دوازدهمین همایش سراسری
کشاورزی و منابع طبیعی پایدار
The 12th National Conference on
Sustainable Agriculture and Natural Resources

# بررسی اثر پوشش کیتوزان و متیل سلولز بر عمر انبارمانی محصولات کشاورزی

**۱- معصومه شبانی ۲- رسول خدابخشیان کارگر**

**۱- دانشجو کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه مشهد**

**۲- عضو هیئت علمی گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد**

Email: masoomehshabani808@gmail.com

Email: khodabakhshian@um.ac.ir

## چکیده:

مرکبات به عنوان یک محصول عمده و قابل دسترس در تمام جهان و میوه‌ای محبوب در رژیم غذایی است. پوسیدگی ناشی از عوامل بیماری‌زا به خصوص قارچ‌ها، وارد آمدن آسیب به پوست میوه، کاهش رطوبت و چروکیدگی پس از برداشت همگی سبب کاهش بازارپسندی این محصول می‌شوند. استفاده از پوشش‌های خوراکی یکی از موثرترین راه‌ها در حفظ کیفیت میوه است. حدود ۵۰ –۳۰ درصد محصولات تولید شده در اثر ضایعات درحین و بعد از برداشت و در طول دوره انبار داری از بین می‌رود، امروزه متخصصان هم‌زمان با تلاش برای بالا بردن تولید فرآورده‌ها، نگهداری پس از برداشت را نیز مورد توجه قرار می‌دهند، چرا که هزینه کاهش ضایعات بسیار کم‌تر از هزینه بالا بردن میزان تولید می‌باشد. فناوری‌های نگهداری مواد غذایی در حال حاضر با چالش‌های مهمی در افزایش ماندگاری محصولات غذایی فاسد شدنی (مانند ماهی ، گوشت ، تخم‌مرغ ، شیر ، و بسیاری از سبزیجات و میوه‌ها) مواجه هستند، که به تامین نیاز روزانه مواد مغذی کمک می‌کند. علاوه بر این، حفظ مواد غذایی فراتر از نگهداری آن بوده‌است. روش‌های فعلی بر تحقق دو هدف اصلی متمرکز شده‌اند، مناسب بودن فرآیندهای مورد استفاده و تولید محصولات سازگار با محیط زیست که به سلامتی انسان آسیبی وارد نکند. یکی از این روش‌های نگهداری استفاده از پوشش های خوراکی می‌باشد.

کلمات کلیدی: پوشش کیتوزان، پوشش متیل سلولز، انبارمانی، نارنگی

## ۱.مقدمه:

پوشش‌های خوراکی یکی از نوآورانه‌ترین روش‌ها برای حفظ کیفیت وافزایش مدت ماندگاری میوه‌ها وسبزیجات تازه می‌باشد که به عنوان مانعی در برابر انتقال گاز فعالیت می‌کند. پوشش خوراکی باید از عبور گازها به ویژه اکسیژن و بخار آب جلوگیری کند، و از خصوصیات سطحی خوبی برخوردار باشد. شیوه‌ی مناسب پوشش‌دهی نیز باید باتوجه به هدف مورد نظر انتخاب می‌شود (شهدادی سارود و همکاران، ۱۳۹۳).

در میان تکنیک‌های مختلف برای حفظ کیفیت، روش‌های فیزیکی و شیمیایی معمولا مورد توجه قرار گرفته‌است. روش‌های فیزیکی شامل تابش، نور فرابنفش (UV)، نور پالسی (PL)، پلاسمای سرد (CP)، پردازش فشار بالا (HPP)، اولتراسوند (US)، مدیریت دما (به عنوان انجماد)، تکنیک‌های بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده (MAP) و هم‌چنین می‌توان از تیمارهای شیمیایی مانند کلر (هیپوکلریت)، برم، ید، تری سدیم فسفات، اسیدهای آلی (پراکسی استیک اسید)، استفاده کرد.

تمام روش‌های ذکر شده در بالا هر کدام مزایا و معایب دارند. به عنوان مثال، انجماد باعث تغییرات غیرقابل برگشت در محصول می‌شود یا عملیات حرارتی باعث از دست‌دادن مواد مغذی، کاهش وزن، طعم پخته و از دست دادن ویتامین می‌شود. اگرچه فناوری‌های MAP را می‌توان مؤثرترین روش‌ها با کاربردهای گسترده و موفق در نظر گرفت، اما گران هستند و نمی‌توان آن‌ها را بر روی برخی میوه‌ها و سبزیجات به کار برد (بیگ محمدی و همکاران، ۲۰۱۶). با توجه به درمان‌های شیمیایی، فقدان مقررات و استفاده بی‌رویه از آن‌ها می‌تواند مشکلات سلامتی را برای مصرف کنندگان ایجاد کند. بنابراین، جایگزینی برای تیمارهای شیمیایی با روش‌های ایمن‌تر برای تولید محصولات غذایی طبیعی و سالم اهمیت پیدا می‌کند (فسیح نیا و همکاران، ۲۰۱۸؛ گلشن تفتی و همکاران، ۲۰۱۳).

استفاده از پوشش‌ها می‌تواند کاستی‌های روش‌های دیگر را برطرف کند (کومار و همکاران، ۲۰۱۸ ). پوشش‌ها برای حفظ کیفیت میوه‌ها و سبزیجات استفاده می‌شوند که می‌توانند اثرات مضر تنش‌های شیمیایی و مکانیکی را نیز کاهش دهند. به همین ترتیب، پوشش‌ها می‌توانند رطوبت، اکسیژن، دی‌اکسیدکربن و انتقال اتیلن را تنظیم کنند، ترکیبات عطر و طعم را حفظ کنند و عملکرد مکانیکی و یکپارچگی ساختاری میوه‌ها و سبزیجات را بهبود بخشند (گیدلی و همکاران؛ پراساد و همکاران، ۲۰۱۸). هدف از این مقاله، بررسی اثر پوشش خوراکی کیتوزان و متیل‌سلولز بر روی انبارمانی محصولات کشاورزی است.

## ۲.تئوری و پیشینه پژوهش تحقیق:

۲-۱-تاریخچه استفاده از پوشش‌های خوراکی

از قرن ۱۲ و۱۳ میلادی چینی‌ها از موم ذوب‌شده برای پوشاندن پرتقال و لیمو استفاده می‌کردند تاخشک‌شدن آن‌ها را به تعویق بیندازند. در قرن پانزدهم، کشف شد که ژاپن یک ماده پوشش خوراکی ساخته شده از سویای پخته شده را طراحی کرده‌است که روی محصولات غذایی مختلف به منظور بهبود ظاهر آن‌ها اعمال می‌کردند (تورال و همکاران، ۲۰۱۷). در اواخر سال ۱۹۴۰ به سمت استفاده از حلال‌های رزینی گرایش پیدا شد و درسال ۱۹۵۰ از امولسیون‌های روغن در آب برای پوشش دادن میوه‌ها وسبزی‌های تازه بهره گرفته‌شد. بسیاری ازمیوه‌ها برای ایجاد درخشندگی وجلب توجه مشتری پوشش‌دهی می‌شوند. سرعت افت رطوبت توسط بعضی از واکس‌ها و پوشش‌های خوراکی ۳۰ تا ۵۰ درصد کاهش می‌یابد (پارک وهمکاران، ۱۹۹۹).

مفهوم پوشش میوه به قرن دوازدهم در چین برمی‌گردد، جایی که پرتقال و لیمو برای کاهش از دست دادن رطوبت و بهبود زیبایی ظاهری واکس زده‌شدند (آندر اده و همکاران، ۲۰۱۲). با این حال، تا سال ۱۹۲۲ بود که استفاده تجاری از موم برای کاهش تلفات پس از برداشت در میوه‌ها و سبزیجات آغاز شد، سال۱۳۹۰ در آمریکا پارافین مذاب برای پوشش‌دهی مرکبات استفاده شد (رغاو و همکاران، ۲۰۱۶). با این حال، این واکس‌ها برای سلامت مصرف‌کنندگان مضر شناخته‌شدند (انکاما و همکاران، ۲۰۱۸). در دو دهه گذشته، تحقیقات زیادی بروی کاربرد پوشش‌های خوراکی متمرکز شده‌است. پوشش‌های خوراکی از مواد غذایی ساخته شده‌اند. بنابراین، آن‌ها را می‌توان با خیال راحت به عنوان بخشی از محصول مصرف کرد (توسلی- کفرانی و همکاران، ۲۰۱۶). پوشش خوراکی به هر ماده‌ای با ضخامت کمتر از ۰,۳ میلی‌متر گفته می‌شود (امبسکادو و همکاران، ۲۰۰۹).

پوشش‌های خوراکی که از اجزا خوراکی ساخته شده‌اند، می‌توانند به صورت یک لایه نازک از مواد خوراکی به طور مستقیم بر روی مواد غذایی پوشش داده‌شوند. پوشش‌های خوراکی در جهت حفظ رطوبت، ادراکات حسی، و حفاظت در برابر آلودگی‌های میکروبی، صدمات فیزیکی، خواص مکانیکی، شمیایی بیولوژیکی، اکسیداسیون، جذب، عدم جذب و طولانی شدن عمر مفید محصولات غذایی مختلف

استفاده می‌شوند (گالوس و همکاران، ۲۰۱۵). پوشش خوراکی، تغییرات بیوشیمیایی در متابولیسم گیاه را با جلوگیری از افت رطوبت و یا ایجاد یک اتمسفر اصلاح شده در اطراف محصول کنترل می‌نماید. هدف استفاده از پوشش‌های خوراکی، ممانعت در برابر خروج رطوبت و گاز می‌باشد و هم‌چنین به عنوان یک حامل مواد افزودنی غذایی؛ مانند آنتی اکسیدان‌ها یا مواد ضد میکروبی با کاهش پوسیدگی بدون تأثیر بر کیفیت مواد غذایی عمل می‌نماید (رایموند و همکاران، ۲۰۱۲). اثر بخشی پوشش‌های خوراکی برای محافظت از میوه‌ها و سبزیجات بستگی به میزان مرطوب کردن محلول‌های پوشش‌دهنده دارد که بر ضخامت پوشش اثر می‌گذار هم‌چنین اثر پوشش‌های خوراکی روی میوه‌ها و سبزیجات به دما، ضخامت، نوع و شرایط محصول بستگی دارد ( پارک و همکاران، ۱۹۹۴). استفاده از پوشش‌های خوراکی در میان مکانیسم‌های دیگر یکی از جدیدترین روش‌ها برای افزایش مدت زمان ماندگاری میوه‌ها و سبزیجات می‌باشد.

پوشش ایده‌ال باید مطمئن، غیر قابل رویت، فاقد طعم و مزه نامناسب، دارای مقاومت مکانیکی مطلوب و مانع مناسبی برای انتقال گاز و رطوبت باشد (مردافکن و گل زاده، ۱۳۹۲). ویژگی‌های اساسی که باید پوشش‌های خوراکی داشته باشند، به شرح زیر می باشند:

نسبت به آب مقاوم باشند، تمام قسمت‌های ماده غذایی را پوشش دهند، نباید مقدار دی اکسیدکربن اطرافشان زیاد و تهی از اکسیژن باشد. حداقل اکسیژن مورد نیاز حدود ۱تا۳درصد است تا از تنفس هوازی به بی هوازی جلوگیری کند باید نفوذپذیری بخار آب را کاهش دهند.

باید ظاهر ماده غذایی را بهبود دهند و بتوانند حاملی برای عوامل فعال (آنتی اکسیدان و ...) باشند و به حفظ ترکیبات فرار کمک کنند (آروانیتویانیس و گوریس،۱۹۹۹).

۲-۲-انواع پوشش‌های خوراکی

مواد پوشش خوراکی عموماً از پلی‌ساکاریدها، پروتئین‌ها و لیپیدها ساخته‌شده‌اند (پاسکال و همکاران، ۲۰۱۳). پوشش‌های خوراکی را می‌توان به طور کلی به سه گروه اصلی طبقه‌بندی کرد (دینگ و همکاران، ۲۰۲۰) :

مبتنی بر پلی‌ساکارید (مانند هیدروکلوئیدها)

مبتنی بر پروتئین (مانند ژلاتین)

مبتنی بر لیپید (مانند موم ها) (دبی و همکاران، ۲۰۲۰)

ترکیبی از این مواد به عنوان پوشش‌های کامپوزیت با عملکرد بهبود یافته نامیده می‌شود (کومار و همکاران، ۲۰۱۸؛ انکاما و همکاران، ۲۰۱۸). امروزه هیدروکلوئیدها در گستره وسیعی به عنوان پوشش‌دهنده استفاده می‌شوند. راه حلی برای پوشش دادن و کنترل رنگ، بافت، طعم و ماندگاری میوه‌ها و سبزیجات هستند (ویلیامز و همکاران، ۲۰۰۰). به طور کلی، تمام هیدروکلوئیدها به طور جزئی یا کامل در آب حل می‌شوند (بالدوین و همکاران، ۱۹۹۵). رایج‌ترین هیدروکلوئید مورد استفاده برای پوشش خوراکی میوه‌ها و سبزیجات عبارتند از: کیتوزان، نشاسته، سلولز، پولولان، کاراگینان، صمغ و غیره می‌باشند (هان و همکاران، ۲۰۰۵).

۲-۳-مزایا و معایب پوشش‌های خوراکی

مزایای اصلی پوشش‌های فعال خوراکی، ویژگی‌های خوراکی، زیست تخریب پذیری و افزایش ایمنی مواد غذایی است.

۲-۳-۱-مزایای پوشش‌های خوراکی

از مزایای پوشش‌های خوراکی می‌توان به امکان کنترل انتقال بخار آب، اکسیژن، دی اکسید کربن و چربی در سیستم غذایی به وسیله بیوپلیمرها (آرنون و همکاران، ۲۰۱۴)، ممانعت از کاهش رطوبت، حفاظت از آسیب‌های فیزیکی که در اثر ضربه، فشار، تکان و سایر عوامل مکانیکی و حفظ کیفیت در طول حمل و نقل و انبارداری اشاره کرد.

هم‌چنین بهبود استحکام فیزیکی و خواص مکانیکی محصولات غذایی، محدود کردن آلودگی حشرات و رشد میکروارگانیسم ها را با استفاده از عوامل فعال، ایجاد بازارهای جدید برای فروش محصولات کشاورزی، حفظ یکپارچگی ساختاری، تجزیه‌پذیری بیوپلیمرها در طبیعت (حفظ محیط زیست) و افزایش زمان ماندگاری از مزایای پوشش‌های خوراکی است.

۲-۳-۲-معایب پوشش‌های خوراکی

بیشتر بیوپلیمرها در مقایسه با مواد پلاستیکی تجاری نسبتا آبدوست هستند. فرمول‌های پوششی که تبادل گاز کافی را فراهم می‌کنند، اغلب موانع خوبی برای بخار آب نیستند.

اصلاح اتمسفرهای داخلی با استفاده از پوشش‌های خوراکی می‌تواند اختلالات مرتبط با غلظت بالای $CO_2$ یا غلظت $O_2$ پایین را افزایش دهد.

عدم دانش در مورد پلیمرهای زیستی و خواص نفوذ پذیر، کاربرد بسیاری از مدل‌هایی را که برای پیش بینی $O_2$ و انتقال عطر پیشنهاد شده‌اند، محدود می‌کند (پارک ۱۹۹۹؛ هان و همکاران، ۲۰۰۵).

۲-۴-کیتوزان

کیتوزان از کتین تشکیل شده‌است و کتین یک بیوپلیمر خوراکی غیر سمی زیست تخریب‌پذیر با وزن مولکولی بالا است، که در طبیعت به مقدار زیادی یافت می‌شود (لستا و همکاران، ۲۰۱۵). کیتوزان دارای فعالیت ضد قارچی قوی است که می‌تواند به طور موثری پوسیدگی میوه را کنترل نماید. این ترکیب سازگار با محیط زیست، به صورت یک لایه نازک با اسپری کردن، برس زدن و غوطه‌وری روی محصول ایجاد می‌شود. از کیتوزان برای پوشش محصولاتی نظیر نارنگی، توت فرنگی و گیلاس استفاده شده‌است (فورنس و همکاران، ۲۰۰۵ ؛ مارتنز و همکاران، ۱۹۹۷ ؛ ال قاوث و همکاران، ۱۹۹۲).

۲-۵-متیل‌سلولز

سلولز فراوان‌ترین ماده آلی موجود در طبیعت و ترکیب اصلی سازنده دیواره سلول‌های گیاهی است هم‌چنین تقریباً یک سوم وزن تمام مواد گیاهی را سلولز تشکیل می‌دهد.

ساختار خطی سلولز آن را سخت، انعطاف پذیر، شفاف و مقاوم در برابر چربی ها و روغن ها به عنوان پوششی با خواص مکانیکی و ساختاری عالی می‌کند (آرنون و همکاران، ۲۰۱۸). مشتقات سلولز مانند متیل سلولز (MC)، کربوکسی متیل سلولز (CMC)، هیدروکسی پروپیل سلولز (HPC) و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز (HPMC)، به طور گسترده به صورت تجاری تولید می‌شوند و به عنوان پوشش خوراکی برای انواع میوه‌ها و سبزیجات استفاده می‌شوند (جعفری زاده و همکاران، ۲۰۱۱). MC مهم ترین مشتق سلولز محلول در آب است که کاربردهای فراوانی در صنایع غذایی دارد و در سطح تجاری به مقدار بیشتری تولید می شود ( دخل وهمکاران، ۲۰۱۶).

۲-۶-روش پوشش‌دهی

روش‌های متعددی برای پوشش‌دهی مواد غذایی مورد استفاده قرار گرفته‌است. انتخاب شیوه مناسب کاملا بسته به ماهیت ماده غذایی، نوع پوشش، هدف از پوشش‌دهی و توجیه اقتصادی روش پوشش‌دهی دارد. پوشش‌های خوراکی لایه‌های نازکی از مواد خوراکی هستند که به صورت غوطه‌وری، اسپری کردن و واکس زدن به طور مستقیم روی سطح ماده غذایی قرار می‌گیرند و از عبور رطوبت و اکسیژن جلوگیری می‌کنند (مک هوق، ۲۰۰۰).

## ۳.مواد و روش ها:

در این مقاله تاریخچه و مفهوم پوشش‌های خوراکی به کمک منابع معتبر مرور شده است. ابتدا انواع پوشش‌های خوراکی بیان می‌شود، سپس مزایا و معایب استفاده از پوشش‌های خوراکی مورد بررسی قرار می گیرد. در پایان تاثیر استفاده از پوشش‌های خوراکی کیتوزان و متیل‌سلولز بر روی محصولات کشاورزی توضیح داده می شود.

## ۴.نتایج و بحث:

یکی از راه‌های پیشگیری و کاهش بروز گونه‌های قارچی در محصولات کشاورزی استفاده از پوشش‌های غذایی است که به عنوان مانعی در برابر انتقال رطوبت، اکسیژن و املاح موجود در مواد غذایی عمل می‌کنند و جزء محصولات غذایی هستند (مظفری نژاد و همکاران، ۱۳۹۰). اکثر پوشش‌های خوراکی مواد بسیار طبیعی با خواص ضد سرطانی ساخته شده‌اند (بدوی و همکاران، ۲۰۰۹). در بین پوشش‌های غذایی مورد استفاده، کیتوزان و نانوذرات کیتوزان به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند (محمدپور دونیقی و همکاران، ۱۳۹۱). طی تحقیقی انگور شاهرودی با محلول ۰/۵و۱ درصد کیتوزان را تیمارداده‌اند و آن‌ها را در دمای ۲درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰ درصد به مدت ۹۰ روز در انبار نگهداری کردند. نتایج نشان داد که کیتوزان سبب کاهش میزان افت وزن، قهوه‌ای شدن، ترک خوردگی و ریزش حبه هاشده وکیفیت آن‌ها را افزایش داده‌است (مستوفی و همکاران، ۲۰۱۱).

درپژوهشی که روی پرتقال و گریپ‌فروت صورت گرفت ابتدا میوه‌ها به مدت ۴ هفته و در دمای ۵درجه سلسیوس در انبار نگهداری شدند. بعد از آن به مدت ۵ روز در دمای ۲۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند سپس محققین با استفاده ازیک لایه خوراکی مبتنی بر کربوکسی متیل‌سلولز و کیتوزان برای حفظ کیفیت و مدت انبار مانی دریافتند که این پوشش در براق نگه داشتن وصاف بودن پوست میوه پرتقال و گریپ‌فروت هم‌چون موم پلی‌اتیلن تجاری تاثیر دارد، اما در جلوگیری از کاهش وزن بعد از انبارمانی موثر نبود ( آرنون و همکاران، ۲۰۱۵).

تاکنون پژوهش‌های زیادی در مورد استفاده از پوشش خوراکی کیتوزان به منظور افزایش عمر انبارمانی و نگهداری میوه‌ها صورت گرفته‌است (باتتا و همکاران، ۲۰۰۶). در پژوهشی اثر کیتوزان را بر روی کپک خاکستری وکپک آبی در گوجه فرنگی‌های انبار شده در ۲ و ۲/۵ درجه سلسیوس را بررسی کردند. کیتوزان به طور موثری توانست هر دوبیماری را درگوجه‌فرنگی کنترل کند ( لیو و همکاران، ۲۰۰۷) . اثر کیتوزان بر افزایش زمان ماندگاری پس ازبرداشت و حفظ کیفیت انگور شاهرودی مورد بررسی قراردادند. نتایج آن‌ها نشان داد که کیتوزان باعث کاهش وزن، ترک‌خوردگی، قهوه‌ای شدن و هم‌چنین باعث افزایش کیفیت آن‌ها شد (دهستانی اردکانی و همکاران، ۲۰۱۰).

در پژوهشی دیگر با استفاده از پوشش کیتوزان سیب‌های برش خورده پوشش داده‌شدند. خواص بررسی شده طی زمان شامل افت وزن، رنگ، سفتی و میزان رسیدگی بود. نتایج نشان داد که ضریب روشنایی نمونه پوشش داده‌شده با شدت و مقدار کم‌تری نسبت به

نمونه بدون پوشش افت نمود. میزان سفتی نیز در نمونه باپوشش بالاتر قرار گرفت (چی و همکاران، ۲۰۱۰). در سال‌های اخیر کنترل فساد کپکی در میوه‌ها و سبزیجات با استفاده از نگهدارنده‌های شیمیایی صورت می‌پذیرد. در حالی‌که نیاز مصرف‌کنندگان به غذاهای سالم، تولیدکنندگان را ملزم به استفاده از جایگزین‌های سالم و تولید مواد غذایی عاری از مواد شیمیایی ساخته‌است (کامبرینک و همکاران، ۲۰۱۱). استفاده از پوشش‌های خوراکی با تغییر اتمسفر داخل بسته‌بندی، کاهش بار میکروبی و تاخیر در افت وزن و واکنش‌های تنفس و هم‌چنین محافظت در برابر ضربات فیزیکی بر ماندگاری محصول اثر می‌گذارند (نوشیروانی و همکاران، ۱۳۹۰).
کربوکسی متیل‌سلولز ( CMC) به عنوان یک ترکیب تشکیل شده از سلولز، بیوپلیمری است که قابلیت ژله‌ای شدن دارد. هم‌چنین ویژگی‌های دیگری مانند حلالیت در آب، شفافیت، بی بو و بی مزه بودن، ویسکوزیته بالا، غیرسمی بودن و انعطاف پذیری همراه با استحکام و نفوذپذیری متوسط در برابر رطوبت و گازها آن را به گزینه مناسبی برای تهیه پوشش‌های خوراکی تبدیل کرده‌است (فصیحی و همکاران، ۲۰۱۷ ). در پژوهشی افزایش مدت زمان ماندگاری خیار تازه در دمای ۲۰درجه سلسیوس توسط پوشش کربوکسی متیل‌سلولز– آلوئه‌ورا به مدت ۲۰ روز را نشان دادند (سارکر و همکاران، ۲۰۲۱).
در پژوهشی کاربرد پوشش کربوکسی متیل‌سلولز در مرکبات باعث افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت آن‌ها شده‌است (آرنون و همکاران، ۲۰۱۵). اثرات مفید کیتوزان بر اسیدیته قابل تیتراسیون، سفتی بافت و کاهش پوسیدگی در توت‌فرنگی (میراندا و همکاران، ۲۰۱۶) و تمشک (ژاکلین و همکاران، ۲۰۱۶) گزارش شده است.
علاوه بر این، سایر مطالعات نشان داده‌اند که پوشش کیتوزان اعمال شده در میوه پوملو، و پیری پس از برداشت را در میوه در طول نگهداری در دمای اتاق به تاخیر می‌اندازد (چن و همکاران، ۲۰۲۱). و در ارقام بادمجان (بنفش بلند، ارغوانی گرد و سفید) کیتوزان در به حداقل رساندن کاهش وزن، حفظ کیفیت و ماندگاری طولانی مدت با ظاهر خوب بسیار مؤثر بود (شارما و همکاران، ۲۰۲۱).
در پژوهشی کابرد پوشش کیتوزان ۱و۲ درصد را روی خواص فیزیکی و شیمیایی نارنگی مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که افزایش غلظت کیتوزان باعث کاهش وزن نارنگی می‌شود. و هم‌چنین افزایش غلظت کیتوزان به طور قابل توجهی باعث کاهش اکسیژن داخلی و افزایش دی اکسید کربن شد.
نتایج این پژوهش با مطالعات محققان دیگر که نشان دادند پوشش‌های خوراکی کیتوزان و متیل‌سلولز به عنوان یک سد نیمه نفوذ پذیر برعلیه اکسیژن، دی اکسیدکربن و رطوبت عمل می کند و در نتیجه کاهش در افت وزن اتفاق می افتد، منطبق بود.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از پوشش های خوراکی کیتوزان و متیل سلولز به عمر انبارمانی محصولات کشاورزی کمک می‌کند.

## ۵.پیشنهادات:

۱–استفاده از سایر پوشش های خوراکی پروتئینی و پلی ساکاریدی برای افزایش ماندگاری محصولات کشاورزی

۲–افزودن اسانس به پوشش‌های خوراکی برای افزایش ماندگاری محصولات کشاورزی

## ۶.منابع:

۱. شهدادی ساروده.ع ، قربانی. م ، صداقت. ن ، میلانی .الف ،۱۳۹۳،کابرد پوشش خوراکی کیتوزان در بهبود ماندگاری میوه ها و سبزیجات تازه

2. Arnon, H ., Granit, R . , Porat, R. and Poverenov, E, 2014 . Development of polysaccharides -based edible coatings for citrus fruits: a layer polysaccharides -based edible coatings for citrus fruits: a layer by - layer approach. Food Chemistry 133: 465 - 472.
3. Arnon, H., Granit, R., Porat, R., and Poverenov, E,2015. Development of polysaccharides-based edible coatings for citrus fruits: A layer-by-layer approach. Food chemistry, 166: 465-472.
4. Andrade, R.D., Skurtys, O., Osorio, F.A., 2012. Atomizing spray systems for application of edible coatings. Compr. Rev. Food Sci. Food Safety 11, 323–337.
5. Beigmohammadi, F., Peighambardoust, S. H., Hesari, J., Azadmard-Damirchi, S., Peighambardoust, S. J., & Khosrowshahi, N. K,2016. Antibacterial properties of LDPE nanocomposite films in packaging of UF cheese. Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie- Food Science and Technology, 65, 106–111
6. Badawy, M. E. I., & Rabea, E. I,2009.Potential of the biopolymer chitosan with different molecular weights to control postharvest gray mold of tomato fruit. Postharvest Biology and Technology, 51(1), 110-117
7. Bautista-Ban˜ OS, S., A. N. Herna´ndez-Lauzardo, M. Vela´zquez-del Valle and E. Bosquez-Molina, 2006. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. Crop Protection 25:108–118
8. Combrinck S, Regnier T and Kamatou GPP, 2011. In vitro activity of eighteen essential oils and some major components against common postharvest fungal pathogens of fruit. Industrial Crops and Products 33: 344– 349
9. Chen, C.; Peng, X.; Chen, J.; Gan, Z.; Wan, C. Mitigating effects of chitosan coating on postharvest senescence and energy depletion of harvested pummelo fruit response to granulation stress. Food Chem. 2021, 348, 129113.
10. Ding,. P, &Md Nor, S. 2020. Trends and advances in edible biopolymer coating for tropical fruit: A review. Food Research International, 134, Article 10920.
11. Dubey, N. K., & Dubey, R. 2020. Chapter 27 - edible films and coatings: An update on recent advances. In K. Pal, I. Banerjee, P. Sarkar, D. Kim, W.-P. Deng, N. K. Dubey, et al. (Eds.), Biopolymer-based formulations (pp. 675–695). Elsevier. https://doi.org/ 10.1016/B978-0-12-816897-4.00027-8.
12. Dhall, R. K. (2016). Application of edible coatings on fruits and vegetables. In A. Tiwari, A. Galanis, & M. D. Soucek (Eds.), Biobased and environmental Benign coatings (pp. 87–119). https://doi.org/10.1002/9781119185055
13. E.A. Baldwin, M.O. Nesperos-Carriedo & R.A. Baker,1995. Use of edible coating to preserve quality of lightly and slightly processed product, Criti. Rev. Food Sc. Nutri. 35, pp. 509-552
14. Embuscado, M.E.; Huber, K.C. EdibleFilmsandCoatingsforFoodApplications; Springer Science+Business Media: New York, NY, USA, 2009; ISBN 9780387928234
15. El Ghaouth, A., Arul, J., Grenier, J. and Asselin, A. 1992.Antifungal activity of chitosan on two post-harvest pathogens of strawberry fruits.Phytopathology, 82, 398-402.
16. Fasihi H, Fazilati M, Hashemi M and Noshirvani N, 2017. Novel carboxymethyl cellulose-polyvinyl alcohol blend films stabilized by Pickering emulsion incorporation method. Carbohydrate polymers 167: 79-89.
17. Fornes, F., Almela, V., Abad, M., and Manuel Agusti, M. 2005. Low concentrations of chitosan coating reduce water spot incidence and delay peel pigmentation of Clementine mandarin fruit. Journal of the Science of Food and Agriculture, 85: 1105–1112.
18. Golshan Tafti, A., Peighambardoust, S. H., Hesari, J., Bahrami, A., & Shakuoie Bonab, E,2013. Physico-chemical and functional properties of spray-dried sourdough in breadmaking. Food Science and Technology International, 19(3), 271–278
19. Ghidelli, C., & P´erez-Gago, M. B, 2018. Recent advances in modified atmosphere packaging and edible coatings to maintain quality of fresh-cut fruits and vegetables. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 58(4), 662–679
20. Han, J. H. and Gennadios, A. 2005. Edible films and coatings: A review. p. 239-259. In: Innovations in food packaging. Elsevier Academic, Oxford, UK.

21. Jaqueline, V., Tezotto, U., Gabriela, P.F., Gabriela, M.G., Ricardo, A.K., 2016. Chitosan applicationspre-orpostharvest prolong raspberry shelf life quality .Postharvest .Biol. Technol. 91, 72–77
22. Jafarizadeh Malmiri, H., Osman, A., Tan, C. P., & Abdul Rahman, R. (2011). Evaluation of effectiveness of three cellulose derivative-based edible coatings on changes of physico-chemical characteristics of “Berangan” banana (Musa sapientum cv. Berangan) during storage at ambient conditions. International Food Research Journal.
23. Kumar, P., & Sethi, S. 2018. Edible coating for fresh fruit: A review. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 7(5), 2619–2626.
24. Liu, J., S. Tian, X. Menga and Y. Xua. 2007. Effects of chitosan on control of postharvest diseases and physiological responses of tomato fruit. Postharvest Biology and Technology 44: 300–306.
25. Mozaffari Nejad, A,2011, September. Global pistachio production and marketing challenges in Iran. Paper presented at the I International Symposium on Mycotoxins in Nuts and Dried Fruits, Damghan, Iran
26. Mohammadpour Dounighi, N., Eskandari, R., Avadi, M. R., Zolfagharian, H., Mir Mohammad Sadeghi, A., & Rezayat, M,2012. Preparation and in vitro characterization of chitosan nanoparticles containing Mesobuthus eupeus
27. Mostofi, Y., Dehestani Ardakani, M. and Razavi, S. H, 2011. The effect of chitosan on postharvest life extension and qualitative characteristics of table grape "Shahroodi", J. Food Sci. Technol, 8(30): 93-102.
28. Miranda-Castro, S.P., 2016. Application of chitosan in fresh and minimally processed fruits and vegetables. Chitosan in the Preservation of Agricultural Commodities. pp. 67–113
29. Noshirvani N, and Fasihi H, 2018. Control of Aspergilus niger in vitro and in vivo by three Iranian essential oils. International Food Research Journal 25(4): 1745-1752.
30. Ncama, K., Magwaza, L. S., Mditshwa, A., & Tesfay, S. Z. 2018. Plant-based edible coatings for managing postharvest quality of fresh horticultural produce: A review. Food Packaging and Shelf Life, 16, 157–167. https://doi.org/10.1016/j. fpsl.2018.03.011
31. Park HJ. 1999. Development of advanced edible coatings for fruits. Trends Food Sci Technol 10:254–60
32. Prasad, K., Guarav, A., Preethi, P., & Neha, P. 2018. Edible coating technology for extending market life of horticultural produce. Acta Scientific Agriculture, 2(5), 55–64.
33. Pascall & S.J. Lin, 2013. The application of edible polymeric film and coating in the food industry, J. of food proc. and tech., 4, e116doi: 10.4172/2157-7110.1000 e116.
34. Qi, H., Hu, W., Jiang, A. and Tian, M., 2010. Extending shelf-life of Fresh-cut ‘Fuji’ apples with chitosan-coatings, Innovative Food Science and Emerging Technologies. In press: 10.1016/j.ifset.2010.11.001
35. Sharma, S.; Prasad, R.N.; Tiwari, S.; Chaurasia, S.N.S.; Shekhar, S.; Singh, J. Effect of chitosan coating on postharvest quality and enzymatic activity of eggplant (Solanum melongena L.) cultivars. J. Food Process. Preserv. 2021, 45, e15098.
36. Sarker A, Deltsidis A, and Grift TE, 2021. Effect of aloe vera gel-carboxymethyl cellulose composite coating on the degradation kinetics of cucumber. Journal of Biosystems Engineering: 1-17.
37. Tavassoli-Kafrani, E.,Shekarchizadeh, H.,Masoudpour-Behabadi, M.,2016.Development ofedible filmsandcoatings fromalginates andcarrageenans. Carbohydr.Polym. 137, 360–374.
38. Tural, S.; Sarıcao ˘glu, F.T.; Turhan, S. 2017.Edible film and coatings: Production, application methods, functions and uses in muscular foods. Acad. Food, 15, 84–94.
39. Williams P.A. & Phillips G.O,2000. In handbook of physiology of hydrocolloids, Phillips G., Williams P. M., Ed: CRC Press, Cambridge, England, pp. 1-19