بسمه تعالی

عنوان مقاله:

شناسایی و تحلیل موانع توسعه فناوری‌نانو در بخش کشاورزی ایران از دیدگاه اعضای هیات علمی

نویسندگان:

دکتر سید محمود حسینی (دانشیار، گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه تهران)
E- Mail: hoseinim@ut.ac.ir

دکتر روح‌اله رضایی (استادیار، گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه زنجان)
E- Mail: rohollahrezaei@yahoo.com

دکتر حسین شعبانعلی فمی (دانشیار، گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه تهران)
E- Mail: hfami2002@yahoo.com

آدرس مکاتبه کننده:

زنجان، کیلومتر ۵ جاده زنجان- تبریز، دانشگاه زنجان، دانشکده کشاورزی، گروه ترویج و آموزش کشاورزی،
دکتر روح‌اله رضایی، شماره همراه: ۰۹۱۲۷۴۲۵۷۸۱ و شماره ثابت: ۰۲۴۱۵۱۵۲۳۴۰

چکیده

پژوهش حاضر با هدف "تحلیل موانع توسعه فناوری‌نانو در بخش کشاورزی ایران" انجام گرفت. به لحاظ روش پژوهش، این تحقیق از نوع تحقیقات توصیفی- پیمایشی محسوب می‌شود. جامعه آماری تحقیق را اعضای هیات علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه‌های شیراز، صنعتی اصفهان و فردوسی مشهد تشکیل می‌دادند (N=۲۲۵) که با توجه به جدول مورگان و کرجیس، تعداد ۱۴۰ نفر از آنان به عنوان نمونه از طریق نمونه‌گیری طبقه‌ای با اختصاص متناسب (دانشکده‌های مورد مطالعه به عنوان طبقات) برای انجام تحقیق انتخاب شدند. برای گردآوری داده‌ها از پرسشنامه استفاده گردید. روایی پرسشنامه با نظر پانل متخصصان و صاحبنظران در زمینه موضوع مورد پژوهش مورد تایید قرار گرفت. برای تعیین اعتبار ابزار تحقیق پیش‌آزمون انجام گرفت که مقدار آلفای کرونباخ محاسبه شده برای مقیاس "میزان اهمیت موانع تاثیرگذار بر توسعه فناوری‌نانو در بخش کشاورزی ایران"، ۰/۸۱ بود. نتایج کسب شده از تحلیل عاملی نشان داد که از دیدگاه اعضای هیات علمی مورد مطالعه، موانع توسعه فناوری‌نانو در بخش کشاورزی ایران در پنج عامل مدیریتی، اطلاعاتی- ارتباطاتی، قانونی، مالی و زیرساختی طبقه‌بندی می‌شوند که در مجموع این پنج عامل در حدود ۶۷/۴۸ درصد واریانس را تبیین می‌نمایند.

واژگان کلیدی: اعضای هیات علمی کشاورزی، توسعه، فناوری‌نانو، موانع.

مقدمه

پیشرفت‌های علمی و نوآوری‌های تکنولوژیکی در قرن بیستم منجر به کسب دستاوردهای قابل ملاحظه‌ای در تولیدات کشاورزی بسیاری از کشورها شده است (Warad and Duta, 2006). این پیشرفت‌ها از یک سوی، موجبات نوسازی کشاورزی سنتی را فراهم نموده و امکان تولید طیف گسترده‌تری از کالاها و خدمات را میسر ساخته‌اند و از سوی دیگر, کنترل انسان بر منابع طبیعی و بهره‌برداری از آن را بهبود بخشیده‌اند (Opara, 2002).

فناوری‌های کشاورزی طی دوره‌های متمادی یکی از عناصر لاینفک بخش کشاورزی بوده‌اند که همواره پیامدهای عمده‌ای را بر پیکره این بخش بر جای نهاده و چهره آن را متحول نموده‌اند (Sunding and Zilberman, 2000). ابداع موتورهای احتراق داخلی در دوران انقلاب صنعتی, سبب توسعه تراکتورهایی شد که همواره به عنوان سمبل مکانیزاسیون کشاورزی مطرح بوده‌اند. انقلاب سبز در دهه ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ از طریق بکارگیری بذور اصلاح شده، منجر به افزایش قابل توجهی در عملکرد محصولات کشاورزی در بسیاری از مناطق آسیا و سایر نقاط جهان شد (Opara, 2004).

امروزه جوامع بشری در نقطه اوج انقلاب فناوری‌های نوین قرار دارند, که تغییرات بسیار شگرفی را در شیوه فعالیت‌های کشاورزی به ارمغان خواهند آورد. همگرایی فناوری‌های سه‌گانه (فناوری اطلاعات و ارتباطات, فناوری زیستی و فناوری‌نانو[1]) محور اصلی پیشرفت‌های تکنولوژیکی عصر حاضر محسوب می‌شود (Opara, 2001 and 2003). بدون تردید این سه فناوری تاثیر بسیار ژرفی بر آینده کشاورزی و مدیریت زیست محیطی خواهند داشت (Opara, 2004). در این میان, بسیاری از صاحب‌نظران و محققان، فناوری‌نانو را مساوی آینده دانسته و بر این باورند که متخصصان رشته‌های مختلف بدون گرایش به مباحث فناوری‌نانو در دهه‌های آینده فرصتی برای رشد نخواهند داشت و شکوفایی بسیاری از فناوری‌های مهم از جمله فناوری اطلاعات و فناوری‌زیستی به عنوان دو دستاورد بسیار عظیم قرن بیستم, بدون بهره‌گیری از فناوری‌نانو دچار اختلال خواهند شد (سلطانی، ۱۳۸۳).

واژه نانو[2] از ریشه یونانی dwarf به معنی کوتاه قدی و یا کوتوله مشتق شده و به ابعادی اشاره دارد که بزرگی آنها به اندازه $۱۰^{-۹}$ (یک میلیاردم) است (Warad and Duta, 2006). بطور کلی، فناوری‌نانو عبارت است از شناخت، کنترل و کاربرد ماده در ابعاد تقریبا" یک تا ۱۰۰ نانومتر. در چنین مقیاسی مشخصه‌های منحصربفرد مواد موجب پیدایش کاربردهای نوینی می‌شوند. در این مقیاس خواص فیزیکی، شیمیایی و زیستی مواد با خواص تک تک اتم، مولکول‌ها و یا خواص توده ماده کاملا" متفاوت است (PCAST, 2008). در حال حاضر, جریان‌های اصلی تحقیقات در فناوری‌نانو بر کاربردهای آن در زمینه‌هایی همچون الکترونیک, پزشکی, علوم زیستی و ساخت ماشین‌های روبات تمرکز دارد. تجارب بدست آمده در این حوزه‌ها می‌تواند برای متحول کردن سیستم‌های کشاورزی و صنایع غذایی بکار برده شود (Parr, 2005). در واقع, علم نانو تمامی حوزه‌های علم را همچون زلزله تحت تاثیر قرار داده و علم کشاورزی نیز از این قاعده مستثنی نیست (Das et al, 2004; Johnson, 2006 and Schaller and Klimov, 2004).

در عرصه کشاورزی، فناوری‌نانو منجر به ایجاد تغییرات شگرفی در استفاده از منابع طبیعی، انرژی و آب، امکان بازیافت مواد و استفاده مجدد از آنها شده و پساب‌ها و آلودگی را کاهش خواهد داد. توسعه فناوری‌ها در عرصه الکترونیک و مکانیک از طریق تولید نانوحسگرها زمینه را برای خودکار کردن و کنترل عملیات کشاورزی فراهم نموده است. با استفاده از این فناوری‌ها می‌توان عوامل محیطی را در گلخانه‌ها و دامداری‌ها کنترل کرد. تولید مواد جدید و کارا, پیشرفت در زمینه

[1] - Information and communication technology, Biotechnology and Nanotechnology
[2] - Nano

تولید محصولات جدید و طراحی روش‌های نوین برای تولید و نگهداری غذای سالم و حفاظت زیست محیطی از دیگر تغییرات ایجاد شده بوسیله فناوری‌نانو در کشاورزی خواهد بود. به همین منوال, پیشرفت‌های اخیر در زمینه علم مواد و علم شیمی، امکان تولید ذرات نانویی را فراهم نموده است که می‌توانند بطور گسترده در حوزه‌های مختلف کشاورزی کاربرد داشته باشند (Das et al, 2004 and Schaller and Klimov, 2004).

تقریبا به صورت همزمان با ورود کشورهای پیشرو در علم و فناوری به حوزه فناوری‌نانو، در کشور ما نیز فعالیت‌های متعددی در این زمینه طرح‌ریزی و انجام شده است. در حال حاضر، فناوری‌نانو به عنوان یکی از اولویت‌های فناوری کشور محسوب می‌شود که در سیاست‌های کلی نظام و برنامه پنج ساله چهارم مورد تأکید قرار گرفته است. در همین زمینه، وزارت جهادکشاورزی همگام با تعدادی از وزارتخانه‌ها و دستگاه‌های اجرایی کشور اقدام به بسترسازی و فعالیت در حوزه فناوری‌نانو نموده است (ستاد ویژه توسعه فناوری‌نانو، ۱۳۸۴). علیرغم گذشت حدود شش سال از آغاز فعالیت‌ها در این عرصه و انجام برنامه‌ها و اقدامات گوناگون، آنچنان که باید و شاید فناوری‌نانو و کاربردهای آن در بخش کشاورزی بسط نیافته و دستیابی و بهره‌برداری از آن برای بخش عمده‌ای از ذینفعان مختلف بخش کشاورزی هنوز میسر نشده است. از این رو، با وجود فعالیت‌های مقطعی صورت پذیرفته و کسب برخی دستاوردها به نظر می‌رسد که بخش کشاورزی در مقایسه با دیگر بخش‌های درگیر در حوزه فناوری‌نانو در کشور از وضعیت چندان مطلوبی برخوردار نبوده و با مشکلات و موانع متعددی در این زمینه مواجه است. نکته قابل توجه آن است که با در نظر گرفتن چنین شرایطی، امید چندانی به بهبود وضعیت فعلی نبوده و روند رو به رشدی در این زمینه مشاهده نمی‌شود. از این‌رو، یک پرسش اساسی این است که در حال حاضر چه موانع و مشکلاتی بر سر راه توسعه فناوری‌نانو در بخش کشاورزی کشور وجود دارند؟ با عنایت به سوال طرح شده، پژوهش حاضر با هدف شناسایی و تحلیل موانع توسعه فناوری‌نانو در بخش کشاورزی ایران و رسیدن به شناختی روشن در این زمینه بمنظور ارایه راهکارها و پیشنهادهایی عملی در راستای تسهیل و تسریع فرایند توسعه فناوری‌نانو در بخش کشاورزی کشور، طرح و انجام شد.

با توجه به هدف و محدوده موضوعی تحقیق، در این بخش به مرور برخی از مطالعات انجام گرفته در داخل و خارج از کشور در حیطه مساله مورد پژوهش پرداخته شده است.

مایز[3] (۲۰۰۵) در تحقیق خود در خصوص موانع و چالش‌های توسعه فناوری‌نانو، موارد زیر را به عنوان مهمترین موانع توسعه فناوری‌نانو مورد تاکید قرار داده است: پایین بودن سطح آگاهی و شناخت عامه مردم در خصوص مزایا و پتانسیل‌های فناوری‌نانو، 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 و زمینه‌سازی برای حضور فعال بخش خصوصی. در مطالعه دیگری که توسط آیگرین و مومن تالر[4] (۲۰۰۶) در زمینه مدیریت فناوری‌نانو انجام گرفت، مواردی همچون نبود یک ساختار فرابخشی بمنظور مدیریت فرایند توسعه فناوی‌نانو، عدم شناخت و آگاهی عامه مردم از پتانسیل‌ها، قابلیت‌ها و کاربردهای فناوری‌نانو، عدم توجه به استانداردسازی و ایمنی نانوذرات، عدم شبکه‌سازی و مشارکت دادن تمامی گروه‌های ذینفع در فرایند توسعه فناوری‌نانو اعم از صنعت، دولت، محققان، مردم، گروه‌های سیاسی و بخش خصوصی، نبود شبکه‌های ارتباطی و اطلاعاتی در راستای تسهیم داده‌ها و اطلاعات بمنظور تسریع در فرایند توسعه قوانین و استانداردهای

[3] - Mize
[4] - Aigrain and Mumenthaler

بین‌المللی، نبود قوانین و مقررات خاص در حوزه فناوری‌نانو، به عنوان مهمترین موانع فراروی توسعه فناوری‌نانو در بخش‌ها و صنایع مختلف مورد توجه قرار گرفته‌اند

در گزارشی که توسط هلستن[5] (۲۰۰۷) تحت عنوان راهبرد فناوری‌نانو در اروپا منتشر شده است، بطور کلی موانع توسعه فناوری‌نانو در شش حوزه سیاستگذاری، زیرساختی، تامین مالی، اطلاع‌رسانی، آموزشی و قانونی، دسته‌بندی شده است. همچنین، در این مطالعه بر تدوین برنامه‌های آموزشی و تاکید بر حوزه‌های فرارشته‌ای و چندرشته‌ای، نوآوری‌های صنعتی، تدوین استانداردهای بین‌المللی، انتقال فناوری، فراهم آوردن زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و نهادسازی، بررسی ابعاد اجتماعی در حوزه فناوری‌نانو و درگیر کردن عامه مردم در بحث‌های اخلاقی مرتبط، تدوین قوانین و مقررات مرتبط بویژه در حوزه مالکیت معنوی، بررسی ابعاد زیست محیطی و ایمنی نانوذرات، انجام توافقات و همکاری‌های بین‌المللی، بمنظور تسریع فرایند توسعه فناوری‌نانو تاکید شده است.

در تحقیقی که توسط ستاد ویژه توسعه فناوری‌نانو کشور (۱۳۸۴) در خصوص بررسی وضعیت فناوری زیستی در ایران انجام گرفت، مواردی از قبیل کمبود حمایت‌های مالی، چالش‌های قانونی، استانداردسازی، عدم به کارگیری روش‌های نوین و علمی تجاری‌سازی و بازاریابی از سوی شرکت‌ها، نبود نظام حقوق مالکیت فکری در کشور، نبود شبکه‌های ارتباطاتی و اطلاعاتی و نبود سایر حمایت‌های غیرمالی از بخش خصوصی، به عنوان مهمترین موانع و مشکلات فراروی توسعه فناوری زیستی در ایران بیان شده‌اند.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از لحاظ میزان و درجه کنترل، غیرآزمایشی و توصیفی، از نظر نحوهٔ گردآوری داده‌ها، میدانی و در نهایت به لحاظ قابلیت تعمیم یافته‌ها، از نوع تحقیقات پیمایشی محسوب می‌شود. جامعه آماری تحقیق حاضر شامل ۲۲۵ نفر از اعضای هیات علمی دانشکده‌های کشاورزی فردوسی مشهد، دانشگاه شیراز و دانشگاه صنعتی اصفهان بود (جدول ۱). در رابطه با انتخاب دانشکده‌های مزبور، بایستی اشاره شود که با در نظر گرفتن اینکه تحقیق حاضر به دنبال سنجش و ارزیابی موانع توسعه فناوری‌نانو در بخش کشاورزی کشور بود؛ با نظر مطلعان کلیدی، خبرگان و افراد صاحبنظر در زمینه موضوع مورد پژوهش، دانشگاه‌هایی برای انجام تحقیق انتخاب شدند که پاسخگویان مورد مطالعه در آنها بتوانند به پرسش‌های مطرح شده در خصوص ارزیابی موانع توسعه فناوری‌نانو در بخش کشاورزی کشور بطور مناسبی پاسخ دهند. حجم نمونه با توجه به جدول مورگان و کرجیس[6]، ۱۴۰ نفر بدست آمد. بمنظور دستیابی به نمونه‌ها و تکمیل پرسشنامه‌ها، از روش نمونه‌گیری طبقه‌ای[7] با اختصاص متناسب (دانشکده‌های مورد مطالعه به عنوان طبقات) بهره گرفته شد که پس از محاسبه، تعداد نمونه‌های زیر به شرح جدول (۱) به هریک از دانشکده‌های مورد مطالعه اختصاص یافت؛ در وهله بعد، با مراجعه به چارچوب نمونه، تعداد اعضای هیات علمی مورد نظر در هر یک از طبقات بصورت تصادفی انتخاب شده و سپس به گردآوری داده‌های مورد نیاز از طریق تکمیل پرسشنامه‌ها مبادرت به عمل آمد.

جدول ۱- تعداد کل اعضای هیات علمی دانشکده‌های کشاورزی مورد مطالعه و نمونه‌های اختصاص یافته به هریک از طبقات

شماره	دانشگاه	تعداد اعضای هیات علمی (نفر)	تعداد نمونه‌های اختصاص یافته

[5] - Hellsten
[6] - Morgan& Krejcie
[7] - Stratified random sampling

۱	شیراز	۶۹	۴۳
۲	صنعتی اصفهان	۶۴	۴۰
۳	فردوسی مشهد	۹۲	۵۷
۴	جمع	۲۲۵	۱۴۰

پرسشنامه تحقیق شامل دو بخش مشخصه‌های فردی و حرفه‌ای پاسخگویان (نه پرسش) و دیدگاه پاسخگویان مورد مطالعه در خصوص میزان اهمیت موانع تاثیرگذار بر توسعه فناوری‌نانو در بخش کشاورزی ایران (۲۸ گویه) می‌شد که برای اندازه‌گیری بخش دوم، از مقیاس نمره‌دهی۱۰ درجه‌ای (صفر= کمترین و ۱۰= بیشترین) استفاده گردید. روایی[8] پرسشنامه با نظر پانل متخصصان و صاحبنظران در زمینه موضوع مورد پژوهش مورد تایید قرار گرفت و برای تعیین اعتبار[9] پرسشنامه، پیش آزمون (شامل ۲۵ نفر خارج از نمونه اصلی) انجام گرفت که مقدار آلفای کرونباخ محاسبه شده برای مقیاس "میزان اهمیت موانع تاثیرگذار بر توسعه فناوری‌نانو در بخش کشاورزی ایران"، در حد مناسب (۰/۸۱) بود. برای تجزیه و تحلیل داده‌های گردآوری شده از آمار توصیفی (شامل فراوانی، میانگین، انحراف معیار و نما) و آمار استنباطی (شامل تحلیل عاملی) استفاده شد.

نتایج تحقیق

بر اساس نتایج کسب شده، میانگین سن پاسخگویان مورد مطالعه ۴۶ سال و انحراف معیار آن ۵/۵ بود. در ضمن جوان‌ترین و مسن‌ترین عضو هیات علمی در بین پاسخگویان طرف مطالعه به ترتیب ۲۹ و ۶۵ سال داشتند. به لحاظ مرتبه علمی، ۱۴ درصد پاسخگویان مربی، ۵۹/۷ درصد استادیار، ۱۸/۵ درصد دانشیار و ۷/۸ درصد استاد بودند. با توجه به نتایج بدست آمده، پاسخگویان برخوردار از رشته‌های زراعت و دامپروری به ترتیب با کسب ۳۱/۵ درصد و ۱۵/۲ درصد از کل پاسخگویان، از بیشترین فراوانی برخوردار بودند. در ضمن، ۱۱/۳ درصد پاسخگویان دارای رشته گیاهپزشکی، ۹/۳ درصد باغبانی، ۹/۳ درصد خاکشناسی، ۶/۹ درصد حشره‌شناسی و ۶/۹ درصد صنایع غذایی و در نهایت ۹/۸ درصد نیز شامل سایر رشته‌های کشاورزی می‌شدند. در جدول (۲)، برخی از مشخصه‌های حرفه‌ای مربوط به اعضای هیات علمی طرف مطالعه آورده شده است.

جدول ۲- مشخصه‌های آماری مربوط به اعضای هیات علمی کشاورزی مورد مطالعه

شماره	مشخصه‌های حرفه‌ای	پارامترهای آماری				
		میانگین	میانه	نما	انحراف معیار	کمترین	بیشترین
۱	سابقه فعالیت	۱۳/۵	۱۱/۵	۱۵	۵/۴۹	۱	۳۱
۲	تعداد پایان‌نامه‌های راهنمایی شده (در سطح کارشناسی ارشد و دکتری)	۵/۹	۶/۵	۵	۵/۴۳	۲	۲۶
۳	تعداد پایان‌نامه‌های مشاوره شده (در سطح کارشناسی ارشد و دکتری)	۸/۸	۸	۶	۸/۸۱	۴	۳۴
۴	تعداد مقاله علمی – پژوهشی منتشر شده (داخل و خارج)	۱۴/۹	۱۵	۱۴	۷/۹۵	۴	۳۱
۵	تعداد کتاب‌های منتشر شده (ترجمه و تالیف)	۱/۵	۱	۰	۳/۴۹	۰	۱۴
۶	تعداد طرح پژوهشی انجام شده (در نقش مجری، همکار و مشاور)	۹/۵	۸/۵	۷	۷/۲۲	۱	۲۸

[8] - Validity
[9] - Reliability

نتایج حاصل از ارزیابی میزان اهمیت موانع تاثیرگذار بر توسعه فناوری‌نانو در بخش کشاورزی ایران در جدول (۳) آورده شده است. همانطور که از نتایج مشخص می‌شود از میان موانع و مشکلات متعدد بر شمرده شده مواردی همچون ضعف در سیاستگذاری و هدایت برنامه‌های استراتژیک مرتبط با توسعه فناوری‌نانو در بخش کشاورزی، عدم وجود آگاهی و شناخت کافی در مدیران، کارشناسان، تصمیم‌گیران، و دیگر فعالان بخش کشاورزی نسبت به فناوری‌نانو و بعضا" عدم اعتقاد و نگاه فانتزی آنان به ضرورت توجه خاص به حوزه نانو و عدم وجود دیدی کلان‌نگر و جامع راجع به برنامه‌ها و سیاست‌های توسعه فناوری‌نانو در برنامه‌ریزان و مدیران بخش کشاورزی، از اولویت بالاتری برخوردار بودند. در مقابل، مواردی از قبیل عدم حمایت از شکل‌گیری صندوق‌های خطرپذیر برای تامین مالی فناوری‌نانو در بخش کشاورزی، کامل نبودن قوانین مربوط به نظام مالکیت فکری در حوزه فناوری‌نانو و ضمانت اجرایی ضعیف برای آن و نبود سازوکارهای نظارتی اثربخش برای ارزیابی و کنترل برنامه‌های جاری در حوزه فناوری‌نانوی، در مقایسه با دیگر مشکلات مورد ارزیابی اولویت پایین‌تری را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول ۳ - ارزیابی میزان اهمیت موانع تاثیرگذار بر توسعه فناوری‌نانو در بخش کشاورزی ایران

اولویت	موانع و مشکلات	میانگین *	انحراف معیار	ضریب تغییرات
۱	ضعف در سیاستگذاری و هدایت برنامه‌های استراتژیک مرتبط با توسعه فناوری‌نانو در بخش کشاورزی	۸/۴۲	۱/۷۳۵	۰/۲۰۶
۲	عدم وجود آگاهی و شناخت کافی در مدیران، کارشناسان، تصمیم‌گیران، و دیگر فعالان بخش کشاورزی نسبت به فناوری‌نانو و بعضا" عدم اعتقاد و نگاه فانتزی آنان به ضرورت توجه خاص به حوزه نانو	۸/۰۱	۱/۸۷۱	۰/۲۳۴
۳	عدم وجود دیدی کلان‌نگر و جامع راجع به برنامه‌ها و سیاست‌های توسعه فناوری‌نانو در برنامه‌ریزان و مدیران بخش کشاورزی	۸/۱۳	۱/۹۵۱	۰/۲۴۰
۴	کمبود تجهیزات و امکانات سخت افزاری مربوط به فناوری‌نانو در بخش کشاورزی	۸/۳۱	۲/۱۱۱	۰/۲۵۴
۵	نبود شبکه اطلاعاتی- ارتباطاتی قوی بین افراد فعال در زمینه فناوری‌نانوی کشاورزی	۸/۲۵	۲/۱۳۲	۰/۲۵۸
۶	کمبود نیروی انسانی متخصص و آموزش دیده در حوزه فناوری‌نانو کشاورزی	۷/۶۵	۲/۱۱۸	۰/۲۷۷
۷	عدم ثبات مدیریتی و توجه مستمر به برنامه‌های مرتبط با فناوری‌نانو در بخش کشاورزی	۷/۸۸	۲/۲۵۵	۰/۲۸۶
۸	نبود استانداردهای ایمنی مشخص مرتبط با محصولات و فرآورده‌های فناوری‌نانو	۷/۶۱	۲/۲۰۲	۰/۲۸۹
۹	ضمانت اجرایی ضعیف برای برنامه‌های تدوین شده در بخش کشاورزی بمنظور توسعه فناوری نانو	۷/۸۱	۲/۲۵۶	۰/۲۹۰
۱۰	هدفمند نبودن پژوهش‌های مرتبط با فناوری‌نانو (به لحاظ کاربردی بودن نتایج و برخورداری از انگیزه‌های اقتصادی) بویژه در بخش دانشگاهی	۷/۱۱	۲/۰۸۹	۰/۲۹۴
۱۱	عدم اختصاص بودجه و اعتبارات کافی به بخش کشاورزی (ناکافی بودن اعتبارات) در حوزه فناوری‌نانو	۷/۸۸	۲/۴۰۱	۰/۳۰۵
۱۲	عدم توجه و حمایت از بخش خصوصی و زمینه‌سازی برای حضور آنها در عرصه تولید و توسعه فناوری‌نانوی کشاورزی	۷/۲۹	۲/۲۴۴	۰/۳۰۸
۱۳	نبود مراکز تجاری‌سازی و بازاریابی برای محصولات تولید شده در حوزه فناوری‌نانوی کشاورزی	۷/۵۵	۲/۳۳۳	۰/۳۰۹
۱۴	عدم وجود یک بانک اطلاعاتی موثق و روزآمد در بخش کشاورزی برای دسترسی به اخبار و اطلاعات در حوزه فناوری‌نانوی	۷/۹۹	۲/۴۷۸	۰/۳۱۰
۱۵	نبود بسترهای قانونی و حقوقی مناسب مرتبط با فناوری‌نانو در بخش کشاورزی	۷/۷۱	۲/۴۱۱	۰/۳۱۳

۱۶	تقاضا محور نبودن تحقیقات فناوری‌نانو در بخش کشاورزی و عدم وجود بازارهای مشخص برای محصولات تولیدی	۸/۰۴	۲/۵۳۱	۰/۳۱۵
۱۷	تخصیص نامناسب بودجه اختصاص یافته بین واحدها و بخش‌های فعال در حوزه فناوری‌نانوی کشاورزی	۷/۶۹	۲/۴۳۲	۰/۳۱۶
۱۸	عدم وجود یک برنامه اطلاع‌رسانی مناسب در بخش کشاورزی برای آگاهی‌بخشی مخاطبان در سطوح مختلف در مورد فناوری‌نانو	۷/۲۹	۲/۳۲۲	۰/۳۱۸
۱۹	فقدان یا کمبود ساختارهای حمایتی مانند مراکز رشد، خوشه‌های صنعتی، پارک‌های فناوری در حوزه فناوری‌نانوی کشاورزی	۷/۱۱	۲/۲۶۷	۰/۳۱۹
۲۰	عدم شکل‌گیری ارتباط مناسب بین حلقه‌های مختلف زنجیره ارزش (از تحقیقات تا تجاری‌سازی و بازاریابی)	۷/۴۲	۲/۳۷۸	۰/۳۲۰
۲۱	ضعف در استانداردسازی محصولات فناوری‌نانو در حوزه کشاورزی	۷/۲۱	۲/۳۸۹	۰/۳۳۱
۲۲	ضعف در انسجام و هماهنگی بین نمایندگان ذیربط در کمیته فناوری نانو وزارت جهادکشاورزی با توجه به گستردگی حوزه‌های کشاورزی	۶/۹۹	۲/۳۳۴	۰/۳۳۳۹
۲۳	عدم وجود هماهنگی مناسب بین ستاد توسعه فناوری نانو و کمیته فناوری‌نانو وزارت جهادکشاورزی	۷/۴۱	۲/۴۴۴	۰/۳۳۴۳
۲۴	وجود موانع بروکراتیک و تمرکز اداری	۷/۲۱	۲/۴۵۷	۰/۳۴۱
۲۵	کارایی ضعیف کمیته فناوری‌نانوی وزارت جهادکشاورزی در راهبری و مدیریت فناوری‌نانو در بخش کشاورزی	۷/۲۵	۲/۵۶۱	۰/۳۵۳
۲۶	عدم حمایت از شکل‌گیری صندوق‌های خطرپذیر برای تامین مالی فناوری‌نانو در بخش کشاورزی	۶/۹۱	۲/۵۳۳	۰/۳۶۷
۲۷	کامل نبودن قوانین مربوط به نظام مالکیت فکری در حوزه فناوری‌نانو و ضمانت اجرایی ضعیف برای آن	۶/۸۱	۲/۵۶۸	۰/۳۷۷
۲۸	نبود سازوکارهای نظارتی اثربخش برای ارزیابی و کنترل برنامه‌های جاری در حوزه فناوری‌نانوی کشاورزی	۶/۸۸	۲/۹۴۷	۰/۴۲۸

* مقیاس نمره‌دهی ۱۰ درجه‌ای: صفر (کمترین) و ۱۰ (بیشترین)

در تحقیق حاضر، به منظور دسته‌بندی "موانع تاثیرگذار بر توسعه فناوری‌نانو در بخش کشاورزی ایران" و تعیین مقدار واریانس تبیین شده توسط هر کدام از متغیرها در قالب عامل‌های دسته‌بندی شده، از تحلیل عاملی استفاده شد.

برای تشخیص مناسب بودن داده‌های مربوط به مجموعه متغیرها یا گویه‌های مورد تحلیل در ارتباط با موانع و مشکلات توسعه فناوری‌نانو در بخش کشاورزی کشور، از آزمون بارتلت و شاخص KMO بهره گرفته شده است. معنی‌داری آزمون بارتلت در سطح معنی‌داری ۱ درصد و مقدار مناسب KMO (جدول ۴)، حاکی از همبستگی مجموعه‌ای و مناسبت متغیرهای مورد نظر برای تحلیل عاملی بود.

جدول ٤- مقدار KMO و آزمون بارتلت و سطح معنی‌داری

مجموعه مورد تحلیل	مقدار KMO	مقدار بارتلت	سطح معنی‌داری(Sig.)
موانع و مشکلات توسعه فناوری‌نانو در بخش کشاورزی ایران	۰/۸۱۸	۱۸۹۴/۱۳۲	۰/۰۰۰

بمنظور استخراج عامل‌ها، از روش تحلیل عاملی مبتنی بر ماتریس همبستگی نوع R استفاده شد. عامل‌های استخراج شده در مورد زیر مجموعه مورد تحلیل یعنی "موانع توسعه فناوری‌نانو در بخش کشاورزی ایران"، همراه با مقدار ویژه، درصد واریانس و درصد واریانس تجمعی در جدول (۵) ارایه شده است. لازم به ذکر است که با توجه به پایین بودن مقدار ویژه عامل‌های دیگر، در این مورد، تنها استخراج پنج عامل مدنظر قرار گرفته است.

بر اساس یافته‌های حاصل از جدول (۶)، عامل نخست از بین پنج عامل استخراجی تحت عنوان عامل "مدیریتی" با مقدار ویژه ۳/۹۳۵ به تنهایی تبیین کننده ۲۳/۱۱ درصد واریانس کل مجموعه مورد تحلیل بود. پس از آن، عامل دوم با نام عامل "اطلاعاتی و ارتباطاتی" با مقدار ویژه ۲/۳۷۳ توانسته است ۱۳/۸۹ درصد واریانس مجموعه را تبیین نماید. این دو عامل در مجموع ۳۷ درصد واریانس کل را تبیین کردند. عامل‌های سوم (قانونی)، چهارم (مالی) و پنجم (زیرساختی) با مقادیر ویژه ۲/۳۱۵، ۱/۵۷۶ و ۱/۳۳۱ به ترتیب ۱۳/۵۲، ۹/۱۳ و ۷/۸۳ درصد واریانس کل را تبیین نموده‌اند. بطور کلی، این

پنج عامل در مجموع ۶۷/۴۸ کل واریانس را تبیین کردند که حاکی از درصد قابل قبول واریانس تبیین شده توسط عامل‌های مزبور دارد.

جدول ۵ - عامل‌های استخراج شده همراه با مقدار ویژه، درصد واریانس و درصد واریانس تجمعی آنها

شماره	عامل‌ها	مقدار ویژه	درصد واریانس مقدار ویژه	درصد واریانس تجمعی
۱	مدیریتی	۳/۹۳۵	۲۳/۱۱	۲۳/۱۱
۲	اطلاعاتی - ارتباطاتی	۲/۳۷۳	۱۳/۸۹	۳۷
۳	قانونی	۲/۳۱۵	۱۳/۵۲	۵۰/۵۲
۴	مالی	۱/۵۷۶	۹/۱۳	۵۹/۶۵
۵	زیرساختی	۱/۳۳۱	۷/۸۳	۶۷/۴۸

وضعیت قرارگیری مجموعه متغیرهای مرتبط با موانع توسعه فناوری‌نانو در بخش کشاورزی ایران، با توجه به عوامل استخراج شده با فرض واقع شدن متغیرهای دارای بار عاملی بزرگتر از ۰/۵ پس از چرخش عامل‌ها به روش وریماکس و نامگذاری عامل‌ها، در جدول (۶) آورده شده است.

جدول ٦- متغیرهای مربوط به هر یک از عوامل و میزان بارهای عاملی بدست آمده از ماتریس چرخش یافته

عامل‌ها	متغیرها	بار عاملی
مدیریتی	ضعف در سیاستگذاری و هدایت برنامه‌های استراتژیک مرتبط با توسعه فناوری‌نانو در بخش کشاورزی	۰/۸۷۱
	عدم وجود آگاهی و شناخت کافی در مدیران، کارشناسان، تصمیم‌گیران، و دیگر فعالان بخش کشاورزی نسبت به فناوری‌نانو و بعضا عدم اعتقاد و نگاه فانتزی آنان به ضرورت توجه خاص به حوزه نانو	۰/۷۰۹
	عدم ثبات مدیریتی و توجه مستمر به برنامه‌های مرتبط با فناوری‌نانو در بخش کشاورزی	۰/۶۷۴
	عدم وجود دیدی کلان‌نگر و جامع راجع به برنامه‌ها و سیاست‌های توسعه فناوری‌نانو در برنامه‌ریزان و مدیران بخش کشاورزی	۰/۵۷۵
	ضعف در انسجام و هماهنگی بین نمایندگان ذیربط در کمیته فناوری نانو وزارت جهادکشاورزی با توجه به گستردگی حوزه‌های کشاورزی	۰/۵۷۴
اطلاعاتی - ارتباطاتی	نبود شبکه اطلاعاتی- ارتباطاتی قوی بین افراد فعال در زمینه فناوری‌نانوی کشاورزی	۰/۸۳۸
	عدم وجود یک برنامه اطلاع‌رسانی مناسب در بخش کشاورزی برای آگاهی‌بخشی مخاطبان در سطوح مختلف در مورد فناوری‌نانو	۰/۸۱۱
	عدم وجود یک بانک اطلاعاتی موثق و روزآمد در بخش کشاورزی برای دسترسی به اخبار و اطلاعات در حوزه فناوری‌نانوی	۰/۷۲۴
	ضمانت اجرایی ضعیف برای برنامه‌های تدوین شده در بخش کشاورزی بمنظور توسعه فناوری‌نانو	۰/۵۳۲
قانونی	نبود استانداردهای ایمنی مشخص مرتبط با محصولات و فرآورده‌های فناوری‌نانو	۰/۶۳۹
	ضعف در استانداردسازی محصولات فناوری‌نانو در حوزه کشاورزی	۰/۶۲۱
	نبود بسترهای قانونی و حقوقی مناسب مرتبط با فناوری‌نانو در بخش کشاورزی	۰/۵۴۰
	کامل نبودن قوانین مربوط به نظام مالکیت فکری در حوزه فناوری‌نانو و ضمانت اجرایی ضعیف برای آن	۰/۵۱۵
مالی	عدم اختصاص بودجه و اعتبارات کافی به بخش کشاورزی در حوزه فناوری‌نانو	۰/۸۱۴
	تخصیص نامناسب بودجه اختصاص یافته بین واحدها و بخش‌های فعال در حوزه فناوری‌نانوی کشاورزی	۰/۷۶۲

زیرساختی	کمبود تجهیزات و امکانات سخت افزاری مربوط به فناوری‌نانو در بخش کشاورزی	۰/۷۳۶
	فقدان یا کمبود ساختارهای حمایتی مانند مراکز رشد، خوشه‌های صنعتی، پارک‌های فناوری در حوزه فناوری‌نانوی کشاورزی	۰/۵۹۵

بحث و نتیجه‌گیری

یکی از مهمترین الزاماتی که در کشورهای پیشرو در حوزه علم و فناوری مورد توجه قرار گرفته است، فراهم ساختن زیرساخت‌های اطلاعاتی و ارتباطاتی در راستای شبکه‌سازی بین گروه‌های متعدد درگیر در حوزه فناوری‌نانو و مشارکت دادن ذینفعان مختلف در فرایند توسعه فناوری‌نانو بمنظور تسریع آن می‌باشد. بدیهی است که عدم وجود چنین زیرساخت‌هایی می‌تواند فرایند توسعه فناوری را با تاخیر مواجه سازد؛ این موضوع بواسطه نتایج تحقیق و وارد شدن عامل اطلاعاتی- ارتباطاتی در تحلیل به عنوان عامل دوم، مورد تایید قرار گرفته است. اهمیت عامل اطلاعاتی- ارتباطاتی در مطالعات مایز (۲۰۰۵)، آیگرین و مومن تالر (۲۰۰۶) و هلستن (۲۰۰۷) نیز مورد تاکید قرار گرفته است.

با توجه به یافته‌های تحقیق، یکی دیگر از موانع توسعه فناوری‌نانو در بخش کشاورزی که میزان واریانس قابل توجهی را به خود اختصاص داده است، مسایل و مشکلات قانونی و نبود استانداردهای ایمنی می‌باشند که فرایند توسعه فناوری‌نانو را با دشواری مواجه ساخته‌اند. البته این موضوع، بیش از آنکه یک مساله ملی باشد، یک موضوع بین‌المللی به شمار می‌رود. در این زمینه، با توجه به تلاش‌ها و اقدامات مختلفی که از سوی کشورهای پیشرو در حوزه فناوری‌نانو و نیز برخی سازمان‌های بین‌المللی همچون FDA[10]، سازمان استاندارد جهانی و ... در حال انجام است؛ پیوستن کشور در معاهدات و توافقات بین‌المللی و نیز همکاری با آنها می‌تواند در رفع سریع‌تر مسایل قانونی در سطح کشور راهگشا باشد.

تامین منابع مالی و فراهم ساختن زیرساخت‌ها و امکانات سخت افزاری مورد نیاز از مهمترین پیش‌نیازهای توسعه فناوری‌نانو به شمار می‌روند که عدم توجه و فراهم نکردن آنها می‌تواند فرایند توسعه فناوری‌نانو را دچار تاخیر نماید. این موضوع با توجه به یافته‌های کسب شده از تحلیل عاملی و وارد شدن دو عامل زیرساختی و مالی در تحلیل، مورد تایید قرار گرفته است. اهمیت عامل‌های وارد شده در تحلیل، در مطالعات مایز (۲۰۰۵) و هلستن (۲۰۰۷) نیز مورد تاکید واقع شده است.

پیشنهادها

با توجه به یافته‌های بدست آمده از تحلیل عاملی، عامل مدیریتی، مقدار قابل توجهی از واریانس موانع توسعه فناوری‌نانو در بخش کشاورزی ایران را به خود اختصاص داده است. با در نظر گرفتن این امر، بمنظور سرعت بخشیدن به فرایند توسعه فناوری‌نانو در بخش کشاورزی کشور پیشنهاد می‌شود مواردی از قبیل افزایش سطح آگاهی و شناخت مخاطبان مختلف بخش کشاورزی شامل سیاستگذاران، مدیران، بهره‌برداران و ... (به شیوه‌های گوناگون اعم از اجرای برنامه‌های ترویجی هدفمند، برگزاری سخنرانی‌ها و کارگاه‌های آموزشی، برپایی نمایشگاه‌ها و غیره)، ایجاد ساختار مدیریتی با ثبات در حوزه فناوری‌نانو در بخش کشاورزی و اعمال پشتیبانی‌های قانونی نیرومند و به دور از هر گونه کشمکش‌های سیاسی از آن، برقراری تعامل و ارتباط موثر بین نمایندگان ذیربط در کمیته فناوری‌نانوی وزارت

[10] - Food and Drug Administration

جهادکشاورزی به منظور برنامه‌ریزی و پیشبرد یکپارچه برنامه‌ها و اقدامات مربوطه و در نهایت، تدوین و ابلاغ قوانین و مقرراتی به بخش‌های ذیربط بمنظور حمایت و حصول اطمینان از پیاده‌سازی برنامه‌های تدوین شده در بخش کشاورزی در حوزه فناوری‌نانو، مورد توجه جدی سیاستگذاران، مسولان و برنامه‌ریزان قرار گیرند.

با در نظر گرفتن اهمیت عامل اطلاعاتی- ارتباطاتی و میزان واریانس اختصاص یافته به این عامل پیشنهاد می‌شود ضمن برنامه‌ریزی بمنظور ایجاد یک شبکه اطلاعاتی- ارتباطاتی قوی بین افراد فعال در حوزه فناوری‌نانوی کشاورزی بمنظور تسهیم اطلاعاتی مابین آنها، از طریق طراحی و اجرای یک برنامه اطلاع‌رسانی مناسب در بخش کشاورزی برای آگاهی‌بخشی مخاطبان در سطوح مختلف، زمینه‌های مشارکت پایدار آنان را در فرایند توسعه فناوری‌نانو فراهم نمود؛ اهمیت این موضوع با توجه به اینکه هنوز در مراحل ابتدایی فرایند توسعه فناوری‌نانو در بخش کشاورزی قرار داریم، دوچندان خواهد بود. در این زمینه، تشکیل یک بانک اطلاعاتی موثق و روزآمد در بخش کشاورزی برای در دسترس قرار دادن اخبار و اطلاعات مربوطه در اختیار ذینفعان، نیز می‌تواند موثر واقع شود.

با توجه به نتایج حاصل از تحلیل عاملی پیشنهاد می‌شود در جهت تسهیل و تسریع فرایند توسعه فناوری‌نانو در بخش کشاورزی کشور مواردی همچون اختصاص بودجه و اعتبارات کافی و تشویق سرمایه‌گذاری در حوزه فناوری‌نانوی کشاورزی و البته تدوین و اجرای سازوکار قانونی مشخص به منظور تخصیص مناسب اعتبارات بین واحدها و بخش‌های فعال (با در نظر گرفتن اولویت‌های مشخص شده) در بخش کشاورزی و جلوگیری از صرف این اعتبارات در حوزه‌های دیگر، فراهم ساختن تجهیزات و امکانات سخت افزاری مورد نیاز و آماده‌سازی و تجهیز آزمایشگاه‌های موسسات تحقیقاتی تابعه وزارت جهادکشاورزی جهت پیوستن به شبکه ملی زیرساخت‌ها و توجه و حمایت از بخش خصوصی و رفع موانع بمنظور حضور موثرتر آنها در عرصه تولید و توسعه فناوری‌نانوی کشاورزی، در برنامه‌ریزی‌ها و سیاستگذاری بخش کشاورزی مورد توجه مسولان و دست‌اندرکاران امر قرار گیرند.

منابع مورد استفاده

۱. ستاد ویژه توسعه فناوری‌نانو (۱۳۸۴). سند تکمیلی راهبرد آینده (راهبرد ۱۰ ساله توسعه فناوری‌نانو در جمهوری اسلامی ایران). ویرایش پنجم, تیرماه ۱۳۸۴. سایت ستاد ویژه توسعه فناوری‌نانو کشور (www.nano.ir).

۲. ستاد ویژه توسعه فناوری‌نانو (۱۳۸۴). گزارش وضعیت فناوری زیستی و فناوری اطلاعات در ایران برای بهره‌گیری از تجربیات آنها در توسعه فناوری‌نانو. تهران، دبیرخانه ستاد ویژه توسعه فناوری‌نانو با همکاری گروه بیوتکنولوژی شبکه تحلیل‌گران تکنولوژی ایران و گروه علمی- خبری طیف کمیته فناوری اطلاعات، ۱۳۸۴.

۳. سلطانی, علی محمد (۱۳۸۳). نانوتکنولوژی و جمهوری اسلامی ایران, بایدها و نبایدها. دفتر همکاری‌های فناوری کمیته مطالعات سیاست نانوتکنولوژی.

4. Aigrain, Jacques and Mumenthaler, Christian (2006). The Risk Governance of Nanotechnology: Recommendations for Managing a Global Issue, pp 4-6.

5. Das, R., et al (2004). Integration of Photosynthetic Protein Molecular Complexes in Solid-State Electronic Devices. Nano Letters, 4 (6): 1079 -1083.

6. Hellsten, Eva (2007). The European nanotechnology strategy: environmental and health aspects. Group on Nanosciences and Nanotechnologies, pp: 6-13. September 2007.

7. Johnson, A. (2006). Agriculture and Nanotechnology. Website: http://tahan. com/Charlie/ nanosociety.

8. Mize, Scott (2005). The Foresight Nanotechnology Challenges. Foresight Nanotechnology Institute, p: 19. May 2005.
9. Opara, L.U. (2001). Historical evolution and tasks for Agricultural Engineering in the new millennium. In: Kosutic, S (Ed.). Proceedings of the 29th International Symposium on “Actual Tasks for Agricultural Engineering”, Zagreb, pp: 1-20.
10. Opara, L.U. (2002). Agricultural Engineering education and research in knowledge-based economy. In: Kosutic, S (Ed.). Proc. of the 30th International Symposium on Agricultural Engineering, Zagreb, Croatia, pp: 33-46.
11. Opara, L.U. (2003). Traceability in agriculture and food supply chains: a review of basic concepts, technological implications, and future prospects. Food, Agriculture & Environment, 1(1): 101-106.
12. Opara, L.U. (2004). "Emerging Technological Innovation Triad for Smart Agriculture in the 21st Century. Part I. Prospects and Impacts of Nanotechnology in Agriculture". Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development. Invited Overview Paper. Vol. VI, pp: 34.
13. Parr, D. (2005). Will nanotechnology make the world a better place? Trends Biotechnology, 23 (8): 395–398.
14. PCAST (2008). Second Evaluation of National Nanotechnology Initiative Program in the United States. April 2008.
15. Schaller R. and Klimov, V. (2004). High Efficiency Carrier Multiplication in PbSe Nanocrystals: Implications for Solar Energy Conversion Phys. Rev. Lett. 92, 186601.
16. Sunding, D. and Zilberman, D. (2000). The Agricultural Innovation Process: Research and Technology Adoption in a Changing Agricultural Sector. In: Handbook of Agricultural Economics.
17. Warad, C. and Dutta, J. (2006). Nanotechnology for Agriculture and Food Systems: A View. Microelectronics, School of Advanced Technologies, Asian Institute of Technology, pp: 8-10.

Identification and Analyzing Barriers to Nanotechnology Development in Iranian Agricultural Sector from the Viewpoints of the Faculty Members

Abstract

The main purpose of this study is to identify and analyze the barriers to nanotechnology development in Iranian agricultural sector. The research method of the study is Descriptive-Correlation research. The statistical population of the study consists of all faculty members of Agricultural Colleges of Shiraz, Sanati Isfahan and Ferdowsi Mashhad Universities (N=225). According to Morgan & Krejcie Table, a sample of 140 members was selected using the stratified random sampling method (colleges as strata). A questionnaire was used to collect the data. A panel of experts confirmed the validity of the questionnaire. A pilot study was conducted to establish reliability of the instrument. Cronbach's alpha coefficient was calculated at 0.81 and adopted to represent the amount of the importance of effective barriers to nanotechnology development in Iranian agricultural sector. Factor analysis of barriers to nanotechnology development in Iranian agricultural sector indicated that five factors named as Managerial, Informative-Communication, Legal, Financial, and infrastructural remarked for 67.48% of their total variance.

Keywords: Agricultural Faculty Members, Barriers, Development, Nanotechnology.