

## شناسایی موانع تجاری سازی فناوری نانو در بخش کشاورزی Identification of Barriers in Nanotechnology Commercialization in Agriculture Sector

محمد رضا سلیمانپور<sup>۱\*</sup>، سید جمال فرج الله حسینی<sup>۲</sup>، سید مهدی میردامادی<sup>۳</sup> و  
علی مراد سرافرازی<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین - پیشوا، باشگاه پژوهشگران جوان، ورامین، ایران،  
<sup>۲</sup> دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه ترویج و آموزش کشاورزی، تهران، ایران،  
<sup>۳</sup> دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه ترویج و آموزش کشاورزی، تهران، ایران،  
<sup>۴</sup> استادیار گروه حشره شناسی، مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی، تهران، ایران،

---

\* نویسنده مسئول E-mail: m\_soleimanpour@yahoo.com

## خلاصه

تحقیق حاضر با هدف کلی شناسایی و تحلیل موانع تجاری سازی فناوری نانو در بخش کشاورزی طراحی و انجام پذیرفت. روش تحقیق بکاربرده شده در این مطالعه، از نوع توصیفی است. جامعه آماری تحقیق شامل محققان مؤسسات و مراکز تحقیقات ملی کشاورزی در سراسر ایران می باشد. حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران ۲۱۰ نفر محاسبه و نمونه گیری به صورت تصادفی طبقه ای انجام شد. ابزار گردآوری اطلاعات در این پژوهش پرسشنامه ای بود که روایی آن با توجه به نظرات گروهی از اساتید دانشگاهی و محققان فناوری نانو، به اثبات رسید. در ارزیابی پایایی، متوسط ضریب کرونباخ آلفا برای پرسشنامه ۰/۸۴ محاسبه شد که نشان دهنده پایایی مطلوب ابزار تحقیق می باشد. همچنین به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات گردآوری شده از نرم افزار SPSS استفاده شد. یافته های این پژوهش نشان می دهد که موانعی مثل «کمبود دانش فنی لازم و به روز در زمینه فناوری نانو در بخش کشاورزی»، «کمبود کارشناسان و مدیران ماهر و کارآفرین، متخصص و باتجربه در زمینه فناوری نانو» و «عدم آشنایی کافی سیاست گزاران و کارشناسان فعال در زمینه فناوری نانو با مقوله سرمایه گذاری ریسک پذیر» از مهم ترین موانع تجاری سازی فناوری نانو در بخش کشاورزی محسوب می گردد.

واژه های کلیدی: فناوری نانو، تجاری سازی، محقق کشاورزی، بخش کشاورزی.

## Abstract

The present study was done to identify and analysis barriers to commercialization of nanotechnology in agriculture sector. The research method used in this study is descriptive method. The population of the study is researchers of agricultural research institutes and centers through Iran. Sample size was estimated 210 through Cochran formula and sampling was done using stratified sampling technique. Data collecting tool of the study was a questionnaire that its validity was proved based on the comments of a group of nanotechnology faculty and researchers. To assess reliability, Cronbach's coefficient alpha was estimated to be 84% that indicates the reliability of the questionnaire is desirable. The data was analyzed using SPSS software. The findings of this study show that barriers such as "lack of necessary technical knowledge in the field of nanotechnology in agriculture," "lack of skilled, professional and experienced experts and managers in the field of nanotechnology" and "lack of sufficient knowledge of nanotechnology policymakers and experts on the issue of venture investment" are some of the most important barriers to commercialization of nanotechnology in agriculture sector.

**Key Words:** Nanotechnology, Commercialization, Agricultural researcher, Agriculture sector.

## مقدمه

امروزه جامعه های بشری در نقطه عطف انقلاب فناوری های نوین قرار دارند، که تغییرهای بسیار شگرفی را در شیوه فعالیت های کشاورزی به ارمغان خواهند آورد. این فناوری ها می توانند نقش بسیار مهمی در افزایش بهره وری و بهبود کیفیت محصولات تولید شده کشاورزان را داشته باشند ( Wheeler, 2005; Joseph & Morrison, 2006; Warad & Dutta, 2006). در این میان فناوری نانو به عنوان یک فناوری توانمند نوین، توانایی ایجاد انقلاب و دگرگونی های عظیم را در سیستم تأمین مواد غذایی و کشاورزی، در گستره جهانی دارد. فناوری نانو می تواند ابزار جدیدی را برای استفاده در بیولوژی مولکولی و سلولی و همچنین تولید مواد جدیدی، برای شناسایی عامل های بیماری زا معرفی نماید و بنابراین چندین دیدگاه مختلف در فناوری نانو وجود دارد که می تواند در علوم کشاورزی و صنایع غذایی، کاربرد داشته باشد (اطمینان، ۱۳۸۷). فناوری نانو امکانات بیشتری را نسبت به فناوری زیستی ارائه می دهد. این فناوری تعداد بیشتری از بخش های جامعه را پوشش می دهد و رشته های علمی بیشتری را درگیر می کنند. اما آینده آن در بخش کشاورزی نامعلوم است (Busch, 2008).

اگرچه امروزه کاربردهای گوناگون فناوری نانو در بخش کشاورزی در مراحل آغازین و نوظهور خود قرار دارد، اما در دهه های آینده شاهد افزایش کاربرد ابزارها و فنون توسعه یافته توسط فناوری نانو در حوزه های مختلف این بخش خواهیم بود (Schaller & Klimov, 2004; Moraru et al., 2005; Warad & Dutta, 2006).

از کاربردهای اخیر فناوری نانو در بخش کشاورزی می توان به کشاورزی دقیق اشاره کرد که در آن تعداد زیادی متغیر تحت نظارت قرار می گیرند و نهاده هایی مثل آب، کود، آفت کش، علف کش و غیره در مقدار و مکان خاص و معینی که نیاز است بکار می روند (Foladori & Invernizzi, 2007).

فناوری نانو یکی از فناوری های پایه و معمول است که همانند علم مواد، فناوری اطلاعات و زیست فناوری، صنایع با فناوری بالا را در قرن بیست و یکم پشتیبانی خواهد کرد. علاوه بر این، ایجاد صنایع و کسب و کار جدید با فناوری بالا یک هسته مرکزی را تشکیل می دهد

که قدرت رقابت صنایع را در سطح جهانی در آینده پشتیبانی خواهد کرد. به همین علت، دولت‌ها و شرکت‌های بخش خصوصی تلاش می‌کنند سیاست‌ها و برنامه‌هایی در جهت افزایش تحقیقات در زمینه فناوری نانو و همچنین هموار کردن مسیر تجاری‌سازی نتایج تحقیقات طراحی شوند (ستاد نانو، ۱۳۸۴).

تجاری‌سازی فناوری عبارت است از تولید نمونه اولیه از طریق انتقال فناوری توسعه یافته و تحقیقاتی، به طوری که بتوان آن را به عنوان ترکیبی از فرآیندهای تولید و مهندسی قبل از ترخیص کالا به بازار دانست. به عنوان جامع‌ترین مفهوم، تجاری‌سازی شامل مجموعه‌ای از فعالیت‌ها می‌شود که قادر به کسب ایده‌های تجاری‌سازی فناوری، به مرحله رشد رساندن آنها، توسعه فناوری تحقق یافته تحقیقاتی، ساخت نمونه اولیه با استفاده از فناوری‌های توسعه یافته، توسعه فرآیند جدید یا بهینه‌سازی فرآیندهای موجود عرضه محصول به بازار، ایجاد موقعیت فروش و ایجاد زیرساخت‌های جدید می‌باشد (APCTT, 2005).

به طور کلی تجاری‌سازی فرآیندی پرهزینه و طولانی مدت است، علاوه بر این، خروجی آن دارای عدم اطمینان بالایی است. هزینه تجاری‌سازی به طور میانگین ۱۰ تا ۱۰۰ برابر بیشتر از هزینه ایجاد فناوری جدید می‌باشد. همچنین احتمال موفقیت آن بسیار کم است و در حدود کمتر از ۵ درصد از فعالیت‌های تجاری‌سازی فناوری‌های نوین با موفقیت همراه بوده‌اند. اگر هم تجاری‌سازی فناوری با موفقیت روبه رو شود، مدت زمان زیادی به طول می‌انجامد. تجاری‌سازی تحقیقات دانشگاهی به طور متوسط ۶ سال زمان می‌برد، در حالی که در مورد فناوری‌های نوین این زمان ممکن است به یک دهه نیز برسد (Reamer et al., 2003).

در مورد طرح‌های فناوری نانو، اغلب فعالیت‌های تجاری‌سازی با ایجاد شرکت‌های نوپا صورت می‌گیرد که این امر به طور معمول در قالب چهار مرحله راه‌اندازی شرکت‌ها، سرمایه‌گذاری، رشد و خروج انجام می‌شود. یکی از روش‌ها برای راه‌اندازی شرکت‌های نانو، بهره‌گیری از کارآفرینان مستقل است (Waitz & Bokhari, 2003). اما با توجه به اینکه نانوفناوری بر مبنای علوم فیزیک استوار است، سرمایه مورد نیاز برای راه‌اندازی آزمایشگاه و

فراهم آوردن سایر امکانات به منظور انجام فعالیت‌های تحقیقاتی و ایجاد فناوری بسیار بالا خواهد بود و این موضوع به عنوان یکی از مانع‌های تجاری‌سازی فناوری نانو تلقی می‌شود. بدون شک برای تسهیل جریان توسعه و تجاری‌سازی فناوری نانو در کشور باید مانع‌های مختلفی را از جلوی راه محققان، کارآفرینان و صنعت‌گران برداشت. بر خلاف باور بسیاری از صاحب‌نظران، اغلب این مشکلات به خصوصیات فناوری نانو مربوط نمی‌شود، بلکه به مسائل کلی کشور برمی‌گردد که سایر فناوری‌ها را نیز می‌تواند شامل شود. ناصری و طباطباییان (۱۳۸۵) در مطالعه خود پیرامون تجاری‌سازی فناوری نانو، این مشکلات را شامل مسائل زیرساختی، مدیریتی، فرهنگی-اجتماعی، اقتصادی دانسته‌اند.

به باور پالمینترا (۲۰۰۷) عامل‌های مختلفی می‌تواند بر فرآیند تجاری‌سازی یک محصول جدید در حوزه فناوری نانو مؤثر باشد، اما مهم‌ترین عاملی که در راه‌اندازی یک کسب و کار باید مورد توجه باشد حقوق مالکیت معنوی است که اولین گام در تجاری‌سازی فناوری نانو تلقی می‌شود (Palmintera, 2007). نتایج یک کارگاه آموزشی در مورد کسب و کار نانو نشان می‌دهد که عامل‌هایی مثل کمبود کارکنان شایسته و ماهر، عدم تمایل صنعت برای پذیرش فناوری‌های بنیادی جدید، و تولید ناکافی فناوری از جانب مراکز تحقیقاتی به عنوان مانع‌ها تجاری‌سازی نانو توسط شرکت‌کنندگان کارگاه شناخته شده است (Lojkowski & Werner, 2007). بنابراین افرادی که در تجاری‌سازی علم و فناوری نانو دخیل هستند به منظور توسعه مهارت‌های مدیریتی و درک مسائل مالی و بازار نیازمند آموزش تخصصی می‌باشند.

گاپونکو (۲۰۰۵) در تحقیقی به بررسی وضعیت فناوری نانو در کشور روسیه می‌پردازد. وی اشاره می‌کند در مقایسه با سایر کشورها، روسیه در زمینه ظرفیت تحقیق و توسعه قدرتمند است، اما به طور چشمگیری در تجاری‌سازی تحقیق و توسعه و راه‌اندازی شرکت‌های جدید ضعیف است. عامل‌های زیادی از جمله عوامل تاریخی و فرهنگی مسبب این وضعیت هستند، اما به نظر می‌رسد اقدام‌های نامتناسب دولتی مسئولیت بیشتری دارند. چرا که هیچ

اقدام یا فعالیتی برای حمایت از شرکت‌های غیرفعال و شرکت‌های در حال راه‌اندازی، همچنین حمایت از شبکه‌ها و روابط دانشگاه-صنعت وجود ندارد (Gaponenko, 2005). فرح‌اله حسینی و اسماعیلی (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای تحت عنوان تعیین مانع‌های تجاری‌سازی فناوری نانو در بخش کشاورزی، هشت عامل زیرساختی، تولید، کسب و کار، مدیریتی، اقتصادی، فنی، فرهنگی-اجتماعی و تحقیقاتی را به عنوان مانع‌های اصلی این فرآیند برشمردند. در پژوهشی دیگر سلیمانپور و همکاران (۲۰۱۱) نتیجه گرفتند که عوامل زیرساختی، دانش فنی، ساختاری، اقتصادی، سیاست‌گذاری و زیست‌محیطی مانع‌های اصلی این فرآیند می‌باشند و در این میان، مانع زیرساختی مهم‌ترین مانع تجاری‌سازی فناوری نانو است.

بر اساس مطالب فوق و با توجه به نقش فناوری نانو در آینده بخش کشاورزی، تبدیل تحقیقات نانو به تولیدات و رساندن این تولیدات به بازار، مستلزم تجاری‌سازی است که انجام این مهم با مانع‌های بسیاری مواجه است. لذا این تحقیق با هدف شناسایی موانع تجاری‌سازی فناوری نانو در بخش کشاورزی انجام گرفته است. چرا که با شناخت این مانع‌های و سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی دقیق در راستای رفع آنها، می‌توان گامی مؤثر در جهت تجاری‌سازی و انتقال این فناوری نوظهور به عرصه بازار برداشت.

### روش شناسی تحقیق

این تحقیق از نوع تحقیقات کاربردی است که به روش توصیفی انجام گرفته است. جامعه آماری پژوهش حاضر شامل محققان مؤسسات و مراکز تحقیقات ملی کشاورزی در سراسر کشور می‌باشد. به منظور تعیین حجم نمونه ابتدا یک گروه ۳۰ نفری از محققان به صورت تصادفی انتخاب شدند و از طریق توزیع پرسشنامه در بین آنها، محاسبه واریانس، بر اساس فرمول کوکران حجم نمونه مشتمل بر ۲۱۰ نفر برآورد گردید. نمونه‌گیری به صورت طبقه‌ای با انتساب متناسب انجام شده است که در داخل طبقه‌ها افراد به طور کاملاً تصادفی انتخاب شده‌اند.

ابزار مورد استفاده در این مطالعه پرسشنامه‌ای بوده است که با توجه به هدف های تحقیق طراحی شد. به منظور تعیین قابلیت اعتماد ابزار تحقیق، آزمون مقدماتی با تکمیل ۳۰ پرسشنامه بوسیله محققان فناوری نانو در بخش کشاورزی به عمل آمد و برای هر بخش از پرسشنامه به طور مجزا ضریب کرونباخ آلفا محاسبه شد. بر اساس نتایج این آزمون و ضریب به دست آمده، برخی از سؤالات حذف و در برخی دیگر تغییراتی به عمل آمد. در نهایت ضریب کرونباخ آلفا ۸۳٪ محاسبه شد که نشان‌دهنده پایایی مطلوب ابزار تحقیق می‌باشد. همچنین روایی پرسشنامه نیز با استفاده از نظرات تعدادی از متخصصان ستاد توسعه فناوری نانو و کمیته فناوری نانو وزارت جهاد کشاورزی تأیید شد. تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق حاضر در دو بخش آمار توصیفی و استنباطی و با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شده است. در بخش آمار توصیفی با استفاده از مشخصه‌های آماری نظیر فراوانی، میانگین، واریانس و انحراف معیار به توصیف داده‌های تحقیق پرداخته شده است. در بخش آمار استنباطی نیز از تحلیل عاملی استفاده شده است.

## نتایج، بحث و نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد میانگین سن محققان مورد مطالعه ۴۰ سال بود که جوان‌ترین آنها ۲۸ سال و مسن‌ترین آنان ۵۹ سال داشته‌اند. بر اساس نتایج حاصله از لحاظ مرتبه علمی، ۴۶/۲ درصد از محققان مری، ۳۱/۹ درصد استادیار، ۱۴/۳ درصد دانشیار و ۷/۶ درصد استاد بوده‌اند. همچنین با توجه به نتایج کسب شده، ۱۸/۲ از محققان دانش آموخته رشته بیوتکنولوژی بوده‌اند و پس از آن محققان رشته‌های بیماری‌شناسی گیاهی، اصلاح نباتات، و زراعت به ترتیب با ۱۲/۸، ۱۱/۲ و ۹/۱ درصد بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده‌اند. بر اساس اطلاعات به دست آمده در جدول (۱)، ۴۹ درصد از محققان مورد مطالعه میزان آشنایی خود را با کاربردهای نانو در بخش کشاورزی تاحدودی و ۴۰/۵ درصد زیاد توصیف نمودند. در زمینه ضرورت و لزوم ورود فناوری نانو به بخش کشاورزی، پاسخ ۴۳/۳ درصد از پاسخگویان گزینه زیاد و ۳۰/۰ درصد از پاسخگویان گزینه خیلی زیاد بود. تأثیر

تجاری سازی فناوری نانو در توسعه بخش کشاورزی از دیدگاه ۴۲/۸ درصد از این محققان زیاد و از نگرش ۲۲/۹ درصد از محققان خیلی زیاد توصیف شد. تأثیر راه اندازی SMEها در توسعه و تجاری سازی نانو از دیدگاه ۴۷/۸ درصد محققان زیاد و ۳۲/۴ درصد از آنان تاحدودی توصیف شد. همچنین ۳۵/۶ درصد از محققان تأثیر شرایط کنونی بخش کشاورزی در راه اندازی SMEها را تاحدودی و ۳۲/۲ درصد از آنان این تأثیر را زیاد ارزیابی نمودند.

جدول (۱): دیدگاه محققان در زمینه فناوری نانو در بخش کشاورزی

| ردیف | گروه ها                                           | تعداد | خیلی کم |         | کم   |         | تاحدودی |         | زیاد |         | خیلی زیاد |         |
|------|---------------------------------------------------|-------|---------|---------|------|---------|---------|---------|------|---------|-----------|---------|
|      |                                                   |       | درصد    | فراوانی | درصد | فراوانی | درصد    | فراوانی | درصد | فراوانی | درصد      | فراوانی |
| ۱    | آشنایی با کاربردهای نانو در بخش کشاورزی           | ۲۱۰   | —       | —       | ۲۲   | ۱۰/۵    | ۱۰۳     | ۱/۰     | ۸۵   | ۴۰/۵    | —         | —       |
|      |                                                   | ۳/۳۰  |         |         |      |         | ۴۹      |         |      |         |           |         |
| ۲    | ضرورت ورود فناوری نانو به بخش کشاورزی             | ۲۱۰   | —       | —       | ۶    | ۲/۹     | ۵۰      | ۲۳/۸    | ۹۱   | ۴۳/۳    | ۶۳        | ۳۰/۰    |
| ۳    | تأثیر تجاری سازی نانو در توسعه بخش کشاورزی        | ۲۱۰   | ۲       | ۳/۸۵    | ۳    | ۱/۴     | ۶۷      | ۳۱/۹    | ۹۰   | ۴۲/۸    | ۴۸        | ۲۲/۹    |
| ۴    | تأثیر راه اندازی SMEها در توسعه و تجاری سازی نانو | ۲۰۷   | —       | —       | ۱۳   | ۶/۳     | ۶۷      | ۳۲/۴    | ۹۹   | ۴۷/۸    | ۲۸        | ۱۳/۵    |
| ۵    | تأثیر شرایط کنونی کشاورزی در راه اندازی SMEها     | ۲۰۸   | ۵       | ۳/۳۵    | ۲/۴  | ۳۶      | ۱۷/۳    | ۷۴      | ۳۵/۶ | ۶۷      | ۳۲/۲      | ۱۲/۵    |

در ادامه این تحقیق به منظور پالایش متغیرهای مربوط به مانع ها و مشکلات مورد بررسی و پی بردن به عامل های اصلی که مانع تجاری سازی فناوری نانو در بخش کشاورزی می باشند، از تحلیل عاملی استفاده شد. در تحلیل انجام شده، مقدار KMO، ۰/۸۳۸ محاسبه شده است که بیانگر مناسب بودن همبستگی متغیرهای وارد شده برای تحلیل عاملی می باشد. همچنین نتیجه آزمون بارتلت با مقدار ۳۸۱۳، که در سطح معنی داری ۹۹٪ قرار دارد نشانگر همبستگی بالای متغیرهای وارد شده در تحلیل عاملی می باشد. همچنین برای تعیین تعداد عامل ها در این تحلیل نیز از ملاک کیسر و درصد واریانس استفاده شده است. بر اساس این ملاک، عامل هایی که مقدار ویژه آنها بزرگتر از یک است انتخاب شود. در این مرحله با توجه به ملاک های



مذکور ۶ عامل استخراج شده است که در حدود ۶۴/۴۹ درصد واریانس مربوط به عامل‌ها را تبیین می‌نماید (جدول ۲).

جدول (۲): عامل‌های استخراج شده همراه با مقدار ویژه، درصد واریانس و درصد تجمعی

| عامل‌ها | مقدار ویژه | درصد واریانس | درصد تجمعی واریانس |
|---------|------------|--------------|--------------------|
| عامل ۱  | ۴/۱۴۷      | ۱۴/۸۱        | ۱۴/۸۱              |
| عامل ۲  | ۳/۶۴۱      | ۱۳/۰۰        | ۲۷/۸۱              |
| عامل ۳  | ۳/۳۶۲      | ۱۲/۰۱        | ۳۹/۸۲              |
| عامل ۴  | ۲/۶۶۴      | ۹/۵۲         | ۴۹/۳۴              |
| عامل ۵  | ۲/۳۷۸      | ۸/۴۹         | ۵۷/۸۳              |
| عامل ۶  | ۱/۸۶۴      | ۶/۶۶         | ۶۴/۴۹              |

بر اساس این تحلیل و با توجه به نتایج جدول ۳، متغیرهای «عدم انعطاف‌پذیری قوانین و مقررات کار و تجارت برای راه‌اندازی کسب و کار نانو، ضعف در قوانین تجاری و سیاست‌های مالیاتی مرتبط با فعالیت‌های نوآورانه، ضعف بسترها و زمینه‌های لازم به منظور فعالیت سرمایه‌گذاران خارجی در حوزه نانو، فقدان سازوکارهای مناسب به منظور تأمین امنیت سرمایه‌گذاری در تحقیقات، و ضعف زیرساخت‌های سیاسی-اقتصادی برای توسعه فناوری نانو در کشاورزی» همبستگی بسیار قابل قبولی با عاملی اول دارند زیرا بار عاملی همه آنها از ۵۰ درصد بیشتر است. متغیرهای «کمبود دانش فنی لازم و به روز در زمینه فناوری نانو در بخش کشاورزی، نبود آگاهی کافی در بین محققان و کارشناسان کشاورزی در مورد قابلیت‌های نانو، ضعف آموزش‌های دانشگاهی (آکادمیک) مرتبط با کارآفرینی و مدیریت سرمایه‌گذاری ریسک‌پذیر، و عدم آشنایی سیاست‌گذاران، کارشناسان و کارآفرینان فعال نانو با سرمایه‌گذاری ریسک‌پذیر» نیز همبستگی بسیار قابل قبولی با عامل دوم دارند. چون بار عاملی آنها بیش از ۵۰ درصد می‌باشد. یافته‌های تحقیقات رسولی

(۱۳۸۶)، ناصری و طباطبائی (۱۳۸۵) و مالچ (۲۰۰۵) نیز این متغیرها را از جمله مانع های تجاری سازی برشمردند. به همین ترتیب متغیرهای «فقدان تعامل مؤثر بین محققان و صاحبان سرمایه در زمینه تحقیق و توسعه فناوری نانو، فقدان تشکیلاتی برای اشاعه فرهنگ کارآفرینی در بین محققان و کارشناسان نانو، ضعف شبکه سازی بین کارآفرینان، محققان و سرمایه گذاران در تحقیقات نانو، و عدم همکاری و تعامل کافی بین دانشگاه ها و مراکز تحقیقاتی با SME های فعال نانو» دارای همبستگی بسیار قابل قبولی با عامل سوم، متغیرهای «کمبود منابع مالی لازم برای سرمایه گذاری در حوزه R&D مرتبط با فناوری نانو، عدم دسترسی کافی به بودجه دولتی برای انجام طرح های کسب و کار در زمینه نانو، و عدم وجود زیرساخت های مناسب برای تأمین مالی شرکت های نوپا و SME های فعال نانو» دارای همبستگی بسیار قابل قبولی با عامل چهارم، متغیرهای «فقدان رویکرد دولتی مؤثر در جذب طرح های نوین کسب و کار در حوزه فناوری نانو، روند کند و نامطلوب بررسی طرح های تحقیقاتی حوزه فناوری نانو در بخش دولتی، و فقدان سیاست های جامع در حمایت از شرکت های نوپا و SME های فعال در نانو» دارای همبستگی بسیار قابل قبولی با عامل پنجم، و متغیرهای «خطرهای زیست محیطی ناشی از کاربرد فناوری نانو در بخش کشاورزی، خطرهای ایمنی شغلی در تولید و استفاده از نانو ذرات توسط تولیدکنندگان و مصرف کنندگان، و فقدان قوانین و نظارت های بهداشتی مبتنی بر استانداردهای فناوری نانو» دارای همبستگی بسیار قابل قبولی با عامل ششم می باشند. این موانع در مطالعات مطالعات باقری و محبوبی (۱۳۸۳) و لاترواسر (۲۰۰۸) نیز دارای اهمیت تلقی شده اند. بطور کلی ۲۸ متغیر وارد این تحلیل شده که در نهایت ۲۲ متغیر در تحلیل عاملی پذیرفته شده است. به منظور ساده کردن ساختار عامل ها و تفسیرپذیر کردن آنها و همچنین نام گذاری عامل ها از چرخش عاملی استفاده می شود. بر اساس نتایج جدول ۲، متغیرهای عامل اول که در مجموع حدود ۱۴/۸۱ درصد واریانس کل را تبیین نموده اند، با عنوان «مانع زیرساختی» نام گذاری شده است. متغیرهای عامل دوم که ۱۳ درصد واریانس کل را تبیین نموده اند، با عنوان «مانع علمی» نام گذاری شده است. به همین ترتیب متغیرهای عامل سوم با تبیین حدود ۱۲/۰۱

درصد واریانس کل با عنوان «مانع ساختاری»، متغیرهای عامل چهارم با تبیین حدود ۹/۵۲ درصد از واریانس کل تحت عنوان «مانع مالی»، متغیرهای عامل پنجم با تبیین حدود ۸/۴۹ درصد از واریانس کل تحت عنوان «مانع سیاست گذاری»، و بالاخره متغیرهای عامل با تبیین حدود ۶/۶۶ درصد از واریانس کل با عنوان «مانع زیست محیطی» نام گذاری شده‌اند.

جدول (۳): متغیرهای مربوط به هر یک از عامل‌ها و ضرایب به دست آمده از ماتریس دوران یافته

| نام عامل         | گویه‌ها                                                                             | بار عاملی |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| مانع زیرساختی    | عدم انعطاف‌پذیری قوانین و مقررات کار و تجارت برای راه‌اندازی کسب و کار نانو         | ۰/۵۰۵     |
|                  | ضعف در قوانین تجاری و سیاست‌های مالیاتی مرتبط با فعالیت‌های نوآورانه                | ۰/۵۰۵     |
|                  | ضعف بسترها و زمینه‌های لازم به منظور فعالیت سرمایه‌گذاران خارجی در حوزه نانو        | ۰/۵۲۰     |
|                  | فقدان سازوکارهای مناسب به منظور تأمین امنیت سرمایه‌گذاری در تحقیقات                 | ۰/۷۲۲     |
|                  | ضعف زیرساخت‌های سیاسی-اقتصادی برای توسعه فناوری نانو در کشاورزی                     | ۰/۸۱۵     |
| مانع علمی        | کمبود دانش فنی لازم و به روز در زمینه فناوری نانو در بخش کشاورزی                    | ۰/۸۱۴     |
|                  | نبود آگاهی کافی در بین محققان و کارشناسان کشاورزی در مورد قابلیت‌های نانو           | ۰/۸۰۲     |
|                  | ضعف آموزش‌های آکادمیک مرتبط با کارآفرینی و مدیریت سرمایه‌گذاری ریسک‌پذیر            | ۰/۶۹۴     |
|                  | عدم آشنایی سیاست‌گزاران، کارشناسان و کارآفرینان فعال نانو با سرمایه‌گذاری ریسک‌پذیر | ۰/۶۰۴     |
|                  | فقدان تعامل مؤثر بین محققان و صاحبان سرمایه در زمینه تحقیق و توسعه فناوری نانو      | ۰/۵۱۲     |
| مانع ساختاری     | فقدان تشکیلاتی برای اشاعه فرهنگ کارآفرینی در بین محققان و کارشناسان نانو            | ۰/۶۳۸     |
|                  | ضعف شبکه‌سازی بین کارآفرینان، محققان و سرمایه‌گذاران در تحقیقات نانو                | ۰/۶۰۴     |
|                  | عدم همکاری و تعامل کافی بین دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی با SMEهای فعال نانو         | ۰/۷۵۷     |
| مانع مالی        | کمبود منابع مالی لازم برای سرمایه‌گذاری در حوزه R&D مرتبط با فناوری نانو            | ۰/۸۱۴     |
|                  | عدم دسترسی کافی به بودجه دولتی برای انجام طرح‌های کسب و کار در زمینه نانو           | ۰/۸۰۲     |
|                  | عدم وجود زیرساخت‌های مناسب برای تأمین مالی شرکت‌های نوپا و SMEهای فعال نانو         | ۰/۶۱۳     |
| مانع سیاست گذاری | فقدان رویکرد دولتی مؤثر در جذب طرح‌های نوین کسب و کار در حوزه فناوری نانو           | ۰/۷۴۳     |
|                  | فقدان سیاست‌های جامع در حمایت از شرکت‌های نوپا و SMEهای فعال در نانو                | ۰/۷۳۵     |

| موضوع | منبع                                                                              |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| ۰/۶۹۵ | روند کند و نامطلوب بررسی طرح‌های تحقیقاتی حوزه فناوری نانو در بخش دولتی           |
| ۰/۶۳۳ | خطرهای زیست‌محیطی ناشی از کاربرد فناوری نانو در بخش کشاورزی                       |
| ۰/۷۰۲ | خطرهای ایمنی شغلی در تولید و استفاده از نانوذرات توسط تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان |
| ۰/۶۲۶ | فقدان قوانین و نظارت‌های بهداشتی مبتنی بر استانداردهای فناوری نانو                |

بطور کلی بررسی موانع و مشکلات تجاری‌سازی فناوری نانو در بخش کشاورزی با استفاده از تحلیل عاملی نشان داد که می‌توان این متغیرها را در عامل‌هایی مثل موانع زیرساختی، موانع علمی، موانع ساختاری، موانع مالی، موانع سیاست‌گذاری و موانع زیست‌محیطی خلاصه کرد. بر این اساس هر یک از این عامل‌ها خود شامل موانع‌های بسیاری می‌شوند در تجاری‌سازی فناوری نانو در بخش کشاورزی دارای اثر منفی و بازدارنده هستند.

### پیشنهادها

بر اساس نتایج به دست آمده، همه موانع‌هایی که در شش عامل زیرساختی، علمی، ساختاری، مالی، سیاست‌گذاری و زیست‌محیطی قرار دارند بر فرآیند تجاری‌سازی فناوری نانو در بخش کشاورزی تأثیر منفی داشته و روند این فرآیند کند و یا متوقف می‌کنند. لذا توصیه می‌شود به منظور تقویت فعالیت‌های جاری در این زمینه، برنامه‌هایی جهت رفع و مقابله با چنین موانع‌هایی طراحی و اجرا گردد و نقاط ضعف موجود بیش از پیش اصلاح شده تا نتایج حاصله بهبود یابد.

### منابع

۱. اطمینان، ن. (۱۳۸۷)، نانو تکنولوژی و کشاورزی، ماهنامه دام، کشت و صنعت، شماره ۱۰۳، مردادماه ۸۷.
۲. باقری، س. و ج. محبوبی (۱۳۸۳)، سرمایه‌گذاری خطرپذیر، نشر پاک‌نویس با همکاری بنیاد توسعه فردا، چاپ اول.
۳. رسولی، ع. (۱۳۸۶)، موانع کارآفرینی فناوری نانو در ایران. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد گروه صنایع، دانشگاه بوعلی سینا، همدان.

۴. ستاد ویژه توسعه فناوری نانو (۱۳۸۴)، نقش کسب و کارهای مخاطره‌آمیز در حمایت از تجاری‌سازی فناوری نانو. قابل دسترس در: [www.nano.ir](http://www.nano.ir)
۵. ناصری، ر. و ح. طباطبائی (۱۳۸۵)، تجاری‌سازی پروژه‌های نانو تکنولوژی در ایران، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد رشته مدیریت تکنولوژی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران.
6. APCTT. 2005. The handbook of technology transfer-Chapter 2: Technology Commercialization. Asia Pacific Center for Technology Transfer (APCTT), Available at: [http://www.technology4sme.net/tech\\_handbook.aspx](http://www.technology4sme.net/tech_handbook.aspx)
  7. Busch, L. 2008. Nanotechnologies, Food, and Agriculture: Next Big Thing or Flash in the Pan? Institute for Food and Agricultural Standards, Michigan State University.
  8. F.Hosseini, S. J. and S. Esmaeeli. 2010. To determine the challenges in commercialization of nanotechnology in agricultural sector of Iran. *Research Journal of Biological Sciences*, 5(6): 448-451.
  9. Foladori, G. and N. Invernizzi. 2007. Agriculture and food workers question nanotechnologies: The IUF resolution. Latin American Nanotechnology & Society Network.
  10. Gaponenko, N. 2005. Russian Nanotechnology 2020, the European Foresight Monitoring Network, Foresight Brief No. 075, [www.efmn.eu](http://www.efmn.eu)
  11. Joseph, T. and M. Morrison. 2006. Nanotechnology in Agriculture and Food. Institute of Nanotechnology. Nanoforum Organization.
  12. Lauterwasser, C. 2008. Opportunities and Risks of Nanotechnologies, Report in cooperation with the OECD International Futures Program, Allianz Center for Technology.
  13. Lojkowski, W. and M. Werner. 2007. Recommendations for Business Incubators, Networks and Technology Transfer from Nanoscience to Business. Summary of Nano2Business Workshop, Warsaw: 7-8 February 2007.
  14. Malsch, I. 2005. Commercializing Nanotechnology in Europe, Saarbrücken, Germany, Available at: [www.nanoforum.org](http://www.nanoforum.org)
  15. Moraru, C. I., Panchapakesan, C. P., Huang, Q., Takhistov, P., Liu, S. and J. L. Kokini. 2003. Nanotechnology: A New Frontier in Food Science. *Food Technology Magazine*, 57(12): 24-29.
  16. Palminteri, D. 2007. Technology transfer and commercialization partnership. Innovation associate Inc.
  17. Reamer, A., Iceman, L. and J. Youtie. 2003. Technology transfer and commercialization: Their role in economic development. Economic development administration, U.S. Department of Commerce.
  18. Schaller, R. D. and V. I. Klimov. 2004. High Efficiency Carrier Multiplication in PbSe Nanocrystals: Implications for Solar Energy Conversion Phys. Rev. Letter 92.
  19. Soleimanpour, M. R., F.Hosseini, S. J., Mirdamadi, S. M. and A. Sarafrazi. 2011. Challenges in commercialization of nanotechnology in agriculture sector of Iran. *Annals of Biological Research*, 2(4): 68-75.
  20. Waitz, A. and W. Bokhari. 2003. Nanotechnology Commercialization Best Practices. Available at: [http://quantuminsight.com/papers/030915\\_commercialization.pdf](http://quantuminsight.com/papers/030915_commercialization.pdf)

21. Warad, H. C. and J. Dutta. 2006. Nanotechnology for Agriculture and Food Systems-A view. Microelectronics, School of Advanced Technologies, Asian Institute of Technology, P.O. Box 4, Klong Luang, Pathumthani 12120, Thailand.
22. Wheeler, S. 2005. Factors Influencing Agricultural Professionals' Attitudes toward Organic Agriculture and Biotechnology, Center for Regulation and Market Analysis, University of South Australia.