شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر بهبود امنیت غذایی بر اساس نقش فناوری نانو

مرجان آزادفر
دانشجوی دکتری گروه اقتصاد، ترویج و آموزش کشاورزی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی ، تهران، ایران

فرهاد لشگرآرا*
دانشیار گروه اقتصاد، ترویج و آموزش کشاورزی، واحد علوم و تحقیقات ، دانشگاه آزاد اسلامی ، تهران، ایران

سید جمال فرج اله حسینی
دانشیار گروه اقتصاد، ترویج و آموزش کشاورزی، واحد علوم و تحقیقات ، دانشگاه آزاد اسلامی ، تهران، ایران

مریم امیدی نجف‌آبادی
دانشیار گروه اقتصاد، ترویج و آموزش کشاورزی، واحد علوم و تحقیقات ، دانشگاه آزاد اسلامی ، تهران، ایران

حامد افشاری
استادیارگروه مهندسی صنایع غذایی ، دانشکده مهندسی عمران و منابع زمین، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی ، تهران ، ایران

چکیده
فناوری نانو در صنعت غذا چارچوبی منطقی را برای توسعه درک واکنش‌ها و رفتار خود آرائی اجزای غذایی در مقیاس کوچک ایجاد می‌کند. هدف از انجام این تحقیق، شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر بهبود امنیت غذایی **بر** اساس نقش فناوری نانو می‌باشد. جامعه آماری تحقیق، کلیه متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو بودند که تعداد آنان ۹۰نفر بود و به دلیل محدود بودن جامعه متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، از طریق سرشماری انتخاب شدند. تحقیق حاضر توصیفی، همبستگی است که جهت جمع‌آوری داده‌ها از پرسشنامه محقق ساخته بر اساس چارچوب نظری تحقیق استفاده شد. روایی و پایایی پرسشنامه حاکی از آن بودند که ابزارهای اندازه‌گیری از روایی و پایایی خوبی برخوردار بودند. نتایج حاصل از تحقیق با استفاده از نرم افزار SPSS و رتبه‌بندی گویه‌ها بر اساس ضریب تغییرات (CV) نشان داد که در بخش نگهداری غذا، پوشش‌دهی میوه و سبزیجات با استفاده از نانوکیتوزان حاوی مس از اهمیت بالاتری برخوردار بوده است، همچنین در بخش فرآوری غذا، محافظت از مواد مغذی در برابر اکسیداسیون، در بخش تولید غذا، تولید فرمولاسیون آفت کش زیست سازگار، در بخش بهبود طعم و رنگ غذا، نانو کپسوله کردن عطرها و طعم‌های مختلف در مواد غذایی به منظور کنترل رهاسازی عطرها و طعم ها، در بخش سلامت غذا، استفاده از نانو حسگرها جهت تشخیص عوامل بیماری‌زا در مواد غذایی و در بخش بسته‌بندی غذا، استفاده از نانو ذرات با خاصیت ضد میکروبی بودن بسته‌بندی از اهمیت بالاتری برخوردار بودند.

کلید واژه‌ها: فناوری نانو، امنیت غذایی، ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

* – نویسنده مسئول: flashgarara@yahoo.com

مقدمه

در جهان امروز، امنیت و سلامت غذایی[1] از مهم‌ترین رتبه‌های انسان شناخته می‌شود (حسینی نژاد و صمدی، ۱۳۹۱: ۱۱۱). امنیت غذایی وضعیتی است که همهٔ مردم در تمام ایام به غذای کافی، سالم و مغذی دسترسی فیزیکی و اقتصادی داشته باشند و غذای در دسترس، نیازهای رژیم تغذیه‌ای سازگار با ترجیحات آنان را برای زندگی فعال و سالم فراهم کند(FAO[2], 2019). پیشینهٔ مطالعات و مبانی نظری نشان می‌دهد امنیت غذایی دارای چهار بعد استفاده، موجود بودن، دسترسی و ثبات است (FAO, 2010؛ Varis *et al.*, 2017).

بررسی‌ها نشان می‌دهد در حال حاضر در سراسر جهان، صدها میلیون نفر وجود دارند که سطح قابل قبولی از امینت غذایی ندارند، همچنین خطر جدی برای تغذیه بیش از ۹ میلیارد نفر در سال ۲۰۵۰ وجود دارد (Smyth *et al.*, 2015:16 و See *et al.*, 2015: 37). شواهد حاکی از آن است که؛ ناامنی غذایی در کشورهای در حال توسعه، شدت بیشتری داشته و به تدریج این کشورها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Bala *et al.*, 2014: 153). بر اساس برآورد فائو، در سال ۲۰۱۹میلادی، بیش از ۱۱۳ میلیون نفر در ۵۳کشور جهان، گرسنگی حاد را تجربه کرده‌اند. بدترین بحران‌های غذایی در سال ۲۰۱۸، به ترتیب شدت در یمن، جمهوری دموکراتیک کنگو، افغانستان، اتیوپی، جمهوری عربی سوریه، سودان جنوبی و نیجریه شمالی رخ داده است. این هشت کشور، دو سوم کل افرادی را تشکیل می‌دهند که با ناامنی غذایی حاد مواجه هستند که بالغ بر ۷۲ میلیون نفر است. علارغم کاهش اندک نسبت به سال‌های گذشته (۲۰۱۶، ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸)، این گزارش نشان می‌دهد که سالانه بیش از ۱۰۰ میلیون نفر با گرسنگی حاد روبرو بوده‌اند (FAO, 2019). در این راستا، نیاز به فناوری‌های نوین ارزیابی برای حفاظت از زنجیره غذا بیش از پیش حس می‌شود (Fanar Hamad *et al.*, 2017).

امروزه، فناوری نانو در سرتاسر جهان در مواجهه با افزایش اجتناب ناپذیر تقاضای ناشی از رشد جمعیت و افزایش درآمد در کشورهای در حال توسعه، در حال کسب قوا و تبدیل شدن به ابزار مهمی برای پیشرفت صنعت غذا و زیست فناوری است (Fanar Hamad *et al.*, 2017). شواهد علمی زیادی تأثیر فناوری نانو را بر امینت غذایی تأیید می‌کند. حسینی صدر و همکاران (۱۳۹۶) در تحقیقی دریافتند که؛ سیستم‌های بسته‌بندی قادر به ترمیم بسته هستند و مصرف کننده را از فساد مواد غذایی آگاه می‌کنند. همچنین استفاده از بسته‌بندی‌ها سبب جلوگیری از خشک شدن محتویات آن‌ها و حفاظت در برابر رطوبت و اکسیژن و سایر مواد خطرناک می‌شود. فرجی (۱۳۹۵) در تحقیقی نشان داد که؛ کاربرد فناوری نانو در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی بر توسعه کسب و کارهای کوچک و متوسط (SMEs) تأثیر چشمگیری خواهد داشت. در تحقیق راشدی و همکاران (۱۳۹۵) اثر بازدارندگی پوشش‌های ۳٪ و ۵٪ بر باکتری‌های مزوفیل تا ۷ روز معنی‌دار بود و در روزهای بعد تغییر چشمگیری ملاحظه نشد. پوشش ۳٪ اثر معنی‌داری بر سرعت رشد باکتری‌های سرمادوست نداشت. در حالی که تأثیر پوشش ۵٪ بر سرعت رشد باکتری‌های سرمادوست تا ۷ روز معنی‌دار بود. سلیمی و معتکف کاظمی (۱۳۹۵) دریافتند؛ نانوتکنولوژی کاربرد گسترده ای در تمام مراحل تولید، پردازش، ذخیره سازی، بسته‌بندی و حمل و نقل محصولات کشاورزی دارد. این فناوری با کمک ابزار جدید می‌تواند صنایع غذایی و کشاورزی را تغییر دهد و می‌تواند برای شناسایی رفتار مولکولی بیماری، تشخیص سریع بیماری و افزایش توانایی گیاهان برای جذب مواد غذایی استفاده شود. (Krishnan *et al.*,

1. Food security and food safety

2. Food and Agriculture Organization.

(2018 معتقدند که؛ فناوری نانو در بسیاری از زمینه‌های زندگی و اقتصاد، از جمله: بهداشت و درمان، داروخانه، کشاورزی، پردازش مواد غذایی، حمل و نقل، انرژی و فناوری اطلاعات، کاربرد فراوانی دارد. این فناوری، صنایع کشاورزی و صنایع غذایی را از طریق ابزارهای نوآورانه برای سیستم‌های پردازش، ذخیره سازی و بسته‌بندی در سراسر کل زنجیره تامین مواد غذایی، مورد استفاده قرار خواهد داد. (Sastry *et al.*, 2011)، چارچوبی برای ارزیابی توان بالقوه فناوری نانو برای افزایش امنیت غذایی در هند توسعه دادند. بهره‌وری کشاورزی، سلامت خاک، امنیت آب و کیفیت غذا در ذخیره و توزیع به عنوان عوامل تعیین کننده اصلی امنیت غذایی شناخته شده است که می-تواند تحت تاثیر تحولات در فناوری نانو قرار گیرد.(Pathakoti *et al.*, 2017) دریافتند که؛ تحولات اخیر در علوم نانو و فناوری نانو، رونده و نوآورانه هستند. مواد نانوساختار دارای برنامه‌های کاربردی هستند و در بخش‌های مختلف علم مواد غذایی شامل نانوسنسورها، بسته‌بندی جدید مواد و اجزای مواد غذایی بسته‌بندی شده کاربرد دارند. (Fanar Hamad *et al.*, 2017) در تحقیقی معتقدند که؛ مداخله فناوری نانو در صنایع غذایی موجب تغییراتی در بسته بندی، نگهداری و پردازش مواد غذایی شده است. این تغییرات، عمر مفید مواد غذائی را افزایش داده و با مدیریت بهتر از میزان فساد مواد غذایی جلوگیری می‌نماید. این امر، بحران کمبود مواد غذایی را با اطمینان از رسیدن مواد غذایی به اکثریت مردم، حل می‌کند. لازم به ذکر است که در حال حاضر، با استفاده از این فناوری، مشکل کمبود مواد غذایی در برخی از نقاط جهان قابل حل است. در تحقیق (He *et al.*, 2015)، کاربردهای فعلی فناوری نانو در سیستم‌های غذایی به طور خلاصه مورد بررسی قرار می‌گیرد. کارکرد و کاربرد فناوری نانو مربوط به مواد غذایی به منظور ارائه دیدگاه جامع در مورد توسعه و ارزیابی ایمنی فناوری نانو در صنایع غذایی برجسته شده است.

ایران، یکی از بزرگترین واردکننده‌های محصولات غذایی است و اگر امروز به فکر تولید و فرآوری غذا نباشیم، هر روز بر میزان واردات محصولات عذایی افزوده می‌شود. حال بایستی توسعه پایدار در این بخش صنعت را دنبال کرد و با کمک فناوری به توسعه بهره‌وری در آن باشیم. ایران دارای مزیت‌های فراوانی در تولید محصولات کشاورزی و دامی است که این امر به اقلیم و آب و هوای منحصر به فرد آن بر می‌گردد. در این میان استفاده از فناوری‌های روز دنیا و به ویژه فناوری نانو از جمله رویکردهای نوینی می‌باشد که مورد توجه قرار گرفته است (قادی و همکاران، ۱۳۹۳). بر اساس بررسی‌های اولیه که در زمینه ضایعات محصولات مهم کشاورزان در ایران به عمل آمده است، محصولات گندم، گوجه فرنگی، سیب زمینی، انگور، چغندر قند و نباتات علوفه ای به ترتیب با ۲، ۱/۳، ۰/۸، ۰/٦٥، ۰/۱ و ۰/٦٤میلیون تن، رتبه‌های اول تا ششم ضایعات کشاورزی را به خود اختصاص داده‌اند. در بین میوه‌های درختی نیز سیب یا ۷۰۵ هزار تن، پرتغال با ٦۰۵ هزار تن، نارنگی با ۲۰۷ هزار تن، لیمو شیرین و لیمو ترش هر کدام حدود ۱۳۰ هزار تن، هلو با ۱۰۸ هزار تن و زرد آلو با ۹۷ هزار تن، بیشترین میزان خسارت ناشی از شایعات و پوسیدگی پس از برداشت را تحمل می‌نمایند (صدیقی، ۱۳۹۵). در این زمینه فناوری نانو می‌تواند بشر را در جهت افزایش کمی و کیفی تولید کمک نماید (Iavicoli *et al.*, 2017). بنابراین با به کارگیری فناوری‌های نانو می‌توان با استفاده بهینه از منابع موجود، مسیر تأمین امنیت غذایی را برای جامعه امروز و نسل آینده هموار کرد و کشور را در زمینه تولید محصولات کشاورزی به خود کفایی رساند.

با توجه به موارد ذکر شده و از آنجا که بر اساس اطلاعات سامانه اطلاعاتی پایش غذا و تغذیه، نیمی از استان‌های کشور از لحاظ امنیت غذایی در وضعیت ناامن

غذایی قرار دارد (مرشدی و معارف وند، ۱۳۹٦) و از طرفی تاکنون در خصوص کاربست فناوری نانو در بهبود امنیت غذایی، در ایران تحقیقی صورت نگرفته است، انجام این پژوهش ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به پیشینه تحقیق بیان شده، اهداف تحقیق به شرح زیر بیان شدند:

- شناخت و رتبه‌بندی ساز و کارهای کاربست فناوری نانو در بهبود امنیت غذایی از نظر نگهداری غذا از دیدگاه متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو
- شناخت و رتبه‌بندی ساز و کارهای کاربست فناوری نانو در بهبود امنیت غذایی از نظر فرآوری‌های غذایی از دیدگاه متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو
- شناخت و رتبه‌بندی ساز و کارهای کاربست فناوری نانو در بهبود امنیت غذایی از نظر تولید غذا از دیدگاه متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو
- شناخت و رتبه‌بندی ساز و کارهای کاربست فناوری نانو در بهبود امنیت غذایی از نظر بهبود طعم و رنگ غذا از دیدگاه متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو
- شناخت و رتبه‌بندی ساز و کارهای کاربست فناوری نانو در بهبود امنیت غذایی از نظر سلامت غذا از دیدگاه متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو
- شناخت و رتبه‌بندی ساز و کارهای کاربست فناوری نانو در بهبود امنیت غذایی از نظر بسته‌بندی مواد غذایی از دیدگاه متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

روش تحقیق

تحقیق حاضر، از نوع توصیفی- همبستگی است. جامعه آماری این تحقیق کلیه متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو بودند که تعداد آنان ۹۰نفر بود و به دلیل محدود بودن جامعه متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، از طریق سرشماری انتخاب شدند. جمع آوری اطلاعات از دو طریق مطالعه کتابخانه‌ای و پرسشنامه محقق ساخته صورت گرفته است. در این مرحله پرسشنامه شامل ۲مؤلفه (کاربست فناوری نانو و امنیت غذایی) و ٦بعد (نگهداری غذا، فرآوری غذایی، تولید غذا، بهبود طعم و رنگ غذا، سلامت غذا و بسته‌بندی غذا) بود که با استفاده از طریف ارزش-گذاری لیکرت تهیه شده و توسط متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو و خبرگانی که در فرایند تحقیق حضور داشتند، تکمیل شد. لازم به ذکر است روایی پرسشنامه مذکور، توسط اساتید صاحب نظر مورد تایید قرار گرفت. خبرگان مذکور با حضور در ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، از تجربه کافی در زمینه موضوع تحقیق برخوردار بودند. همینطور پایایی پرسشنامه از طریق ضریب آلفای کرونباخ به دست آمد که در بازه ۰/۹٦ – ۰/۸۸ بود که نشان داد پرسشنامه تحقیق از پایایی لازم برخوردار بود. پس از جمع-آوری و تکمیل پرسشنامه‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها در نرم افزار SPSS انجام یافته و میزان اهمیت هر مؤلفه معین شده و رتبه بندی صورت گرفت.

نتایج و یافته‌های تحقیق

نتایج تحلیل توصیفی نشان داد همه افراد مورد مطالعه مرد بودند. ۵۷ درصد از متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو دارای تحصیلات کارشناسی ارشد و ٤۳ درصد از آنان تحصیلات دکتری داشتند، عمده پاسخگویان در رشته صنایع غذایی تحصیل نموده‌اند، میانگین سابقه خدمت متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو ۹ سال بوده است که کمترین سابقه خدمت آنها ۱ سال و بیشترین آن، ۲۸ سال بوده است.

جدول ۱. توزیع فراوانی متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو بر اساس رشته تحصیلی و سابقه کار

		فراوانی	درصد	
رشته تحصیلی	مهندسی بیوشیمی	۲	۲/۲	نما: صنایع غذایی
	دکترای تخصصی داروسازی	۸	۸/۹	
	بیوتکنولوژی کشاورزی	۱۱	۱۲/۲	
	ژنتیک	۲	۲/۲	
	شیمی آلی	۲۳	۲۵/٦	
	مهندسی مواد	٤	٤/٤	
	زیست سلولی مولکولی	٥	٥/٦	
	صنایع غذایی	۲٤	۲٦/۷	
	مهندسی نفت	۲	۲/۲	
	شیمی معدنی	٤	٤/٤	
	زیست فناوری	۱	۱/۱	
	بهداشت	٤	٤/٤	
	جمع	۹۰	۱۰۰	
سابقه کار	زیر۵ سال	۳۳	۳٦/۷	میانگین: ۹سال انحراف معیار: ٦/۳۸ کمینه: ۱ سال بیشینه: ۲۸ سال
	٦-۱۰ سال	۳۲	۳٥/٦	
	۱۱-۱٥ سال	٦	٥/۷	
	۱٦-۲۰سال	۱٤	۱٥/٦	
	بیشتر از ۲۱ سال	٥	٥/٦	
	جمع	۹۰	۱۰۰	

رتبه‌بندی دیدگاه متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو در خصوص تأثیر نگهداری غذا در بهبود امنیت غذایی

به منظور رتبه‌بندی دیدگاه متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو در خصوص تأثیر نگهداری غذا در بهبود امنیت غذایی از ضریب تغییرات استفاد شد. ضریب تغیرات را می‌توان به عنوان معیاری برای سنجش رتبه در نظر گفت.

همان‌گونه که در جدول (۲) آمده است، دو عامل؛ پوشش‌دهی میوه و سبزیجات با استفاده از نانوکیتوزان حاوی مس و استفاده از نانو امولسیون و میکروامولسیون‌ها با ضریب تغییرات ۰/۱۹۹و ۰/۲۰۵به ترتیب در رتبه اول و دوم قرار دارند و دارای بالاترین ضریب اهمیت نیز می-باشند.

جدول۲. رتبه بندی دیدگاه متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو در خصوص تأثیر نگهداری غذا در بهبود امنیت غذایی

گویه ها	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	رتبه
پوشش‌دهی میوه و سبزیجات با استفاده از نانوکیتوزان حاوی مس	۳/۹۶	۰/۷۹	۰/۱۹۹	۱
استفاده از نانو امولسیون و میکروامولسیون‌ها	٤	۰/۸۲	۰/۲۰۵	۲
استفاده از نانو فیلتر	۳/۹۰	۰/۸۲	۰/۲۱۰	۳
ضدعفونی و ضدمیکروب نمودن سطح پوشش مواد	۳/۷۲	۰/۸۲	۰/۲۲۰	٤
استفاده از نانو سنسورها و نانو ربات‌ها	۳/۸٤	۰/۸۷	۰/۲۲٦	٥
استفاده از نانو ذرات نقره ای (AgNps) به عنوان عوامل ضد میکروبی	۳/٥٤	۰/۸۳	۰/۲۳٤	٦
استفاده از نانو ذرات پلیمری و لیپوزوم‌ها	۳/٥۸	۰/۸۸	۰/۲٤٥	۷
کنترل فعالیت آنزیم‌ها	۳/٥۱	۰/۸۷	۰/۲٤۷	۸

طیف ارزیابی :۱= خیلی کم ۲= کم ۳=متوسط ٤= زیاد ٥=خیلی زیاد

رتبه‌بندی دیدگاه متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو در خصوص تأثیر فرآوری غذا در بهبود امنیت غذایی

از دیدگاه متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، اولویت‌بندی گویه‌ها نشان می‌دهد که، دو عامل؛ محافظت از مواد مغذی در برابر اکسیداسیون و حفاظت از تخریب در طول فرآوری با ضریب تغییرات ۰/۲۰٦، و ۰/۲۱۰ به ترتیب در رتبه اول و دوم قرار دارند و دارای بالاترین ضریب اهمیت نیز می‌باشند.

جدول۳. رتبه‌بندی دیدگاه متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو در خصوص تأثیر فرآوری غذا در بهبود امنیت غذایی

گویه ها	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	رتبه
محافظت از مواد مغذی در برابر اکسیداسیون	۳/٦۸	۰/۷٦	۰/۲۰٦	۱
حفاظت از تخریب در طول فرآوری	۳/۹۰	۰/۸۲	۰/۲۱۰	۲
نانو کپسوله کردن ویتامین‌ها در نوشیدنی‌های حاوی ویتامین یا مواد زیستی تقویت شده	۳/۷٦	۱/۳۲	۰/۳٥۱	۳
به دام افتادن بوی بد در مواد غذایی	۳/٦۳	۱/۳٤	۰/۳٦۹	٤
بکارگیری مواد غذایی در سایز نانو از طریق نانو کپسوله کردن	۳/٤۹	۱/۳٥	۰/۳۸٦	٥

طیف ارزیابی :۱= خیلی کم ۲= کم ۳=متوسط ٤= زیاد ٥=خیلی زیاد

رتبه‌بندی دیدگاه متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو در خصوص تأثیر تولید غذا در بهبود امنیت غذایی

از دیدگاه متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، اولویت‌بندی گویه‌ها نشان می‌دهد که، دو عامل؛ تولید فرمولاسیون آفت کش زیست سازگار و استفاده از ترکیبات جدید ژلاتینه و یا ویسکوز کننده با ضریب تغییرات ۰/۲٦۲، و ۰/۳٥۱به ترتیب در رتبه اول و دوم قرار دارند و دارای بالاترین ضریب اهمیت نیز می‌باشند.

جدول٤. رتبه‌بندی دیدگاه متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو در خصوص تأثیر تولید غذا در بهبود امنیت غذایی

گویه ها	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	رتبه
تولید فرمولاسیون آفت کش زیست سازگار	٤	۱/۰٦	۰/۲٦۲	۱
استفاده از ترکیبات جدید ژلاتینه و یا ویسکوز کننده	۳/۷٦	۱/۳۲	۰/۳۵۱	۲
استفاده از فناوری DNA نوترکیب، جهت تولید پروتئین‌های جدید با خواص ویژه که در طبیعت وجود ندارند	۳/٤۲	۱/۲۲	۰/۳۵٦	۳
تولید غذاهای حامل دارو و مواد تکمیلی و ویتامین‌های لازم	۳/٤٤	۱/۲٦	۰/۳٦٦	٤
آنالیز و شناسایی محصولات کشاورزی جهت تشخیص آفت‌ها و ژن‌های مختلف	۳/٦۳	۱/۳٤	۰/۳٦۹	۵

طیف ارزیابی :۱= خیلی کم ۲= کم ۳=متوسط ٤= زیاد ۵=خیلی زیاد

رتبه‌بندی دیدگاه متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو در خصوص تأثیر بهبود طعم و رنگ غذا در بهبود امنیت غذایی

از دیدگاه متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، اولویت‌بندی گویه‌ها نشان می‌دهد که، دو عامل؛ نانو کپسوله کردن عطرها و طعم‌های مختلف در مواد غذایی به منظور کنترل رهاسازی عطرها و طعم‌ها در غذا و تشخیص هرگونه تغییر در ماده غذایی (در برابر نور، گرما، رطوبت، گاز و مواد شیمیایی) با استفاده از نانو ذرات و نانو الیاف‌ها با ضریب تغییرات ۰/۳۰۲ و ۰/۳۰٦به ترتیب در رتبه اول و دوم قرار دارند و دارای بالاترین ضریب اهمیت نیز می-باشند.

جدول ۵. رتبه‌بندی دیدگاه متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو در خصوص تأثیر بهبود طعم و رنگ غذا در بهبود امنیت غذایی

گویه ها	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	رتبه
نانو کپسوله کردن عطرها و طعم‌های مختلف در مواد غذایی به منظور کنترل رهاسازی عطرها و طعم‌ها در غذا	٤/۲	۱/۲۷	۰/۳۰۲	۱
تشخیص هرگونه تغییر در ماده غذایی (در برابر نور، گرما، رطوبت، گاز و مواد شیمیایی) با استفاده از نانو ذرات و نانو الیاف ها	۳/۹۸	۱/۲۲	۰/۳۰٦	۲
استفاده از نانو سنسورها جهت نمایش تغییرات رنگ و بوی غذاها	۳/۹۳	۱/۳۳	۰/۳۳۸	۳
استفاده از نانو ذرات اکسید روی به منظور کنترل فعالیت‌های میکروبی برای محصولات غذایی (مانند شیر، پنیر و سایر محصولات لبنی)	۳/٤۹	۱/۳۵	۰/۳۸٦	٤
تولید افزودنی‌های غذایی با استفاده از امولسیون‌ها نظیر عصاره‌های طبیعی جهت ضد میکروبی نمودن غذا	۳/٤۱	۱/٤۲	۰/٤۱٦	۵

طیف ارزیابی :۱= خیلی کم ۲= کم ۳=متوسط ٤= زیاد ۵=خیلی زیاد

رتبه‌بندی دیدگاه متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو در خصوص تأثیر سلامت غذا در بهبود امنیت غذایی

از دیدگاه متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، اولویت‌بندی گویه‌ها نشان می‌دهد که، دو عامل؛ استفاده از نانو حسگرها جهت تشخیص عوامل بیماری‌زا در مواد غذایی و استفاده از نانو سنسورها به منظور نمایش سلامت غذا با ضریب تغییرات ۰/۳۱۸، و ۰/۳٤۱ به ترتیب در رتبه اول و دوم قرار دارند و دارای بالاترین ضریب اهمیت نیز می‌باشند.

جدول٦: رتبه‌بندی دیدگاه متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو در خصوص تأثیر سلامت غذا در بهبود امنیت غذایی

گویه ها	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	رتبه
استفاده از نانو حسگرها جهت تشخیص عوامل بیماری‌زا در مواد غذایی	٤/۱۱	۱/۳۱	۰/۳۱۸	۱
استفاده از نانو سنسورها به منظور نمایش سلامت غذا	۳/۷۸	۱/۲۹	۰/۳٤۱	۲
استفاده از نانو سنسورها به منظور نمایش تقلبات غذایی	۳/۲۸	۱/۲۰	۰/۳٦٥	۳
گندزدایی تجهیزات کارخانجات مواد غذایی توسط نانوامولسیون ضدمیکروبی	۳/۳٦	۱/۲٤	۰/۳٦۹	٤
استفاده از سیستم‌های رسانش هوشمند جهت مبارزه با ویروس‌ها و پاتوژن‌های محصولات کشاورزی	۳/۳٦	۱/۳٦	۰/٤۰٤	٥

طیف ارزیابی :۱= خیلی کم ۲= کم ۳=متوسط ٤= زیاد ٥=خیلی زیاد

رتبه‌بندی دیدگاه متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو در خصوص تأثیر بسته‌بندی غذا در بهبود امنیت غذایی

از دیدگاه متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، اولویت‌بندی گویه‌ها نشان می‌دهد که، دو عامل؛ استفاده از نانو ذرات با خاصیت ضد میکروبی بودن بسته‌بندی و استفاده از نانو ذرات نقره ای (AgNps) به عنوان عوامل ضد میکروبی در بسته‌بندی مواد غذایی با ضریب تغییرات ۰/۳۳۷ و ۰/۳٤۳به ترتیب در رتبه اول و دوم قرار دارند و دارای بالاترین ضریب اهمیت نیز می‌باشند.

جدول۷. رتبه‌بندی دیدگاه متخصصان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو در خصوص تأثیر بسته‌بندی غذا در بهبود امنیت غذایی

گویه ها	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	رتبه
استفاده از نانو ذرات با خاصیت ضد میکروبی بودن بسته‌بندی	۳/٦۲	۱/۲۲	۰/۳۳۷	۱
استفاده از نانو ذرات نقره ای (AgNps) به عنوان عوامل ضد میکروبی در بسته‌بندی مواد غذایی	۳/۸۱	۱/۳۱	۰/۳٤۳	۲
استفاده از نانو سنسورها در بسته بندی‌های هوشمند برای نظارت بر درجه حرارت و رطوبت مواد غذایی	۳/۵۸	۱/۲٤	۰/۳٤٦	۳
تولید سطوح هوشمند در بسته‌بندی جهت واکنش به تغییرات میکروبی و بیوشیمیایی	۳/۳۷	۱/۱۷	۰/۳٤۷	٤
استفاده از نانو کامپوزیت‌ها در بسته‌بندی مواد غذایی	۳/٤٦	۱/۲۱	۰/۳٤۹	۵
تولید نانوکامپوزیت‌های بیوپلیمری از نشاسته جهت کابردهای غذایی و صنعتی	۳/۳۱	۱/۱٦	۰/۳۵۰	٦
استفاده از کیسه‌های جاذب اتیلن به منظور تأخیر در رسیدن محصول	۳/۵۸	۱/۲۷	۰/۳۵٤	۷
گندزدایی تجهیزات کارخانجات مواد غذایی توسط نانوامولسیون ضدمیکروبی	۳/۵۱	۱/۲٦	۰/۳۵۸	۸
استفاده از بسته بندی‌های آزاد کننده سولفور دی اکسید جهت حفاظت از رشد و توسعه کپک	۳/۵۸	۱/۲۹	۰/۳٦۰	۹
استفاده از اکسید روی به عنوان مواد ضدمیکروبی در بسته‌بندی مواد غذایی	۳/۱۱	۱/۲۱	۰/۳۸۹	۱۰
استفاده از لایه‌های پلاستیکی با ساختارهای نانویی جهت جلوگیری از تهاجم عوامل بیماری‌زا و میکروب‌ها	۳/۳۰	۱/۳۰	۰/۳۹۳	۱۱
افزایش قابلیت زیستی و اثربخشی مواد غذابی	۳/۱٤	۱/۲۵	۰/۳۹۸	۱۲

طیف ارزیابی :۱= خیلی کم ۲= کم ۳=متوسط ٤= زیاد ۵=خیلی زیاد

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های تحقیق نشان داد در بخش نگهداری غذا، پوشش-دهی میوه و سبزیجات با استفاده از نانوکیتوزان حاوی مس از اهمیت بالاتری برخوردار بوده است. در تبیین این نقش می‌توان گفت؛ که پوشش‌های خوراکی یکی از نوآورانه‌ترین روش‌ها برای حفظ کیفیت و افزایش مدت ماندگاری میوه‌ها و سیزیجات تازه می‌باشد که به عنوان مانعی در برابر انتقال گاز فعالیت می‌کند و اثرات مشابه انبارداری تحت تأثیر اتمسفر کنترل شده را نشان می‌دهد. پوشش خوراکی موفق باید ممانعت خوبی در برابر گازها به ویژه اکسیژن و بخار آب داشته باشد و از خصوصیات سطحی خوبی برخوردار باشد. شیوه مناسب پوشش دهی نیز باید با توجه به هدف مورنظر انتخاب گردد که پوشش‌دهی به روش غوطه‌وری برای میوه‌ها و سبزیجات رایج‌تر می‌باشد. امروزه پوشش کیتوزان به دلیل دارا بودن خصوصیاتی از قبیل غیر سمی، زیست تخریب پذیر و زیست سازگار بودن، کاربرد گسترده‌ای پیدا کرده است. پوشش‌دهی سطح میوه و سبزی با کیتوزان به علت کاهش افت وزن و کاهش سرعت تنفس (با تنظیم نفوذپذیری گازهای اکسیژن و کربن دی اکسید) مدت ماندگاری و نگهداری مواد غذایی را افزایش داده و همچنین به دلیل دارا بودن اثر ضدمیکروبی و ضد قارچی موجب کاهش پوسیدگی می‌گردد. همچنین پوشش‌دهی با

کوتیزان، توانایی مقاومت را در برابر انواع بیماری‌های فیزیکی و میکروبی افزایش می‌دهد و آب بیشتری در بافت میوه و سبزی حفظ خواهد شد. بنابراین خصوصیات خوب و ارزش تجاری میوه‌ها و سبزیجات بعد از برداشت به طور مؤثری حفظ می‌گردد. این نتیجه در راستای نتایج حاصل از تحقیق سلیمی و معتکف کاظمی (۱۳۹۵)، ماقبل و همکاران (۱۳۹۳)، (Fanar Hamad *et al*., 2017)، (Berekaa 2015)، (Costa *et al*., 2011) می‌باشد.

در بخش فرآوری غذا، محافظت از مواد مغذی در برابر اکسیداسیون از اهمیت بالاتری برخوردار بوده است. در تبیین این نقش می‌توان گفت؛ که اکسیداسیون، قطرات روغن در غذای امولسیون‌شده را ناپایدار می‌کند و ساختار شیمیایی روغن را تغییر داده و در نهایت باعث فاسد شدن غذا می‌شود. این اکسیداسیون در گستره‌ی وسیعی از محصولات غذایی اتفاق می‌افتد و زمان نگهداری آنها را کاهش می‌دهد. نانو تکنولوژی می‌تواند به‌صورت گسترده در صنایع غذایی، لوازم آرایشی، مکمل‌های تقویتی و هر سیستمی که در آن اکسیداسیون چربی‌ها باعث نگرانی است، استفاده شود که از مواد غذایی در برابر اکسیداسیون محافظت می‌کند. این نتیجه در راستای نتایج حاصل از تحقیق سلیمی و معتکف کاظمی (۱۳۹۵)، میرسعید قاضی و همکاران (۱۳۹۲)، (Fanar Hamad *et al*., 2017)، (Komar & Pathera 2014) می‌باشد.

در بخش تولید غذا، تولید فرمولاسیون آفت کش زیست سازگار از اهمیت بالاتری برخوردار بوده است. در تبیین این نقش می‌توان گفت؛ که بکارگیری فرمولاسیون‌های آفت‌کش‌های ناکارآمد می‌تواند خطرات جدی و جبران ناپذیری چون از بین رفتن محصولات کشاورزی، افزایش هزینه‌های کنترل آفت و افزایش مصرف آفت کش‌ها را به همراه داشته باشد. در این راستا، تولید فرمولاسیون آفت کش زیست سازگار با استفاده از فناوری نانو، ضمن افزایش کارایی آفت کش‌ها برای کنترل آفات کشاورزی، آلودگی‌های زیست محیطی را کاهش می‌دهد. از این رو می‌توان اطمینان داشت که کاربرد این نوع نانو فرمولاسیون نه تنها هیچ آلودگی جدیدی به محیط زیست اضافه نخواهد کرد، بلکه به حذف باقیمانده آفت کش از محیط زیست نیز کمک خواهد کرد.این نتیجه در راستای نتایج حاصل از تحقیق سلیمی و معتکف کاظمی (۱۳۹۵)، میرسعید قاضی و همکاران (۱۳۹۲)، (Sastry *et al*., 2011) می‌باشد.

در بخش بهبود طعم و رنگ غذا، نانو کپسوله کردن عطرها و طعم‌های مختلف در مواد غذایی به منظور کنترل رهاسازی عطرها و طعم‌ها در غذا از اهمیت بالاتری برخوردار بوده است. در تبیین این نقش می‌توان گفت؛ که با استفاده از نانوکپسوله کردن مواد مورد نظر می‌توان طعم، عطر و رنگ دلخواه را به انواع مواد غذایی و نوشیدنی‌ها بخشید. کپسوله کردن معمولاً با قرارگیری یک لایه نازک از جنس پلیمر اطراف مواد انجام می‌شود. با این کار ماده مورد نظر که می‌تواند دارای رنگ، عطر و یا طعم خاصی باشد، در اثر واکنش با سایر مواد موجود در غذا یا نوشیدنی یا محیط به مرور کاهش یا حذف نمی‌شود، تا لحظه مصرف در ماده غذایی یا نوشیدنی باقی مانده و به صورت کنترل شده می‌توان آنها را آزاد کرد. بنابراین می‌توان دریافت بهبود طعم و رنگ غذا با استفاده از نانو تکنولوژی بر بهبود امنیت غذایی تأثیر گذار است. این نتیجه در راستای نتایج حاصل از تحقیق سلیمی و معتکف کاظمی (۱۳۹۵)، میرسعید قاضی و همکاران (۱۳۹۲) می‌باشد.

در بخش سلامت غذا، استفاده از نانو حسگرها جهت تشخیص عوامل بیماری‌زا در مواد غذایی از اهمیت بالاتری برخوردار بوده است. در تبیین این نقش می‌توان گفت؛ که فناوری نانو در بسیاری کاربردهای کشاورزی و غذایی نظیر توسعه حسگرهای زیستی در مقیاس نانو برای پایش و کنترل مواد و فرآیندهای غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. به دلیل شیوع گسترده بیماری‌های غذایی، نیاز به استفاده از روش‌های حساس و سریع به منظور تشخیص عوامل

بیماری‌زا ضروری است. نانو حسگرهای زیستی طی تلفیق فناوری‌های زیستی و نانو با پرسه‌های الکترونیک به گونه‌ای طراحی می‌شوند تا تنها با یک ماده خاص واکنش داده و با بهره‌گیری از قدرت فتوالکترون و میکروالکترودها و بر اثر واکنش اختصاصی با یک ماده‌ی خاص، ابزار ردیابی و تحلیل‌گر دقیقی را در ریزترین ابعاد ارائه دهند. توسعه نانو حسگرهای زیستی برای تشخیص عوامل بیماری‌زا و آلودگی‌های غذایی و یا ساخت بسته بندی‌های غذایی دارای ویژگی‌های مکانیکی، حرارتی، ضد میکروبی و نفوذپذیری مطلوب برای حفظ کیفیت ماده غذایی در برابر اثرات عوامل میکروبی و مکانیکی نامطلوب خارجی از کاربردهای این دانش در زمینه امنیت غذایی هستند. این نتیجه در راستای نتایج حاصل از تحقیق سلیمی و معتکف کاظمی (۱۳۹۵)، میرسعید قاضی و همکاران (۱۳۹۲)، حسینی نژاد و صمدی (۱۳۹۱)، (Krishnan *et al.*, 2018)، (Komar & Pathakoti *et al.*,2017) (Pathera ,2014) می‌باشد.

در بخش بسته‌بندی غذا، استفاده از نانو ذرات با خاصیت ضد میکروبی بودن بسته‌بندی از اهمیت بالاتری برخوردار بوده است. در تبیین این نقش می‌توان گفت؛ که امروزه بسته‌بندی یکی از ضروریات زندگی انسان شده است، به طوری که، فعال‌ترین بخش در زمینه نانو در صنایع غذایی به طور غیر قابل انکاری، بسته‌بندی می‌باشد. این امر به علت تمایل مصرف‌کننده به استفاده از نانو تکنولوژی در قسمت خارجی مواد غذایی به جای استفاده از ترکیبات نانو اضافه شده به مواد غذایی می‌باشد. انواع مختلف بسته‌بندی نقش حیاتی در تولید، نگهداری، توزیع و بازاریابی کالاهای مصرفی و غیر مصرفی دارد. خصوصیات کلی بسته‌بندی می‌تواند مؤید اصالت محصول باشد. قضاوت در مورد کیفیت محصول، تحت تأثیر خصوصیات بسته‌بندی آن است و این نقش مهمی در شکل‌گیری ترجیحات در مورد مارک تجاری بر عهده دارد. چنانچه بسته‌بندی نشانگر کیفیت بالا باشد، مصرف کننده فرض می‌کند که محصول هم، با کیفیت است و یا بر عکس. در این راستا، استفاده از نانو تکنولوژی در بسته‌بندی مواد غذایی از اهمیت بالایی برخوردار است. برای مثال، یک ظرف پلاستیکی که در آن از نانو ذرات نقره استفاده شده است، مواد غذایی را در طولانی مدت کاملاً تازه نگه می‌دارد. این کار ماحصل همکاری فناوری نانو با صنعت بسته‌بندی است. این نتیجه در راستای نتایج حاصل از تحقیق حسینی صدر و همکاران (۱۳۹٦)، فرجی (۱۳۹۵)، راشدی و همکاران (۱۳۹۵)، عشقی و همکاران (۱۳۹۲)، میرسعید قاضی و همکاران (۱۳۹۲)، لیاقتی و همکاران (۱۳۹۱)، فتحی و محبی (۱۳۸۹)، ده یوری و فرج اله حسینی (۱۳۸۸)، (Krishnan *et al.*, 2018)، (Pathakoti *et al.*, 2017)، (Omanović-Mikličanin et al., 2016)، (Huanga *et al.*,2015) (Berekaa, 2015)، (Azeredo & Henriette ,2009) می‌باشد.

پیشنهادهای تحقیق

با در نظر گرفتن نقش اساسی بخش‌های دولتی به عنوان سرمایه گذار در ایران که رسالت تحقیقات در زمینه گسترش و بهبود عملکرد فناوری نانو در کشاورزی را به عهده گرفته‌اند، انجام تحقیقاتی در این راستا برای شناسایی تاثیر عواملی که این فناوری‌ها می‌تواند بر کشاورزی پایدار بگذارد، از دید محققان یعنی کسانی که جزء اولین گروه درگیر با فناوری نانو هستند، برای مساعد کردن زمینه‌های تولید و شتاب تحقیقات در این بخش لازم به نظر می‌رسد. همچنین این مطالعه ممکن است تدوین سیاست‌هایی برای بهبود امنیت غذایی را اجرایی کند و به محققان در زمینه فناوری نانو کمک کند تا برخی از عوامل مؤثر بر آن را

دریابند. بر اساس نتایج به دست آمده پیشنهادهای به شرح زیر ارائه می‌گردد:

– برای گسترش مدت ماندگاری میوه‌ها و سبزیجات پس از برداشت، برخی اقدامات مؤثر از جمله دمای پایین، بسته-بندی در اتمسفر اصلاح شده و تابش و پوشش‌دهی پیشنهاد می‌گردد.

– پوشش‌دهی میوه و سبزیجات با استفاده از نانوکیتوزان حاوی مس به دلیل خصوصیات ویژه آنها یکی از روش‌های امیدوارکننده است که توانسته است از دست دادن رطوبت و رایحه را جلوگیری و از نفوذ اکسیژن به بافت گیاهی یا رشد میکروبی ممانعت نماید. در نتیجه می‌تواند مدت ماندگاری محصولات تازه را افزایش دهد و باعث کاهش ضایعات گردد.

– استفاده از مواد ضد میکروبی مانند ترکیبات نقره و یا آنزیم‌های ضد میکروبی مثل لاکتو پروکسیداز در ترکیب مستقیم با پلیمر

– بکارگیری نانو ذرات به منظور حفاظت از مواد مغذی در برابر اکسیداسیون در فرآوری غذا

– کمبود ویتامین‌ها و موادمعدنی در اقشار مختلف جامعه ما شیوع گسترده‌ای دارد و یکی از راه‌هایی که می‌توان این امر را جبران کرد استفاده از روش کپسوله کردن مواد غذایی از طریق کپسوله کردن ویتامین‌ها در نوشیدنی‌های حاوی ویتامین یا مواد زیستی تقویت شده جهت تولید محصولات غنی شده است که با هزینه‌ای مناسب در اختیار مصرف کننده قرار می‌گیرد.

– استفاده از نانو حسگرهای قابل حمل برای یافتن مواد شیمیایی مضر، پاتوژن‌ها و سم‌ها در مواد غذایی(Good Food) جهت تشخیص باکتری‌های مضر و متفاوت موجود در گوشت یا ماهی و یا قارچ‌های میوه، همچنین کنترل آفت کش‌های میوه و سبزیجات

– در سیستم‌های آنالیز غذا، سیستم‌های نانوالکترومکانیکی که شامل بخش‌هایی در ابعاد نانو و میلی بعدی است، طراحی شده‌اند که می‌توانند محیط انبار غذایی را کنترل و به عنوان ابزاری در محافظت غذایی به کار برده شوند. یک اسپکترومتر دیجیتالی با به کارگیری فناوری سیستم‌های نانوالکترومکانیکی قادر است مقدار چربی ترانس موجود در غذا را تعیین کند که بایستی مورد توجه قرار گیرند.

– بهینه‌سازی و اصلاح ویژگی‌های حسی محصولات غذایی با استفاده از نانو کپسوله کردن که احساس جدیدی را در مصرف کننده ایجاد می‌کند (مانند بافت، قوام، توسعه مزه جدید یا پوشش مزه، افزایش طعم، تغییر رنگ)

– نانوکپسوله کردن عطرها و طعم‌های مختلف در موادغذایی به منظور کنترل رهاسازی عطرها و طعم‌ها در غذا؛

– کپسوله کردن مواد مغذی در کره‌های نانو متری که ارزش مکمل‌های مغذی را افزایش می‌دهند.

– کپسوله کردن اسانس‌های روغنی در نانو ساختارهای زئین (پروتئین اصلی ذرت) که به پخش شدن آن‌ها در آب کمک می‌کند و پتانسیل آن‌ها را برای استفاده به عنوان آتنی اکسیدان و عوامل ضد میکروبی در نگهداری غذا افزایش می‌دهد.

– بکارگیری نانو حسگرهای زیستی در بسته‌های غذایی که در صورت شروع فساد مواد غذایی می‌توانند هشدار دهنده باشند. همچنین با استفاده از این نانو حسگرها می-توان دریافت که هر قسمت از مزرعه به چه میزان عناصر غذایی و سم نیاز دارد و بدین وسیله از آلودگی محیط

زیست جلوگیری کرد و سلامت غذا را افزایش داد و در نتیجه بازده اقتصادی نیز افزایش می‌یابد.

– استفاده از نانوحس گرها برای ردیابی جریان آب، حرکت مواد غذایی و حتی وجود آلایندها در خاک نیز می تواند در کشاورزی نوین نقش اساسی را ایفا کند که به نوبه خود در مدیریت استفاده از منابع راه گشا است.

– قرار دادن نانو حسگرها در خط تولید و تضمین تولید غذاهای فاقد آلودگی

– با استفاده از ساختار نانو، می‌توان برای بسته‌بندی مواد غذایی ظروف ویژه ای را طراحی و تولید نمود که با داشتن شفافیت و استحکام کافی، نسبت به نفوذ و تبادل گاز، رطوبت و حرارت مقاوم بوده و عمر نگهداری مواد غذایی را همزمان با کاهش هزینه حمل و نقل آن، افزایش می‌دهد.

– استفاده از نانو فیلتراسیون در صنایع غذایی به منظور تشخیص متابولیت‌های کنترل کیفی و تشخیص عوامل بیماری‌زا و تحولی اساسی در بسته‌بندی مواد غذایی و انبارداری

– بکارگیری نانو ذرات نقره در بسته‌بندی با خاصیت ضد میکروبی و به منظور ایجاد امنیت غذایی به منظور کاهش دهنده رشد و تکثیر پاتوژن‌های غذایی با ایجاد اختلال در ترجمه RNA سلولی، سیستم تنفس میکروبی و نقل و انتقال الکترون‌های درون سلولی به منظور استفاده در پلیمرهای ظروف یک بار مصرف غذاهای فرایند شده، سبدهای پلیمری میوه‌ها و سبزی‌ها و کاغذهای بسته بندی.

– استفاده از بسته‌بندی‌های هوشمند غذایی در صنعت غذا. در این روش از نانو حس‌گرهایی که به رهایش مواد شیمیایی ناشی از فساد غذاها حساس هستند، در بسته بندی‌های هوشمند استفاده می‌شود تا به محض شروع خراب شدن غذا، رنگ بسته‌بندی تغییر کرده و به مشتری هشدار دهد. این سیستم به مراتب دقیق‌تر و مطمئن‌تر از فروش با تاریخ مصرف است.

فهرست منابع

۱. حسینی نژاد، م.، و صمدی، س. (۱۳۹۱). *کاربرد نانوحسگرهای زیستی در امنیت غذایی*. مجله ایمنی زیستی، دوره پنجم، شماره دوم، صفحه ۱۲۴-۱۰۹.

۲. حسینی صدر، ص.، سبلان وند، ص.، و ولیزاده، ر. (۱۳۹۶). *کاربرد نانو تکنولوژی در بسته‌بندی مواد غذایی*. پویش در اموزش علوم پایه. دوره سوم، شماره سوم، صفحه ۶۰-۴۱.

۳. ده یوری، س.، و فرج اله حسینی، سی. ج. (۱۳۸۸). *بررسی تأثیر تولید و پذیرش محصولات نانو فناوری بر کشاورزی پایدار از دیدگاه محققان کشاورزی*. پژوهش‌های ترویج و آموزش کشاورزی، سال دوم، شماره ۳، صفحه ۱۴-۱.

۴. راشدی، ح.، پرتوی، ف.، فتاح، ر.، خلیل زاده کلاگر، م.ع.، و خیابانی، م. (۱۳۹۵). *بررسی اثر پوشش‌های بسته‌بندی نانو نقره بر پایه دی اکسید تیتانیوم در افزایش زمان ماندگاری فیله ماهی قزال آلا رنگین کمان*. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال یازدهم، شماره ۳، صفحه ۹۲-۸۵.

۵. سلیمی، ع. ا.، و معتکف کاظمی، ن. (۱۳۹۵). *مروزی بر کاربردها و فرصت‌های نانو فناوری در حوزه کود کشاورزی*. دنیای نانو، سال دوازدهم، شماره چهل و چهار، صفحه ۴۴-۴۰

۶. صدیقی، ح. (۱۳۹۵). *تحلیل زیست محیطی پیاده سازی فناوری نانو در عرصه کشاورزی از دیدگاه پژوهشگران)*. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم کشاورزی.

۷. فرجی، ن. (۱۳۹۵). *ارزیابی تأثیر کاربرد فناوری نانو در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی بر توسعه کسب و کارهای*

کوچک و متوسط (مطالعه موردی: صنایع غذایی استان قزوین). پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت کارآفرینی گرایش MBA. . دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه خوارزمی.

۸. فتحی، م.، و محبی، م. (۱۳۸۹). *افزایش امنیت غذایی با استفاده از فناوری نانو*. ماهنامه فناوری نانو، سال نهم، شماره ٤، صفحه ۱۸-۱٦.

۹. قادری، آ.، سینکاکریمی، ا.، گرانسایه، م.، و فتاح زاده، فرشته. (۱۳۹۳). *کاربرد فناوری نانو در صنایع غذایی*. سومین همایش ملی فناوری نانو از تئوری تا کاربرد. مجموعه مقالات سومین همایش ملی فناوری نانو از تدوری تا کاربرد. اصفهان، موسسه آموزش عالی جامی.

۱۰. عشقی، ف.، راشدی، ح.، اهری، ح.، و انوار، ا. (۱۳۹۲). *بررسی فعالیت‌های باکتریایی پوشش‌های بسته‌بندی نانو نقره در افزایش زمان ماندگاری*. ارائه شده در بیست و یکمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران، ۷ تا ۹ آبان، دانشگاه شیراز.

۱۱. لیاقتی، ل.، عزیزی، م. ح.، و جوکار، م. (۱۳۹۱). *کاربرد نانو کامپوزیت‌ها در صنایع بسته‌بندی و مواد غذایی*، ماهنامه فناوری نانو، سال یازدهم، شماره ۱۰، صفحه ۱٤-۱۸.

۱۲. مرشدی، س. ز.، و معارف وند، م. (۱۳۹٦). *امنیت غذایی زنان مهاجر افغان در منطقه‌ی فرحزاد و شهر ری*. فصلنامه مددکاری اجتماعی، شماره ۵، جلد ۱، صفحه ۳٤-٤۰.

۱۳. ما قبل، ر.، چیذری، م.، و نادری مهدیه، ک. (۱۳۹۳). *بررسی نقش فناوری نانو در کاهش ضایعات محصولات کشاورزی*. فصلنامه نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی. سال دوازدهم، شماره ٤۵، صص ٤۵-٤۲.

۱٤. میر سعید قاضی. ن.، علی محمدی فرد، ا.، و کاویانی، م. (۱۳۹۲). *بررسی کاربردهای فناوری نانو در صنایع غذایی*. دومین همایش ملی فناوری نانو از تئوری تا کاربرد. موسسه آموزش عالی جامی، اصفهان.

15. Azeredo, m., & Henriette M.C. (2009), *"Nanocomposites for food packaging applications, Food Research International"*, 42 (2009), 1240-1253. Retrieved from https://www.kompozit.org.tr/wp-content/uploads/2021/03/Review_Nanocomposites_for_food_packaging.pdf

16. Bala, B. K., Alias, E. F., Arshad, F. M., Noh, K. M., & Hadi, A. H. A. (2014). *Modelling of food security in Malaysia. Simulation Modeling Practice and Theory*, 47, 152- 164 Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1569190X1400094X

17. Berekaa, M. M. (2015). *"Nanotechnology in food industry: Advances in food proccesing, Packaging and Food Safety."* International Journal of Current Microbiology and Applied Science . p 357-345. Retrieved from https://www.ijcmas.com/vol-4-5/Mahmoud%20M.%20Berekaa.pdf

18. Costa, C., A. Conte, G. G. Buonocore & M. A. Del Nobile. (2011). Antimicrobial silver-montmorillonite nanoparticles to prolong the shelf life of fresh fruit salad. *International Journal of Food Microbiology* 148: 164-167. Retrieved from https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21684619/

19. FAO. (2019). *Global report on food crises 2019*. available in : http://www.fao.org/resilience/resources/resources-detail/en/c/1187704/

20. FAO, (2010). *The State of Food Insecurity in the World: Addressing food insecurity in protracted crisis*. Food and Agricultural organization of the nited Nations, Rome. Retrieved from http://www.fao.org/publications/sofi/2021/en/

21. Fanar Hamad., Alshammari., Han, Jong-Han. Kim, Byung-chun., & Irfan, A. Rather. (2017) The intertwine of nanotechnology with the food industry. Saudi Journal of Biological Sciences. Retrieved from

Packaging. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/308685470_Application_of_nanotechnology_in_food_packaging

29. Sastry, R., Kalpana. Rashmi, H.B., & Rao, N. H. (2011). *Nanotechnology for enhancing food security in India Food Policy*, Volume 36, Issue 3, June 2011, 391-400. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/227418909_Nanotechnology_for_enhancing_food_security_in_India
30. Smyth, S.J., Phillips, P.W.B., & Kerr, W.A. (2015). *Food security and the evaluation of risk*, Global Food Security, 4: 16-23. Retrieved from https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20153050467
31. See, L., Fritz, S., You, L., Ramankutty, N., & Herrero, M. (2015). *Improved global cropland data as an essential ingredient for food security*, Global Food Security, 4: 37-45. Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211912414000443
32. Varis, O., Keshinen, M. & Kummu, M. (2017). *Four dimensions of water security with a case of the indirect role of water in global food security*. Water Security, Volume , 36-45. Retrieved from https://research.aalto.fi/en/publications/four-dimensions-of-water-security-with-a-case-of-the-indirect-rol

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5775102/

22. He X., Aker WG., Fu PP., & Hwang H-M. (2015). *Toxicity of engineered metal oxide nanomaterials mediated by nano-bio-ecointeractions: a review and perspective*. Environ Sci Nano 2015;2:564e82. Retrieved from https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2015/en/c5en00094g
23. Huanga, Jen-Yi., Lib, Xu & Zhoua, (2015), "*Weibiao, Safety assessment of nanocomposite for food packaging application",* Trends in Food Science & Technology, Volume 45, Issue 2, 187–199. Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224415001697
24. Iavicolia, Ivo., Veruscka Lesoa, Donald H. , & Beezholdb, Anna A. Shvedova.(2017). *Nanotechnology in agriculture: opportunities, toxicological implications*, and occupational risks. Retrieved from https://stacks.cdc.gov/view/cdc/76037
25. Kumar, Naveen., & Pathera, Ashok K. (2014). *Nanotechnology for food security. Emerging Science and Technology for Food*, Agricutture and Environment. 550-558. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/257367490_Nanotechnology_for_food_security
26. Krishnan, U., Barbara, S., Arifullah, M. Noori Abdul-Nabi, & Nasir, A. (2018). Relevance of Nanotechnology in Food *International Journal* Processing Ondustries. *of Agriculture Sciences*. Volume 10, issue 7, 5733-573. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/324587594_Relevance_of_Nanotechnology_in_Food_Processing_Industries
27. Pathakoti, K., Manjunath Manubolu, b., & Huey-Min, Hwang. (2017). *Nanostructures: Current uses and future applications in food science*. Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1021949817300583
28. Omanović-Mikličanin, E., Maksimovic, M., Vinkovic-Vrcek, L., Mulaomerovic, Dz., & Doric, A. (2016). *Application of Nanotechnology Food*