در پیشگیری از لخته شدن خون در عروق پس از عمل نقش دارد (یان کوئینگ و همکاران، ۲۰۰۶). بیشترین میزان هسپردین در بافت آلبیدو به وجود می‌آید. میزان هسپردین در پوست غنی تر از عصاره میوه پرتقال و نارنگی گزارش گردیده است (اوگه و همکاران، ۱۹۹۴). افزایش تلخی در بخش‌های یخ زده میوه پرتقال بدلیل افزایش در میزان نارنجین ترشح یافته از اندامهای کیسه‌ای آسیب دیده شده بوسیله سرما بستگی دارد (تورو و همکاران، ۲۰۰۷). اثرات نارنجین در درمان سرطان سینه طی آزمایش‌های بالینی به اثبات رسیده است. در کشاورزی از نارنجین به عنوان محرک رشد برخی از سبزیجات مانند تربچه و کلم چینی استفاده می‌گردد (همتی و امیدییگی، ۱۳۸۲). طبق تحقیقات جدید نارنجین در محل تشکیل کلاژن به میزان زیادی باعث افزایش تشکیل استخوان‌های جدید موضعی گشته که می‌توان از آن به عنوان ماده‌ای برای پیوند استخوان استفاده کرد (ریکی و همکاران، ۲۰۰۶). نارنجین و هسپردین باعث افزایش چشمگیری گلوکیناز در سطح mRNA می‌گردند. علاوه بر این هسپردین و نارنجین در کاهش اسیدهای چرب آزاد پلازما و سطح تری گلسیرید کبد موثر بوده و همزمان باعث کاهش اکسیداسیون اسیدهای چرب کبد و فعالیت کارنتین پالمینول ترانسفراز می‌گردند (آنجو و همکاران، ۲۰۰۶).

۲-۲-۵- پوشش و واکس

فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی در سال‌های اخیر به دلیل مزایای استفاده از آنها در نگهداری و بسته‌بندی میوه‌ها توجه ویژه‌ای به آنها شده است که باعث کاهش استفاده از سموم شیمیایی و کاهش آلودگی محیط زیست می‌شوند (بورتوم، ۲۰۰۸). پوشش‌های خوراکی به عنوان یک لایه نازک از مواد تعریف می‌شود که می‌تواند رطوبت، اکسیژن و حرکت املاح را برای میوه و محصولات فراهم آورد. پوشش‌های خوراکی از مواد مختلف تشکیل شده که این مواد در حلالی مانند آب، الکل یا ترکیبی از آب و الکل و یا مخلوطی از حلالهای دیگر حل شده و عامل ضد میکروبی، رنگ و طعم دهنده نیز به آنها اضافه شود. با تنظیم درجه اسیدیته و حرارت می‌توان پراکندگی پوشش را در سطح میوه تغییر داد. این پوشش‌ها به صورت اسپره یا واکس مورد استفاده قرار می‌گیرند. پوشش‌های خوراکی به سه دسته تقسیم می‌شوند: (۱) هیدروکلوئیدها (پروتئین، پلی ساکارید، آلجینات) (۲) لیپیدها (اسیدهای چرب، واکس و اسید گلیسرول (۳) کمپوزیت.

واکس از نفت خام مشتق شده و مخلوطی از مواد جامد هیدروکربنی است که برای استفاده در میوه‌های خام و سبزیجات به کار می‌رود. واکس مانعی در برابر گازها و رطوبت ایجاد کرده و باعث بهبود سطح ظاهر محصولات می‌گردد. زمانی که واکس در لایه‌های نازک و مناسب استفاده شود می‌تواند موثرترین ترکیب برای جلوگیری از اتلاف آب باشد (بورتوم، ۲۰۰۸). واکس زدن مرکبات به دلیل ایجاد شرایط بی‌هوازی باعث تولید اتانول در داخل میوه می‌گردد (اوبلند و همکاران، ۲۰۰۸) و تجمع اتانول باعث ایجاد طعم بد در مرکبات واکس زده خواهد شد (هاگن مایر و همکاران، ۲۰۰۲). تغییرات طعم به مواد فرار بستگی داشته، که واکس و انبارداری ممکن است بعضی از مواد فرار را افزایش یا کاهش دهد. واکس فاکتوری کلیدی در تعیین مقدار حضور مواد فرار درون میوه است. مواد فرار ممکن است اثر مثبت یا منفی روی طعم میوه داشته باشد (ساپوترا و همکاران، ۲۰۰۹).

پوشش یا واکس تبادل گاز را در مرکبات محدود کرده و منجر به توسعه شرایط بی‌هوازی در داخل میوه می‌گردد. پوشش دار کردن مرکبات باعث کاهش اکسیژن و افزایش غلظت دی‌اکسید کربن در فضای داخل میوه می‌شود که در نتیجه میزان اتانول و استالدهید بالا رفته و باعث کاهش عطر و طعم میوه می‌شود (پوآرت و همکاران،