



## بسته بندی خوراکی و نقش آن در پیشگیری از سرطان

محسن زندی\*<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

Zandi@znu.ac.ir\*

### چکیده

فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی طی سال‌ها به دلیل ترجیح آن‌ها نسبت به فیلم‌های مصنوعی در کاهش آلودگی‌های محیطی و نیز بیماری‌های مختلف مانند سرطان، توجه باورنکردنی را به خود جلب کرده‌اند. مزیت اصلی استفاده از این فیلم‌ها نسبت به پلیمرهای سنتزی سنتی این است که زیست تخریب‌پذیر هستند و می‌توان آن‌ها را همراه با محصول مصرف کرد. فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی برای نگهداری مواد غذایی مفهوم جدیدی نیست، اما این روش‌ها در سال‌های اخیر به دلیل خواص محافظتی‌شان توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند. در چهار دهه اخیر، مطالعات مختلفی برای فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی و فرمولاسیون‌های بر پایه پوشش در بخش مواد غذایی انجام شده است. افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان و نگرانی‌ها در مورد کیفیت غذا، مشخصات تغذیه‌ای و فواید سلامتی، محققان را بر آن داشته است تا راه‌هایی را برای بهبود کیفیت غذا با حداقل تأثیر بر مشخصات تغذیه‌ای محصول غذایی و همچنین سازگاری با محیط زیست را هدف قرار دهند. در سال‌های اخیر، فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی جدیدی از طریق افزودن انواع مختلف و مناسبی از انواع اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی و ترکیبات ضداکسایشی توسعه یافته است.

**کلمات کلیدی:** بسته‌بندی خوراکی، بیوپلیمر، بسته‌بندی فعال، فعالیت ضداکسایشی.

### ۱- مقدمه

پلاستیک شناخته‌شده‌ترین ماده بسته‌بندی است و بسیاری از مواد بر پایه محصولات پتروشیمی در حال حاضر به دلیل در دسترس بودن با هزینه نسبتاً کم، استفاده می‌شوند. با این حال، مقررات محافظت از سلامت مصرف‌کنندگان استفاده از آن‌ها را به‌عنوان مواد بسته‌بندی به شدت محدود کرده است، زیرا آن‌ها

زیست تخریب پذیر نیستند و مونومرهای آزاد شده از آنها می‌تواند بیماری‌های مانند سرطان در مصرف کنندگان ایجاد نماید. از آنجایی که فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی بخش‌های مصرفی محصولات غذایی هستند، استفاده بالقوه از مواد خوراکی ممکن است به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر پذیرش مصرف کننده قرار گیرد. حوزه تحقیقاتی فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی در سال‌های گذشته به‌طور تصاعدی افزایش یافته است. مزایای واضحی برای این سیستم‌های بیوپلیمری گزارش شده است، زیرا آن‌ها به‌عنوان مانعی بین غذا و محیط اطراف عمل می‌کنند، زیست تخریب پذیر و غیرسمی هستند. آن‌ها معمولاً با مهار رشد میکروارگانیسم‌ها (مانند فعالیت ضد میکروبی ذاتی کیتوزان و عصاره‌های گیاهی) و همچنین با جلوگیری از پدیده اکسیداسیون (مانند عصاره چای سبز برای حفظ سوسیس تازه) کیفیت غذا را بهبود می‌بخشند. فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی نیز ارزش غذایی محصولات غذایی و همچنین ماندگاری آن‌ها را بهبود می‌بخشند [۱-۳].

سودمندترین ویژگی فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی، خوراکی بودن و زیست تخریب پذیری ذاتی آن‌هاست. برای حفظ خوراکی بودن فیلم‌ها و پوشش‌ها، تمام اجزای فیلم باید از مواد با درجه غذایی تولید شده باشند و تمامی امکانات و تجهیزات فرآیند و فرآوری نیز باید برای مواد غذایی قابل قبول باشند. استفاده از مواد خوراکی و زیست تخریب پذیر برای بسته‌بندی مواد غذایی در تجارت خدمات و محصولات مواد غذایی جذاب است، زیرا باعث کاهش میزان مواد مصنوعی مصرفی می‌شود و برای مصرف کنندگان آگاه جذابیت دارد. همچنین همه اجزا فیلم‌ها و پوشش‌ها باید زیست تخریب پذیر و از نظر زیست محیطی ایمن باشند. سمیت انسانی و ایمنی محیطی باید توسط دستورالعمل‌های تحلیلی استاندارد توسط آژانس‌های مجاز ارزیابی شود [۴، ۵]. در چند سال گذشته، سازمان‌های قانون گذار جهانی، یعنی سازمان غذا و داروی آمریکا و مرجع ایمنی غذا اروپا (EFSA) قوانین مختلفی را برای کاربرد صحیح و مناسب انواع مختلف بسته‌بندی و مواد در تماس با غذا برای محافظت از سلامت مصرف کننده در برابر طیف گسترده‌ای از مواد شیمیایی بالقوه خطرناک سازماندهی کرده‌اند [۶]. در این مقاله ابتدا کلیاتی در زمینه بسته‌بندی خوراکی ارائه شده است و در ادامه روش‌های تولید، قوانین حاکم بر این نوع بسته‌بندی‌ها و نیز بسته‌بندی‌های فعال و خصوصاً بسته‌بندی‌های ضد اکسایشی مورد بررسی قرار گرفته است.

## ۲- بسته‌بندی خوراکی

فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی به هر ماده نازکی گفته می‌شود که برای بسته‌بندی یا پوشش دادن یک محصول به منظور افزایش ماندگاری آن استفاده می‌شود که می‌تواند همراه با محصول مصرف شود. این روش از قرن دوازدهم برای حفظ کالاهای غذایی در بخش مواد غذایی مورد استفاده قرار گرفته است. بهبودهای شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی توسط پوشش‌های خوراکی حاصل می‌شوند. هنگام خرید محصولات تازه، مصرف کنندگان کیفیت و سلامت محصول را بر اساس ارائه آن ارزیابی می‌کنند [۷-۹]. چندین ماده فعال مانند عوامل ضد قهوه‌ای شدن، رنگ‌ها، رایحه‌ها، مواد مغذی و مواد معطر را می‌توان در ماتریکس پلیمری گنجانده و همراه با محصول مصرف

کرد، بنابراین ایمنی و حتی خواص تغذیه‌ای و حسی را افزایش می‌دهند. آن‌ها به دلیل ماهیت زیست‌تخریب‌پذیر خود به کاهش ضایعات بسته‌بندی مصنوعی کمک می‌کنند [۷، ۱۰].

## ۱-۲- روش‌های تولید بسته‌بندی‌های خوراکی

روش‌های متعددی برای تشکیل فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی بسته به اینکه کدام نوع بیوپلیمر پوششی استفاده می‌شود، وجود دارد. روش‌هایی مانند جامدسازی مذاب، استخراج با حلال و ژلاتینه کردن برای ایجاد فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی توسعه یافته است. فیلم‌های هیدروکلئیدی حاوی پلیمرهای محلول در آب هستند که از حیوانات، گیاهان یا منابع میکروبی و یا بیولوژیکی به دست می‌آیند. استخراج با حلال تولید فیلم‌های خوراکی هیدروکلئیدی با ساختار پیوسته می‌کند. فعل‌وانفعالات شیمیایی و فیزیکی بین مولکول‌ها باعث افزایش پایداری فیلم نهایی می‌شود. آب، اسید استیک و اتانول بیشتر به عنوان حلال استفاده می‌شود که با افزودن نرم‌کننده، عوامل ضد میکروبی و عوامل اتصال‌دهنده متقاطع سبب تولید فیلم با کیفیت بالا می‌شود. در تولید فیلم‌های پروتئینی، محلول بیوپلیمری حرارت داده می‌شود که منجر به دناتوره شدن، رسوب یا ژلاتینه شدن پروتئین می‌شود و محلول بلافاصله برای منعقد شدن و ژلاتینه شدن بیشتر سرد می‌شود. تهیه فیلم‌ها و پوشش‌های لیپیدی از طریق ذوب شدن و سفت شدن ترکیبات لیپیدی صورت می‌پذیرد. هنگام ایجاد فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی، هدف به دست آوردن فیلم‌ها و پوشش‌های با دوام، نازک و همگن است. عمدتاً دو روش خشک بر پایه اکستروژن یا قالب‌گیری فشرده و روش مرطوب بر پایه ریخته‌گری با حلال برای تولید فیلم‌های خوراکی استفاده شده است. در فرآیند خشک تولید فیلم خوراکی از حلال‌های مایع مانند آب یا الکل استفاده نمی‌شود. ریخته‌گری مذاب، اکستروژن و پرس حرارتی، نمونه‌های خوبی از فرآیندهای خشک هستند. برای فرآیند خشک، گرما به مواد تشکیل‌دهنده فیلم اعمال می‌شود تا دما آن‌ها به بالاتر از نقطه ذوب مواد تشکیل‌دهنده فیلم افزایش دهد و باعث جاری شدن مواد تشکیل‌دهنده فیلم شود. بنابراین، خواص ترموپلاستیک مواد تشکیل‌دهنده فیلم باید شناسایی شود تا فرآیند لازم برای ساخت فیلم طراحی شود. باید اثرات نرم‌کننده‌ها و هر گونه افزودنی دیگر بر ترموپلاستیته مواد تشکیل‌دهنده فیلم مشخص شود [۴، ۷، ۸، ۱۱].

## ۲-۲- مقررات فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی

از آنجایی که فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی، بخشی جدایی‌ناپذیر از بخش خوراکی محصولات غذایی هستند باید از تمام مقررات لازم مربوط به مواد غذایی پیروی کنند. برای حفظ ایمنی محصول و کیفیت غذا، تمام اجزای تشکیل‌دهنده فیلم و همچنین هرگونه افزودنی کاربردی در مواد تشکیل‌دهنده فیلم باید ایمن (*GRAS*) باشند و هر محدودیتی که توسط سازمان غذا و داروی ایالات متحده (*FDA*) برای مواد غذایی مشخص شده است، بر فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی حاکم است. تمام مواد تشکیل‌دهنده فیلم و همچنین هرگونه افزودنی کاربردی در مواد تشکیل‌دهنده فیلم باید از مواد غذایی غیرسمی باشند. اکثر موادی که به‌طور کلی به‌عنوان مواد خوراکی ایمن

شناخته شده‌اند، محدودیت‌های خاصی دارند. از دیدگاه نظارتی، فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی را می‌توان به‌عنوان محصولات غذایی، مواد غذایی، افزودنی‌های غذایی، مواد تماس با غذا یا مواد بسته‌بندی مواد غذایی طبقه‌بندی کرد. در مورد کاربردهای دارویی و غذایی، ممکن است مقررات دیگری نیز در مورد استفاده از آن‌ها وجود داشته باشد. توصیه می‌شود که تولید کنندگان فیلم خوراکی و مواد پوششی قوانین برچسب‌گذاری شامل اطلاعات تغذیه‌ای و حساسیت‌زایی احتمالی را دقیقاً در نظر گیرند و اعلان‌های مرتبط را از آژانس‌های مجاز برای استفاده از فیلم‌ها و محصولات پوشش‌دهنده خود به‌عنوان ترکیبات غذایی دریافت کنند [۱۲، ۱۳].

در مقررات اتحادیه اروپا، استفاده از افزودنی‌های غذایی باید بر روی بسته‌بندی در نظر گرفته شده بر اساس دسته عملکردی مشخص با نام آن‌ها برچسب‌گذاری شود. قوانینی وجود دارد که کنترل کیفیت بسته‌بندی را از نظر تعامل آن‌ها با محصولات غذایی تنظیم می‌کند (رابطه محصول-بسته‌بندی). بسته‌بندی باید پنج شرط اساسی را برآورده کند تا به صورت تجاری در دسترس باشد: (۱) بسته‌بندی نباید خطری برای سلامت انسان داشته باشد، (۲) بسته‌بندی نباید ترکیب فیزیکی و شیمیایی غذا را تغییر دهد، (۳) بسته‌بندی نباید ویژگی‌های ارگانولپتیکی غذا را تغییر دهد، (۴) بسته‌بندی باید بر اساس شیوه‌های تولید خوب ساخته و تیمار شود و (۵) بسته‌بندی نباید اطلاعات همراه‌کننده‌ای در مورد محصول موجود ارائه کند. در برخی از کشورها، تمام اجزای فیلم و افزودنی‌های کاربردی باید مطابق با قوانین اروپا و ایالات متحده از استانداردهای بهداشتی بالایی برخوردار باشند و مواد ضد میکروبی اضافه شده به پوشش‌ها نیز باید الزامات قانونی افزودنی‌های غذایی را داشته باشند. بسیاری از ترکیبات ضد میکروبی به دلیل مهاجرت آن‌ها به غذا مجاز به استفاده نیستند. [۴، ۱۲-۱۴]. در کنار این، جنبه مهم دیگر نیز سمیت و حساسیت‌زایی فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی است که باید در هنگام ساخت به آن توجه کرد. مصرف دوزهای بالاتر از این ترکیبات طبیعی می‌تواند مشکلات جدی مسمومیت دهانی را ایجاد کند. لازم است بین اثربخشی دوز اسانس یا عصاره گیاهی و خطر سمیت آن‌ها تعادل ایجاد شود. مقررات مربوط به ترکیبات ضد میکروبی، عوامل ضد اکساید، اسانس‌ها، رنگ‌ها و سایر افزودنی‌ها، همان مقرراتی است که برای فرمولاسیون‌های غذایی اعمال می‌شود [۱۳، ۱۵].

### ۳- بسته‌بندی فعال

امروزه ترجیحات و الزامات مصرف‌کننده منجر به توسعه سیستم‌های بسته‌بندی جدید با خواص بهبود یافته شده است. در این زمینه، به دلیل توانایی خود در ترکیب انواع مختلف ترکیبات، فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی به‌عنوان حامل چندین ماده فعال مانند ترکیبات ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این مواد فعال را می‌توان مستقیماً به محصولات غذایی نیز اضافه کرد. با این حال، استفاده از فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی در عین حال امکان آزادسازی کنترل‌شده ترکیبات عملکردی، اجتناب از واکنش‌های نامطلوب بین آن‌ها و غذا و حفظ غلظت‌های بالای این مواد را در جایی که بیشتر تماس نزدیک بین پوشش و غذا ضروری است، می‌دهد [۵، ۱۶]. این فناوری را می‌توان بسته‌بندی فعال نامید که برای افزایش ماندگاری، بهبود ویژگی‌های

ارگانولپتیک و افزایش ارزش غذایی محصول نهایی استفاده می‌شود. این فناوری نوآورانه به یکی از حوزه‌های اصلی تحقیقات در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی تبدیل شده است، زیرا امکان توسعه مواد بسته‌بندی جدید، زیست تخریب‌پذیر و نوآورانه را فراهم می‌کند که انتظارات جدید مصرف‌کنندگان را برآورده می‌کند. فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی فعال می‌توانند دو حالت عمل متفاوت داشته باشند، یکی از آن‌ها شامل رهاسازی مواد در محصول غذایی مانند ضداکسایندها و ضد میکروبی‌ها است و دیگری بر پایه حذف ترکیبات نامطلوب مانند اکسیژن و دی‌اکسید کربن در سطح بسته‌بندی مواد غذایی است [۱۷، ۱۸].

### ۱-۳- افزودن ترکیبات طبیعی به بسته‌بندی خوراکی

به منظور کاهش استفاده از افزودنی‌های شیمیایی و کاهش خطرات احتمالی مرتبط با استفاده از ترکیبات مصنوعی در محصولات غذایی، اضافه کردن ترکیبات طبیعی به عنوان یک منبع آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی جایگزین در فرمولاسیون فیلم و پوشش در حال ظهور است. به عنوان مثال، بتاکاروتن یک کاروتنوئید طبیعی که در برخی میوه‌ها و سبزی‌ها یافت می‌شود، در فیلم‌های خوراکی کیتوزان گنجانده شد تا فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها را بهبود بخشد. گیاهان دسته‌ای از ترکیبات با خواص درمانی متعدد یکی از در دسترس‌ترین تامین‌کنندگان ترکیبات زیست‌فعال ارزشمند هستند، زیرا غنی از پلی‌فنل‌ها هستند. ترکیبات فنلی ممکن است به صورت اسانس، اولئورزین یا عصاره بازیابی و تغلیظ شوند. به طور معمول، این ترکیبات دارای خواص ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی هستند که به آن‌ها طیف وسیعی از کاربردهای بالقوه را می‌دهد. خواص مفید آن‌ها عمدتاً با وجود ترکیبات فنلی در ساختار آن‌ها مرتبط است که وقتی توسط انسان خورده می‌شود، به عنوان عوامل پیشگیری کننده از شیمی درمانی عمل می‌کند و فعالیت رادیکال‌های آزاد را بر روی سلول‌ها خنثی می‌کند. این مولکول‌های بسیار واکنش‌پذیر (رادیکال‌های آزاد) که از واکنش‌های اکسیژن و نیتروژن به دست می‌آیند، هنگامی که در بدن تجمع می‌یابند، می‌توانند به مولکول‌های DNA، دیواره‌های رگ‌های خونی، پروتئین‌ها و لیپیدها آسیب برسانند که به نوبه خود می‌تواند منجر به ایجاد بیماری‌هایی مانند سرطان، بیماری‌های قلبی عروقی، بیماری‌های عصبی (آلزایمر و پارکینسون)، دیابت و پیری زودرس شود. پلی‌فنل‌ها علاوه بر خواص ضد اکسایشی، دارای خواص ضد التهابی، محرک سیستم ایمنی، ضد حساسیت، ضد باکتری و ضد ویروسی نیز هستند. فعالیت درمانی اسانس‌ها و عصاره‌های طبیعی به نوع و شرایط عملیاتی روش استخراج و به ماتریس گیاهی اصلی بستگی دارد. ترکیب موفقیت‌آمیز این عصاره‌ها در فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی قبلاً توسط محققان گزارش شده است که کارایی آن‌ها را در به تاخیر انداختن واکنش‌های اکسیداسیون ثابت کرده‌اند [۱۷، ۱۹].

### ۲-۳- توسعه فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی غنی شده با ضداکسایندها

استفاده از ضد اکسایندها در بسته‌بندی‌های فعال برای فناوران مواد غذایی بسیار مورد توجه است، زیرا این فرآیند ممکن است اکسیداسیون لیپید را کاهش دهد و حتی ارزش غذایی مواد غذایی را افزایش دهد. دو حالت

اصلی عمل برای بسته‌های ضد اکسایشی وجود دارد: انتشار ضد اکساینده‌ها در غذا و حذف ترکیبات نامطلوب مانند اکسیژن، گونه‌های اکسیداتیو رادیکال یا یون‌های فلزی از سر فضای یا غذا. با توجه به مواد بسته‌بندی آزاد کننده ترکیبات ضد اکسایشی، یکی از مزایای اصلی در مقایسه با افزودن مستقیم ترکیبات ضد اکسایشی به غذا، این است که مواد فعال ممکن است به‌عنوان منبع ضد اکساینده‌هایی عمل کنند که با سرعت‌های کنترل شده به غذا آزاد می‌شوند، به طوری که غلظت از پیش تعیین شده ترکیب فعال در غذا حفظ می‌شود و مصرف مداوم ضد اکساینده‌ها طی نگهداری را جبران می‌کند. یک رویکرد جدید شامل استفاده از ترکیب هوشمند، همراه با توسعه مورفولوژی‌های مختلف فیلم، برای تولید مواد بسته‌بندی جدید است که قادر به رهایش کنترل شده ترکیب فعال برای طیف وسیعی از کاربردهای غذایی هستند [۲۰، ۲۱].

ضد اکساینده‌های غذایی ممکن است به‌عنوان هر ماده‌ای تعریف شود که قادر به تأخیر، کند کردن یا جلوگیری از ایجاد تندشوندگی یا سایر بد طعمی به دلیل اکسیداسیون در مواد غذایی باشد. وجود ضد اکساینده‌های مصنوعی در مواد غذایی به دلیل خطرات بالقوه مورد تردید قرار گرفته است و کنترل‌های قانونی دقیق مورد نیاز است. روبرونده‌ها موادی هستند که با موادی که در هر مرحله از فرآیند اکسیداسیون دخیل هستند، واکنش نشان می‌دهند، آن‌ها را تغییر می‌دهند یا به دام می‌اندازند. از آنجایی که این مواد در غذا منتشر نمی‌شوند، رویکرد جایگزینی که به‌طور گسترده در حال مطالعه است، استفاده از ضد اکساینده‌های طبیعی به‌ویژه توکوفرول، عصاره‌های گیاهی و اسانس‌ها، یا ترکیبات آن‌ها است. همچنین، یادآوری استفاده بالقوه از ضایعات صنایع غذایی به‌عنوان منبع عوامل ضد اکسایشی ضروری است. ادویه‌ها و گیاهانی که در غذاها به دلیل طعم و در مخلوط‌های دارویی به دلیل اثرات فیزیولوژیکی خود استفاده می‌شوند، اغلب حاوی غلظت بالایی از ترکیبات فنلی هستند که دارای فعالیت قوی اهدا کننده هیدروژن هستند. چنین ترکیباتی را می‌توان برای جلوگیری از اکسیداسیون به سیستم‌های غذایی اضافه کرد [۲۰، ۲۱]. عصاره‌های گیاهی، اولئورزین‌ها و اسانس‌ها منبعی از ضد اکساینده‌های طبیعی هستند و ممکن است به پیشگیری از بیماری‌هایی مانند سرطان و بیماری‌های قلبی و عروقی کمک کنند. اولئورزین‌های گیاهان حاوی روغن‌های غیر فرار هستند که عمدتاً از کاروتنوئیدها، آلکالوئیدها، استروئیدها و آنتوسیانین‌ها تشکیل شده‌اند که عموماً ضد اکساینده هستند. اجزای ضد اکسایشی گیاهان و ادویه‌ها را می‌توان به صورت اسانس‌ها، عصاره یا اولئورزین بازیابی و تغلیظ کرد [۲۰-۲۲].

#### ۴- نتیجه‌گیری

تقاضای مداوم برای غذاهای مغذی و سالم در همه اقصاء جامعه وجود دارد. روش‌های مختلفی برای افزایش ماندگاری و کیفیت غذاها استفاده شده است. یکی از این روش‌ها استفاده از فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی است. تهیه فیلم‌ها و مواد پوشش‌دهنده از بیوپلیمرهای غذایی یک حوزه تحقیقاتی نوظهور است. به‌طور کلی، فیلم خوراکی و سیستم پوشش‌دهی عملکردهای متعددی را هنگام اعمال بر روی سیستم‌های غذایی انجام می‌دهند. به‌عنوان مثال، آن‌ها ساختار طبیعی غذا را تقویت می‌کنند و در برابر از دست دادن رطوبت مقاومت می‌کنند. علاوه

بر این، آن‌ها اجازه تبادل کنترل شده گازهای مورد نیاز برای تنفس را می‌دهند. این سیستم‌ها همچنین می‌توانند به‌عنوان وسایل حمل‌ونقل برای محافظت طولانی مدت و آزادسازی کنترل شده مواد فعال مختلف مانند ویتامین‌ها، ترکیبات ضد میکروبی و عوامل ضد اکساینده مورد استفاده قرار گیرند. بسته‌بندی خوراکی به دلیل ویژگی‌های عملکردی خود به منظور مقابله با چالش‌های مرتبط با مواد غذایی مغذی، پایدار و با کیفیت برای امنیت اقتصادی و بازاریابی بهتر استفاده می‌شوند.

## مراجع

۱. Zheng, H., et al., *Chitosan coatings with different degrees of deacetylation regulate the postharvest quality of sweet cherry through internal metabolism. International Journal of Biological Macromolecules*, 2024. **254**: p. 127419.
۲. Nikoomanesh, N., M. Zandi, and A. Ganjloo, *Development of eco-friendly cellulose acetate films incorporated with Burdock (Arctium lappa L.) root extract. Progress in Organic Coatings*, 2024. **186**: p. 108009.
۳. Davoudi, S., M. Zandi, and A. Ganjloo, *Characterization of nanocomposite films based on tomato seed mucilage, gelatin and TiO<sub>2</sub> nanoparticles. Progress in Organic Coatings*, 2024. **192**: p. 108507.
۴. Díaz-Montes, E. and R. Castro-Muñoz, *Edible films and coatings as food-quality preservers: An overview. Foods*, 2021. **10** (۷): p. 249.
۵. Jafari, R., M. Zandi, and A. Ganjloo, *Characterization of Alginate-Gelatin Edible Film Containing Anise (Pimpinella anisum L.) Essential Oil. Journal of Polymers and the Environment*, 2023. **31**(4): p. 1568-1583.
۶. Paidari, S., et al., *Edible coating and films as promising packaging: a mini review. Journal of Food Measurement and Characterization*, 2021. **15**(5): p. 4205-4214.
۷. Kocira, A., et al., *Polysaccharides as edible films and coatings: Characteristics and influence on fruit and vegetable quality—A review. Agronomy*, 2021. **11**(5): p. 813.
۸. Armghan Khalid, M., et al., *Edible coatings for enhancing safety and quality attributes of fresh produce: A comprehensive review. International Journal of Food Properties*, 2022. **25**(1): p. 1817-1847.
۹. Karami, P., M. Zandi, and A. Ganjloo, *Evaluation of physicochemical, mechanical, and antimicrobial properties of gelatin-sodium alginate-yarrow (Achillea millefolium L.) essential oil film. Journal of Food Processing and Preservation*, 2022. **46**(7): p. e16632.
۱۰. Sukhtezari, S., et al., *Development of bacterial cellulose based slow-release active films by incorporation of Scrophularia striata Boiss. extract. Carbohydrate Polymers*, 2017. **156**: p. 340-350.
۱۱. Chhikara, S. and D. Kumar, *Edible coating and edible film as food packaging material: a review. Journal of Packaging Technology and Research*, 2021: p. 1-10.

- ١٢ Han, J.H., *Edible films and coatings: a review. Innovations in food packaging*, 2014: p. 213-255.
- ١٣ Galus, S., et al., *Novel materials in the preparation of edible films and coatings—A review. Coatings*, 2020. **10**(7): p. 674.
- ١٤ Mohamed, S.A., M. El-Sakhawy, and M.A.-M. El-Sakhawy, *Polysaccharides, protein and lipid-based natural edible films in food packaging: A review. Carbohydrate Polymers*, 2020 :٢٣٨ .p. 116178.
- ١٥ Milani, J.M. and A. Nemati, *Lipid-based edible films and coatings: a review of recent advances and applications. Journal of Packaging Technology and Research*, 2022. **6**(1): p. 11-22.
- ١٦ Hassanloofard, Z., et al., *Fabrication and characterization of cellulose acetate film containing falcaria vulgaris extract. Cellulose*, 2023. **30**(11): p. 6833-6853.
- ١٧ Ribeiro, A.M., B.N. Estevinho, and F. Rocha, *Preparation and incorporation of functional ingredients in edible films and coatings. Food and Bioprocess Technology*, 2021. **14**: p. 209-231.
- ١٨ Zandi, M., et al., *Effect of active coating containing radish leaf extract with or without vacuum packaging on the postharvest changes of sweet lemon during cold storage. Journal of Food Processing and Preservation*, 2021. **45**(3): p. e15252.
- ١٩ Karami, P., M. Zandi, and A. Ganjloo, *Investigation and modeling of the release kinetics of yarrow (*Achillea millefolium* L.) essential oil from gelatin-sodium alginate active film into food simulants. Journal of food science and technology (Iran)*, 2022. **19**(122): p. 181-196.
- ٢٠ Sahraee, S., et al., *Protection of foods against oxidative deterioration using edible films and coatings: A review. Food Bioscience*, 2019. **32**: p. 100451.
- ٢١ Ganiari, S., E. Choulitoudi, and V. Oreopoulou, *Edible and active films and coatings as carriers of natural antioxidants for lipid food. Trends in Food Science & Technology*, 2017. **68**: p. 70-82.
- ٢٢ Zandi, M., et al., *Ohmic heating extraction of radish (*Raphanus sativus* L.) leaf extract :Numerical optimization and kinetic modelling. Journal of food science and technology (Iran)*, 2023. **20**(135): p. 141-157.