

تحلیل عاملی عوامل بازدارنده پیرامون توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران

روح اله ماقبل، محمد چیدری* و سید مجتبی خیام نکویی^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۷/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۲/۹)

چکیده

بدون تردید، فناوری نانو می‌تواند نقشی مهم در افزایش تولیدات کشاورزی و امنیت غذایی برای جمعیت روبه‌رشد جهان داشته باشد. هدف کلی این تحقیق، تحلیل عاملی عوامل بازدارنده توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران بوده است. این تحقیق از نوع کاربردی و روش تحقیق نیز پیمایش بود. جامعه آماری تحقیق، محققین آشنا یا فعال در حوزه فناوری نانو مراکز و موسسات تحقیقات ملی کشاورزی بوده ($N=187$) که با استفاده از نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای متناسب تعداد ۱۲۳ نفر به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند. ابزار تحقیق پرسشنامه‌ای بود که روایی آن بر اساس نظر جمعی از متخصصان تأیید و پایایی آن با استفاده از فرمول آلفای کرونباخ ($\alpha=0.92$) محاسبه گردید. عوامل بازدارنده توسعه فناوری نانو با استفاده از روش تحلیل عاملی در ۵ عامل دسته‌بندی شدند. عامل اول با نام مشکلات اعتباری-مالی با تبیین ۱۸/۵۴ درصد از واریانس به عنوان مهم‌ترین عامل معرفی شد. عوامل بعدی به نام‌های مشکلات آموزشی، مشکلات مدیریتی، مشکلات پژوهشی و مشکلات اطلاعاتی - ارتباطاتی دسته‌بندی شدند که در مجموع ۶۹/۸۹ درصد از واریانس را تبیین نمودند. بر اساس نتایج بدست‌آمده پیشنهادهایی برای توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: فناوری نانو، عوامل بازدارنده، توسعه کشاورزی، ایران.

۱- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد گروه ترویج و آموزش کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس و استادیار پژوهشکده بیوتکنولوژی کرج، تهران، ایران.

*- مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mchizari@modares.ac.ir

مقدمه

جمعیت جهان در حال حاضر، ۶/۴ میلیارد نفر است و پیش بینی می شود که تا سال ۲۰۵۰ به بیش از ۸/۹ میلیارد نفر برسد. همچنین پیش بینی می شود که ۵ میلیارد نفر از این جمعیت در حال رشد تا سال ۲۰۳۰ در شهرها سکونت کرده و لذا تقاضا برای تأمین غذا را به سرعت افزایش خواهند داد (Lewies, 2009). سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد برای تغذیه این جمعیت ۹ میلیاردی، افزایش تولید محصولات کشاورزی را امری اجتناب ناپذیر بیان می کند (FAO, 2004).

اکنون با گذشت سال‌ها از وقوع انقلاب سبز و کاهش مجدد نسبت رشد تولیدات کشاورزی به جمعیت جهان، لزوم به کارگیری فناوری‌های نوین در صنعت کشاورزی بیش از هر زمان دیگری آشکار است (میرمطلبی، ۱۳۸۷). خوشبختانه در طول دو دهه اخیر با رشد اعجاب انگیز فناوری‌های نوین، لزوم کاربرد آنها در تأمین غذای مورد نیاز مردم جهان هر روز بیش از پیش آشکار شده و اهمیت و نقش این فناوری‌های کلیدی (بیوتکنولوژی، فناوری هسته‌ای، فناوری اطلاعات و فناوری نانو) را در رشد و توسعه پایدار کشورها دو چندان نموده است. در این بین، فناوری نانو، به‌عنوان یک فناوری جدید و پیش‌تاز جهت رفع مشکلات و کمبودها در بسیاری از عرصه‌های علمی و صنعتی، به خوبی جایگاه خود را در علوم کشاورزی و صنایع وابسته به آن به اثبات رسانیده است (Opara, 2004). فناوری نانو فناوری است که به گُنش‌ها و واکنشهایی که در سطح اتم اتفاق می‌افتد، می‌پردازد. در واقع، مهندسی در سطح اتم و یا گروهی از اتم‌ها است. از همین تعریف ساده برمی‌آید که فناوری نانو یک رشته علمی جدید نیست بلکه رویکرد جدیدی در تمامی رشته‌های علمی است (Andrete, 2003). بخش کشاورزی از جمله مهم‌ترین عرصه‌هایی است که با استفاده از دستاوردهای فناوری نانو، منافع زیادی را به‌دست خواهد آورد. اولین گزارش از کاربرد فناوری نانو در کشاورزی توسط وزارت کشاورزی آمریکا در سال ۲۰۰۳ میلادی انتشار یافت. در این گزارش تأکید شده است که فناوری نانو کل صنایع غذایی را متحول ساخته و تغییرات اساسی

در روند تولید، نگهداری، فراوری، بسته‌بندی و جایجایی محصولات کشاورزی و در نهایت، مصرف آنها ایجاد خواهد نمود (جوادی، ۱۳۸۵). فناوری نانو با کمک ابزارهای جدید، توانایی دگرگون‌سازی صنایع غذایی و کشاورزی را دارد و می‌تواند از این ابزارها برای تشخیص رفتارهای مولکولی بیماری‌ها، کشف سریع بیماری و افزایش توانایی گیاهان برای جذب مواد غذایی استفاده کند. همچنین در صنایع کشاورزی می‌توان از حسگرها و سیستم‌های رسانش هوشمند برای مبارزه با ویروس‌ها و عوامل بیماری‌زای محصولات کشاورزی بهره جست (ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، ۱۳۸۴). همچنین، فناوری نانو می‌تواند در غالب سموم هوشمند نیز عمل کند. این سموم دارای کد ملکولی هستند که این اجازه را به آنها می‌دهد تا در گیاه حرکت کرده و به قسمتی که مورد حمله آفات یا گیاه قرار گرفته است، بروند، سپس در آنجا آزاد شده و آفت را از بین ببرند. از طرفی، این سموم قادر به خودتنظیمی هستند به این معنا که فقط به مقدار لازم در بافت مورد نظر آزاد می‌شوند و در نتیجه استفاده از سموم در گیاهان به حداقل می‌رسد (Johnson, 2005). با این حال، نگرانی‌هایی درباره خطرهای بالقوه محصولات و کاربردهای این فناوری نیز اظهار می‌شود (European Commission, 2004). باوجود این، هنوز تحقیق علمی و معتبری این موضوع را تأیید نکرده و ادعاها هنوز در حد کارهای روزنامه‌نگاری است (Lozano et al., 2005).

تقریباً به صورت همزمان با ورود کشورهای پیشرو در علم و فناوری به حوزه فناوری نانو، در کشور ما نیز فعالیت‌های گوناگونی در این زمینه طرح‌ریزی و انجام شده است. در حال حاضر فناوری نانو یکی از اولویت‌های فناوری کشور به‌شمار می‌رود که در سیاست‌های کلی نظام و برنامه پنج ساله چهارم به آن تأکید شده است. در همین زمینه، وزارت جهاد کشاورزی همگام با برخی از وزارتخانه‌ها و دستگاه‌های اجرایی کشور اقدام به بسترسازی و فعالیت در حوزه فناوری نانو کرده است (خیام نکویی، ۱۳۸۷). به رغم گذشت نزدیک به شش سال از آغاز فعالیت‌ها در این عرصه و انجام برنامه‌ها و اقدامات موثر گوناگون و مفید، آنچنان که باید و شاید فناوری نانو و کاربردهای آن در

عنوان بررسی فناوری نانو در ایران، تهدیدهای توسعه فناوری نانو در ایران را مورد بررسی قرار داد که مهم‌ترین آنها تحریم‌های خارجی در زمینه سخت‌افزار و نرم‌افزار، سرعت بالای تحولات فناوری نانو در کشورهای پیشرو نسبت به ایران، افزایش شدت مهاجرت یک‌سویه متخصصین داخلی به خارج به دلیل عدم کارایی آنان در کشور، تجاری‌سازی یافته‌های پژوهشی داخل در خارج از کشور و تهدیدهای اجتماعی و زیست‌محیطی ناشی از توسعه فناوری نانو بودند.

ایسن (Ebbesen, 2008) در مطالعه‌ای تحت عنوان نقش علوم اجتماعی و انسانی در تحقیق و توسعه فناوری نانو نتیجه گرفت که نوآوری‌های فناوری نانو بدون وجود ارتباطات قوی، ممکن است با پذیرش منفی و غیرعادلانه عمومی مواجه شود. در تحقیقی که توسط مایز (Mize, 2005) در خصوص مشکلات و چالش‌های فراروی توسعه فناوری نانو انجام گرفت موارد زیر به عنوان مهم‌ترین موانع توسعه فناوری نانو مورد تأکید قرار گرفته‌اند: پایین بودن سطح آگاهی و شناخت عامه مردم در خصوص مزایا و پتانسیل‌های فناوری نانو، کمبود نیروی انسانی متخصص، کمبود حمایت‌های مالی و عدم حمایت از شکل‌گیری صندوق‌های خطرپذیر، چالش‌های قانونی و نبود استانداردهای بین‌المللی، عدم بکارگیری روش‌های نوین تجاری‌سازی و بازاریابی از سوی شرکت‌ها و بنگاه‌ها، نبود شبکه‌های ارتباطی و اطلاعاتی و عدم حمایت از حضور فعال بخش خصوصی و زمینه‌سازی برای آن. شاتکین (Shatkin, 2008) در بررسی خود به جنبه‌های زیست-محیطی، ایمنی و سلامتی فناوری نانو پرداخته و راهکارهایی همچون مشارکت بین‌المللی در ارزیابی و مدیریت مخاطرات فناوری نانو، تدوین و استقرار فرایندهایی برای بررسی مشارکت بین‌المللی و تلاش‌های از پیش تنظیم‌شده برای درک اثرات بهداشتی و زیست‌محیطی را مورد تأکید قرار داده است. مالسچ (Malsch, 2008) در تحقیقی تحت عنوان توسعه پایدار با استفاده از راهکارهای فناوری نانو، به وجود سیاستی که تضمین‌کننده تحقیقات در جهت رفع نیازهای اجتماعی بوده و بستر مناسب تحقیقات را برای محققان فراهم

بخش کشاورزی رشد نیافته و دستیابی و بهره‌برداری از آن برای بخش عمده‌ای از ذی‌نفعان مختلف عرصه کشاورزی هنوز میسر نشده است. از این‌رو، با وجود فعالیت‌های مقطعی و کسب برخی دستاوردهای موفق علمی در سطح بین‌المللی، به نظر می‌رسد بخش کشاورزی در مقایسه با دیگر بخش‌های درگیر در حوزه فناوری نانو در کشور وضعیت چندان مطلوبی ندارد و با مسائل و مشکلات متعددی در این زمینه مواجه است. حال با توجه به جایگاه بخش کشاورزی در اقتصاد ملی و موانع و مشکلات فراروی آن برای افزایش بهره‌وری تولید از یک سو، و پتانسیل‌ها و قابلیت‌های فراوان فناوری نانو برای کاهش و رفع این مشکلات از سوی دیگر، توسعه این فناوری در بخش کشاورزی، امری ضروری و مهم می‌نماید. در این بین مطالعات مختلفی در رابطه با تحلیل موانع و مشکلات توسعه فناوری نانو انجام شده که هر کدام از محققین، عوامل و مولفه‌های مختلفی را مهم ارزیابی کرده‌اند که در اینجا با توجه به مناسبت آنها با موضوع تحقیق، به برخی از آنها پرداخته می‌شود.

در تحقیق ستاد ویژه توسعه فناوری نانو کشور در خصوص بررسی وضعیت بیوفناوری در ایران (۱۳۸۴)، مواردی از قبیل کمبود حمایت‌های مالی، چالش‌های قانونی، عدم استانداردسازی، عدم به کارگیری روش‌های نوین و علمی تجاری‌سازی و بازاریابی از سوی شرکت‌ها، نبود نظام حقوق مالکیت فکری در کشور، نبود شبکه‌های ارتباطی و اطلاعاتی و نبود دیگر حمایت‌های غیرمالی از بخش خصوصی، مهم‌ترین موانع و مشکلات فراروی توسعه بیوفناوری در ایران دانسته شده‌اند. حیدری (۱۳۸۴) در تحقیق خود تحت عنوان عوامل اجتماعی موثر بر توسعه فناوری نانو در ایران به بررسی و شناخت اثرات و ابعاد گوناگون اجتماعی، اقتصادی، سیاسی، بهداشتی و زیست محیطی توسعه فناوری نانو در ایران پرداخته و مهاجرت نیروهای آموزش‌دیده از کشور به کشورهای پیشرفته را یکی از موانع مهم توسعه فناوری نانو در کشور دانسته است. علاوه بر آن، زیرساخت‌های ناکافی آموزشی و اقتصادی را مانع تناسب خروجی‌های تحقیقات با سرمایه‌گذاری دانسته است. رضایی (۱۳۸۵) در تحقیق خود تحت

توجه به نقش فناوری نانو در توسعه بخش کشاورزی به بررسی این عوامل و مولفه‌ها بپردازد.

از آنجا که در خصوص عوامل بازدارنده توسعه فناوری نانو مطالعه‌ای تاکنون در بخش کشاورزی صورت نگرفته است، این تحقیق بر آن شد تا این عوامل را از جنبه‌های گوناگون مورد بررسی قرار دهد بنابراین، هدف اصلی این تحقیق تحلیل عوامل بازدارنده توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران بوده است و اهداف اختصاصی این تحقیق عبارت بودند از:

- ۱- بررسی ویژگی‌های فردی و حرفه‌ای پاسخگویان؛
- ۲- شناسایی و اولویت‌بندی عوامل بازدارنده پیرامون توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران؛
- ۳- دسته‌بندی عوامل بازدارنده پیرامون توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران؛
- ۴- ارائه راهکارهای مناسب در جهت توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران.

روش پژوهش

تحقیق حاضر از جنبه هدف، کاربردی، از جنبه جمع‌آوری اطلاعات، از نوع تحقیقات توصیفی و بالاخره این تحقیق بر اساس میزان نظارت و درجه کنترل، از نوع تحقیقات میدانی بوده است. جهت شناسایی تعداد جامعه آماری تحقیق (محققانی که در سال‌های اخیر به اشکال گوناگون عملی یا نظری در برنامه‌ها و تحقیقات مربوط به فناوری نانو کشاورزی در زمینه‌ها و حوزه‌های مختلف درگیر بوده‌اند و دانش و اطلاعات کافی در زمینه موضوع مورد پژوهش دارند) از طریق هماهنگی با کمیته فناوری نانو وزارت جهاد کشاورزی و مراکز و موسسات تحقیقات ملی کشاورزی مورد مطالعه، اقدام به شناسایی تمامی آنان گردید که بر اساس اطلاعات گردآوری شده، تعداد ۱۸۷ نفر محقق در حوزه فناوری نانو ۲۲ موسسه و مرکز تحقیقات ملی کشاورزی کشور فعال یا آشنا به فناوری نانو بودند. حجم نمونه این تحقیق با استفاده از جدول کریجسی و مورگان (Krejcie & Morgan, 1970) تعداد ۱۲۳ نفر تعیین شد. به منظور انتخاب نمونه‌ها از روش انتساب متناسب به هر موسسه و مرکز تحقیقات

آورده، اشاره کرده و به پیامدهای منفی عقب ماندن از توسعه فناوری نانو پرداخته و به سیاست‌هایی همچون سرمایه‌گذاری دراز مدت در حوزه فناوری نانو جهت جلوگیری از فرار مغزها و همچنین به مشارکت کشورهای پیشرفته در طرح‌های تحقیقاتی فناوری نانو در کشورهای در حال توسعه تأکید کرده است. سی مانگا (Semwanga, 2004) طی مطالعه‌ای به بررسی عوامل موثر در اشاعه و پذیرش فناوری‌های کشاورزی پرداخته است. نتایج تحقیق حاکی از آن بود که عواملی همچون سیاست‌های دولت، ارایه برنامه‌های مشاوره فنی، توسعه زیرساخت‌ها و دسترسی به بازار و سیاست‌های اعتباری و آموزشی مهم‌ترین نقش را در اشاعه و پذیرش فناوری‌های کشاورزی دارند. علاوه بر آن، عوامل دیگری مانند ویژگی‌های فناوری، روش‌های مورد استفاده برای اشاعه آن و ترویج کشاورزی نیز می‌توانند در فرآیند توسعه و بسط فناوری تأثیرگذار باشند. در مطالعه دیگری که در زمینه مدیریت فناوری نانو به کوشش آیگرین و مومن تالر (Aigrain & Mumentaler, 2006) انجام گرفت، به چنین مواردی اشاره شده است: نبود یک ساختار فرابخشی به منظور مدیریت فناوری نانو، نبود شناخت و آگاهی عامه مردم از پتانسیل‌ها، قابلیت‌ها و کاربردهای این فناوری، توجه نکردن به استانداردسازی و ایمنی نانوذرات، عدم شبکه‌سازی و مشارکت ندادن همه گروه‌های ذی‌نفع در فرآیند توسعه فناوری نانو اعم از صنعت، دولت، محققان، مردم، گروه‌های سیاسی و بخش خصوصی، نبود شبکه‌های ارتباطی و اطلاعاتی در تسهیم داده‌ها و اطلاعات به منظور تسریع در فرآیند توسعه قوانین و استانداردهای بین‌المللی، نبود قوانین و مقررات خاص در حوزه فناوری نانو در بخش‌ها و صنایع مختلف.

بررسی مطالعات انجام شده بیانگر این است که ابعاد گوناگون توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی تاکنون مورد توجه محققین قرار نگرفته است. بدون شک برای برنامه‌ریزی‌های مناسب توسعه فناوری نانو نیاز به شناسایی عوامل و مولفه‌های بازدارنده توسعه اینگونه فناوری می‌باشد که این پژوهش تلاش بر آن دارد تا با

سن ۳۰ سال بود. از نظر میزان تحصیلات ۷۲/۴ درصد از پاسخگویان دارای تحصیلات کارشناسی ارشد و ۲۷/۶ درصد نیز دارای تحصیلات دکتری بودند. از نظر رشته تحصیلی نیز ۲۶ درصد پاسخگویان فارغ التحصیل رشته تحصیلی گیاهپزشکی و سایر افراد فارغ التحصیل رشته‌های دیگری مانند زراعت، صنایع غذایی، علوم دامی، باغبانی و ... بودند. از نظر وضعیت استخدامی، ۸۰/۵ درصد از پاسخگویان به صورت رسمی و بقیه به صورت قراردادی و پیمانی مشغول کار بودند. از نظر مرتبه علمی نیز ۵۲/۹ درصد از پاسخگویان دارای مرتبه علمی مربی و بقیه دارای مرتبه علمی استاد، دانشیار و استادیار بودند. از نظر سابقه خدمت نیز بیشترین میزان سابقه خدمت، ۲۷ سال و کم‌ترین میزان ۱ سال بود و در نهایت ۷ نفر از پاسخگویان دارای بیش از ۲۰ طرح پژوهشی مشترک با دانشگاه‌ها و ۹۷ نفر دارای کمتر از ۵ طرح پژوهشی بودند.

اولویت‌بندی عوامل بازدارنده توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی از دیدگاه پاسخگویان

به منظور تعیین میزان اهمیت هر یک از سازه‌ها به عنوان متغیرهای بازدارنده تأثیرگذار بر توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران، از میانگین و انحراف معیار استفاده گردید (جدول ۱). نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که کمبود تجهیزات سخت‌افزاری و آزمایشگاهی مربوط به فناوری نانو، کمبود نیروی انسانی متخصص و آموزش دیده و فقدان برنامه جامع از سوی وزارت علوم و فناوری برای آموزش در زمینه فناوری نانو در بخش کشاورزی مهمترین عوامل و عدم هماهنگی بین گروه‌های مختلف کمیته فناوری نانو وزارت جهاد کشاورزی، بین رشته‌ای بودن فناوری نانو و عدم ارتباط موثر بین ستاد توسعه فناوری نانو و کمیته فناوری نانو وزارت جهاد کشاورزی کم‌اهمیت‌ترین عوامل بازدارنده توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی است.

ملی کشاورزی و نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای استفاده گردید. ابزار گردآوری داده‌ها پرسشنامه بود که از دو بخش مشخصه‌های فردی و حرفه‌ای پاسخگویان (هشت متغیر) و دیدگاه پاسخگویان مورد مطالعه در خصوص میزان اهمیت عوامل بازدارنده توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران (۳۵ متغیر) تشکیل شده بود. این متغیرها از طریق مطالعه و مرور آثار و پژوهش‌های نظری در حیطه مسئله مورد پژوهش، به‌ویژه تحقیق‌های صورت گرفته در داخل و خارج از کشور و نیز مصاحبه حضوری و نیمه ساختارمند با برخی از اعضای کمیته فناوری نانو وزارت جهاد کشاورزی و دیگر آگاهان کلیدی شناسایی و استخراج شدند. برای اندازه‌گیری بخش دوم، از مقیاس نمره‌دهی ۵ درجه‌ای (۱=کم‌ترین؛ ۵=بیش‌ترین) استفاده شد. جهت بدست آوردن روایی پرسشنامه پس از تهیه آن، از نظرات و پیشنهادهای اعضای هیأت علمی گروه ترویج و آموزش کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس و تعدادی از متخصصین کمیته فناوری نانو وزارت جهاد کشاورزی بهره‌گیری شد. جهت آزمون پایایی ابزار، آزمون مقدماتی انجام گرفت. بدین منظور تعداد ۳۰ پرسشنامه در اختیار محققین آشنا یا فعال در حوزه فناوری نانو مراکز تحقیقات کشاورزی تهران، تبریز و شیراز قرار داده شد و پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌های مذکور، با استفاده از فرمول آلفای کرونباخ، پایایی پرسشنامه (قسمت عوامل بازدارنده) ۰/۹۲ بدست آمد که برای تحقیق حاضر مناسب بود. در این تحقیق با توجه به نوع تحقیق از دو روش آمار توصیفی (درصد فراوانی، میانگین) و تحلیلی (تحلیل عاملی اکتشافی) جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات با کمک نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ استفاده شده است.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فردی و حرفه‌ای پاسخگویان

توزیع فراوانی جمعیت مورد مطالعه نشان می‌دهد که ۸۴/۶ درصد از پاسخگویان مرد و ۱۵/۴ درصد آنان زن بودند. از نظر سن، بیشترین سن افراد، ۵۶ سال و کم‌ترین

جدول ۱- اولویت بندی عوامل بازدارنده توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی از دیدگاه محققین موسسات و مراکز تحقیقات ملی کشاورزی

اولویت	گویه ها	میانگین*	انحراف معیار
۱	کمبود تجهیزات سخت افزاری و آزمایشگاهی مربوط به فناوری نانو در بخش کشاورزی	۴/۳۱	۰/۸۵
۲	کمبود نیروی انسانی متخصص و آموزش دیده در حوزه فناوری نانو در بخش کشاورزی	۴/۳۰	۰/۸۲
۳	فقدان برنامه جامع از سوی وزارت علوم و فناوری برای آموزش در زمینه فناوری نانو	۴/۱۸	۰/۹۵
۴	عدم اختصاص بودجه کافی به مراکز تحقیقات کشاورزی در حوزه فناوری نانو	۴/۰۹	۰/۸۸
۵	کامل نبودن زیرساخت مربوط به نظام مالکیت فکری در حوزه فناوری نانو بخش کشاورزی	۴/۰۸	۰/۸۷
۶	فقدان یک برنامه آموزشی مناسب برای آگاهی بخشی به مخاطبان مختلف بخش کشاورزی	۴/۰۶	۰/۸۵
۷	عدم حمایت از شکل گیری صندوق های خطرپذیر برای تأمین مالی فناوری نانو بخش کشاورزی	۴/۰۲	۰/۸۷
۸	دشواری تأمین منابع مالی برای تجاری سازی طرح های فناوری نانو	۳/۹۸	۰/۹۷
۹	عدم اعطای کمک های بلاعوض دولتی جهت حمایت از فعالیت های تحقیقاتی	۳/۸۹	۰/۸۳
۱۰	فرار مغزها و نیروهای متخصص فناوری نانو و از دست رفتن فرصت ها	۳/۸۸	۰/۸۹
۱۱	وجود بوروکراسی اداری و موانع بوروکراتیک	۳/۸۷	۰/۸
۱۲	فقدان زیرساخت های ایمنی و کیفی برای محصولات فناوری نانو در حوزه کشاورزی	۳/۸۵	۰/۸۹
۱۳	عدم اعتقاد و آشنایی مدیران ارشد وزارت جهاد کشاورزی در مورد قابلیت های فناوری نانو	۳/۸۴	۲/۹۶
۱۴	فقدان حمایت مادی از شرکت های خصوصی فعال در زمینه فناوری نانو بخش کشاورزی	۳/۸۳	۱/۰۸
۱۵	تقاضا محور نبودن تحقیقات فناوری نانو در بخش کشاورزی	۳/۸۲	۰/۰۱
۱۶	عدم تخصص گرایی در انتصاب مدیران ارشد جهت مدیریت فناوری نانو در کشور	۳/۸۱	۱/۱
۱۷	عدم درک مسئولین سازمانهای جهاد کشاورزی از اهمیت فناوری نانو و قابلیت های کاربردی آن در کشاورزی	۳/۸۰	۰/۹
۱۸	عدم آگاهی و شناخت کافی در میان مدیران مراکز تحقیقات کشاورزی نسبت به فناوری نانو	۳/۷۹	۰/۶۶
۱۹	فقدان مراکزی به منظور بازاریابی محصولات فناوری نانو در بخش کشاورزی	۳/۷۸	۰/۸۹
۲۰	فقدان شبکه اطلاعاتی- ارتباطاتی قوی بین محققین در زمینه فناوری نانو بخش کشاورزی	۳/۷۷	۰/۷۶
۲۱	دسترسی ناکافی محققان کشاورزی به اطلاعات علمی و پژوهشی مرتبط با فناوری نانو	۳/۷۶	۰/۷۶
۲۲	کمبود تعداد اعضای هیأت علمی متخصص در حوزه فناوری نانو بخش کشاورزی	۳/۷۴	۰/۸۹
۲۳	عدم اطلاع رسانی در مورد اهمیت فناوری نانو در بخش کشاورزی	۳/۷۳	۰/۸۵
۲۴	عدم حمایت از بخش خصوصی برای حضور آنها در جهت توسعه فناوری نانو بخش کشاورزی	۳/۷۲	۱/۱۸
۲۵	عدم ثبات مدیریتی در حوزه اداره و توسعه فناوری های نوین	۳/۶۸	۰/۷۴
۲۶	فقدان استانداردهای ملی برای فرآورده های تولیدی فناوری نانو	۳/۶۷	۰/۸۱
۲۷	کاربردی نبودن پژوهش های مرتبط با فناوری نانو بویژه در بخش کشاورزی	۳/۶۶	۱/۰۹
۲۸	فقدان سیستم مدیریتی مناسب جهت ارزشیابی طرح های مرتبط با فناوری نانو	۳/۶۵	۱/۰۸
۲۹	عدم وجود ارتباط موثر بین وزارتخانه های فعال در حوزه فناوری نانو جهت اولویت بندی تحقیقات	۳/۶۴	۱/۰۴
۳۰	کمبود بخش های حمایتی مانند مراکز رشد و پارک های فناوری در حوزه نانو بخش کشاورزی	۳/۵۹	۰/۷۸
۳۱	نبودن زیرساخت های حقوقی و قضایی مورد نیاز جهت توسعه فناوری نانو بخش کشاورزی	۳/۵۳	۰/۸۷
۳۲	عدم حمایت دولتی از مشارکت و سرمایه گذاری خارجی در حوزه فناوری نانو بخش کشاورزی	۳/۵۰	۱/۱۵
۳۳	عدم هماهنگی بین گروه های مختلف کمیته فناوری نانو وزارت جهاد کشاورزی	۳/۴۸	۰/۸۷
۳۴	بین رشته ای بودن فناوری نانو	۳/۳۰	۰/۸۳
۳۵	عدم ارتباط موثر بین ستاد توسعه فناوری نانو و کمیته فناوری نانو وزارت جهاد کشاورزی	۳/۲۵	۱/۱۶

* دامنه میانگین می تواند بین ۱ تا ۵ متغیر باشد.

عاملی مناسب بوده ($KMO=0/734$) و آماره بارتلت ($1653/54$) نیز در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است. در این بررسی با توجه به ملاک کیسر، ۵ عامل دارای مقدار ویژه بالاتر از ۱ استخراج شد که نتیجه در جدول (۲) به همراه مقدار ویژه و درصد واریانس مربوطه ذکر شده است. پس از چرخش عاملی به روش وریماکس متغیرهای تحقیق در ۵ عامل (جدول شماره ۳) دسته‌بندی شدند.

گروه‌بندی عوامل بازدارنده توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران

به منظور دسته‌بندی گویه‌های تحقیق در قالب عوامل بازدارنده و تعیین سهم هر یک از عوامل در بازدارندگی پیرامون توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی، از تحلیل عاملی استفاده شد. محاسبات انجام‌شده نشان داد که انسجام درونی داده‌ها برای بهره‌گیری از تکنیک تحلیل

جدول ۲ - عامل‌های استخراج‌شده همراه با مقدار ویژه، درصد واریانس و درصد واریانس تجمعی

عامل‌ها	مقدار ویژه	درصد واریانس مقدار ویژه	فراوانی تجمعی درصد واریانس
اول	۴/۲۶۴	۱۸/۵۴۱	۱۸/۵۴۱
دوم	۳/۷۰۸	۱۶/۱۲۱	۳۴/۶۶۲
سوم	۲/۹۵۵	۱۲/۸۴۷	۴۷/۵۰۹
چهارم	۲/۶۴۰	۱۱/۴۷۹	۵۸/۹۸۸
پنجم	۲/۵۰۹	۱۰/۹۰۸	۶۹/۸۹۶

جدول ۳ - متغیرهای مربوط به هر یک از عوامل بازدارنده و میزان بارهای عاملی بدست‌آمده از ماتریس

چرخش یافته

نام عامل	متغیرها	بار عاملی (میزان ضریب)
مشکلات اعتباری مالی	دشواری بودن تأمین منابع مالی برای تجاری‌سازی طرح‌های فناوری نانو	۰/۷۷۱
	عدم اختصاص بودجه کافی به مراکز تحقیقات کشاورزی جهت فعالیت در حوزه نانو فناوری	۰/۷۰۹
	عدم حمایت از شکل‌گیری صندوق‌های خطرپذیر برای تأمین مالی فناوری نانو در بخش کشاورزی	۰/۷۰۸
	عدم حمایت بانک‌های دولتی و خصوصی از طرح‌های فناوری نانو در بخش کشاورزی	۰/۶۸۲
	عدم حمایت دولتی از مشارکت و سرمایه‌گذاری خارجی در حوزه فناوری نانو کشاورزی	۰/۵۶۶
مشکلات آموزشی	عدم اطلاع‌رسانی در مورد اهمیت فناوری نانو در بخش کشاورزی	۰/۸۹۸
	کمبود نیروی انسانی متخصص و آموزش‌دیده در حوزه فناوری نانو در بخش کشاورزی	۰/۸۴۴
	دسترسی ناکافی به منابع و اطلاعات علمی و پژوهشی مرتبط با فناوری نانو توسط محققین	۰/۷۱۵
	فقدان یک برنامه آموزشی مناسب برای آگاهی بخشی به مخاطبان بخش کشاورزی در سطوح مختلف	۰/۷۰۰
	عدم آشنایی مدیران ارشد وزارت جهاد کشاورزی در مورد قابلیت‌های فناوری نانو	۰/۸۴۴
مشکلات مدیریتی	عدم آگاهی و شناخت در میان مدیران مراکز تحقیقات کشاورزی نسبت به فناوری نانو	۰/۸۰۲
	وجود بوروکراسی اداری و موانع بوروکراتیک	۰/۸۰۰
	عدم تخصص‌گرایی در انتصاب مدیران ارشد جهت مدیریت فناوری نانو در کشور	۰/۷۸۵
	عدم ثبات مدیریتی در حوزه اداره و توسعه فناوری‌های نوین	۰/۷۰۶
	تقاضا محور نبودن تحقیقات فناوری نانو در بخش کشاورزی	۰/۹۰۲
مشکلات اطلاعاتی - ارتباطی	کاربردی نبودن پژوهش‌های مرتبط با فناوری نانو بویژه در بخش دانشگاهی	۰/۶۹۸
	عدم وجود انسجام و ارتباط موثر بین ستاد ویژه توسعه فناوری نانو و کمیته فناوری نانو وزارت جهاد کشاورزی	۰/۶۷۳
	عدم وجود ارتباط موثر بین وزارتخانه‌های فعال در حوزه فناوری نانو جهت اولویت‌بندی تحقیقات	۰/۶۱۲
	فقدان شبکه اطلاعاتی - ارتباطاتی قوی بین محققین در زمینه فناوری نانو کشاورزی	۰/۵۷۳

2007) تأکید بر انسجام و هماهنگی بین سازمان‌های درگیر در توسعه فناوری نانو کرده‌اند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

امروزه جوامع بشری در نقطه اوج انقلاب فناوری‌های نوین قرار دارند که تغییرات بسیار شگرفی را در شیوه فعالیت‌های کشاورزی به ارمغان آورده‌اند. با توجه به گستره کاربردهای فناوری نانو در زمینه‌ها و گرایش‌های مختلف کشاورزی و وجود موانع و مشکلات برسر راه توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی، در این تحقیق سعی شده است به شناسایی و بررسی عوامل بازدارنده توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی پرداخته شود. در نهایت مشکلات اعتباری - مالی با تبیین ۱۸/۵۴۱ درصد از واریانس، مشکلات آموزشی با تبیین ۱۶/۱۲۱ درصد، مشکلات مدیریتی با تبیین ۱۲/۸۴۷ درصد، مشکلات پژوهشی با تبیین ۱۱/۴۷۹ درصد و مشکلات اطلاعاتی - ارتباطی با تبیین ۱۰/۹۰۸ درصد، در مجموع ۶۹/۸۹۶ درصد از واریانس تغییرات را تبیین نمودند. با توجه به نتایج اولویت‌بندی عوامل بازدارنده و تحلیل عاملی عوامل بازدارنده پیرامون توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران می‌توان پیشنهادات زیر را ارائه نمود:

۱- با توجه به تبیین بیشترین واریانس تغییرات توسط عامل مشکلات اعتباری - مالی، پیشنهاد می‌گردد به منظور تسهیل و تسریع جریان بازاریابی و تجاری‌سازی محصولات تولیدشده در حوزه فناوری نانو در بخش کشاورزی، ساختارهایی در قالب مراکز تأمین مالی شده توسط دولت، شبکه‌های دانشگاهی - صنعتی و ... با حمایت دولت و صنایع مختلف تشکیل شوند.

۲- به منظور ارتقاء سطح دانش و اطلاعات محققین مختلف بخش کشاورزی، انتشار مطالب علمی در روزنامه‌ها و مجلات مختلف کشاورزی، برگزاری هر چه بیشتر سمینارهای علمی و تعامل گسترده و هدفمند وزارت جهاد کشاورزی با صدا و سیما جهت آماده‌سازی و پخش برنامه‌های رادیویی و تلویزیونی مرتبط با فناوری نانو در بخش کشاورزی پیشنهاد می‌گردد.

با توجه به میزان بارهای عاملی بدست یافته از ماتریس چرخش‌یافته، می‌توان دشوار بودن تأمین منابع مالی برای تجاری‌سازی طرح‌های فناوری نانو و عدم اختصاص بودجه کافی به مراکز تحقیقات کشاورزی جهت فعالیت در حوزه فناوری نانو را از مهم‌ترین مشکلات اعتباری مالی دانست که در تحقیق آیگرین و مومن تالر (Aigrain & Mumentaler, 2006) مورد تأیید قرار گرفته است. از مهم‌ترین مشکلات آموزشی توسعه فناوری نانو نیز، عدم اطلاع‌رسانی در مورد اهمیت فناوری نانو در بخش کشاورزی و کمبود نیروی انسانی متخصص و آموزش‌دیده در حوزه فناوری نانو در بخش کشاورزی، دارای بیش‌ترین میزان اهمیت شدند که مطابق با یافته حیدری (۱۳۸۴) بوده است. سینگ (Singh, 2008) نیز در مطالعه خود از عدم اطلاع‌رسانی و فرهنگ‌سازی در حوزه فناوری نانو به عنوان اساسی‌ترین مشکل توسعه فناوری نانو یاد کرده است.

عدم آشنایی مدیران ارشد وزارت جهاد کشاورزی در مورد قابلیت‌های فناوری نانو و عدم آگاهی و شناخت در میان مدیران مراکز تحقیقات کشاورزی نسبت به فناوری نانو از مهم‌ترین مشکلات مدیریتی بوده است. لوئیس (Lewies, 2009) نیز در تحقیق خود بر مشکلات مدیریتی در حوزه فناوری نانو تأکید کرده و لزوم استراتژی‌های مدیریتی آینده‌نگرانه را توصیه کرده است. تقاضامحور نبودن تحقیقات فناوری نانو در بخش کشاورزی و کاربردی نبودن پژوهش‌های مرتبط با فناوری نانو بویژه در بخش دانشگاهی از مهم‌ترین مشکلات پژوهشی بود که این یافته مورد تأکید تحقیقات سلطانی و قاضی نوری (۱۳۸۱) و مایز (Mize, 2005) بوده است.

در این بین باید توجه داشت که عوامل اطلاعاتی - ارتباطی از قبیل عدم وجود انسجام و ارتباط موثر بین ستاد ویژه توسعه فناوری نانو و کمیته فناوری نانو وزارت جهاد کشاورزی و همچنین بین وزارتخانه‌های فعال در حوزه فناوری نانو جهت اولویت‌بندی تحقیقات نقشی اساسی در توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران دارند که در این راستا مطالعات آیگرین و مومن تالر (Aigrain & Mumentaler, 2006) و هلستن (Hellsten,)

اطلاع‌رسانی مناسب در بخش کشاورزی برای آگاهی بخشی مخاطبان در سطوح مختلف، زمینه‌های مشارکت پایدار آنان در فرایند توسعه فناوری نانو فراهم گردد. اهمیت این موضوع با توجه به اینکه هنوز در مراحل ابتدایی فرایند توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی قرار داریم، دوچندان خواهد بود. در این زمینه تشکیل بانک اطلاعاتی موثق و روزآمد در بخش کشاورزی برای دسترسی قرار دادن اخبار و اطلاعات مربوط در اختیار ذی‌نفعان، نیز می‌تواند موثر افتد.

سپاسگزاری

از راهنمایی‌ها و زحمات کمیته فناوری نانو وزارت جهاد کشاورزی و محققین مراکز و موسسات تحقیقات ملی کشاورزی تشکر و قدردانی می‌گردد.

۳- به منظور افزایش سطح آموزش و رفع مشکلات آموزشی در حوزه فناوری نانو کشاورزی، اعزام هیأت علمی دانشکده‌های کشاورزی در رشته‌های مرتبط با فناوری نانو به دوره‌های آموزشی کوتاه مدت در خارج از کشور، زمینه سازی در راستای استفاده از خدمات تخصصی مشاوران خارجی به منظور تربیت و آماده سازی نیروهای داخلی در زمینه فناوری نانو کشاورزی و برنامه‌ریزی بلندمدت دسترسی به متخصصان با گنجاندن مطالب ابتدایی نانو در کتاب‌های سطح دانش آموزان ابتدایی و راهنمایی توصیه می‌گردد.

۴- با توجه به نتایج کسب شده از تحلیل عاملی مشکلات اطلاعاتی، پیشنهاد می‌شود ضمن برنامه‌ریزی به منظور ایجاد یک شبکه اطلاعاتی - ارتباطاتی قوی بین افراد فعال در حوزه فناوری نانو کشاورزی به منظور تسهیم اطلاعات میان آنها، از طریق طراحی و اجرای برنامه

منابع مورد استفاده

- جوادی، ا. (۱۳۸۵). بهره‌گیری از نانو حسگرها در کشاورزی دقیق. *خبرنامه فناوری های نوین*، شماره ۹.
- حیدری، ا. (۱۳۸۴). *تحلیل عوامل اجتماعی موثر بر توسعه فناوری نانو در ایران*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد صنایع، دانشگاه بوعلی سینای همدان.
- خیام نکویی، م. (۱۳۸۷). *نگاهی به فناوری نانو در وزارت جهاد کشاورزی*، تهران: انتشارات کمیته فناوری نانو وزارت جهاد کشاورزی، ص ۸-۷.
- رضایی، ر. (۱۳۸۵). *بررسی وضعیت فناوری نانو در ایران*. دفتر مطالعات زیربنایی، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ص ۲۲-۱۸.
- ستاد ویژه توسعه فناوری نانو. (۱۳۸۴). *سند تکمیلی راهبرد آینده (راهبرد ۱۰ ساله توسعه فناوری نانو در جمهوری اسلامی ایران)*. ویرایش پنجم، ص ۳۲-۲. قابل دسترس در: <http://www.nano.ir>
- سلطانی، ع. م. و قاضی نوری، س. س. (۱۳۸۱). *بکارگیری ماتریس TOWS در استخراج استراتژی های ملی نانوتکنولوژی در ایران*. قابل دسترس در: <http://www.7dar7.blogfa.com>.
- میرمطلبی، س. م. ه. (۱۳۸۷). *کاربرد فناوری نانو در صنعت مواد غذایی*. قابل دسترس در: <http://www.rasekhoon.net/article/print-2335.aspx>.

- Aigrain, J., and Mumenthaler, C. (2006). The Risk Governance of Nanotechnology: Recommendations for Managing a Global Issue, *Aerosol Science and Technology*, 39, 4-6.
- Andrete, E. (2003). Nanosciences and nanotechnologies: Which future for the research. Available in: <http://www.secretariat.ne.jp/nanofuture/current/pdf/c-1pdf>.
- Ebbesen, M. (2008). The role of the humanities and social sciences in nanotechnology research and development. *Nanoethics*, 2(3), 55-72. Available in: <http://www.dpringerlink.com/content/n6120254k2g88136/fulltext/pdf>.

- European Commission. (2004). *Nanotechnologies: A preliminary risk analysis*. Community Health and Consumer Protection.
- FAO. (2004). *Biotechnology applications in food processing: Can developing countries benefit*. Available in: www.fao.org/biotech/logs/c11/summary.htm.
- Hellsten, E. (2007). *The European nanotechnology strategy: Environmental and health aspects*. Group on nanosciences and Nanotechnologies, 6-13.
- Johnson, A. (2005). *Agriculture and nanotechnology*. Available in: <http://www.tahan.com/chalie/nanosociety/course201>.
- Krejcie, R., and Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities, *Educational and Psychological Measurement*, 30, 607-610.
- Lewies, J. B. (2009). *Foresight nanotechnology challenges*. Available in: <http://www.foresight.org/challenges/>.
- Lozano, K., Pearson, T. D., Vidal, L., and Sheetz, T. (2005). Nanotechnology: Awareness and societal concern. *Technology in Society*, 27, 329-345.
- Malsch, I. (2008). *Small is beautiful? Nanotechnology solutions for development problems*. Available in: <http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=4618.php>.
- Mize, S. (2005). *The Foresight Nanotechnology Challenges*. Foresight Nanotechnology Institute, P. 19.
- Opara, L. U. (2004). Emerging technological innovation triad for smart agriculture in the 21st century. Part I. Prospects and impacts of nanotechnology in agriculture, *The CIGR Journal of Scientific Research and Development*, 2 (6), 56-66.
- Semwanga, K. (2004). *The Effective Factors on Technology Dissemination and Adoption*. Semwanga Research Ltd. Upper Kololo Terrace.
- Singh, A. (2008). *Nanotechnology skills and training survey*. Institute of Nanotechnology, 45-58.
- Shatkin, J. A. (2008). *Nanotechnology: health and environmental risks*. CRC Press, 105-120.