Applied Research in Sustainable Industry Management
Original Research Article/ Vol.۰۱, No.۰۳, Autumn۲۰۲٤, P:۷۰-۸۸

Feasibility of developing nanotechnology in Iran's food industry (case study: canned food industry)

Maryam Bayanati[*], Shima mousavian[**], Mahmonir Bayanati[+]

Received:۲۰۲٤/۱۱/۲۸ Accepted: ۲۰۲٤/۰۸/۲۱

Introduction:
With the lack of food resources and the increase in population, the development of the food industry seems necessary. The use of nanotechnology in this sector is a new approach that is receiving a lot of attention.

Methodology:
The present research method is survey and descriptive-applied in terms of its nature and purpose. The main tool for collecting information is a questionnaire that is arranged in a five-point Likert scale. The statistical population under study is all employees and managers of prominent companies in the food industry. Analysis at the descriptive level using statistics such as frequency, percentage, mean, median, standard deviation and tables and column charts. At the inferential level, single-sample t-test was used to test the hypotheses.

Results and Discussion:
According to the obtained results, the feasibility of developing nanotechnology in the food industry is more than average and there is a possibility of its development. It shows that the use of nanotechnology in the food industry has various advantages, and all of these advantages are above average. Also, the results show that the existing infrastructure of nanotechnology related to food industry is in a favorable condition. On the other hand, the use of nanotechnology in canning industries is effective, but the issues of producing diverse food products, not harming the environment, mass production of food products, expanding the export of food products, and development in the production of food enzymes have less effects on the use of nanotechnology.

Conclusion:
According to the obtained results, the use of nanotechnology in food industries from agriculture to packaging has many advantages, and also the existing nanotechnology infrastructures related to food industries are in good condition.

Keywords:
Nanotechnology, feasibility, advantages of nanotechnology, technology infrastructure, food industry.
JEL Classification: D۲٤, C٦۰

[*] Department of Food Technology Research, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[**] Faculty of Technology and Industrial Management, Department of Management, West Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[+] Corresponding Author, Faculty of Technology and Industrial Management, Department of Management, West Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
Bayanati.mahmonir@wtiau.ac.ir

نشریه علمی پژوهش‌های کاربردی در مدیریت صنعت پایدار

امکان سنجی توسعه نانو تکنولوژی در صنایع غذایی ایران در صنایع غذایی کنسروی [۱]

مریم بیاناتی[*]، شیما موسویان[**]، ماه‌منیر بیاناتی [+]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۰۸

چکیده

استفاده از فناوری نانو در توسعه صنعت غذایی با توجه به کمبود منابع غذایی و افزایش جمعیت مورد توجه قرار گرفته است. بدین منظور پژوهشی پیمایشی و به لحاظ ماهیت و هدف نیز توصیفی-کاربردی طراحی گردید. ابزار اصلی جمع‌آوری اطلاعات، پرسشنامه است که در طیف لیکرت بصورت پنج‌گزینه‌ای تنظیم شده است. تجزیه و تحلیل در سطح توصیفی از آماره‌هایی نظیر فراوانی، درصد، میانگین، میانه، انحراف معیار و جداول و نمودارهای ستونی استفاده گردیده است. در سطح استنباطی برای آزمون فرضیه‌ها از تی t تک نمونه‌ای استفاده شده است. طبق نتایج به دست آمده، امکان‌سنجی توسعه فناوری نانو در صنایع غذائی بیشتر از حد متوسط است و امکان توسعه با توجه به مزایای آن وجود دارد. استفاده از نانو تکنولوژی در صنایع کنسروی تاثیر دارد اما عوامل گوناگونی از جمله عدم آسیب‌رسانی به محیط‌زیست، تولید انبوه مواد غذائی، گسترش صادراتی مواد غذائی، و ... تاثیرات کمتری در استفاده از نانو تکنولوژی را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج به دست آمده، استفاده از نانوتکنولوژی در صنایع غذایی از کشاورزی تا بسته‌بندی دارای مزایای متعددی است و همچنین زیر ساخت‌های موجود نانوتکنولوژی مرتبط با صنایع غذائی موجود و دارای وضعیت مطلوب است.

واژگان کلیدی: نانو تکنولوژی، امکان‌سنجی، مزایای نانو تکنولوژی، زیرساخت‌های تکنولوژی، صنایع غذائی

طبقه‌بندی JEL: D۲٤, C٦٠

---

[۱] این مقاله مستخرج از پایان نامه دکتری به راهنمایی سرکار خانم دکتر ماه منیر بیاناتی در دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات است.

[*] استادیار، گروه تحقیقات صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، شهر تهران، ایران، پست الکترونیکی: mbayanati@sbmu.ac.ir

[**] دانشجوی دکتری شیما موسویان، گروه . مدیریت تکنولوژی، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

[+] استادیار، گروه مدیریت تکنولوژی، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)، پست الکترونیکی: Bayanati.mahmonir@wtiau.ac.ir

۱. مقدمه

نیاز روزافزون برای حفظ غذا و تامین تغذیه مناسب از طریق عرضه غذای انعطاف‌پذیر در طول قرن‌ها، منجر به پیشرفت در صنایع غذایی شد که به شدت به تمدن هرچه سالم‌تر انسانی و جامعه برای رشد و شکوفایی کمک کرد. با توجه به جمعیت روزافزون جهان و محدودیت منابع غذایی، و از سوی دیگر افزایش احتمال آلودگی مواد غذایی، امنیت غذایی روز به روز از اهمیت بیشتری برخوردار می‌گردد (لی و همکاران، ۲۰۲۲). استفاده از فناوری‌های نوین در این بخش رویکرد جدیدی است که بسیار مورد توجه قرار می‌گیرد. ایران، یکی از بزرگترین واردکننده‌های محصولات غذایی است و با توجه به واردات روز افزون مواد غذایی، استفاده از روش‌های نوین جهت کاهش میزان واردات و افزایش میزان تولید داخلی با حفظ امنیت غذایی، جزو دغدغه‌های اصلی صنعت غذا می‌باشد. یکی از جدیدترین و کارامدترین روش‌های مورد استفاده در این زمینه، استفاده از فناوری نانو میباشد (کومار و همکاران، ۲۰۲۲؛ سیگریست و همکاران، ۲۰۰۸). همگرایی فناوری نانو و علم غذا منجر به بروز قابلیت‌های فراوانی می‌شود که همین امر باعث شده است که حدود ۲۰۰ شرکت بزرگ در سراسر دنیا در این زمینه سرمایه‌گذاری کلان نموده و محصولاتی نیز به بازار عرضه کنند (سوزر و کوکینی، ۲۰۰۹). گذشته از محصولات ارائه شده، با توجه به پتانسیل فوق‌العاده کاربرد فناوری نانو در صنایع غذایی انتظار می‌رود طی دو دهه آینده انقلاب بزرگی در زمینه صنایع غذایی و کشاورزی پدید آید به گونه‌ای که اثرات آن بسیار فراتر از کشاورزی مکانیزه و انقلاب سبز خواهد بود (آیلس و همکاران، ۲۰۱۱). شرکت‌های بزرگ صنایع غذایی و دولت‌ها درصدد هستند حوزه کاربردی فناوری نانو در صنایع غذایی را به کمک دانشمندان صنایع غذایی مشخص کنند و از آن در جهت رفع نیازها استفاده نمایند. کاربردهای فناوری نانو در صنایع غذایی حوزه‌های مختلف کاربردی فناوری نانو در غذا و صنایع غذایی را می‌توان به شش دسته‌ی زیر تقسیم‌بندی نمود. نگهداری غذا، سلامت غذا، تولید غذا، حمل مواد مغذی، بهبود طعم و رنگ، بسته‌بندی، پردازش غذا (فدیجی و همکاران، ۲۰۲۲؛ رشیدی و خسروی، ۲۰۱۱؛ سخون، ۲۰۱۰؛ ویجایاکومار و همکاران، ۲۰۲۲). فناوری نانو، گام‌های مهمی در زمینه غذاهای کاربردی با استفاده از مهندسی مولکول‌های بیولوژیکی و

مصنوعی برداشته است. فناوری نانو، اولویت‌های اصلی در کیفیت محصولات غذایی اعم از طعم، مواد مغذی موجود در آن‌ها و سلامتی محصولات را افزایش داده است (برگر، ۲۰۲۲؛ تیروونگادام و همکاران، ۲۰۱۸؛ سینگ و همکاران، ۲۰۱۷). فناوری نانو همچنین در تولید محصولات غذایی جدید، بسته‌بندی بهتر، تکنیک‌های ذخیره سازی و قفسه‌بندی پیشگام است (تیرومالی و همکاران، ۲۰۲۲). برنامه‌های کاربردی در غذا نیز باعث بهبود شرایط نگهداری، کیفیت غذا، ایمنی و تقویت می‌شود (شارون و همکاران، ۲۰۱۰). بیوسنسورها در بسته‌بندی مواد غذایی برای تشخیص مواد غذایی آلوده یا فاسد طراحی شده‌اند (فلامپوری و همکاران، ۲۰۱۹). فناوری نانو، فرآیندهای غذایی را که از آنزیم ها برای تأمین غذا و مزایای بهداشت استفاده می‌کنند بهبود می‌بخشد (داسگوپتا و همکاران، ۲۰۱۵). نانوتکنولوژیست‌ها امیدوارند که فناوری نانو بتواند صنعت وسیع غذا را با تغییرات قابل توجهی در فرآیندهای مختلف آن مانند تولید، پردازش، بسته‌بندی، حمل و نقل و مصرف مواد غذایی توسعه بخشد. افزایش و بهره‌برداری از فناوری نانو در این فرآیندها، ایمنی مواد غذایی و محصولات غذایی را تضمین می‌کند و فرهنگ غذایی سلامتی را ایجاد می‌کند که به طور عمده کیفیت مواد غذایی را افزایش می‌دهد (رشیدی و خسروی، ۲۰۱۱). علاوه بر این، سیستم‌های بسته‌بندی مواد غذایی هوشمند را می‌توان با استفاده از فناوری نانو توسعه داد که به نوبه خود سبب افزایش عمر مفید محصولات غذایی با ایجاد سطوح ضد قارچ و ضد میکروبی، بهبود خواص از جمله مقاومت در برابر حرارت و تصحیح رفتار نفوذپذیری فویل‌ها (همزمان شناسایی و تغییرات سیگنالینگ بیوشیمیایی و میکروبیولوژیکی) می‌شود (محمود و همکاران، ۲۰۲۲؛ میهیندوکولاسوریا و لیم، ۲۰۱٤؛ شارما و همکاران، ۲۰۱۷). با توجه به تنوع محصولات کشاورزی تولیدی در داخل ایران و با نظر به شیوه سنتی کشاورزی در داخل کشور و همچنین تغییرات اقلیمی موجود، می‌توان نانوتکنولوژی را حوزه‌ای اثرگذار در صنعت غذایی کشور برشمرد. از زمینه‌های قابل بحث در این حوزه می‌توان به مواردی از قبیل: امنیت مواد غذایی، تهیه مواد غذایی، مواد افزودنی نانو، حفاظت در برابر حمله میکروبی، شناسایی آلودگی مواد غذایی، تولید دانه‌های مواد غذایی و در نهایت بسته‌بندی بهینه اشاره نمود. در این تحقیق سعی بر این است تا اثرگذاری نانوتکنولوژی بر صنعت غذایی

داخل ایران با عنایت ویژه بر صنایع کنسروی، مطالعات جامعی صورت گیرد. شناسایی مزایای استفاده از نانوتکنولوژی در صنایع غذایی از کشاورزی تا بسته‌بندی، بررسی زیرساخت‌های موجود نانوتکنولوژی مرتبط با صنایع غذایی در داخل ایران، تاثیر استفاده از نانوتکنولوژی در صنایع کنسروی و برشمردن و بررسی محاسنات آن از اهداف اصلی این پژوهش به شمار می‌آیند.

۲. مروری بر ادبیات

کاربردهای نانوتکنولوژی

علوم و فناوری نانو، عنصری اساسی در درک بهتر طبیعت در دهه‌های آتی خواهد بود. از جمله موارد مهم در آینده، همکاری‌های تحقیقاتی میان‌رشته‌ای، آموزش خاص و انتقال ایده‌ها و افراد به صنعت خواهد بود. بخشی از تاثیرات و کاربردهای نانوتکنولوژی به شرح زیر می‌باشد:

تولید مواد و محصولات صنعتی

نانوتکنولوژی در پزشکی

دوام‌پذیری منابع: کشاورزی، آب، انرژی، مواد و محیط زیست پاک

تکنولوژی نانو در هوا و فضا

کاربرد ریزذره ها در صنایع نظامی و امنیت ملی

کاربرد نانوتکنولوژی در صنعت الکترونیک

کاربرد نانوتکنولوژی در صنایع غذایی غذا

کاربردهای نانوفناوری در صنایع غذائی

فناوری نانو در صنایع غذایی به شکل‌های مختلفی کاربرد دارد. این کاربردها می‌تواند شامل استفاده از فناوری نانو در مواد بسته‌بندی، کشاورزی، فرایندهای تولید غذاو خود غذا باشد. برمبنای تعریف نانوفروم (مؤسسه‌ی تأسیس شده به وسیله‌ی کمیسیون اروپا و فعال در زمینه فناوری نانو) ابزارها یاروش‌های فناوری نانو که طی کشت، تولید، فراوری یا بسته‌بندی غذا استفاده می‌شوند را نانوغذا می‌نامند (پراکاش و همکاران، ۲۰۲٤).

به طور خلاصه می‌توان حوزه‌های مختلف کاربردی فناوری نانو در غذا و صنایع غذایی را به دسته‌های نگهداری غذا، پردازش غذا، بسته‌بندی و سلامت مواد غذایی، حمل مواد مغذی، تشخیص عوامل مضر و تولید تقسیم بندی نمود.

بسته‌بندی و سلامت مواد غذایی و فناوری نانو

پیشرفت در بسته بندی هوشمند برای افزایش عمر مفید محصولات غذایی، هدف بسیاری از شرکت‌هاست. این سیستم‌های بسته بندی قادر خواهند بود پارگی‌ها و سوراخ‌های کوچک را با توجه به شرایط محیطی (مانند تغییرات دما و رطوبت) ترمیم و مصرف کننده را از فساد ماده غذایی آگاه سازند. فناوری نانو می‌تواند در مواردی مانند افزایش مقاومت به نفوذ در پوشش‌ها، افزایش ویژگی‌های دیواره (مکانیکی، حرارتی، شیمیایی و میکروبی)، افزایش مقاومت در برابر گرما، گسترش ضد میکروب‌های فعال و سطوح ضد قارچ کارساز باشد. چشم اندازهای مالی فناوری نانو، صنایع بسته بندی را پررونق نشان می‌دهد. سهم بازار این صنعت در حال حاضر حدود ۱/۱ میلیارد دلار است و پیش بینی می‌شود تا سال ۲۰۱۰ به ۷/۳ میلیارد دلار برسد. با این وجود، صنعت بسته بندی هوشمند از آنچه پیش بینی شده بود جلوتر رفته و نشانه‌های تکامل آن به خوبی پیداست (روزاریو و همکاران، ۲۰۲٤).

غذاهای کنسرو شده می توانند به اندازه غذاهای تازه و منجمد مغذی باشند زیرا کنسرو کردن مواد مغذی زیادی را حفظ می کند. فرآیند کنسرو کردن، تعداد مواد معدنی، ویتامین های محلول در چربی، پروتئین، چربی و کربوهیدرات ها را تغییر نمی دهد. فرآیند حرارت دادن ممکن است محتوای آنتی اکسیدانی را افزایش دهد (اکرم و همکاران، ۲۰۲۳). عموما نقش اصلی نانو فناوری در صنایع کنسروی بیشتر محافظت و نگهداری از مواد غذائی کنسروشده است. فناوری نانو توانسته روکش‌های غذائی را توسعه دهد که در نگهداری و مصون نگهداشتن غذای کنسروشده از انواع میکروب‌ها برای مدت طولانی موثر باشد. همچنین در این فناوری قوطی‌های کنسرو می‌تواند با فناوری نانو در کوتاه مدت تجزیه شده و از آلودگی محیط‌زیست جلوگیری نماید از همین‌رو بنظر می‌رسد تحول عمده‌ای که این فناوری موجب شده بسته‌بندی و استفاده از آنزیم‌های مخصوص برای حفاظت بیشتر غذای کنسور شده است (تیروونگادام و همکاران، ۲۰۱۸؛ پراکاش و همکاران، ۲۰۲٤؛ برکا، ۲۰۱۵).

۳. روش پژوهش

پژوهش حاضر از لحاظ روشی پیمایشی است. هدف در این نوع تحقیق، بررسی توزیع ویژگی-های یک جامعه است و پارامترهای جامعه بررسی می‌شوند. در اینجا پژوهشگر با انتخاب نمونه‌ای که معرف جامعه است به بررسی متغیرهای پژوهش می‌پردازد. پژوهش حاضر از نظر بررسی متغیرها از نوع همبستگی است و باتوجه به این که به بررسی وضع موجود می‌پردازد و هدف آن توصیف نمودن پدیده‌های مورد بررسی است، در قلمرو تحققات توصیفی قرار دارد. این تحقیق از لحاظ هدف کاربردی و از جهت ماهیت توصیفی است.

در پژوهش حاضر، مزایای استفاده از نانوتکنولوژی، زیرساخت‌های موجود نانوتکنولوژی و تأثیر نانوتکنولوژی متغیرهای تحقیق هستند.

جهت جمع‌آوری اطلاعات برای پی‌ریزی مبانی کلی تحقیق همچون تعاریف، عوامل، ابعاد، ضرورت‌ها، نظریه‌ها از مطالعات کتابخانه‌ای مانند مقالات و کتب لاتین و فارسی استفاده شده است و جهت گردآوری داده‌ها و اطلاعات از پرسشنامه استفاده گردیده است نوع آن، پرسشنامه محقق‌ساخته میباشد. طیف مورد استفاده برای سنجش نظرات پاسخگویان لیکرت بود که گزینه-های پاسخ به صورت: خیلی کم (۱)- کم (۲)- نظری ندارم (۳)- زیاد (٤)- خیلی زیاد (۵) تنظیم شده است. پرسشنامه نهائی در دو بخش اطلاعات توصیفی مشتریان و سئوالات اصلی با گزینه پنج‌جوابی طیف لیکرت تنظیم و اختیار نمونه آماری قرار گرفت. سئوال اصلی تحقیق امکان سنجی توسعه نانو تکنولوژی در صنایع غذایی ایران است و سئوالات فرعی براساس مولفه‌های مدل مفهومی تحقیق در جدول شماره ۱ آمده است.

جدول۱: سئوالات اصلی براساس مولفه‌های مدل مفهومی تحقیق

متغیر	تعداد سئوالات	شماره سئوالات
مزایای استفاده از نانوتکنولوژی	۱۰	۱-۱۰
زیرساخت‌های موجود نانوتکنولوژی	۱۰	۱۱-۲۰
تأثیر نانوتکنولوژی	۱۰	۲۱-۳۰

در پژوهش حاضر از روایی محتوایی استفاده شد زیرا هدف‌های آن با محتوای آزمودنی ارتباط دارد. برای سنجش روایی محتوایی از دو روش ضریب لاوشه (CVR) و شاخص والتز-باسل

(CVI) استفاده می‌شود (آیر و اسکالی[۱]، ۲۰۱٤؛ والتز و باوزل[۲]، ۱۹۸۱). در سنجش این پژوهش از روش لاوشه استفاده شده است. در شاخص (CVR)، جهت محاسبه این شاخص از نظرات کارشناسان متخصص در زمینه محتوای آزمون مورد نظر استفاده می شود و با توضیح اهداف آزمون برای آن ها و ارائه تعاریف عملیاتی مربوط به محتوای سؤالات به آنها، از آن ها خواسته می شود تا هریک از سؤالات را بر اساس طیف سه بخشی لیکرت «گویه ضروری است»، «گویه مفید است ولی ضروری نیست» و «گویه ضرورتی ندارد» طبقه بندی کنند. در شاخص (CVI)، از متخصصان خواسته می‌شود تا «مربوط بودن»، «واضح بودن» و «ساده بودن» هر گویه را بر اساس یک طیف لیکرتی ٤ قسمتی مشخص می‌کنند. برای اندازه‌گیری پایایی ابزار تحقیق از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شد. این آزمون برای سنجش میزان سازگاری درونی گویه‌های یک متغیر به کار می‌رود (برون[۳]، ۲۰۰۲). در این تحقیق در قالب یک پیش‌آزمون پرسشنامه بین نمونه‌ای ۳۰ نفره توزیع و ضریب آلفای کرونباخ آن‌ها به صورت زیر محاسبه شد. نتایج ضرایب آلفای کرونباخ متغیرها نشان داد: تمامی متغیرها دارای ضریب بالای ۰/۷ هستند که قابل‌قبول و مطلوب بوده و نشان‌دهنده پایا بودن تمامی گویه‌ها است.

جدول۲: ضریب آلفای کرونباخ متغیرها

متغیر	تعداد سئوالات	ضریب الفا
مزایای استفاده از نانوتکنولوژی	۱۰	۰/۹۲٦
زیرساخت‌های موجود نانوتکنولوژی	۱۰	۰/۸۹۹
تأثیر نانوتکنولوژی	۱۰	۰/۷۸۳

جامعه آماری مورد مطالعه کلیه کارکنان و مدیران شرکت‌های کشت و صنعت ورامین، کارخانه استان قدس رضوی، کارخانه ایران قوطی، و کارخانه صنایع بسته‌بندی امیدان است. براساس جدول ۳ تعداد کل کارکنان و حجم نمونه آمده است. مطابق جدول حجم کل نمونه ۳۳٦ نفر است و روش نمونه‌گیری نیز تصادفی طبقه‌ای است.

[۱] Ayre & Scally

[۲] Waltz & Bausell

[۳] Brown

جدول ۳: اسامی شرکت‌ها، تعداد کارکنان و حجم نمونه انتخاب‌شده

نام شرکت	تعداد کل کارکنان	حجم نمونه
کشت و صنعت ورامین	۵۰	٤٥
کارخانه استان قدس رضوی	۲۰۰	۱۳۱
کارخانه ایران قوطی	۱۰۰	۸۰
کارخانه صنایع بسته‌بندی امیدان	۱۰۰	۸۰
جمع کل	٤٥۰	۳۳٦

لازم به ذکر است حجم نمونه براساس فرمول کوکران محاسبه شده است.

فرمول کوکران

$$n = \frac{\frac{z^2 pq}{d^2}}{1 + \frac{1}{N}\left(\frac{z^2 pq}{d^2} - 1\right)} = \frac{\frac{(1/96)^2 (0/5)(0/5)}{(0/05)^2}}{1 + \frac{1}{N}\left(\frac{(1/96)^2 (0/5)(0/5)}{(0/05)^2} - 1\right)} =$$

P: نسبت داشتن صفت مورد نظر، (P = ۰/۵)

q: نسبت نداشتن صفت مورد نظر، (q = ۰/۵)

Z: مساحت زیر منحنی نرمال استاندارد با سطح اطمینان ۹۵ درصد

$(Z_{1-\frac{\alpha}{2}} = Z_{0.975} = 1.96)$

: حداکثر خطای حدی تحقیق (۰/۰۵ =)

N: حجم جامعه که برابر نفر می‌باشد.

تجزیه و تحلیل داده‌های این تحقیق در دو سطح توصیفی و استنباطی صورت خواهد گرفت. در سطح توصیفی به توصیف ویژگی‌های جمعیت‌شناختی و متغیرهای مستقل و وابسته با آماره‌هایی نظیر فراوانی، درصد، میانگین، میانه، انحراف معیار خواهیم پرداخت. نرم‌افزار مورد استفاده در بخش توصیفی SPSS است و جهت آزمون سئوالات از آزمون تی تک نمونه‌ای استفاده می‌گردد.

٤. برآورد مدل و تجزیه و تحلیل یافته‌ها

توصیف متغیرهای جمعیت‌شناختی:

جنسیت: دقت در یافته‌های مربوط به جنسیت پاسخگویان نشان داد: ٦۱ درصد معادل ۲۰٤ مرد و ۱۳۰ نفر معادل ۳۹ درصد زن هستند (جدول ٤).

جدول٤: فراوانی و درصد جنسیت پاسخگویان

جنسیت	فراوانی	درصد
مرد	٢٠٤	٦١
زن	١٣٠	٣٩
جمع کل	٣٣٦	١٠٠

سن: دقت در سن پاسخگویان نشان می‌دهد پاسخگویانی که در محدوده ۳۵-۲۵ قرار دارند با ۲٦ درصد معادل ۸۸ نفر و گروه سنی ٥٧-٤٧ سال با ۲۳ درصد و ۷۷ نفر بیشترین فراوانی را دارند (جدول ۵).

جدول ۵: فراوانی و درصد سن پاسخگویان

سن (سال)	فراوانی	درصد
زیر ٢٤ سال	٢٣	٧
٣٥-٢٥	٨٨	٢٦
٤٦-٣٦	٦٦	١٩
٥٧-٤٧	٧٧	٢٣
٦٨-٥٨	٤٦	١٤
٦٩ به بالا	٣٦	١١
جمع کل	٣٣٦	١٠٠

تحصیلات: یافته‌های مربوط به تحصیلات پاسخگویان نشان داد: پاسخگویان دارای مدرک کارشناسی با ٤٥ درصد معادل ۱۵۰ نفر بیشترین تعداد را به خود اختصاص داده‌اند (جدول ٦).

جدول ٦: فراوانی و درصد سطح تحصیلات پاسخگویان

سطح تحصیلات	فراوانی	درصد
دیپلم	٦٣	١٩
کاردانی	٦١	١٨
کارشناسی	١٥٠	٤٥
کارشناسی‌ارشد	٤٧	١٤
دکترا	١٥	٤
جمع کل	٣٣٦	١٠٠

سئوال اصلی: امکان توسعه نانو تکنولوژی در صنایع غذایی ایران وجود دارد؟

نتایج حاصل از تی تک‌نمونه‌ای نشان داد: مقدار آماره t در امکان‌سنجی توسعه نانو فناوری بیشتر از ۱/۹۶+ است (t=۱۱۸/۹٦٤) و سطح معنی‌داری نیز مطلوب و زیر ۰/۰۵ است (sig=۰/۰۵). همچنین میانگین بدست‌آمده برای امکان‌سنجی نانو فناوری در صنایع غذائی نیز بیشتر از میانگین نظری پرسشنامه است (۹۰<۱۱۸/۹٦٤) بنابراین می‌توان گفت امکان‌سنجی توسعه نانو فناوری در صنایع غذائی وجود دارد (جدول ۷).

جدول ۷: نتایج آماره تی تک نمونه‌ای امکان توسعه نانو فناوری

متغیر	تعداد گویه	میانگین	انحراف معیار	درجه ازادی	سطح معنی داری	t
مزایای نانوفناوری	۱۰	۸۷۸۰/۳٤	۲۵۷٦۵/٦	۳۳۵	۰/۰۰۰	۱٦۷/۱۰۲
زیرساخت‌های موجود نانوفناوری	۱۰	۱۵٤۸/۳۱	۸٦٦٦۷/۵	۳۳۵	۰/۰۰۰	۳٤۳/۹۷
تاثیر استفاده از نانوفناوری	۱۰	۲۷۹۸/۳۱	۵۰۱۳۱/٤	۳۳۵	۰/۰۰۰	۳۷۸/۱۲۷
امکان‌سنجی توسعه نانو فناوری	۳۰	۳۱۲۵/۹۷	۹۹٤۱۵/۱٤	۳۳۵	۰/۰۰۰	۹٦٤/۱۱۸

همچنین دقت در ۳ شاخص یا مولفه امکان‌سنجی نیز نشان می‌دهد که آن‌ها نیز معنی‌دار هستند. در مزایای نانو فناوری در صنایع غذائی، مقدار آماره t مزایای نانو فناوری بیشتر از ۱/۹٦+ است (t= ۱۰۲/۱٦۷) و سطح معنی‌داری نیز مطلوب و زیر ۰/۰۵ است (sig=۰/۰۵)، همچنین میانگین بدست‌آمده برای مزایای نانوفناوری در صنایع غذائی نیز بیشتر از میانگین نظری پرسشنامه است (۳۰<۳٤/۸۷) بنابراین نانو فناوری در صنایع غذائی دارای مزایای مهمی است و بر امکان توسعه این فناوری تاثیرگذار است.

در مورد زیرساخت‌های موجود در صنایع غذائی نیز مقدار آماره t در زیرساخت‌های موجود نانو فناوری بیشتر از ۱/۹٦+ است (t= ۹۷/۳٤۳) و سطح معنی‌داری نیز مطلوب و زیر ۰/۰۵ است (sig=۰/۰۵)، همچنین میانگین بدست‌آمده برای مزایای استفاده از نانوفناوری در صنایع غذائی نیز بیشتر از میانگین نظری پرسشنامه است (۳۰<۳۱/۱۵) بنابراین وضعیت زیرساخت‌های موجود توسعه نانو فناوری مطلوب است و بر امکان توسعه این فناوری تاثیر مثبت دارد.

مقدار آماره t مربوط به تاثیر استفاده از نانو فناوری در صنایع غذائی بیشتر از ۱/۹۶+ است (t=۱۲۷/۳۷۸) و سطح معنی‌داری نیز مطلوب و زیر ۰/۰۵ است (sig=۰/۰۵)، همچنین میانگین بدست‌آمده برای تاثیر استفاده از نانوفناوری در صنایع غذائی نیز بیشتر از میانگین نظری پرسشنامه است (۳۰<۳۱/۲۷) بنابراین استفاده از نانوفناوری در صنایع غذائی دارای تاثیرات مثبتی است.

سئوالات فرعی

۱- مزایای استفاده از نانوتکنولوژی در صنایع غذایی از کشاورزی تا بسته‌بندی چیست؟

مطابق با جدول ۸ تمامی ۱۰ شاخص مربوط به مزایای استفاده از نانو فناوری دارای سطح معنی‌داری بیشتر از ۱.۹۶+ هستند و sig نیز کمتر از ۰/۰۵ است بنابراین می‌توان گفت استفاده از فناوری نانو در صنایع غذائی دارای ۱۰ مزیت و امتیاز است.

جدول ۸: نتایج آماره تی تک نمونه‌ای مزایای استفاده از نانو فناوری

شاخص‌ها	میانگین	انحراف معیار	درجه ازادی	سطح معنی داری	t
تامین سلامت غذایی	۸۵/۳	۰/۸۵۰	۳۳۵	۰/۰۰۰	۱٤۷/۸۳
شناسایی ویروس‌های موجود در مواد غذایی	۸۳/۳	۰/۸۷۱	۳۳۵	۰/۰۰۰	۵۷۳/۸۰
تحول در رنگ‌های مواد غذایی	۸۳/۳	۰/۸۵٦	۳۳۵	۰/۰۰۰	۰٤٦/۸۲
افزودن طعم‌های جدید به مواد غذائی	۸٦/۳	۰/۸٤٤	۳۳۵	۰/۰۰۰	۸۷۲/۸۳
کاهش بوی نامطبوع غذایی	۲۷/۳	۰/٦۹۲	۳۳۵	۰/۰۰۰	٦۵۸/۸٦
افزایش عمر مواد غذائی	۱۸/۳	۰/۷۹۷	۳۳۵	۰/۰۰۰	۲۸۲/۷۳
تاثیر در صنایع بسته‌بندی موادغذائی	۲٦/۳	۰/۷۹۹	۳۳۵	۰/۰۰۰	٦۷۵/۷٤
تولید مواد غذائی جدید	۳۵/۳	۰/۸۳۰	۳۳۵	۰/۰۰۰	۰٦٤/۷٤
تولید غذا در شرایط متفاوت	۳۳/۳	۰/۸۰۷	۳۳۵	۰/۰۰۰	٦۱۸/۷۵
افزایش عمر مواد غذائی	۱۱/۳	۰/۷۱۰	۳۳۵	۰/۰۰۰	۲۸۳/۸۰

سطح معنی‌داری و مقدار t، ۱۰ شاخص مزایای استفاده از نانوفناوری در صنایع غذائی عبارتند از: ۱) تامین سلامت غذایی (t-value=۸۳/۱٤۷, sig=۰/۰۰۰)، ۲) شناسایی ویروس‌های موجود در مواد غذایی (t-value=۸۰/۵۷۳, sig=۰/۰۰۰)، ۳) تحول در رنگ‌های مواد غذایی (t-value=۸٦/٦۵۸, sig=۰/۰۰۰)، ٤) افزودن طعم‌های جدید به مواد غذائی (sig=۰/۰۰۰

(t-value=۸۳/۸۷۲, ۵) کاهش بوی نامطبوع غذایی (t-value=۸۶/۶۵۸, sig=۰/۰۰۰)، ۶) افزایش عمر مواد غذائی (t-value=۷۳/۲۸۲, sig=۰/۰۰۰)، ۷) تاثیر در صنایع بسته‌بندی موادغذائی (t-value=۷۴/۶۷۵, sig=۰/۰۰۰)، ۸) تولید مواد غذائی جدید (sig=۰/۰۰۰, t-value=۷۴/۰۶۴)، ۹) تولید غذا در شرایط متفاوت (t-value=۷۵/۶۱۸, sig=۰/۰۰۰)، ۱۰) افزایش عمر مواد غذائی (t-value=۸۰/۲۸۳, sig=۰/۰۰۰).

همچنین میانگین تمامی ۱۰ شاخص مربوط به مزایای استفاده از نانو فناوری در صنایع غذائی نیز بیشتر از میانگین متوسط نظری (۳) است. ۱) تامین سلامت غذایی (۳/۸۵>۳)، ۲) شناسایی ویروس‌های موجود در مواد غذایی (۳/۸۳>۳)، ۳) تحول در رنگ‌های مواد غذایی (۳/۸۳>۳)، ٤) افزودن طعم‌های جدید به مواد غذائی (۳/۸٦>۳)، ۵) کاهش بوی نامطبوع غذایی (۳/۲۷>۳)، ٦) افزایش عمر مواد غذائی (۳/۱۸>۳)، ۷) تاثیر در صنایع بسته‌بندی موادغذائی (۳/۲٦>۳)، ۸) تولید مواد غذائی جدید (۳/۳۷>۳)، ۹) تولید غذا در شرایط متفاوت (۳/۳۳>۳)، ۱۰) افزایش عمر مواد غذائی (۳/۱۱>۳).

۲- زیرساخت‌های موجود نانوتکنولوژی مرتبط با صنایع غذایی در داخل ایران چیست؟

مطابق با جدول ۹ تمامی ۱۰ شاخص مربوط به زیرساخت‌های موجود نانوتکنولوژی مرتبط با صنایع غذائی دارای سطح معنی‌داری بیشتر از ۱/۹٦+ هستند و sig نیز کمتر از ۰/۰۵ است بنابراین می‌توان گفت زیرساخت‌های موجود نانوتکنولوژی مرتبط با صنایع غذائی دارای وضعیت مطلوب است.

جدول ۹: نتایج آماره تی‌تک نمونه‌ای زیرساخت‌های موجود نانوتکنولوژی مرتبط با صنایع غذائی

شاخص‌ها	میانگین	انحراف معیار	درجه ازادی	سطح معنی داری	t
نیازمندی به تحقیقات گسترده	۳/۱۰	۰/۹٦۰	۳۳۵	۰/۰۰۰	۵۹/۲۳۱
نیازمندی به سرمایه‌گذاری قوی	۳/۰۸	۰/٦۰۳	۳۳۵	۰/۰۰۰	۹۳/۷٤۸
نیازمند به کارشناسان متخصص	۲/٦۸	۰/۷۹۳	۳۳۵	۰/۰۰۰	٦۱/۹٤٦
شناخت انواع کاربردهای نانو در صنایع غذائی	۳/۰٦	۰/۷۸۰	۳۳۵	۰/۰۰۰	۷۱/۹۹۲
همکاری بین‌شرکتی	۲/۵۳	۰/٦۹۰	۳۳۵	۰/۰۰۰	٦۷/۲۵۳

نیازمندی به آزمایشگاه‌های کنترل کیفی به روز	۳/٤٦	۰/۸۹۷	۳۳۵	۰/۰۰۰	۷۰/۷۸۹
نیازمندی به گسترش رشته‌های تحصیلی دانشگاهی	۳/۱۸	۰/۷۹۷	۳۳۵	۰/۰۰۰	۷۳/۲۸۲
همکاری بین صنایع غذائی و دانشگاه	۳/۲٦	۰/۷۹۹	۳۳۵	۰/۰۰۰	۷٤/٦۷۵
وجود آزمایشگاه‌های موردنیاز نانو	۳/۳۵	۰/۸۳۰	۳۳۵	۰/۰۰۰	۷٤/۰٦٤
نیازمندی به تحقیقات گسترده	۳/٤۳	۰/۸۹۵	۳۳۵	۰/۰۰۰	۷۰/۳۱۳

سطح معنی‌داری و مقدار t، ۱۰ شاخص زیرساخت‌های موجود نانوتکنولوژی مرتبط با صنایع غذائی عبارتند از:

نیازمندی به تحقیقات گسترده (t-value=۵۹/۲۳۱, sig=۰/۰۰۰)، نیازمندی به سرمایه‌گذاری قوی (t-value=۹۳/۷۸٤, sig=۰/۰۰۰)، نیازمند به کارشناسان متخصص (sig=۰/۰۰۰ ,t-value=٦۱/۹٤٦)، شناخت انواع کاربردهای نانو در صنایع غذائی (t-=۷۱/۹۹۲, sig=۰/۰۰۰ value)، همکاری بین‌شرکتی (t-value=٦۷/۲۵۳, sig=۰/۰۰۰)، نیازمندی به آزمایشگاه‌های کنترل کیفی به روز (t-value=۷۰/۷۸۹, sig=۰/۰۰۰)، نیازمندی به گسترش رشته‌های تحصیلی دانشگاهی (t-value=۷۳/۲۸۲, sig=۰/۰۰۰)، همکاری بین صنایع غذائی و دانشگاه (t-value=۷٤/٦۷۵, sig=۰/۰۰۰)، وجود آزمایشگاه‌های موردنیاز نانو (sig=۰/۰۰۰ ,t-value=۷٤/۰٦٤)، نیازمندی به تحقیقات گسترده (t-value=۷۰/۳۱۳, sig=۰/۰۰۰).

دقت در میانگین شاخص‌های زیرساخت‌های موجود نانو تکنولوژی مرتبط با صنایع غذائی نیز نشان داد؛ نیاز به کارشناسان متخصص با میانگین ۲/٦۸ و همکاری بین شرکتی با میانگین ۲/۵۳ دارای میانگین کمتری از حدمتوسط هر سئوال هستند که نشان‌دهنده ضعف زیرساختی در این حوزه است. بقیه ۸ شاخص دارای میانگین بالاتری از ۳ هستند که نشان‌دهنده وضعیت مطلوب هر شاخص زیرساختی است.

۳- تاثیر استفاده از نانوتکنولوژی در صنایع کنسروی چیست؟

مطابق با جدول ۱۰ تمامی ۱۰ شاخص مربوط به تاثیر استفاده از نانو تکنولوژی در صنایع کنسروی دارای سطح معنی‌داری بیشتر از ۱/۹٦+ هستند و sig نیز کمتر از ۰/۰۵ است.

جدول ۱۰: نتایج آماره تی‌تک نمونه‌ای تاثیر استفاده از نانو تکنولوژی در صنایع کنسروی

شاخص‌ها	میانگین	انحراف معیار	درجه ازادی	سطح معنی داری	t
تحول در بسته‌بندی مواد غذائی	۳/۱۱	۰/۷۱۰	۳۳۵	۰/۰۰۰	۸۰/۲۸۳
بهبود پوشش‌های مواد غذائی	۳/۸٦	۰/۸٤٤	۳۳۵	۰/۰۰۰	۸۳/۸۷۲
به‌روزرسانی تولید موادغذائی	۳/۷٦	۰/۷۹۵	۳۳۵	۰/۰۰۰	۸٦/۷۲۲
تولید مواد غذائی متنوع	۲/۸۲	۰/۷٦۰	۳۳۵	۰/۰۰۰	٦۸/۰۸۷
عدم آسیب‌رسانی به محیط‌زیست	۲/۷٤	۰/۷۱٤	۳۳۵	۰/۰۰۰	۷۰/۲۵۹
تولید انبوه مواد غذائی	۲/۳٦	۰/٦۹۵	۳۳۵	۰/۰۰۰	٦۲/۳٤۷
تامین امنیت غذائی	۳/۳۵	۰/۸۳۷	۳۳۵	۰/۰۰۰	۷۳/٤۱۲
گسترش قابلیت صادرات مواد غذائی	۲/۷۵	۰/۸۸۲	۳۳۵	۰/۰۰۰	۵۷/۲۲٦
تاثیرگذاری بر راه‌اندازی خطوط جدید صنایع غذائی	۳/۷۳	۰/۷٦٦	۳۳۵	۰/۰۰۰	۸۹/۲۸٦
تحول در آنزیم‌های مواد غذائی	۲/۷۹	۰/۷۰٦	۳۳۵	۰/۰۰۰	۷۲/۵۹۱

بنابراین می‌توان گفت استفاده از نانو تکنولوژی در صنایع کنسروی تاثیر دارد. اما دقت در گویه‌ها نشان می‌دهد تولید مواد غذائی متنوع با میانگین ۲/۸۲ ، عدم آسیب‌رسانی به محیط‌زیست با میانگین ۲/۷٤، تولید انبوه مواد عذائی با میانگین ۲/۳٦، گسترش صادراتی مواد غذائی با میانگین ۲/۷۵ و تحول در آنزیم‌های مواد غذائی با میانگین ۲/۷۹ کمتر از حدمتوسط هر پرسش را دارند بنابراین این گویه‌ها تاثیرات کمتر استفاده از نانو تکنولوژی در صنایع کنسروی را نشان می‌دهد.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در فرضیه اول تحقیق امکان‌سنجی توسعه فناوری نانو در صنایع غذائی موردنظر بود. نتایج حاصل از آزمون فرضیه اصلی تحقیق نشان داد که امکان توسعه فناوری نانو در صنایع غذائی وجود دارد. باتوجه به این که فناوری نانو در صنایع غذائی ایران از سال‌ها پیش در حال بهره‌گیری است توسعه آن بیش از پیش ضروری است اما این صنایع به علت گستردگی و فناوری نانو به علت کاربرد باید مطالعات امکان‌سنجی دقیقی را داشته باشند به ویژه در زمینه زیرساخت‌ها به زیرساخت‌های فیزیکی و فکری توجه ویژه‌ای شود و شناخت کافی از فناوری نانو در صنایع غذائی بدست آید. اما نکته این‌جاست که امکان‌سنجی محدود به حوزه زیرساختی یا تجهیزات نیست بلکه بازارهای هدف این صنایع با فناوری نانو نیز باید شناسایی شود از همین‌رو بنظر

می‌رسد امکان‌سنجی باید بتواند نوعی تعادل و تعامل بین بازار، قابلیت‌های فنی-تجهیزاتی و فکری و تخصصی و نیز قابلیت‌های فناوری نانو و صنایع غذائی را بهم مربتط نماید. بنظر می‌رسد همین تعامل وجود دارد بدین صورت که صنایع غذایی با گستردگی شاخه‌های درصدد تولید مجموعه‌ای از غذاهای متنوع است و در کنار آن صنایع بسته‌بندی و فرآوری نیز وجود دارند که در این زنجیره امکانات و قابلیت‌های فناوری نانو می‌تواند امکان گسترش و توسعه بلندمدت را بدست آورد همچنین به مرور روزآمد و نوسازی نیز شود.

در فرضیه اول فرعی تحقیق که بر شناسایی مزایای استفاده از نانوفناوری در صنایع غذائی متمرکز بود نتیجه نشان داد که استفاده از نانوتکنولوژی در صنایع غذایی از کشاورزی تا بسته‌بندی دارای مزایای متعددی است. در صنایع غذایی، فناوری نانو تولیدکنندگان را ترغیب کرده تا در کلیه مراحل تولید، بسته‌بندی و نگهداری از این فناوری استفاده نمایند؛ زیرا مزایای بالقوه استفاده از آن مانند تولید طعم‌ها یا رنگ‌های قوی، بهبود فراهمی زیستی مواد مغذی و تشخیص باکتری‌ها در بسته‌بندی اثبات شده است. البته اطلاع‌رسانی در زمینه مزایای فناوری نانو در مواد غذایی هنوز یکی از بزرگترین چالش‌های صنعت بوده و بعضی می‌گویند که میزان توسعه در این بخش پایین است. با این حال، با استفاده از برنامه‌های متنوع که همه چیز را از ایمنی غذا تا تغذیه بهتر، کاهش زباله‌های مواد غذایی و بسته‌بندی زیست‌تخریب‌پذیر بهبود می‌بخشد، مصرف‌کنندگان به صورت اجتناب‌ناپذیر در سال‌های آینده بیشتر ترکیبات نانو مواد را در محصولات مصرفی خود خواهند داشت.

یکی از کاربردهای فناوری نانو که خیلی زود تجاری شد، در زمینه بسته‌بندی مواد غذایی بود. در حال حاضر، تخمین زده می‌شود که بین ٤٠٠ تا ٥٠٠ محصول مواد غذایی از بسته‌بندی نانویی استفاده می‌کنند. پیش‌بینی می‌شود که در ۱۰ سال آینده حدود ۲۵٪ از بسته‌بندی‌های مواد غذایی از فناوری‌نانو استفاده کنند. هدف اصلی استفاده از بسته‌بندی نانویی، افزایش دوام و ماندگاری مواد غذایی است. برای این منظور باید تبادل گاز، نور و رطوبت بین فضای بیرون و داخل بسته‌بندی را کنترل کرد. در ادامه، به برخی از کاربردهای فناوری‌نانو در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی اشاره می‌شود. می‌توان بسته‌بندی نانویی را طوری طراحی کرد که مواد ضد باکتری، آنزیم‌ها، مواد مغذی یا طعم‌دهنده‌هایی را از خود آزاد کنند. به این ترتیب، عمر مواد غذایی در بسته‌بندی نانویی بیشتر می‌شود.

در فرضیه دوم فرعی تحقیق که بر شناسایی زیرساخت‌های زیرساخت‌های موجود نانوتکنولوژی مرتبط با صنایع غذایی در داخل ایران متمرکز بود نتیجه نشان داد که زیرساخت‌های موجود نانوتکنولوژی مرتبط با صنایع غذائی موجود و دارای وضعیت مطلوب است.

در فرضیه سوم که هدف تاثیر استفاده از نانوتکنولوژی در صنایع کنسروی بود نتیجه آزمون فرضیه سوم نشان داد که استفاده از نانو تکنولوژی در صنایع کنسروی تاثیرمثبت دارد.

عموما نقش اصلی نانو فناوری در صنایع کنسروی بیشتر محافظت و نگهداری از مواد غذائی کنسروشده است. فناوری نانو توانسته روکش‌های غذائی را توسعه دهد که در نگهداری و مصون نگهداشتن غذای کنسروشده از انواع میکروب‌ها برای مدت طولانی موثر باشد. همچنین در این فناوری قوطی‌های کنسرو می‌تواند با فناوری نانو در کوتاه مدت تجزیه شده و از آلودگی محیط‌زیست جلوگیری نماید از همین‌رو بنظر می‌رسد تحول عمده‌ای که این فناوری موجب شده بسته‌بندی و استفاده از آنزیم‌های مخصوص برای حفاظت بیشتر غذای کنسور شده است. در حوزه بسته‌بندی، امروزه از پلاستیک‌ها برای بسته‌بندی برخی از مواد غذایی استفاده می‌شود. مشکل اصلی پلاستیک‌ها این است که وقتی به صورت زباله دور ریخته می‌شود، برای مدت‌های طولانی در طبیعت باقی می‌ماند و تجزیه نمی‌شود. این مسئله، باعث آلودگی محیط زیست می‌شود. از فناوری نانو برای ساختن بسته‌بندی‌های پلاستیکی بیولوژیکی که بتوانند در طبیعت تجزیه شوند، کمک گرفته می‌شود. این پلاستیک‌ها از گیاهان ساخته می‌شوند و دوست‌دار محیط زیست هستند. نانولوله‌های کربنی نیز می‌توانند در بسته‌بندی مواد غذایی به کار روند. این مواد، اکسیژن و گاز دی‌اکسیدکربن را که سبب فساد ماده غذایی می‌شود، به بیرون پمپ می‌کنند.

تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از همه خبرگان و کسانی که در انجام مصاحبه و توزیع پرسشنامه ها در این پژوهش کمک کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

کد ارکید

Mahmonir Bayanati https://orcid.org/۰۰۰۰-۰۰۰۲-٤۲۳٦-٦۱۱۰

Maryam Bayanati https://orcid.org/۰۰۰۰-۰۰۰۲-۱۲۲٥-۷٥۳۸

منابع

Akram, N., Saeed, M., Mansha, A., Bokhari, T. H., & Ali, A. (۲۰۲۳). Metal packaging for food items advantages, disadvantages and applications. In *Green sustainable process for chemical and environmental engineering and science* (pp. ۱۲۹-۱٤۱): Elsevier.

Ayre, C., & Scally, A. J. (۲۰۱٤). Critical values for Lawshe's content validity ratio: revisiting the original methods of calculation. *Measurement and evaluation in counseling and development, 47*(۱), ۷۹-۸٦.

Berekaa, M. M. (۲۰۱٥). Nanotechnology in food industry; advances in food processing, packaging and food safety. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 4*(٥), ۳٤٥-۳٥۷.

Berger, M. (۲۰۲۲). The promises of food nanotechnology. *Appentiks A of the Report of Friends of the Earth (http://www. foe. org/pdf/nano_food. pdf (17 Σεπτεμβρίου 2010).*

Brown, J. D. (۲۰۰۲). The Cronbach alpha reliability estimate. *JALT Testing & Evaluation SIG Newsletter, 6*(۱).

Dasgupta, N., Ranjan, S., Mundekkad, D., Ramalingam, C., Shanker, R., & Kumar, A. .(۲۰۱٥)Nanotechnology in agro-food: from field to plate. *Food Research International, 69*, ۳۸۱-٤۰۰.

del Rosario Herrera-Rivera, M., Torres-Arellanes, S. P., Cortés-Martínez, C. I., Navarro-Ibarra, D. C., Hernández-Sánchez, L., Solis-Pomar, F., . . . Román-Doval, R. (۲۰۲٤). Nanotechnology in food packaging materials: role and application of nanoparticles. *RSC advances, 14*(۳۰), ۲۱۸۳۲-۲۱۸٥۸.

Egbuna, C., Jeevanandam, J., Patrick-Iwuanyanwu, K. C., & Onyeike, E. N. Application of Nanotechnology in Food Science, Processing and Packaging. In: Springer.

Fadiji, A. E., Mthiyane, D. M. N., Onwudiwe, D. C., & Babalola, O. O. (۲۰۲۲). Harnessing the known and unknown impact of nanotechnology on enhancing food security and reducing postharvest losses: Constraints and future prospects. *Agronomy, 12*(۷), ۱٦٥۷.

Flampouri, E., Imar, S., OConnell, K., & Singh, B. (۲۰۱۹). Spheroid-۳D and monolayer-۲D intestinal electrochemical biosensor for toxicity/viability testing: Applications in drug screening, food safety, and environmental pollutant analysis. *ACS sensors, 4*(۳), ٦٦۰-٦٦۹.

ILEŠ, D., MARTINOVIĆ, G., & KOZAK, D. (۲۰۱۱). Review of potential use, benefits and risks of nanosensors and nanotechnologies in food. *Strojarstvo: časopis za teoriju i praksu u strojarstvu, 53*(۲), .۱۳٦-۱۲۷

Kumar, S., Spandanagowda, N., Tirole, R., & Dave, V. (۲۰۲۲). Nanotechnology in the Agriculture Industry. In *Nanotechnology* (pp. ۱٥۷-۱۷٤): CRC Press.

Li, Y., Man, S., Ye, S., Liu, G., & Ma, L. (۲۰۲۲). CRISPR-Cas-based detection for food safety problems: Current status, challenges, and opportunities. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 21*(٤), ۳۷۷۰-۳۷۹۸.

Mahmud, J., Sarmast, E., Shankar, S., & Lacroix, M. (۲۰۲۲). Advantages of nanotechnology developments in active food packaging .*Food Research International*, ۱۱۱۰۲۳.

Mihindukulasuriya, S., & Lim, L.-T. (۲۰۱٤). Nanotechnology development in food packaging: A review. *Trends in Food Science & Technology, 40*(۲), ۱٤۹-۱٦۷.

Prakash, S., Kumari, M., & Chauhan, A. K. (۲۰۲٤). The intervention of nanotechnology in food packaging: a review. *Journal of Materials Science*, ٥۹(۷), ۲٥۸٥-۲٦۰۱.

Rashidi, L., & Khosravi-Darani, K. (۲۰۱۱). The applications of nanotechnology in food industry. *Critical reviews in food science and nutrition, 51*(۸), ۷۲۲-۳۷۳۰.

Sekhon, B. S. (۲۰۱۰). Food nanotechnology–an overview. *Nanotechnology, science and applications, 3*, ۱.

Sharma, C., Dhiman, R., Rokana, N., & Panwar, H. (۲۰۱۷). Nanotechnology: an untapped resource for food packaging. *Frontiers in microbiology, 8*, .۱۷۳٥

Sharon, M., Choudhary, A. K., & Kumar, R. (۲۰۱۰). Nanotechnology in agricultural diseases and food safety. *Journal of Phytology, 2*(٤).

Siegrist, M., Stampfli, N., Kastenholz, H., & Keller, C. (۲۰۰۸). Perceived risks and perceived benefits of different nanotechnology foods and nanotechnology food packaging. *Appetite, 51*(۲), ۲۸۳-۲۹۰.

Singh, T., Shukla, S., Kumar, P., Wahla, V., Bajpai, V. K., & Rather, I. A. (۲۰۱۷). Application of nanotechnology in food science: perception and overview. *Frontiers in microbiology, 8*, ۱٥۰۱.

Sozer, N., & Kokini, J. L. (۲۰۰۹). Nanotechnology and its applications in the food sector. *Trends in biotechnology, 27*(۲), ۸۲-۸۹.

Thirumalai, A., Harini, K., Pallavi, P., Gowtham, P., Girigoswami, K., & Girigoswami, A. (۲۰۲۲). Nanotechnology driven improvement of smart food packaging. *Materials Research Innovations*, ۱-۱۰.

Thiruvengadam, M., Rajakumar, G., & Chung, I.-M. (۲۰۱۸a). Nanotechnology: current uses and future applications in the food industry. *3 Biotech, 8*(۱), ۱-۱۳.

Thiruvengadam, M., Rajakumar, G., & Chung, I.-M. (۲۰۱۸b). Nanotechnology: current uses and future applications in the food industry. *3 Biotech, 8*, ۱-۱۳.

Vijayakumar, M., Surendhar, G., Natrayan, L., Patil, P. P., Ram, P., & Paramasivam, P. (۲۰۲۲). Evolution and Recent Scenario of Nanotechnology in Agriculture and Food Industries. *Journal of Nanomaterials, 2022*.

Waltz, C. F., & Bausell, B. R. (۱۹۸۱). *Nursing research: design statistics and computer analysis*: Davis Fa.