



رویکرد بازار و فناوری در بسته بندی هوشمند مواد غذایی
نویسنده: مهلا محمودی

تهیه شده در واحد شتابدهی شرکت نوآوران فناوری‌های همگرای شیزان

صنعت بسته‌بندی مواد غذایی از زمان پیدایش پیشرفت‌های بسیار زیادی کرده است. پیشرفت‌هایی که موجب بالا رفتن سلامت مواد غذایی در کنار سهولت استفاده از بسته‌بندی شده است. سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO) در گزارشی تخمین زده است که تا سال ۲۰۵۰ میزان تقاضای مواد غذایی، ۶۰ درصد افزایش خواهد یافت. عدم استفاده از بسته‌بندی مناسب سبب افزایش ضایعات مواد غذایی می‌شود که این موضوع اقتصاد ملی کشور را تحت تاثیر قرار می‌دهد. همچنین استفاده از بسته‌بندی های مناسب سبب حفظ کیفیت محصول و ارزش غذایی آن می‌شود که این موضوع نیز در ارتقاء سلامت جامعه از نقش بسزایی برخوردار است. با گسترش بازار مواد غذایی بسته‌بندی شده، تقاضا برای مواد غذایی بسته‌بندی شده تازه نیز رو به افزایش است که یک عامل اصلی برای پیشرفت تکنیک‌های بسته بندی محسوب می‌شود. بخشی از این پیشرفت‌ها مرتبط با روش های نوین بسته‌بندی برای افزایش ماندگاری و شناسایی خصوصیات ماده بسته‌بندی شده طی نگهداری است که می‌توان به انواع بسته‌بندی هوشمند و فعال در این زمینه اشاره نمود. همچنین تمایل مصرف‌کنندگان به مواد غذایی سالم و تازه در بسته بندی های مناسب، از علل پیشرفت این صنعت بوده است. ظهور فناوری نوین بسته‌بندی هوشمند در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی در سال‌های اخیر توجه بسیاری از مصرف کنندگان را به خود جلب نموده و در نقاط مختلف دنیا به ویژه در آمریکا و اروپا به سرعت گسترش یافته است. همچنین به دلیل افزایش آگاهی مصرف کنندگان در زمینه ایمنی و بهداشت مواد غذایی، انتظار می‌رود بازار بسته بندی هوشمند در آسیا و اقیانوسیه رشد قابل ملاحظه ای در طول سال های آینده از خود نشان دهد. بررسی پتنت های ثبت شده در این حوزه نشان می‌دهد که شناساگرها، سیستم های تشخیص با فرکانس رادیویی (RFID) و حسگرها در این حوزه بیشتر مورد توجه قرار گرفته اند. بررسی کسب و کارهای نوپا نیز نشان دهنده گسترش سریع کاربرد اینترنت اشیا و حسگرها در این حوزه است. همچنین با توجه به نتایج بررسی بازار جهانی این حوزه، شناساگرها (شناساگر دما-زمان و شناساگر تازگی)، سیستم‌های تشخیص با فرکانس رادیویی (RFID)، و حسگرها (حسگرهای تازگی و نانو حسگرها) در حوزه بسته‌بندی هوشمند بیشتر مورد توجه قرار گرفته اند. بنابراین به منظور راه اندازی کسب و کارهای موفق در این حوزه حرکت، در راستای رویکرد فناوری و رصد نمودن چالش‌های موجود امری ضروری است.



فهرست مطالب

- ۲..... تعیین رویکرد بازار و فناوری
- ۳..... مقدمه
- ۴..... شناساگر
- ۵..... حسگر
- ۶..... سیستم تشخیص با فرکانس رادیویی
- ۶..... بررسی پتنت های بین المللی، شاخص فناوری
- ۷..... بررسی کسب و کارهای نوپا
- ۷..... جمع‌بندی
- ۸..... منابع

به منظور راه اندازی کسبو کار همراه با آگاهی و دانش کافی در حوزه بسته‌بندی هوشمند بررسی جامعی بر روی بازار، کسب و کارهای نوپا و مستندات موجود با استفاده از منابع معتبر، مطابق نمودار شکل ۱ به انجام رسیده است.



شکل ۱. فرایند اجرای بررسی جامع بازار، کسب و کارهای نوپا و مستندات



بسته‌بندی هوشمند نمایشگر فناوری است که بر روی بررسی و آگاهی از وضعیت محصولات غذایی متمرکز شده و به این روش ایمنی و کیفیت محصول را اطلاع می‌دهد. همچنین با فراهم آوردن امکان رهگیری محصول، تولید کننده، فروشنده و مصرف کننده را از وضعیت محصول آگاه می‌سازد و در صورت بروز فساد به آنها هشدار می‌دهد. بسته‌بندی هوشمند مواد غذایی با حفظ کیفیت، جلوگیری از هدر رفت و کاهش ضایعات غذایی از اهمیت بسزایی در صنایع غذایی و کشاورزی برخوردار است. بازار جهانی بسته‌بندی هوشمند برای مواد غذایی شامل میوه‌ها و سبزیجات، محصولات گوشتی، نوشیدنی‌ها، غذاهای آماده، محصولات نانوایی و غیره خواهد بود. از جمله سیستم‌های هوشمند در این نوع بسته‌بندی‌ها می‌توان به شناساگرها، حسگرها و سیستم‌های تشخیص با فرکانس رادیویی اشاره نمود.



به عنوان ابزاری تعریف می‌شود که حضور یا عدم حضور مواد یا میزان واکنش بین دو یا تعداد بیشتری ماده را از طریق یک تغییر ویژگی، به خصوص تغییر در رنگ، به نمایش درمی‌آورد. شناساگرهای تازگی، شناساگرهای دما-زمان و شناساگرهای بی‌عیب بودن بسته بندی از انواع شناساگرها به شمار می‌روند.

● شناساگرهای تازگی: شناساگرهایی هستند که قادرند در مورد بروز تغییرات کیفی در محصول که حاصل از رشد میکروبی یا تغییرات شیمیایی است، اطلاعات مستقیمی را ارائه دهند. اطلاعات مربوط به کیفیت محصول از جنبه رشد میکروبی می‌تواند از طریق واکنش بین شناساگرهای تازگی قرار داده شده درون بسته با متابولیت‌های حاصل از رشد و فعالیت میکروبی دریافت شود.

● شناساگرهای دما-زمان: دستگاه‌هایی برای ثبت و گزارش اطلاعات در مورد دماهایی هستند که یک مجموعه یا محصول در طول زمان تجربه می‌کنند. این شناساگرها تغییرات دمایی غذای بسته بندی شده را در طول زمان نگهداری نشان می‌دهند و به عبارت دیگر قادرند که تمام یا بخشی از سابقه دمایی مرتبط با یک محصول را بازتاب دهند. همچنین مشخص می‌سازند که آیا محصول از زمان تولید و در طی انبارداری و توزیع و در فروشگاه‌های خرده‌فروشی و حتی پس از خرید توسط مصرف‌کننده نهایی، در معرض دماهایی قرار گرفته است که از جنبه کیفیت و ایمنی در محصول تغییر به وجود آورده باشد. شاخص‌های دما-زمان قابلیت شبیه‌سازی رفتار فساد یک محصول بدون تماس مستقیم با آن را دارند. این شاخص‌ها که به مرحله تجاری سازی نیز رسیده‌اند، اکثراً بر مبنای واکنش‌های برگشت‌ناپذیر آنزیمی، رنگدانه‌ها و جدایش فازی پلیمرها طراحی شده‌اند. از انواع جدید شاخص‌های TTI می‌توان به شاخص‌های بر پایه نانوذرات طلا و نقره اشاره کرد.

● شناساگرهای بی‌عیب بودن بسته بندی: این نوع از شناساگرها به منظور مشخص ساختن مشکل یا عیبی در بسته بندی‌ها و اغلب به عنوان بخشی از بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته به کار می‌روند.



● حسگرهای زیستی: این نوع حسگرها می توانند، اطلاعات مربوط به واکنش ها و فعالیت های زیستی را در محصولات بسته بندی شده، تشخیص داده، ثبت کرده و انتقال دهند. حسگرهای زیستی، توان تشخیص میکروارگانیسم های بیماری زا و تعیین سلامت یا عدم سلامت ماده غذایی را دارند.

● نانو حسگرها: اهمیت و قابلیت زیاد نانوحسگرها زمانی مشخص می شود که غذا در شرایطی غیر از شرایط بهینه نگه داری شده است. نانوحسگرها می توانند مستقیماً در داخل مواد بسته بندی برای تشخیص مواد شیمیایی تولید شده در طی فساد مواد غذایی به کار روند. محدوده شناسایی نانوحسگرها بسیار وسیع بوده و توانایی شناسایی گسترده وسیعی از مواد را دارا می باشند. نوع دیگری از این نانوحسگرها در برابر رهائش مواد شیمیایی ناشی از فساد ماده غذایی به شدت حساس بوده و تغییر رنگ می دهند. نوع دیگری از فناوری حسگرها، نانوبارکدها هستند نانوبارکدها در هنگام فساد یا کاهش کیفیت محصول با تغییر رنگ یا تغییر شکل، مصرف کننده را از این موضوع آگاه می کنند که می توانند جایگزین مناسبی برای بارکدهای سنتی باشند. با به کار گیری نانوسنسورها در بسته بندی های پلیمری مواد غذایی، می توان یک بسته بندی با خواص جدید تولید کرد که ایمنی ماده غذایی را در طول حمل و نقل و ذخیره سازی افزایش دهد.

حسگر یا سنسور، ابزاری است که بتوان با آن یک یا چند پدیده فیزیکی یا شیمیایی خاص را براساس ایجاد یک پاسخ ویژه تشخیص داد. بسیاری از حسگرها از دو بخش عملیاتی اصلی یعنی یک گیرنده و یک مبدل انرژی تشکیل شده اند. در بخش گیرنده، اطلاعات فیزیکی یا شیمیایی که از طرف ماده غذایی منتشر می شود، گرفته شده و به انرژی تبدیل می شود و سپس مبدل، انرژی دریافتی را به یک سیگنال یا علامت مناسب که قابل تجزیه و تحلیل است، تبدیل می کند. حسگرهای مورد استفاده در بسته بندی های مواد غذایی، باید توانایی تشخیص خصوصاتی مانند تازگی یا کهنگی محصول، وقوع فساد میکروبی، تند شدن یا اکسیداسیون چربی ها و نیز فساد حاصل از اکسیژن یا افزایش دما را داشته باشند.

● حسگرهای گازی: تعیین نوع و میزان گازهای موجود در سرفضای بسته ها، توسط حسگرها و شناساگرها می تواند از وظایف این ابزارها باشد، بر همین اساس بسته بندی های هوشمند مجهز به حسگر گاز طراحی شده اند. حسگرهای شیمیایی بصری از جمله حسگرهای گاز هستند که قادرند با حس کردن گازهای حاصل از فساد میکروبی، شروع فساد آن محصولات را درک کرده و به صورت علامت هایی نشان داده یا هشدار دهند.

Ripeness sensor. This sensor in fruit packaging shows the ripeness of its contents. A first example of many smart packages.



سیستم‌های تشخیص با فرکانس رادیویی

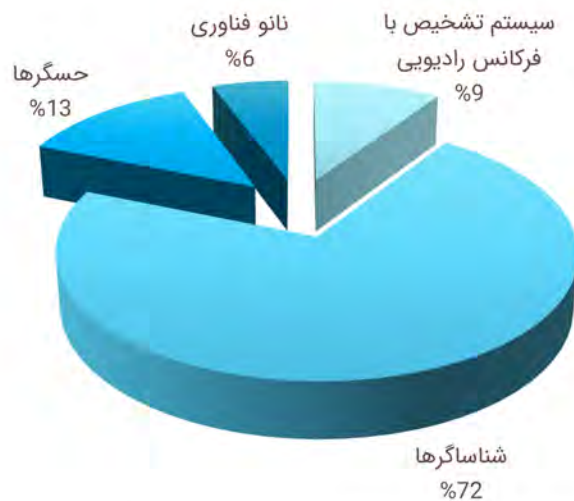
عین حال توانایی دارند که اطلاعات بسیار پیچیده تر در مورد خصوصیتی مانند دما، رطوبت نسبی، اطلاعات تغذیه ای، دستورالعمل پخت یا آماده سازی غذا و سایر اطلاعات را منتقل کنند، لذا در مقایسه با بارکدهای معمولی، دارای کارایی و توانایی های بسیار بالاتری هستند.

با استفاده از سیستم های RFID، می توان به شکل بی سیم و از راه دور وضعیت بسته های مواد غذایی را تحت نظارت قرار داد. برچسب های تشخیص با فرکانس رادیویی می توانند اطلاعات بسیار ساده مورد استفاده برای ردیابی محصول را نگه دارند و در



بررسی پتنت‌های بین‌المللی ثبت شده، شاخص فناوری

نتایج بررسی پتنت های بین المللی ثبت شده در فاصله سال های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۷ در حوزه بسته بندی های هوشمند به طور خلاصه در نمودار زیر نشان داده شده است. نتایج نشان می دهند که بیشترین درصد فراوانی پتنت های ثبت شده مرتبط با بخش شناساگرهای این حوزه بوده اند. پس از آن به ترتیب پتنت های مرتبط با حسگرها و سیستم های تشخیص با فرکانس رادیویی و پتنت های در زمینه نانو این حوزه بیشترین درصد فراوانی را به خود اختصاص داده اند. بنابراین رویکرد فناوری در این حوزه بیشتر به سوی استفاده از شناساگرها در جریان است که با بررسی شاخص ترین محصولات تولیدکنندگان خارجی مطابقت دارد.



نمودار ۱. نتایج بررسی پتنت های ثبت شده در محدوده سال های ۲۰۱۰-۲۰۱۷

نتایج بررسی کسب و کارهای نوپا در حوزه بسته بندی هوشمند مواد غذایی نشان می دهد که این کسب و کارها عمدتاً در زمینه کاربرد اینترنت اشیا (NFC، RFID و غیره) و حسگرها و یا تلفیقی از این دو در این حوزه است. نمونه هایی از کسب و کارهای نوپا ثبت شده در سال های اخیر در جدول شماره (۱) نشان داده شده است.

نام	کشور	سال	فناوری
Is it fresh	آلمان	۲۰۱۷	تلفیقی از تراشه RFID و حسگر
Innoscentia AB	سوئد	۲۰۱۵	حسگر قابل چاپ
Water.IO	اسرائیل	۲۰۱۵	حسگر
Zinergy Power	انگلستان	۲۰۱۵	برچسب RFID
Viveat	ایتالیا	۲۰۱۵	برچسب RFID و NFC
Magic Add	فنلاند	۲۰۱۱	IoT
SharpEnd	انگلستان	۲۰۱۵	NFC

جدول ۱. تعدادی از کسب و کارهای نوپا ثبت شده در سال های اخیر در حوزه بسته بندی هوشمند

جمع بندی:

با توجه به بررسی های صورت گرفته بر روی بازار و ارزیابی مزیت های بسته بندی هوشمند نسبت به بسته بندی معمولی و همچنین با نگاهی بر روند به کارگیری این محصولات در کشورهای دیگر، این نتیجه حاصل می گردد که در صورت عرضه این محصولات به بازار، تقاضا از سوی مصرف کننده برای آنها وجود خواهد داشت. بنابراین به منظور راه اندازی کسب و کارهای موفق در این حوزه حرکت در راستای رویکرد فناوری و رصد نمودن چالش های موجود امری ضروری است.

امروزه بسته بندی مواد غذایی بخش مهمی از صنعت جهانی غذا را به خود اختصاص داده است که اهمیت آن در دنیا به دلیل افزایش تقاضای مصرف کنندگان برای دستیابی به غذای ایمن، اهمیت مدت ماندگاری مواد غذایی بسته بندی شده، کاهش هزینه ها، مسائل زیست محیطی و رفاه بیشتر مصرف کنندگان، روز به روز در حال افزایش است. در این میان بهره گیری از روش های نوین بسته بندی هوشمند با استفاده از شناساگرهای زمان-دما، شناساگرهای تازگی، سیستم های تشخیص با فرکانس رادیویی، حسگرها و نانوحسگرها، برای افزایش ماندگاری و شناسایی خصوصیات ماده بسته بندی شده در طی نگه داری بیشتر مدنظر قرار گرفته است.

1. Kerry, J. P., O'grady, M. N., & Hogan, S. A. (2006). Past, current and potential utilisation of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products: A review. *Meat science*, 74(1), 113-130.
2. Biji, K. B., Ravishankar, C. N., Mohan, C. O., & Gopal, T. S. (2015). Smart packaging systems for food applications: a review. *Journal of food science and technology*, 52(10), 6125-6135.
3. Realini, C. E., & Marcos, B. (2014). Active and intelligent packaging systems for a modern society. *Meat science*, 98(3), 404-419.
4. <http://www.freepatentsonline.com/>
5. <https://app.patentinspiration.com/>
6. <https://www.ventureradar.com/startup/Smart%20packaging/>
7. <https://www.3m.com/>
8. <https://timestrip.com/>
9. <http://freshpoint-tti.com/>
10. <http://vitsab.com/>
11. <http://freshcodelabel.com/>
12. <http://www.imperialtechforesight.com/>
13. <https://www.marketsandmarkets.com/AboutUs-8.html/>