

بسته‌بندی محصولات کشاورزی، راهبردی برای کاهش ضایعات آنها^۱

بهجت تاج‌الدین^{۲،۳}

چکیده

آنچه در سیاست‌های بازاریابی و تبادل غذایی اهمیت دارد، توجه ویژه به هدف‌هایی چون عرضه، نگهداری، تبدیل، توزیع، و مصرف بهداشتی و با کیفیت غذاست. یکی از روش‌هایی که در سطح جهان مسیر رسیدن به هدف‌های یاد شده و کسب رضایت مشتری را هموار می‌کند، بسته‌بندی محصولات غذایی است. در گذشته، نقش اصلی بسته‌بندی، حفظ ویژگی‌های کیفی ماده غذایی بود تا سالم به دست مصرف‌کننده برسد، اما اکنون، نقش بسته‌بندی‌های مهندسی شده عبارتند از: محافظت از محصول در برابر هر گونه آلودگی، حفظ یکپارچگی و تمامیت آن، چگونگی تهیه آن، شناسایی و معرفی محصول، جذابیت آن، ترابری راحت‌تر، افزایش بهره‌وری، آگاهی‌بخشی با درج اطلاعات لازم روی بسته و آسان‌شدن مصرف آن است. رسیدن به مجموعه این هدف‌ها، هدف بزرگتری چون کم‌شدن ضایعات محصول را به دنبال دارد. از این‌رو، به‌نظر می‌رسد که با پرداختن به جایگاه بسته‌بندی، بتوان از ضایعات محصولات کشاورزی به مقدار زیادی کم کرد. به‌طور کلی، نقش و جایگاه بسته‌بندی در نظام عرضه محصولات کشاورزی را ممکن است در چهار محور مهم خلاصه کرد، امنیت غذایی، بالابردن ارزش افزوده، کاهش ضایعات و صرفه‌جویی در انرژی. بنابراین، در این مقاله ضمن تأکید روی دانش کافی و مهارت لازم مبتنی بر اصول علمی و فنی، که اولین گام در موضوع مهم بسته‌بندی است، درباره این چهار محور بحث خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: ارزش افزوده، امنیت غذایی، پیوند سلامت- بسته‌بندی- غذا، کاهش ضایعات.

مقدمه

بر اساس گزارش سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو^۴)، به تقریب یک سوم از مواد غذایی تولیدی جهان برای مصرف انسان (حدود ۱/۳ میلیارد تن) از دست می‌رود یا ضایع می‌شود (۴، ۲۱). از دیدگاه این سازمان، هر تغییری که موجب کاهش ارزش اقتصادی و تغذیه‌ای محصول شود، جزء ضایعات به‌شمار می‌رود. عامل‌های متعددی ممکن است بر ایجاد این تغییرها موثر باشند. رویکردی مدیریت سازگار که از سوی فائو در سال ۲۰۱۱ مطرح شده است، جامع‌نگری به

۱- تاریخ دریافت: ۹۷/۷/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۸/۳/۲۳

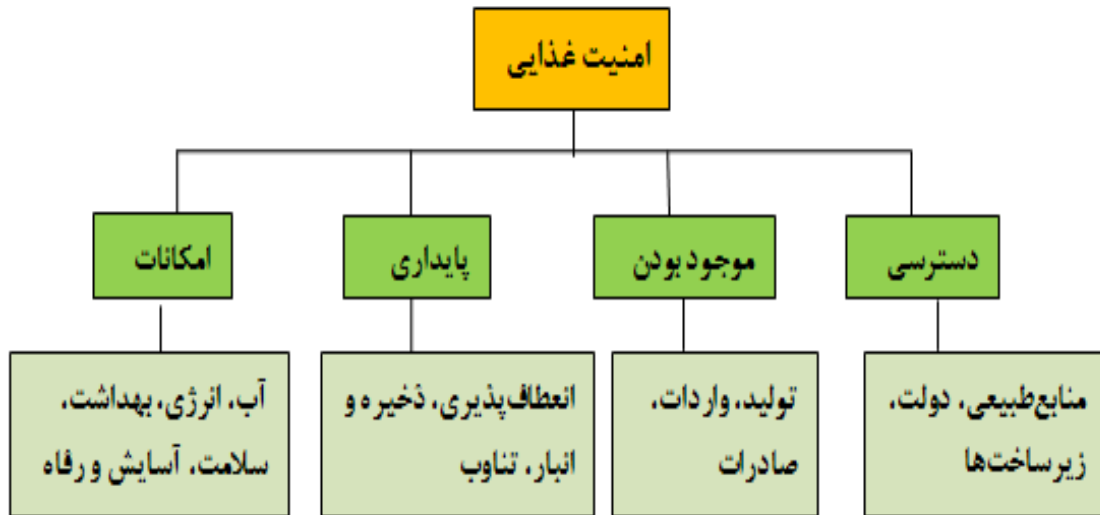
۲- نویسنده مسئول، پست الکترونیک: behjattajeddin@gmail.com

۳- دانشیار موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

پیوند آب، انرژی و مواد غذایی^۱ است که به تازگی در دنیا دنبال می‌شود (۱۸). با الهام از این ایده، به نظر می‌رسد که سلامت محصول‌های کشاورزی را باید در پیوند با بسته‌بندی و نگهداری آن‌ها دید تا به توان برخی از عامل‌های موثر در ایجاد تغییرهای بالا را ارزیابی کرد. از این رو، نقش و جایگاه بسته‌بندی در نظام عرضه محصول‌های کشاورزی سالم را ممکن است در چهار محور مهم امنیت غذایی، بالابردن ارزش افزوده، کاهش ضایعات، و صرفه‌جویی در مصرف انرژی خلاصه کرد که ارتباطی تنگاتنگ و پیوندی مستحکم با سلامت، کیفیت، و اقتصاد تولید مواد غذایی و فرآورده‌های آن دارند.

امنیت غذایی

امنیت غذایی این‌گونه تعریف شده است: دسترسی همیشگی همه مردم به غذای کافی برای داشتن یک زندگی سالم (۱۶). مطابق شکل ۱، محورهای اصلی در تعریف امنیت غذایی، چهار عنصر دسترسی به غذا، موجود بودن غذا، پایداری در دریافت غذا، و امکانات مرتبط با غذا هستند (۱۸).



شکل ۱- اجزای امنیت غذایی (۱۸).

محصول‌های اساسی کشاورزی، سهم زیادی در تأمین امنیت غذایی دارند و از اولویت‌های پایه‌ای امنیت ملی کشور هستند. تولید این گونه محصول‌ها، مستلزم فعالیت‌های پژوهشی مستمر در زمینه تولید پایدار از نظر کمی و کیفی است. کاهش ضایعات در مرحله‌های پس از برداشت، راهکاری است که به واسطه آن بدون نیاز به افزایش سطح زیر کشت، امکان تولید بیشتر فراهم می‌شود. کاهش تلفات محصول در محدوده زمان برداشت تا مصرف از راه بسته‌بندی مناسب، یکی از راه‌های افزایش دسترسی بیشتر مردم به محصول‌های کشاورزی و مواد غذایی فراوری شده است (۳۲). بسته‌بندی مناسب، یکی از راه‌های مبارزه با آفت‌های انباری و مهار آن‌هاست، زیرا دور نگه‌داشتن محصول غذایی از دسترس آفت‌های انباری به ویژه برای محصول‌های راهبردی، موجب حفظ کیفیت محصول می‌شود و امکان دسترسی مردم به غذا را برای مدت‌زمانی طولانی‌تر فراهم می‌کند. در حال حاضر در کشور ما مدیریت ضایعات پس از برداشت، چالش اصلی در امنیت پایدار مواد غذایی به شمار می‌آید (۱۵).

بالا بردن ارزش افزوده

ارزش افزوده^۱، ثروت اضافه‌ای است که از راه فرآیند تولید یا ارائه خدمات ایجاد می‌شود. در حقیقت، محصول‌ها یا خدمات دارای ارزش افزوده، به دلیل این که بهبود یافته‌اند یا چیزی به آن‌ها اضافه شده است، دارای ارزش بیشتری هستند. از این رو، بسته‌بندی، ارزش افزوده‌ای را برای محصول مورد استفاده مصرف‌کننده ایجاد می‌کند. به عبارت دیگر، استفاده از مواد بسته‌بندی و بهبود روش‌های بسته‌بندی به دلیل حفظ کیفیت محصول، کاهش ضایعات پس از برداشت و کنترل آلودگی‌های ناشی از بیماری‌های گیاهی از جمله بیماری‌های قارچی محصول‌های باغبانی، فرصت دستیابی مناطق دوردست به این مواد غذایی را فراهم می‌کند. پس، بسته بندی ارزش افزوده‌ای برای تولیدهای کشاورزی ایجاد می‌کند و در نتیجه ضمن بالا بردن امکان افزایش صادرات، فرصت‌های شغلی متناسب را نیز فراهم می‌آورد. بسته‌بندی با طراحی و گرافیک جذاب، می‌تواند عاملی باشد برای جذب مشتری و بازارپسندی بیشتر و در نتیجه فروش محصول بیشتر (۲۰).

برای نمونه، برخی از محصول‌های غذایی با ارزش کشورمان چون پسته، زعفران، خاویار، خرما، خشکبار و غیره، به دلیل ضعف بسته‌بندی، به راحتی و با قیمت کمتر از کشور خارج می‌شوند و در کشورهای واسط دوباره بسته‌بندی و به دیگر کشورها صادر می‌شوند. ارزش افزوده حاصل از بسته‌بندی، نصیب کشورهای واسط می‌شود. در بسته‌بندی محصول‌های کشاورزی، اگر به مسائلی مانند نور، گرما، مواد افزودنی ضدفساد، مواد ضد آفت و ریزاندامواره‌ها^۲ و نیز به جذابیت بسته به اندازه کافی توجه شود، بازاریاب ایرانی خود می‌تواند به‌طور مستقیم بازار هدف را شناسایی کند، محصول را با قیمت مناسب به فروش برساند، و ارزش افزوده را نصیب کشور خود کند (۶، ۱۳).

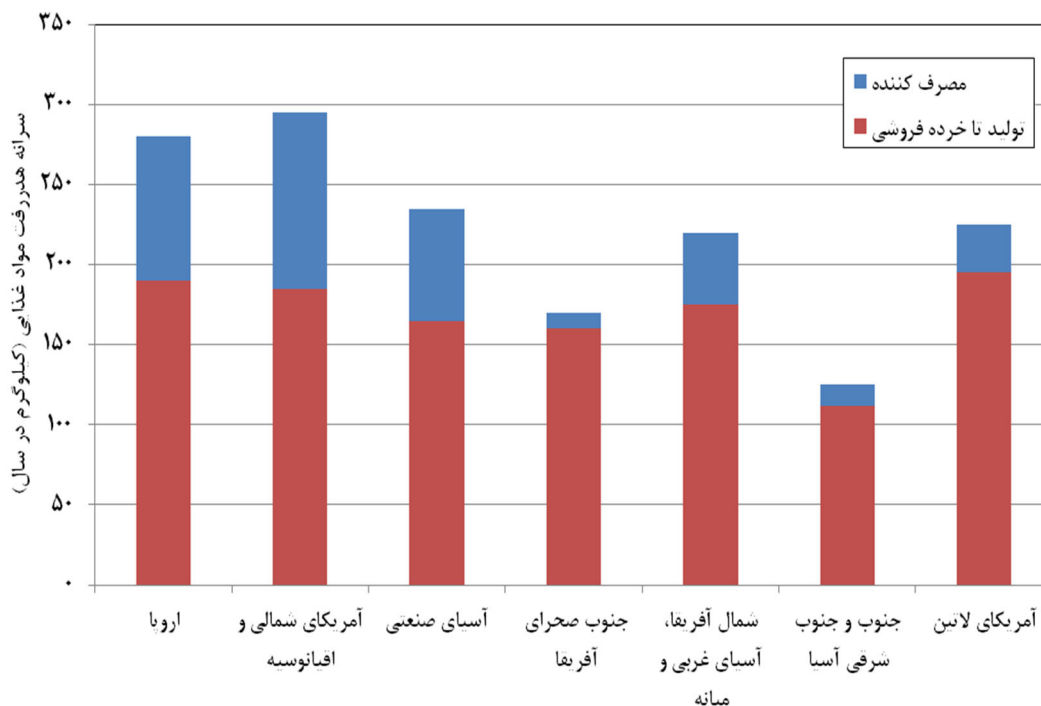
گفته شده است که هزینه بسته‌بندی حدود ۱۰٪ قیمت تمام شده کالا است، اما تا حدود ۹۰٪ می‌تواند ارزش افزوده ایجاد کند (۱۴). به هر حال، راه‌های بسیاری وجود دارد که در آن طراحی بسته‌بندی به ایجاد ارزش افزوده در محصول کمک می‌کند (۲۴). در نظریه سنتی بازاریابی که چهار عنصر اصلی قیمت^۳، مکان^۴، محصول^۵، و تبلیغ^۶ را زیر عنوان "چهار پی^۷" در فروش محصول موثر می‌داند (۳۰)، باید بسته‌بندی^۸ را نیز به عنوان عنصر اصلی پنجم (پی پنجم) باور کرد. برای درک ارزش افزوده، باید جای خریدار یا مشتری نشست و به این پرسش‌های ابتدایی پاسخ داد، "چه چیزی موجب می‌شود که مشتری برای خرید محصول خود به جای دیگری برود؟" یا "چه چیزی محصول تولیدی مورد نظر را از بقیه محصول‌ها متمایز می‌کند؟" (۲۰). به عبارت دیگر، مصرف‌کننده باید ارزش افزوده ناشی از بسته‌بندی را ببیند تا پس از آن، برای خرید محصول تصمیم بگیرد. بدیهی است در این حالت، اغلب هزینه‌های بسته‌بندی را مشتری می‌پردازد.

کاهش ضایعات

وجود ضایعات مواد غذایی یکی از چالش‌های جدی در بیشتر کشورهای در حال توسعه است. بر اساس گزارش‌ها، در ایران نزدیک به ۳۵٪ از محصول‌های کشاورزی تبدیل به ضایعات می‌شود که این مقدار، معادل مقدار غذای ۱۵ تا ۲۰ میلیون نفر است (۲۳، ۱۵). هشتاد درصد ضایعات بخش کشاورزی فقط به حدود ۲۰ تا ۲۵٪ محصول‌ها مربوط می‌شود که به طور عمده محصول‌های باغبانی هستند. سالانه حدود ۵ تا ۱۰ میلیارد دلار از منابع کشور از راه ضایعات کشاورزی هدر می‌رود (۱، ۳).

عامل‌های پیش و پس از برداشت محصول‌های کشاورزی مانند ویژگی‌های ژنتیکی، شرایط بوم‌شناختی، فرآیند تولید، مرحله برداشت و فرآیندهای پس از برداشت، روی ویژگی‌های کمی و کیفی محصول موثر است. بروز تلفات کمی و کیفی در

محصول‌های کشاورزی به دلیل فسادپذیری بالا، در تمام مراحل برداشت، و پس از برداشت شامل جابه‌جایی، ترابری، انبارداری، بسته‌بندی، بازاریابی و بازررسانی، و فراوری رخ می‌دهد (۱۲). شکل ۲، مقدار هدررفت و ضایعات سرانه مواد غذایی^۱ را در مرحله‌های مصرف و قبل از مصرف، در منطقه‌های مختلف دنیا، برحسب کیلوگرم بر سال، نشان می‌دهد (۲۱). این شکل نیز تایید می‌کند که بیشترین ضایعات در مرحله‌های تولید تا خرده‌فروشی اتفاق می‌افتد.



شکل ۲- هدررفت و ضایعات سرانه مواد غذایی در مرحله‌های مصرف و قبل از مصرف، در منطقه‌های مختلف جهان (۲۱).

به‌طور کلی، برخی از دلایل ضایع شدن مواد غذایی، مانند آسیب‌دیدگی این مواد در مزرعه به علت تغییر آب و هوا یا رویدادهای غیرقابل پیش‌بینی، اجتناب‌ناپذیرند، اما دلایل‌های دیگر بیشتر به ضعف یا ناکارآمدی در زنجیره غذا است که به کمک بسته‌بندی می‌توان آن را کاهش داد یا به کمینه رساند. با جلوگیری از هدررفت محصول با روش‌های موثر بسته‌بندی و افزایش زمان ماندگاری آن، امکان عرضه تدریجی محصول و تنظیم بازار مصرف برای پیشگیری از سیر صعودی قیمت‌ها فراهم می‌آید و از ناهنجاری‌های مرتبط با عرضه و توزیع محصول به مصرف‌کنندگان جلوگیری می‌شود. از بسته‌بندی مواد غذایی می‌توان افزون بر ایجاد اشتغال و درآمدزایی، به عنوان منبع تأمین ارز نیز بهره برد. در واقع، استفاده از بسته‌بندی اولیه، ثانویه یا پایانی در مرحله تولید محصول‌های تازه کشاورزی، ترابری و انبارداری پس از برداشت آن، با ایجاد حفاظت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی کافی از محصول، حفظ تازگی محصول، و امکان ایجاد تهویه و کنترل دما، فرصت‌هایی را برای کاهش ضایعات، فراهم می‌کند. بررسی‌ها نشان می‌دهد انبارداری و چیدمان اولویت‌یادتری نسبت به ترابری دارند (۱۰).

در مرحله فراوری محصول نیز بسته‌بندی با تمرکز بر مناسب بودن نوع ماده بسته‌بندی با هدف افزایش ماندگاری، توجه به طراحی برای خرده‌فروشی، و توجه به درج تاریخ (مقررات بهترین تاریخ مصرف) و دیگر اطلاعات مربوط به تولید، ترکیب و چگونگی مصرف محصول روی بسته، فرصت‌هایی را برای کاهش ضایعات فراهم می‌کند. مصرف‌کنندگان، به دنبال غذاهای راحت هستند تا به سرعت و با صرف کمینه زمان، بتوانند از آن استفاده کنند. این فرصت را بسته‌بندی اولیه در اختیار آن‌ها قرار می‌دهد و از دورریزی محصول در خانه‌ها جلوگیری می‌کند. بسته‌بندی، بدین ترتیب با افزایش مدت‌زمان ماندگاری، ضایعات غذا را در زنجیره تولید مواد غذایی و در خانه‌ها کاهش می‌دهد (۸، ۲۵، ۳۲).

صرفه‌جویی در مصرف انرژی

بسته‌بندی محصول کشاورزی در مزرعه و محل تولید، سودمندی‌های زیادی دارد. در واکاوی دقیق و عادلانه، هر یک از این سودمندی‌ها چه به تنهایی و چه با هم، به کاهش و صرفه‌جویی در مصرف انرژی منجر می‌شود. پیش‌نیاز بسته‌بندی، عملیات مقدماتی دیگری از جمله پاکسازی اولیه محصول است، بنابراین، مزیت‌های بسته‌بندی محصول کشاورزی در مزرعه یا در محل تولید را ممکن است در جلوگیری از هدررفت خاک، کاهش زباله‌های شهری، کاهش هزینه ترابری، کاهش مصرف آب، کاهش مصرف کود (به دلیل هدرنرفتن مواد مغذی خاک در جلوگیری از خروج خاک از مزرعه)، کاهش یا انتقال نیافتن بیماری‌های گیاهی، و حفاظت از محیط‌زیست خلاصه کرد. به هر حال تولید، توزیع و دورریزی مواد بسته‌بندی خود ممکن است مقدار زیادی انرژی و در نتیجه هزینه مصرف کند. این هزینه‌ها را ممکن است با روش‌هایی نو و در خور توجه کاهش داد یا به کمینه رساند (۷). صرفه‌جویی در مصرف انرژی با بسته‌بندی، از طریق بهینه‌سازی در استفاده از مواد و فرآیندها امکان‌پذیر است. به‌طور کلی، کمینه چهار راهبرد زیر برای صرفه‌جویی در انرژی با بسته‌بندی مطرح است (۱۹):

- ❖ بهبود فراوری^۱ (برای نمونه، استفاده از مواد کمکی برای کاهش گشتاور اکسترودر^۲، کاهش دمای ذوب، تسهیل تشکیل ورق که تا ۳۰٪ برآورد کرده‌اند).
- ❖ افزایش تولید^۳ (یعنی استفاده بیشتر از مواد بسته‌بندی در زمان کمتر).
- ❖ بهبود ترابری^۴ (استفاده بیشتر از فضای یخچال‌ها و سردخانه‌های ماشین‌های ترابری، موجب صرفه‌جویی مصرف سوخت فسیلی خواهد شد).
- ❖ بهینه‌سازی چرخه عمر^۵ (برای نمونه، استفاده از مواد بسته‌بندی با ضخامت کمتر یا مواد چند لایه نازک با حفظ عملکرد، چرخه عمر بسته را بهینه می‌کند و کارآیی مصرف انرژی را ممکن می‌سازد).

چالش‌های بسته‌بندی

در تصمیم‌گیری برای بسته‌بندی محصول‌های کشاورزی، ابتدا باید نیازهای اساسی در نظر گرفته شوند، نیازهایی مانند مفهوم بسته‌بندی (بسته‌بندی برای چه محصولی از نظر اندازه، شکل، ترکیب‌ها، رنگ، بافت، و علامت تجاری)، مهندسی آزمون (اطمینان از پایداری بسته‌بندی در شرایط معمولی)، آزمون دیداری (اطمینان از خوانا بودن نوشته روی بسته، و هماهنگی رنگ‌های بسته)، آزمون فروشنده (اطمینان از یافتن بسته‌های جذاب و آسان‌بر)، آزمون مصرف‌کننده (اطمینان از واکنش مطلوب مصرف‌کننده) (۱۱، ۳۲).

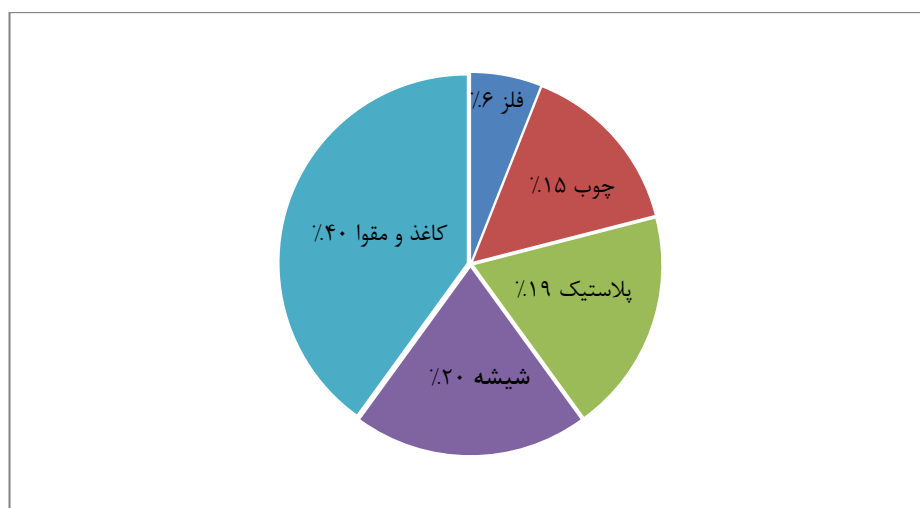
بسته‌بندی نیز مانند هر فناوری دیگر، با چالش‌هایی روبه‌رو است که با توجه به وضعیت هر کشور فرق می‌کند و از این رو برای هر کشور نیز باید پایش شود. از چالش‌های پیش‌رو می‌توان به این موارد اشاره کرد: نامشخص بودن جایگاه و متولی مسائل مرتبط با فعالیت‌ها و مراقبت‌های پس از برداشت محصول کشاورزی، کمبود منابع مالی و نیروی متخصص برای پرداختن به فعالیت‌های بسته‌بندی، نیاز به اطلاع‌رسانی و افزایش آگاهی عمومی نسبت به تأثیر فعالیت‌های بسته‌بندی، نیاز به طراحی پایگاه‌های اطلاعاتی بسته‌بندی برای بهره‌برداران کشاورزی و صنعت، نبود بانک اطلاعات بسته‌بندی، و نیاز به تأسیس سامانه و آزمایشگاه بسته‌بندی مرجع اضافه می‌شود که نبود بسته‌های طراحی‌شده برای شرایط آب و هوایی مختلف، تجزیه‌ناپذیری یا تجزیه‌پذیری کم مواد پلیمری (حاصل از فرآورده‌های نفتی) در طبیعت، و مدیریت ضایعات این مواد بیشترین سهم را در چالش‌های پیش‌روی توسعه صنعت بسته‌بندی دارد. شوربخانه، آمار دقیقی در مورد تولید ضایعات ناشی از مصرف مواد بسته‌بندی وجود ندارد، اما مطابق آخرین آمار که اتحادیه اروپا در آوریل سال ۲۰۱۵ ارائه داد، ضایعات مواد بسته‌بندی در دوره زمانی ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۲، برابر شکل ۳ است (۲۲). مطابق اطلاعات این شکل، بیشترین ضایعات (۴۰٪) در بخش کاغذ و مقوا ایجاد می‌شود. از آنجا که تولید کاغذ و مقوا، ارتباط مستقیم با مصرف منابع سلولزی یعنی گیاهان دارد، خردمندانه است اگر گفته شود که این مقدار ضایعات، نمودی از تخریب جنگل‌ها و محیط‌زیست است.

در سال‌های متمادی به دلیل نبود تشکیلی جامع در صنایع بسته‌بندی ایران، ایجاد ارتباط بین‌المللی و استفاده از تجربه‌ها و دانش دیگر کشورها در تدوین برنامه‌های راهبردی، بسته‌بندی چندان اهمیتی نزد متولیان نداشته و در میان صنایع اولویت‌دار رایج نبوده است. این صنعت را تجملاتی و هزینه‌بر می‌پنداشتند. در سال‌های اخیر، به‌ویژه پس از تحریم‌های اقتصادی و کاهش درآمدهای ارزی، توسعه صادرات کالاهای غیرنفتی در اولویت قرار گرفته و ضرورت توسعه صنعت بسته‌بندی، به کانون توجه متولیان، صادرکنندگان و دولتمردان بدل شده است. در این شرایط، انتقال دانش روز، ایجاد زیرساخت‌های لازم، تربیت نیروی انسانی و تجهیز واحدهای تولیدی و صادراتی به فناوری‌های نوین بسته‌بندی، نیازهای انکارناپذیر در فرآیند توسعه صنعت بسته‌بندی است. در حال حاضر، سازمان جهانی بسته‌بندی^۱ تشکیلی بین‌المللی غیرانتفاعی و غیردولتی از موسسه‌ها و انجمن‌های ملی بسته‌بندی، انجمن‌های تجاری، و تمام انجمن‌های علاقمند در زمینه بسته‌بندی است. این تشکل برای اولین بار در شش سپتامبر ۱۹۶۸ در توکیو، ژاپن، با شعار "کیفیت بهتر زندگی از طریق بسته‌بندی بهتر برای تعداد بیشتر مردم" شکل گرفت. امروزه نام و نشان سازمان جهانی بسته‌بندی در صنعت بسته‌بندی، مترادف با کیفیتی ممتاز و استاندارد بی‌همتاست که موسسه‌ها و تشکل‌های بسته‌بندی در سراسر دنیا برای پیوستن به آن در رقابتی سخت از یکدیگر پیشی می‌گیرند (۱۷). یادآوری می‌شود که برابر خبر خروجی‌های خبرگزاری‌ها در روز دوشنبه ۱۰ اسفند ۱۳۹۴، جمهوری اسلامی ایران، عضو سازمان جهانی بسته‌بندی و همین‌طور عضو اتحادیه بسته‌بندی آسیا^۲ است (۲).

جایگاه پژوهش در پایش و توسعه بسته‌بندی

برای بسته‌بندی مواد غذایی، مواد مختلفی مانند شیشه، پلاستیک‌های سخت و نیمه سخت و فلزسخت (مانند قوطی‌ها) به کار می‌رود (شکل ۳) که بیشتر مشتریان آن‌ها را دور می‌ریزند. مواد بسته‌بندی پلیمری که کاربرد گسترده‌ای

در صنعت بسته‌بندی دارند، تجزیه‌ناپذیر و برگشت‌ناپذیر به محیط‌زیست هستند؛ به همین دلیل از مهم‌ترین آلاینده‌های طبیعت محسوب می‌شوند. بنابراین، انواع فناوری‌های بسته‌بندی برای دستیابی به کیفیت بهتر و سالم‌تر مواد غذایی ابداع شده‌اند. آمار نشان می‌دهد ۷۲٪ مصرف‌کنندگان در آمریکا حاضرند برای حصول اطمینان از تازگی محصول دریافتی به واسطه بسته‌بندی، پول بیشتری پرداخت کنند (۹). نمونه‌هایی از نتیجه‌های به‌دست‌آمده از پژوهش‌ها روی فناوری‌های بسته‌بندی اولیه برای افزایش ماندگاری محصول، در جدول ۱ نشان داده شده است. از برخی از آن‌ها برای ایجاد بسته‌بندی فعال^۱ استفاده می‌شود. این چنین بسته‌بندی قابلیت آن را دارد که ضایعات غذا را با افزایش مدت ماندگاری محصول در زنجیره غذایی کم کند، زیرا بسته‌بندی فرصت بیشتری به مصرف‌کنندگان می‌دهد تا ماده غذایی مورد نظر خود را بخردند و یا مصرف کنند. جدول ۱، این واقعیت را نیز آشکار می‌کند که توجه و اعتماد به پژوهش‌های مرتبط با بسته‌بندی و سرمایه‌گذاری روی آن، چقدر می‌تواند در معرفی و عملیاتی کردن چگونگی تاثیر بر کاهش یا حذف ضایعات غذا (موضوع ستون سوم جدول) برای محصولات متعددی کشاورزی که هدف این مقاله است، موثر باشد.



شکل ۳- درصد وزنی سهم ضایعات مواد بسته‌بندی (۲۲).

راهکارها و برنامه‌ها

از آنجایی که استفاده از مواد بسته‌بندی مختلف، انواع پیش‌تیمارها، پوشش‌های گوناگون، و انواع روش‌های بسته‌بندی در افزایش ماندگاری محصول و در نتیجه کاهش ضایعات آن‌ها بسیار موثر است، باید دانش فنی و مهارت‌های علمی و تخصصی لازم پیرامون محورهای اصلی بسته‌بندی مواد غذایی، یعنی هشت موضوع زیر، با تقویت بنیه پژوهشی و آموزشی کشور افزایش یابد (۵، ۷، ۱۲، ۲۶، ۲۷، ۲۸، ۲۹، ۳۱):

جدول ۱- مثال‌هایی از فناوری‌های بسته‌بندی اولیه برای افزایش ماندگاری محصول‌ها (۳۲).

فناوری	توضیح	چگونگی تاثیر بر کاهش/حذف ضایعات غذا
بسته‌بندی نفوذناپذیر چندلایه	بسته‌بندی چندلایه با استفاده از ترکیب پلیمرها، فویل آلومینیوم و/یا پوشش‌ها، نیازهای نفوذناپذیری به رطوبت، گازها و عطر و طعم را فراهم می‌کند.	دورکردن رطوبت و اکسیژن، تخریب محصول را به تاخیر می‌اندازد.
بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته (MAP)	قبل از دوخت بسته، برای کنترل اتمسفر داخل بسته و سپس حفظ آن با یک فیلم با نفوذناپذیری بالا نسبت به گاز ^۱ ، گازهایی مانند CO ₂ به تنهایی و یا در ترکیب با N ₂ و گاهی O ₂ بسته به نوع محصول، به بسته اضافه می‌شوند.	کاهش میزان تنفس در محصول و کاهش رشد میکروارگانیسم‌ها
پوشش‌های خوراکی	بر پایه پروتئین‌ها، چربی‌ها، پلی‌ساکاریدها و ترکیب آن‌ها، برای پوشش‌دهی سطح محصول‌ها به کار می‌روند.	ایجاد یک لایه نفوذناپذیر مستقیم اطراف محصول‌های غذایی
جاذب‌های اتیلن	دامنه‌ای از فناوری‌های مختلف مینی بر معرف‌های شیمیایی اضافه شده به فیلم‌های پلیمری در بسته‌های کوچک ^۲ را برای جذب اتیلن شامل می‌شود.	حذف اتیلن، رسیدن را به تاخیر می‌اندازد و ماندگاری و تازگی محصول را افزایش می‌دهد.
جاذب‌های اکسیژن	موادی که اکسیژن را از درون بسته دور می‌کنند. این مواد را بیشتر به صورت پودر (مثلا پودر آهن) در یک بسته کوچک قرار می‌دهند. فناوری‌های جدید شامل جاذب‌های اکسیژن در خود فیلم است.	حذف اکسیژن، فرایند تخریب غذا را کند می‌کند و ماندگاری محصول را افزایش می‌دهد.
جاذب‌های رطوبت	نوارهای ساخته شده از پلیمرهای خیلی جاذب که رطوبت را جذب می‌کنند.	حفظ شرایطی که برای رشد میکروب‌ها کمتر مطلوب است.
بسته‌بندی آسپتیک (Aseptic)	بسته‌بندی که قبل از پرشدن، در دمای بالا (با فرآیند UHT) استریل شده باشد. بدون نیاز به نگهدارنده‌ها بیش از ۶ ماه قابل نگهداری است. به شکل مقواهای ویژه مایعات، کیسه‌ها و کیسه در داخل جعبه وجود دارد.	دمای بالا میکروب‌ها را می‌کشد و دریندی، محکم روی بسته از ورود هر گونه میکرب، گاز یا رطوبت جلوگیری می‌کند.

۱- مواد بسته‌بندی

اولین موضوع در هر کار تولیدی، انتخاب نوع ماده بسته‌بندی است. بسته به نوع محصول و هدف از بسته‌بندی، از مواد گوناگونی چون انواع پلیمرها، شیشه، فلز و غیره برای بسته‌بندی مواد غذایی، گاه به تنهایی و در شرایط به‌طور کامل معمولی و گاه از ترکیب آن‌ها با روش‌های متفاوت، استفاده می‌شود. شناخت ویژگی‌های این مواد، هزینه اقتصادی و زیست‌محیطی تولید آن‌ها، و تاثیر احتمالی هر یک از این مواد روی مواد غذایی از مهم‌ترین نکته‌هایی است که باید به آن‌ها توجه کرد. برای نمونه، استفاده از موادی چون قوطی (فلز)، مستلزم شناخت دقیق مسایل مربوط به کنسرو کردن و کمپوت‌سازی است.

۲- بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته^۳

این روش بسته‌بندی، یکی از موفق‌ترین فنون نگهداری مواد غذایی است که کارایی مناسبی برای گستره‌ای وسیع از محصول‌های کشاورزی دارد. مفهوم اتمسفر تغییر یافته برای کالاهای بسته‌بندی شده، شامل ایجاد اتمسفر تغییر یافته در اطراف فرآورده غذایی به‌واسطه خلاء، فشار گاز یا تراوایی کنترل شده بسته است که از این راه فعالیت‌های شیمیایی، آنزیمی

1. A high gas barrier film

2. Sachets

3. Modified atmosphere packaging (MAP)

و میکروبی مهار می‌شود. شناخت دقیق این روش بسته‌بندی، هزینه اقتصادی و زیست‌محیطی استفاده از آن و تاثیر احتمالی آن روی مواد غذایی از مهم‌ترین نکته‌هایی است که باید در نظر گرفته شوند.

۳- بسته‌بندی فعال

در بسته‌بندی فعال، با افزودن ترکیب‌هایی به فضای داخل بسته یا مواد بسته‌بندی، کارایی بسته افزایش می‌یابد طوری که وارد کردن و یا حذف موادی از فضای داخل بسته باعث حفظ و بهبود کیفیت و افزایش ماندگاری محصول بسته‌بندی شده می‌شود. استفاده از جاذب‌های اکسیژنی، جاذب‌ها و ساطع‌کنندگان CO₂، جاذب‌های رطوبت، جاذب‌های اتیلنی و غیره از روش‌های بسته‌بندی فعالی است که تاکنون بیشتر شناخته شده است. شناخت دقیق این روش بسته‌بندی، هزینه اقتصادی و زیست‌محیطی استفاده از مواد فعال، و تاثیر احتمالی آن‌ها روی مواد غذایی از نکته‌های مهمی است که باید به آن‌ها توجه شود.

۴- بسته‌بندی هوشمند

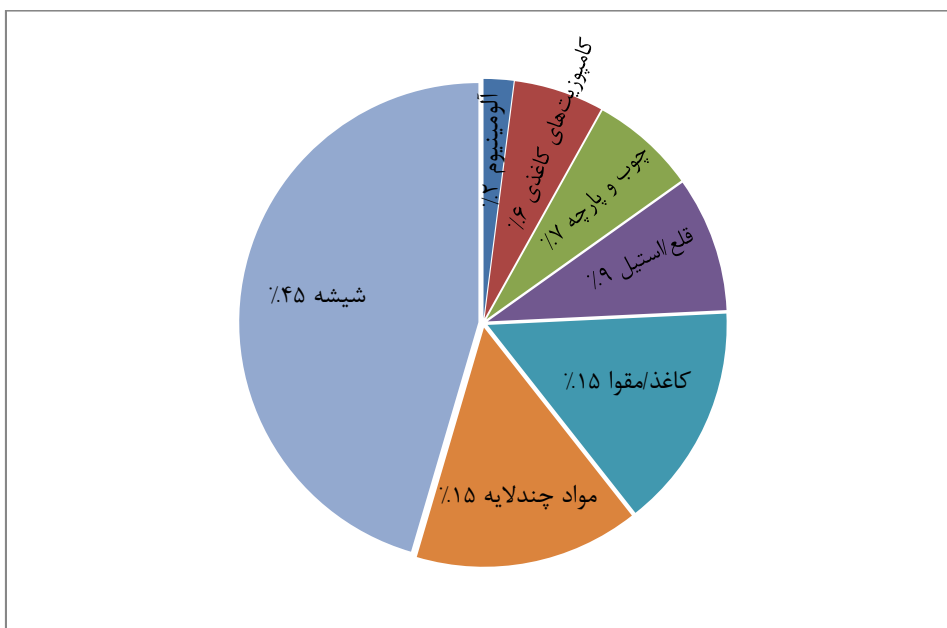
در این روش بسته‌بندی، شاخص‌های داخلی یا خارجی مانند شاخص‌های زمان-دما (نصب روی سطح بسته‌بندی)، شاخص‌های اکسیژن، شاخص‌های دی‌اکسید کربن، شاخص‌های کیفیت یا فساد، و غیره به‌عنوان شاخص‌های هوشمند، در تعامل فعالانه با ترکیب‌های ناشی از ماده غذایی هستند. شناخت دقیق این روش بسته‌بندی، هزینه اقتصادی و زیست‌محیطی استفاده از تجهیزات یا حسگرهای حساس و تاثیر احتمالی آن‌ها روی مواد غذایی لازم است.

۵- پوشش‌های زیست‌تخریب‌پذیر

بسته‌بندی یا پوشش‌دهی مواد غذایی با پلیمرهای طبیعی تجزیه‌پذیر و به‌کارگیری آن‌ها به جای پلاستیک‌های مصنوعی، راه‌حلی مناسب برای کمینه کردن تأثیر نامطلوب و زیانبار زباله‌های حاصل از مواد مصنوعی است. وجود این مواد، افزون بر کاهش سهم استفاده از پلیمرهای مصنوعی، بر کاهش مقدار استفاده از کاغذ و مقوا موثر است.

۶- چندسازه‌های (کامپوزیت‌ها) طبیعی

محدودیت منابع نفتی همراه با مقررات زیست‌محیطی در حال رشد، انگیزه‌ای قوی برای تهیه مواد و محصول‌های جدید سازگار با محیط‌زیست و مستقل از سوخت‌های فسیلی است. استفاده از مواد کامپوزیتی (مواد مرکب یا چندسازه)، به‌ویژه چندسازه‌های سبز، یکی از راه‌های عملی در بسته‌بندی مواد غذایی است. شکل ۴، امکان استفاده از مواد بسته‌بندی مختلف را برای جایگزینی با بسته‌بندی پلاستیکی نشان می‌دهد. چنانچه پیشنهاد این شکل پذیرفته شود، ضمن حذف تقریبی استفاده از مواد پلاستیکی مشتق از مواد نفتی و کم کردن مقدار استفاده از کاغذ و مقوا از ۴۰٪ در شکل ۳ به ۱۵٪ در شکل ۴، امکان ایجاد تعادل نسبی در بهره‌گیری از مواد مختلف بسته‌بندی فراهم می‌شود.



شکل ۴- ترکیب مواد بسته‌بندی مورد نیاز برای جایگزینی با بسته‌بندی پلاستیکی (۲۲).

۷- نانوجندسازها (نانوکامپوزیت‌ها)^۱

ورود نانوفناوری، فرصت‌هایی جدید در جهت توسعه مواد بسته‌بندی کارآمد با ویژگی‌های بهتر برای مواد غذایی فراهم کرده است. یکی از راهکارهای مناسب برای کاهش ضایعات کمی و کیفی پس از برداشت محصول‌های کشاورزی، استفاده از نانوجندسازها در بسته‌بندی محصول‌های کشاورزی مختلف است. شناخت دقیق مواد نانویی و چگونگی روش تولید آن‌ها، هزینه اقتصادی و زیست‌محیطی تولید مواد نانویی، و تاثیر احتمالی آن‌ها بر مواد غذایی، از نکته‌های مهمی است که باید مورد توجه قرار گیرد.

۸- ریزپوشانی^۲

ترکیب‌های رنگی، مواد معطر و طعم‌دهنده‌های طبیعی از مهم‌ترین افزودنی‌های غذایی هستند که با هدف‌های گوناگون در تهیه فرآورده‌های غذایی مختلف به کار می‌روند. با استفاده از فناوری ریزپوشانی، می‌توان به پایداری این مواد طبیعی کمک کرد که نقش تعیین‌کننده‌ای در پذیرش مواد غذایی از سوی مصرف‌کننده و در نتیجه کاهش هدر رفت غذا در مرحله مصرف دارد. به دلیل حفظ پایداری و کیفیت بیشتر مواد دارای ترکیبات موثر، ارزش افزوده زیادی از این روش به دست می‌آید. شناخت دقیق این روش نگهداری / بسته‌بندی، هزینه اقتصادی و زیست‌محیطی این روش و تاثیر احتمالی آن روی مواد غذایی، از مهم‌ترین نکته‌هایی است که باید در نظر گرفته شوند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

صنایع تبدیلی از جمله مهم‌ترین زمینه‌های مربوط به توسعه کشاورزی است. وظیفه اصلی این صنایع، کاهش خام‌فروشی، روی آوردن به فراوری محصول‌های کشاورزی و دامی روستا، و تبدیل آن‌ها به کالاهای نهایی و با ارزش بالاتر است. این امر مهم، فقط در گرو توجه جدی به موضوع بسته‌بندی انجام می‌شود که در حقیقت، خود تأثیر بسیار مهمی بر کاهش ضایعات، بالارفتن امنیت غذایی، بهبود بهره‌وری و صرفه‌جویی در مصرف انرژی دارد. از این‌رو، توصیه می‌شود افزون بر استفاده از نتایج پژوهش‌های متعدد در موضوع‌های مختلف بسته‌بندی در ایران و تدوین سیاست‌های لازم از طرف دولت برای اجرای آن‌ها و تشویق به ضرورت پژوهش‌های بیشتر، به بالا بردن سطح آگاهی عمومی برای کاهش ضایعات از طریق بسته‌بندی محصول‌ها توجه شود که البته نیاز به شکلیابی و پیگیری دارد.

در راستای تدوین سیاست‌های اجرایی، جامع‌نگری به پیوند بین علوم کاربردی مختلف پیشنهاد می‌شود. از جمله در این زمینه‌ها، نگهداری، بسته‌بندی و سلامت مواد غذایی (پیوند سلامت- بسته‌بندی- غذا)، ایجاد سامانه‌های مناسب ردیابی محصول‌های اساسی کشاورزی از تولید تا مصرف در تجارت داخلی و خارجی کشور، آگاه کردن بهره‌برداران از تأثیر روش‌های بسته‌بندی و ایجاد ارزش افزوده ناشی از آن بر افزایش درآمد تولیدکنندگان، برگزاری دوره‌های تخصصی در تمامی سطح‌ها با رویکرد فرهنگ‌سازی استفاده از بسته‌بندی‌های مناسب‌تر، و ایجاد و توسعه ارتباط موثر مرکزهای پژوهشی، آموزشی و صنعتی داخلی و خارجی فعال در حوزه بسته‌بندی و استفاده از قابلیت‌های خود در راستای توسعه صنعت بسته‌بندی کشور باید مورد توجه قرار گیرد.

منابع

- ۱- بی‌نام، ۱۳۹۲. سالانه ۴۵ میلیون تن از محصول‌های کشاورزی به ضایعات تبدیل می‌شود. باشگاه خبرنگاران جوان، ۲۲ اردیبهشت ۹۲.
- ۲- بی‌نام، ۱۳۹۴. ایران عضو دو سازمان جهانی صنعت بسته‌بندی شد. خبرگزاری جمهوری اسلامی (ایرنا)، کد خبر ۸۱۹۸۴۳۶۷، ۱۰ اسفند ۹۴.
- ۳- بی‌نام، ۱۳۹۴. نقش بسته‌بندی در صادرات محصول‌های کشاورزی. روزنامه آرمان امروز، شماره ۲۷۹۱، ۹ تیر ۹۴.
- ۴- بی‌نام، ۱۳۹۵. آمار تکان‌دهنده فائو از هدر روی سالانه ۳۵ میلیون تن غذا در ایران- غذای ۱۵ میلیون نفر دور ریز می‌شود. خبرگزاری تسنیم، شناسه خبر ۱۰۸۸۷۳۵.
- ۵- پایان، م. و م. حامدی. ۱۳۹۲. مروری بر کاربرد بسته‌بندی فعال در صنایع غذایی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی ۳۸(۱۰):۴۹-۶۸.
- ۶- تاج‌الدین، ب. ۱۳۸۳. بررسی اثر پوشش‌های پلیمری در بسته‌بندی مغز گردو. پژوهش و سازندگی (در زراعت و باغبانی) ۱۷(۱):۲-۸.
- ۷- تاج‌الدین، ب. ۱۳۹۴. پاکسازی اولیه محصول‌های کشاورزی در مزرعه به‌منظور کاهش فرسایش برداشت. ترویج و توسعه آبخیزداری ۳۹-۴۲(۱۱):۳.
- ۸- تاج‌الدین، ب. ۱۳۹۸. بسته‌بندی مواد غذایی با اتمسفر تغییریافته (MAP)، ترجمه. تهران: انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، چاپ دوم.

- ۹- جعفری، س.م. و ا. هارونی. ۱۳۹۲. ارزیابی بسته‌بندی مواد غذایی از دیدگاه مهندسی و تعیین مدت ماندگاری محصول‌های غذایی بسته‌بندی شده. فصلنامه علوم و فنون بسته‌بندی ۷۱-۶۱(۱۵):۴.
- ۱۰- حسین لو، ف.، پرسته و ف. حقیقی. ۱۳۹۵. اثربخشی آموزشی هنر (مولفه انبارداری، چیدمان و حمل و نقل) بر کیفیت طراحی هنری بسته‌بندی مواد غذایی. فصلنامه علوم و فنون بسته‌بندی ۸۱-۷۰(۲۸):۷.
- ۱۱- عارفی، ا. و م. نکویی. ۱۳۸۹. تاثیر بسته‌بندی بر تصویر شناسه در محصول‌های غذایی. چشم‌انداز مدیریت بازرگانی ۱۲۴-۱۰۷(۳۷):۴.
- ۱۲- فامیل مومن، ر.، ف. شواخی و ب. تاج‌الدین. ۱۳۹۴. فناوری‌های پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها، کتاب دهه دوم تلاش موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی صفحه‌های ۱۳۹ تا ۱۵۷.
- ۱۳- گنجعلی، ن.، ح. پیری و ع. عطایی. ۱۳۸۷. بررسی بازاریابی و تجارت خرما در ایران. چکیده مقالات کنفرانس ملی خرما، دانشگاه سیستان و بلوچستان صفحه‌های ۴۳۷ تا ۴۵۳.
- ۱۴- مولایی، م. ۱۳۹۳. بررسی اثر بسته‌بندی بر صادرات محصول‌های صنعتی ایران طی سال‌های ۱۳۷۳ تا ۱۳۹۰. پژوهشنامه مدیریت بازاریابی ۱۱۶-۱۰۳(۲):۱.
- ۱۵- میرمجیدی هشتجین، ع.، ر. فامیل مومن و ف. گودرزی. ۱۳۹۵. کاهش ضایعات محصول‌های کشاورزی راهبرد اصلی در ارتقاء امنیت غذایی. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، به شماره ثبت ۵۰۸۷۵ مورخ ۹۵/۹/۳۰ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
16. Anonymous. 2006. Food security. Retrieved from: http://www.fao.org/fileadmin/templates/faoitally/documents/pdf/pdf_Food_Security_Cocept_Note.pdf
17. Anonymous. 2008. Market statistics and future trends in global packaging. World Packaging Organization (WPO). Retrieved from: www.worldpackaging.org
18. Anonymous. 2014. The water-energy-food nexus, a new approach in support of food security and sustainable agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy.
19. Anonymous. 2018a. Four Strategies for Energy Saving Packaging. Retrieved from: <http://www.dupont.com/products-and-services/packaging-materials-solutions/sustainable-packaging/articles/energy-saving-packaging-strategies.html>
20. Anonymous. 2018b. How packaging adds value? Retrieved from: <https://packhelp.com/how-packaging-adds-value/>
21. Anonymous. 2018c. Key facts on food loss and waste you should know! Retrieved from: <http://www.fao.org/save-food/resources/keyfindings/en/>
22. Anonymous. 2018d. Packaging waste statistics. Retrieved from: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Packaging_waste_statistics
23. Asadi, A., M. Akbari, Y. Mohammadi, and G.H. Hossaininia. 2010. Agricultural wheat waste in Iran. Aust. J. Basic Appl. Sci. 4(3):421-428.
24. Bassin, S.B. 1988. Packaging: a key element in added value. J. Food Distrib. Res. 6-11.
25. Brandt, B. and Pilz, H. 2011. The impact of plastic packaging on life cycle energy consumption and greenhouse gas emissions in Europe. Plastics Europe, Association of Plastics Manufacturers. 7 pages.
26. Tajeddin, B. 2015. Cellulose-based polymers for packaging applications (Chapter 21). In: Lignocellulosic Polymer Composites, Vijay Kumar Thakur (Ed.). 477-498, Wiley (New Jersey, USA), Scrivener Publishing LLC, Massachusetts, USA.
27. Tajeddin, B. 2015. Natural nano-based polymers for packaging applications (Chapter 8). In: Eco-Friendly Polymer Nanocomposites: Chemistry and Applications, Vijay Kumar Thakur and Manju Kumar Thakur (Eds.), pp. 239-277, Springer, New Delhi, India.

28. Tajeddin, B. 2017. Packaging composite materials from renewable resources (Chapter 19). In: Handbook of Composites from Renewable Materials, Vol. 3: Physico-chemical and Mechanical Characterization, Vijay Kumar Thakur, Manju Kumar Thakur, and Michael R. Kessler (Eds.), pp. 525-561, Wiley, Scrivener Publishing, Beverly, USA.
29. Tajeddin, B., Ahmadi, B., Sohrab, F., and Ahmadi Chenarbon, H. 2018. Polymers for modified mtmosphere packaging applications (Chapter 14). In: Handbook of Food Bioengineering, Vol. 9: Food Packaging and Preservation, Alexandru Mihai Grumezescu and Alina Maria Holban (Eds.), pp. 457- 499, Elsevier, Academic Press (AP), London, UK.
30. Twin, A. 2019. The 4 Ps. Retrieved from: <https://www.investopedia.com/terms/f/four-ps.asp>. Updated Apr. 11, 2019.
31. Venkatesan, P., R. Manavalan and K. Valliappan. 2009. Microencapsulation: a vital technique in novel drug delivery system. J. Pharma. Sci. Res. 1(4):26-35.
32. Verghese, K., H. Lewis, S. Lockrey and H. Williams. 2013. The role of packaging in minimising food waste in the supply chain of the future. Centre for Design, School of Architecture and Design, RMIT University, Australia. 50 p.

Packaging of Agricultural Products, a Strategy to Reduce Waste

B. Tajeddin^{1,2}

Supplying, saving, processing, distribution and consuming healthy and high quality foods are major objectives in food policy and marketing. Food packaging is an important issue to achieve these objectives and consequent customer satisfaction. In the past, the main role of packaging was to preserve food quality up to the stage of consumption. But now, the role of technological packaging is more diverse and includes protecting the product against any contamination, maintaining its integrity, the attractiveness of the product, ease of transportation, increased productivity and awareness by labeling of the necessary information on the package and ease of use. Reaching these aims will help to achieve the goal of reducing product wastes. Hence, it seems that by addressing the packaging responsibility, the amount of agricultural wastes can be significantly reduced. In general, the role and place of packaging in the supply system of agricultural products can be summarized in the four main areas of food security, value added, wastes reduction, and energy saving. This paper focuses on the four above issues, while emphasizing on the sufficient knowledge and skills required on the basis of scientific and technical principles of packaging.

Key words: Food security, Health-packaging-food nexus, Value added, Waste reduction.

1. Corresponding author, Email: behjattajeddin@gamial.com

2. Associate Professor Agricultural Engineering Research Institute (AERI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO).