

تحلیل عوامل پیش برنده توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران

روح‌الله ماقبل^۱، محمد چیدری^{۲*} و سید مجتبی خیام نکویی^۳

۱، ۲، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استاد دانشگاه تربیت مدرس

۳، استادیار پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی کرج

(تاریخ دریافت: ۸۸/۷/۱۵ - تاریخ تصویب: ۸۹/۸/۲)

چکیده

پژوهش حاضر با هدف تحلیل عوامل پیش‌برنده توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران انجام گرفته است. به لحاظ روش تحقیق، این تحقیق از نوع تحقیقات توصیفی - همبستگی محسوب می‌شود. جامعه آماری این تحقیق محققین مراکز و مؤسسات تحقیقات ملی کشاورزی (N=187) بود که با استفاده از جدول کرجسی و مورگان تعداد ۱۲۳ نفر نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای متناسب برای انجام تحقیق انتخاب شدند. ابزار تحقیق پرسشنامه‌ای بود که اعتبار (روایی) آن با نظر پانل متخصصان و صاحب‌نظران در زمینه موضوع مورد پژوهش مورد تأیید قرار گرفت. برای تعیین قابلیت اعتماد (پایایی) ابزار تحقیق پیش‌آزمون انجام گرفت که مقدار آلفای کرونباخ محاسبه شده برای بخش عوامل پیش‌برنده توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی در حد مناسب ($\alpha=0/92$) بود. نتایج کسب شده نشان داد که عوامل پیش‌برنده توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی با استفاده از تحلیل عاملی در ۴ دسته اطلاع‌رسانی و فرهنگ‌سازی، تسهیل پژوهش و تحقیق، تأمین و توسعه منابع انسانی، سرمایه‌گذاری و حمایت مالی طبقه‌بندی شد و در مجموع، ۷۴/۳ درصد از واریانس را تبیین کردند.

واژه‌های کلیدی: فناوری نانو، عوامل پیش‌برنده، توسعه، بخش کشاورزی.

مقدمه

پیشرفت‌های علمی و نوآوری‌های فنی در سده بیستم به دستاوردهای چشمگیری در تولیدات کشاورزی بسیاری از کشورها منجر شده است (USDA, 2003). این پیشرفت‌ها از یک سوی، موجبات نوسازی کشاورزی سنتی را فراهم آورده و امکان تولید طیف گسترده‌تری از کالاها و خدمات را میسر ساخته‌اند و از سوی دیگر، تسلط انسان بر منابع طبیعی و بهره‌برداری از آن را بهبود بخشیده‌اند (Opara, 2002). امروزه جوامع بشری در نقطه اوج انقلاب فناوری‌های نوین قرار دارند که تغییرات بسیار شگرفی را در شیوه فعالیت‌های کشاورزی به ارمغان آورده‌اند. همگرایی فناوری‌های سه‌گانه (فناوری اطلاعات و ارتباطات، فناوری زیستی و فناوری

نانو)، محور اصلی پیشرفت فناورانه عصر حاضر به شمار می‌رود (Opara, 2004). در این میان فناوری نانو به عنوان یک موج فناوری جدید از پتانسیل فراوانی برای متحول نمودن صنایع مختلف از جمله بخش کشاورزی برخوردار است. بسیاری از صاحب‌نظران و دانشمندان از فناوری نانو به عنوان انقلاب صنعتی آتی یاد می‌کنند که تمامی علوم را تحت تأثیر قرار خواهد داد (Georgia & Senjen, 2008).

National Nanotechnology Initiative (2000) یک تعریف جامع از فناوری نانو ارائه می‌دهد که دربرگیرنده سه بخش زیر می‌باشد:

۱. توسعه فناوری و تحقیقات در سطوح اتمی، مولکولی و یا ماکرومولکولی در مقیاس اندازه‌ای ۱ تا ۱۰۰

Headquarters for Nanotechnology Development,
(2005).

طی سال‌های اخیر مطالعات متعددی در زمینه بررسی عوامل موثر بر توسعه فناوری نانو انجام گرفته است که در زیر به نتایج برخی از مهم‌ترین آنها اشاره می‌شود.

Semwanga (2004) طی مطالعه‌ای تحت عنوان بررسی عوامل موثر در اشاعه و پذیرش فناوری‌های کشاورزی، بر عواملی همچون سیاست‌های دولت، ارایه برنامه‌های مشاوره فنی، توسعه زیرساخت‌ها و دسترسی به بازار و سیاست‌های اعتباری و آموزشی، ویژگی‌های فناوری، روش‌های مورد استفاده برای اشاعه آن و ترویج مشکلات و چالش‌های فراروی توسعه فناوری نانو انجام گرفت، موارد 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 و زمینه‌سازی برای حضور فعال بخش خصوصی، به عنوان مهم‌ترین موانع توسعه فناوری نانو مورد تأکید قرار گرفتند (Mize, 2005).

Rezaei (2009) سازوکارهای اشاعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران را به لحاظ مناسبت و توجه فعلی بررسی کرده و در نهایت این سازوکارها را به لحاظ امکان پیاده‌سازی در قالب عوامل اطلاع‌رسانی و جلب مشارکت، آموزشی، قانونی، سیاست‌گذاری، تأمین مالی، نهادی و زیرساختی تحلیل کرده است. 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 آورد، اشاره کرده و به پیامدهای منفی عقب ماندن از توسعه فناوری نانو پرداخته و به سیاست‌هایی همچون سرمایه‌گذاری درازمدت در حوزه فناوری نانو جهت جلوگیری از فرار مغزها و همچنین به مشارکت

نانومتر؛

۲. خلق و استفاده از ساختارها و ابزار و سیستم‌هایی که به خاطر اندازه کوچک یا حد میانه آنها خواص و عملکرد نوینی دارند؛

۳. توانایی کنترل یا دستکاری در سطح اتمی.

در حال حاضر، جریان‌های اصلی تحقیقات در فناوری نانو 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 شوند (Parr, 2005; Warad & Dutta, 2006). در واقع علم نانو، می‌تواند تمامی عرصه‌های علم را تحت تأثیر قرار داده و علم کشاورزی از این قاعده مستثنی نیست (Das et al., 2004; Schaller & Klimov, 2004).

در عرصه کشاورزی، فناوری نانو 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 طراحی روش‌های نوین برای تولید و نگهداری غذای سالم و حفاظت زیست محیطی از دیگر تغییرات ایجاد شده بوسیله فناوری نانو 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; Schaller & Klimov, 2004; Johnson, 2006). از نانوحسگرها می‌توان برای تشخیص رفتارهای مولکولی بیماری‌ها، کشف سریع بیماری و افزایش توانایی گیاهان برای جذب مواد غذایی استفاده کرد. همچنین در صنایع کشاورزی می‌توان از حسگرها و سیستم‌های رسانش هوشمند برای مبارزه با ویروس‌ها و عوامل بیماری‌زای محصولات کشاورزی بهره جست (Special

درگیر در حوزه فناوری نانو در کشور وضعیت چندان مطلوبی ندارد و با مسائل و مشکلات متعددی در این زمینه مواجه است. از این رو، پرسش اساسی این است که امروزه چه سازوکارها و عواملی می‌تواند توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی را تسریع بخشد. با عنایت به این پرسش، پژوهش حاضر با هدف تحلیل عوامل پیش‌برنده توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران و رسیدن به شناختی روشن در این زمینه به منظور ارزیابی راهکارها و پیشنهادهایی عملی در تسهیل و تسریع فرایند توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی کشور، طرح و انجام شده است. اهداف اختصاصی این تحقیق عبارتند از:

- بررسی ویژگی‌های شخصی و حرفه‌ای پاسخگویان؛
- شناسایی و اولویت‌بندی عوامل پیش‌برنده پیرامون توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران؛
- دسته‌بندی عوامل پیش‌برنده پیرامون توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران.
- ارزیابی راهکارهای مناسب در جهت توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر به لحاظ هدف از نوع کاربردی بوده و در دو بخش انجام شده است. بخش کیفی تحقیق که از مصاحبه‌ای نیمه ساختار جهت جمع آوری دیدگاه‌های متخصصین کمیته فناوری نانو وزارت جهاد کشاورزی نسبت به اصلاح پرسشنامه استفاده شد و بخش کمی تحقیق، که به صورت پیمایشی و به روش توصیفی-همبستگی انجام شد. 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 وزارت جهاد 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 مؤسسات 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 مؤسسه و مرکز تحقیقات ملی کشاورزی کشور فعال یا

کشورهای پیشرفته در طرح‌های تحقیقاتی فناوری نانو در کشورهای در حال توسعه تأکید کرده است. در گزارشی که توسط Hellesten (2007) تحت عنوان راهبرد فناوری نانو در اروپا منتشر شده است، بر تدوین برنامه‌های آموزشی و تأکید بر حوزه‌های فرارشته‌ای و چندرشته‌ای، تدوین استانداردهای بین‌المللی، انتقال فناوری، فراهم آوردن زیرساخت‌های سخت افزاری و نرم افزاری و نهادسازی، بررسی ابعاد اجتماعی در حوزه فناوری نانو و درگیرکردن عامه مردم در بحث‌های اخلاقی مرتبط، تدوین قوانین و مقررات مرتبط بویژه در حوزه مالکیت معنوی، بررسی ابعاد زیست‌محیطی و ایمنی نانوذرات، انجام توافقات و همکاری‌های بین‌المللی به منظور توسعه فناوری نانو تأکید شده است. Ebbesen (2008) در مقاله‌ای تحت عنوان نقش علوم اجتماعی و انسانی در تحقیق و توسعه فناوری نانو، به نقش ارتباطات قوی، در پذیرش و اعتماد عمومی نسبت به فناوری نانو تأکید کرده است. وی در ادامه آورده است که اطلاع‌رسانی و آموزش عمومی باعث ایجاد اعتماد و در نهایت پذیرش فناوری نانو خواهد شد.

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 به شمار 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 (Iranian Initiative Nanotechnology, 2005). 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 بخش کشاورزی نیافته و دستیابی و بهره‌برداری از آن برای بخش عمده‌ای از ذی‌نفعان مختلف عرصه کشاورزی هنوز میسر نشده است (Khayyam Nekouei, 2009)، از این رو، با وجود فعالیت‌های مقطعی و کسب برخی دستاوردهای موفق علمی در سطح بین‌المللی، به نظر می‌رسد بخش کشاورزی در مقایسه با دیگر بخش‌های

نتایج و بحث

بررسی ویژگی‌های شخصی 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 سن ۳۰ سال بود. از نظر میزان تحصیلات ۷۲/۴ درصد دارای میزان تحصیلات دکترا و ۲۷/۶ درصد بقیه پاسخگویان دارای میزان تحصیلات کارشناسی ارشد بودند. از نظر رشته تحصیلی نیز ۲۶ درصد پاسخگویان از رشته تحصیلی گیاه‌پزشکی و بقیه افراد از رشته‌های دیگری مانند زراعت، صنایع غذایی، علوم دامی، باغبانی و بقیه رشته‌ها فارغ‌التحصیل شده بودند. از نظر وضعیت استخدامی، ۸۰/۵ درصد از پاسخگویان به صورت رسمی و بقیه به صورت قراردادی و پیمانی استخدام بودند. از نظر مرتبه علمی نیز ۴۰ درصد از پاسخگویان دارای مرتبه علمی مربی، ۴۵ درصد استادیار، ۱۰ درصد دانشیار و ۵ درصد بقیه استاد 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 بیشتر از ۲۰ طرح پژوهشی مشترک با دانشگاه‌ها و ۹۷ نفر کمتر از ۵ طرح پژوهشی داشتند. اولویت‌بندی عوامل پیش‌برنده توسعه فناوری نانو از دیدگاه پاسخگویان

به منظور تعیین میزان اهمیت هر یک از سازه‌ها به عنوان متغیرهای پیش‌برنده تأثیرگذار بر توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران، از میانگین و انحراف معیار استفاده گردید (جدول ۱).

آشنا به فناوری نانو بودند. حجم نمونه این تحقیق با استفاده از جدول Krejcie & Morgan (1970)، تعداد ۱۲۳ نفر تعیین شد. به منظور انتخاب نمونه‌ها از روش نمونه‌گیری طبقه‌ای با انتساب متناسب (مؤسسات و مراکز تحقیقاتی به عنوان طبقات) استفاده گردید. ابزار مورد استفاده در این تحقیق برای گردآوری داده‌ها و اطلاعات، پرسشنامه بود. جهت بدست آوردن روایی پرسشنامه، از نظرات و پیشنهادهای متخصصان و صاحب‌نظران در زمینه موضوع مورد پژوهش استفاده گردید. جهت سنجش اعتبار پرسشنامه، آزمون مقدماتی انجام گرفت و اعتبار پرسشنامه (بخش عوامل پیش‌برنده) با محاسبه میزان آلفا کرونباخ ($\alpha=0/92$)، بدست آمد که برای تحقیق حاضر مناسب بود. پرسشنامه شامل ویژگی‌های فردی و حرفه‌ای پاسخگویان (۸ گویه) و عوامل پیش‌برنده توسعه فناوری نانو (۵۴ گویه) بود. این متغیرها از طریق مطالعه و مرور آثار و پژوهش‌های نظری در حیطه مسئله مورد پژوهش، بویژه 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 (صفر= کمترین؛ ۱۰= بیشترین) استفاده شد. به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات تحقیق از آماره‌های توصیفی نظیر فراوانی، درصد، میانگین، انحراف معیار و آماره‌های استنباطی (تحلیل عاملی) استفاده گردید.

جدول ۱- اولویت‌بندی عوامل پیش‌برنده از دیدگاه محققین مؤسسات و مراکز تحقیقات ملی کشاورزی

عوامل پیش‌برنده	گویه‌ها	میانگین*	انحراف معیار
توسعه فناوری کشاورزی	جذب متخصصین موجود در کشور در حوزه فناوری نانو (جولوگیری از فرار مغزها)	۴/۲۴	۰/۶۲
	ایجاد و توسعه رشته‌های مرتبط با فناوری نانو در سطوح دانشگاهی	۴/۲۳	۰/۶۷
	تربیت مشترک دانشجو در زمینه فناوری نانو با کشورهای پیشرفته در حوزه فناوری نانو کشاورزی	۴/۲۱	۰/۶۸
	اعزام هیأت علمی دانشکده‌های کشاورزی به خارج کشور جهت گذراندن دوره‌های آموزشی در زمینه فناوری نانو کشاورزی	۴/۰۱	۰/۸۳
	استفاده از قابلیت‌های متخصصان ایرانی مقیم خارج کشور جهت آموزش و تحقیق در حوزه فناوری نانو	۳/۹۸	۰/۷۸
	آموزش متخصصان رشته‌های شبیه به فناوری نانو برای دسترسی به متخصصان نانو در کوتاه مدت	۳/۹۴	۰/۸۹
	برگزاری دوره‌های آموزشی با مشارکت مراکز علمی قویتر برای آموزشگران مراکز آموزش کشاورزی در زمینه فناوری نانو کشاورزی	۳/۸۵	۰/۷۸
	آموزش و تربیت نیروهایی برای بازاریابی محصولات فناوری نانو در بخش کشاورزی	۳/۷۷	۰/۹۷
	گنجاندن مطالب مرتبط با فناوری نانو کشاورزی در محتوای درسی مقاطع پیش از دانشگاه	۳/۵۲	۱/۱۲
	برگزاری سمینارها و کارگاه‌های آموزشی برای شرکتهای خدماتی، مشاوره‌ای و کشاورزی	۳/۵۱	۰/۹۳
	برگزاری دوره‌های آموزشی ضمن خدمت جهت آشنایی کارکنان وزارت جهاد کشاورزی با فناوری نانو	۳/۴۴	۰/۹۱
	تأسیس انجمن‌های آموزشی برای آموزشگران دوره‌های متوسطه و مراکز آموزش کشاورزی	۳/۱۴	۰/۸۸
	تشویق شکل‌های علمی و گروه‌های دانشجویی فعال در حوزه فناوری نانو کشاورزی	۳/۱۱	۰/۸۵

ادامه جدول ۱-

انحراف معیار	میانگین *	گویه‌ها	عوامل پیش‌برنده
۰/۷۹	۴/۲۴	ایجاد بسترهای لازم برای جذب سرمایه‌گذاری خارجی در زمینه فناوری نانو	توسعه فناوری و نوآوری مالی
۰/۷۹	۴/۱۳	تأسیس صندوق‌های اعتباری تخصصی در بخش کشاورزی جهت حمایت از تأمین مالی فناوری نانو	
۰/۹۱	۴/۰۷	تقویت مشوق‌های صادراتی و گمرکی به شرکت‌های خصوصی برای ورود به بازارهای جهانی در حوزه فناوری نانو	
۰/۸۴	۴/۰۴	حمایت از سرمایه‌گذاری مشترک شرکت‌های داخلی و خارجی در زمینه فناوری نانو	
۰/۸۳	۴/۰۳	سرمایه‌گذاری دولتی در امر پژوهش و فناوری در بخش کشاورزی در حوزه نانو	
۱/۰۲	۳/۹۸	حمایت مالی دولت از بخش خصوصی جهت حضور فعال در فناوری نانو	
۱/۰۴	۳/۸۱	کمک به شرکت‌های خصوصی جهت تهیه قراردادهای خرید و فروش محصولات فناوری نانو با شرکتهای خارجی	
۱/۰۴	۳/۷۵	کمک به جذب تسهیلات مالی و اعتباری بانک‌ها به شرکت‌های خصوصی فعال در زمینه فناوری نانو	
۰/۷۹	۳/۶۹	حمایت‌های مالی کمیته فناوری نانو وزارت جهاد کشاورزی از شرکت‌های خصوصی فعال در زمینه فناوری نانو	
۰/۸۶	۳/۶۸	حمایت از فعالیت‌های بازاریابی شرکت‌های خصوصی از قبیل شرکت در نمایشگاه‌های داخلی و خارجی	
۱/۰۵	۳/۶۷	حمایت مالی از پارک‌های فناوری و شهرک‌های صنعتی و مراکز رشد	تسهیل پژوهش و تحقیقات
۰/۸۹	۳/۶۳	سرمایه‌گذاری جهت ایجاد مؤسسات خاص راهبردی نانو جهت هماهنگ کردن سازمان‌های بخشی	
۰/۹۷	۳/۴۳	سرمایه‌گذاری در زمینه توسعه پارک‌ها یا شهرک‌های خاص فناوری در حوزه نانو	
۰/۶۹	۴/۳۶	تسهیل دسترسی محققین کشاورزی به اطلاعات تخصصی فناوری نانو در سطح بین‌المللی	
۰/۶۶	۴/۲	همکاری پژوهشی و انتقال فناوری از کشورهای پیشرو	
۰/۹۸	۴/۱۱	تأمین و تجهیز آزمایشگاه‌های مورد نیاز متخصصین کشاورزی در اسرع وقت	
۰/۷۹	۴/۰۹	تشکیل صندوق‌های سرمایه‌گذاری جهت حمایت از مراکز تحقیقاتی فناوری نانو	
۰/۸۵	۴/۰۶	برنامه‌ریزی برای اقتصادی کردن سریع نتایج تحقیقات نانو در بخش کشاورزی	
۰/۸۷	۴/۰۳	ایجاد مراکز خدمات‌رسانی پژوهشی نانو در سطوح ملی جهت حمایت از پژوهش و تحقیق در فناوری نانو	
۰/۸۲	۳/۹۶	اعطای جوایز تشویقی به پایان‌نامه‌های مرتبط با فناوری نانو در بخش کشاورزی	
۰/۸۸	۳/۹۰	حمایت از ایجاد دفاتر مالکیت فکری در مراکز پژوهش فناوری نانو	
۰/۹۲۹	۳/۸۵	حمایت از بومی‌سازی و توسعه فناوری‌های جذب شده در نگاه‌ها در حوزه فناوری نانو	
۰/۹۵۷	۳/۷۸	اعطای جوایز تشویقی به مؤسسات و افراد برای تولید و ثبت حق اختراع	
۰/۸۲	۳/۷۵	ایجاد مراکز در دانشگاه‌ها جهت پشتیبانی از فعالیت‌های علمی، پژوهشی مرتبط با فناوری نانو	
۱/۰۲	۳/۴۸	همزمان کردن فعالیت‌های تحقیقاتی، تولیدی و تجاری نانو به منظور کوتاه کردن زمان دستیابی کشور به جایگاه بالاتر	
۰/۹۸	۴/۱۶	متقاعد کردن مدیران ارشد وزارتخانه‌های جهاد کشاورزی و علوم و تحقیقات در مورد قابلیت‌های فناوری نانو	
۰/۸۹	۳/۹۵	ایجاد و تقویت سایت‌های اطلاعاتی فناوری نانو	اطلاع رسانی و فرهنگ سازی
۰/۹۴	۳/۹	اطلاع‌رسانی و متقاعد کردن صنایع مربوط به کشاورزی نسبت به شناخت کاربردهای جدید نانو	
۰/۹۵	۳/۸	گسترش آگاهی عمومی از دستاوردهای بکارگیری نانو در زندگی امروزی از طریق رسانه‌های جمعی	
۰/۹۹	۳/۷۹	تشویق مجلات تخصصی کشاورزی برای آگاه‌سازی مخاطبان بخش کشاورزی	
۱/۰۵	۳/۷۷	حضور شرکت‌های خصوصی در مجامع و نمایشگاه‌ها با هدف اطلاع‌رسانی به عموم مردم	
۱/۰۱	۳/۷۶	آشنا کردن مسئولان و خبرنگاران رسانه‌های جمعی با قابلیت‌های فناوری نانو	
۱/۰۶	۳/۵۸	برگزاری جشنواره سالیانه برترین‌های علم، فناوری و صنعت جهت تقدیر از نخبگان علمی و صنایع نانو	
۰/۸	۳/۵۳	برگزاری دوره‌های آموزشی برای کارشناسان ترویج کشاورزی جهت آشنایی نقش آتی در توسعه فناوری نانو	
۰/۷۲	۴/۴۱	تدوین و اعمال استانداردهای ایمنی و کنترل کیفی محصولات کشاورزی تولید شده بر اساس فناوری نانو	
۰/۸	۳/۹۹	ایجاد زمینه‌های قانونی لازم جهت جلب و جذب سرمایه‌گذاری خارجی در حوزه فناوری نانو	
۰/۸۳	۳/۸۶	قانونمند کردن روند تحقیقات فناوری نانو در بخش کشاورزی برای جلوگیری از بیراهه‌رفتن آنها	ساز و کارهای فناوری
۰/۸۸	۳/۸۵	تدوین و اجرای قوانین در جهت جلب و جذب سرمایه‌گذاری خارجی در حوزه فناوری نانو	
۰/۷۴	۳/۷۸	پیشنهاد و اصلاح آیین‌نامه‌های گمرک جهت تسهیل در فعالیت شرکت‌های بازار بایبی در حوزه فناوری نانو	
۰/۸۱	۳/۷۶	تدوین قوانین لازم جهت توسعه مناطق آزاد تجاری به منظور افزایش امکان تولید و صادرات محصولات نانو	
۰/۷۶	۳/۷۵	پیشنهاد و اصلاح آیین‌نامه‌های بیمه با هدف تسهیل فعالیت شرکت‌های خصوصی فناوری نانو	

بر حسب طیف ۵ گزینه‌ای لیکرت: ۱= خیلی کم، ۲= کم، ۳= تا حدودی، ۴= زیاد، ۵= خیلی زیاد

شدند. علت حذف این متغیرها از تحلیل این بود که سطح مشترک این متغیرها قبلاً توسط متغیرهای مهمتری پوشانده شده است، بنابراین می‌توان متغیرهای مذکور را در متغیرهای دیگری خلاصه نمود.

جدول ۲- مقدار KMO و آزمون بارتلت و سطح معنی‌داری

مجموعه مورد تحلیل	مقدار KMO	مقداری بارتلت	سطح معنی‌داری (Sig)
عوامل پیش‌برنده توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران	۰/۷۳۶	۲۴۰۵/۶۵	۰/۰۰۰

جدول ۳- عامل‌های استخراج‌شده همراه با مقدار ویژه، درصد واریانس و درصد واریانس تجمعی

عامل‌ها	مقدار ویژه	درصد واریانس	درصد واریانس تجمعی
اول	۵/۱۳۶	۲۱/۳۹۹	۲۱/۳۹۹
دوم	۴/۶۶۹	۱۹/۴۵۴	۴۰/۸۵۳
سوم	۴/۰۵۶	۱۶/۹۰۰	۱۶/۵۳۸
چهارم	۳/۹۶۹	۱۶/۵۳۸	۷۴/۲۹۲

با توجه به مقدار درصد واریانس تبیین شده عوامل پیش‌برنده، عامل اطلاع‌رسانی و فرهنگ‌سازی بیش‌ترین سهم را از مجموعه عوامل توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی داشته است. Rezaei (2009) و Ebbesen (2008) نیز در مطالعه خود بر عامل اطلاع‌رسانی و جلب مشارکت و ایجاد ارتباطات قوی به منظور اشاعه فناوری نانو تأکید کرده‌اند. پس از عامل اطلاع‌رسانی و فرهنگ‌سازی، متغیرهایی که در گروه تسهیل پژوهش و تحقیق دسته‌بندی شده‌اند، در جایگاه دوم قرار گرفتند. Malsch (2008) نیز اعتقاد دارد که سرمایه‌گذاری و حمایت از تحقیقات برای توسعه فناوری نانو ضروری است. پس از این دو عامل، عامل تأمین و توسعه منابع انسانی در رتبه سوم قرار گرفت. در همین زمینه، Rezaei (2009) و Ebbesen (2008) نیز بر اهمیت عامل تأمین و توسعه منابع انسانی تأکید کرده‌اند. در نهایت عامل سرمایه‌گذاری و تأمین مالی در رتبه چهارم از عوامل توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران قرار گرفت. قابل ذکر است که اهمیت عامل سرمایه‌گذاری و تأمین مالی در مطالعات متعددی همچون Hellsten (2007)، Rezaei (2009) و Semwanga (2004) مورد توجه قرار گرفته است.

نتایج بدست‌آمده در خصوص میزان اهمیت عوامل پیش‌برنده توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی کشور نشان داد پنج مورد مطرح شده شامل تأمین و توسعه منابع انسانی، سرمایه‌گذاری و حمایت مالی، تسهیل پژوهش و تحقیق، اطلاع‌رسانی و فرهنگ‌سازی، سازوکارهای قانونی، میانگین بالایی (۳/۵ تا ۴/۸) کسب نموده‌اند که بیانگر اهمیت موارد برشمرده به عنوان عوامل پیش‌برنده توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران می‌باشد. اهمیت هر یک از موارد برشمرده در مطالعات Hellsten (2006) Aigrain & Mumenthaler (2007)، Rezaei (2009) و Hodge (2005) مورد تأیید قرار گرفته است.

تحلیل عاملی عوامل پیش‌برنده توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران

به منظور دسته‌بندی و استخراج عامل‌های مرتبط با عوامل پیش‌برنده توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران و تعیین مقدار واریانس تبیین‌شده به‌وسیله 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 معنی‌داری آزمون بارتلت در سطح معنی‌داری ۱ درصد و مقدار مناسب مورد تحلیل، از آزمون بارتلت و شاخص KMO بهره گرفته شده است. KMO (جدول ۲)، حاکی از همبستگی مجموعه‌ای و مناسب متغیرهای موردنظر برای تحلیل عاملی بود.

بر اساس یافته‌های حاصل از جدول (۳) عامل اول (اطلاع‌رسانی و فرهنگ‌سازی) با مقدار ویژه ۵/۱۳۶، تبیین‌کننده ۲۱/۳۹۹ درصد از واریانس کل می‌باشد. به طور کلی، پنج عامل فوق در مجموع ۷۴/۲۹۲ درصد کل واریانس را تبیین می‌نمایند که نشان از درصد بالای واریانس تبیین‌شده توسط این عامل‌ها می‌باشد. وضعیت قرارگیری متغیرها در عوامل با فرض واقع‌شدن متغیرهای با بار عاملی بزرگتر از ۰/۵، بعد از چرخش عامل‌ها به روش وریماکس و نام‌گذاری عامل‌ها به شرح جدول (۴) می‌باشد. البته باید به این نکته اشاره نمود که پس از چرخش (وریماکس) تعدادی از متغیرها به علت پایین‌بودن بار عاملی (کمتر از ۰/۵) و در نتیجه معنی‌دار نبودن همبستگی آنها با دیگر متغیرها، از تحلیل حذف

جدول ۴- متغیرهای مربوط به هر یک از عوامل پیش‌برنده و میزان بارهای عاملی بدست آمده از ماتریس چرخش یافته

نام عامل	متغیرها	بار عاملی
اطلاع‌رسانی و فرهنگ‌سازی	ایجاد و تقویت سایت‌های اطلاعاتی فناوری نانو	۰/۸۵۱
	تشویق مجلات تخصصی کشاورزی برای آگاه‌سازی مخاطبان بخش کشاورزی	۰/۸۱۴
	آشناکردن مسئولان و خبرنگاران رسانه‌های جمعی با قابلیت‌های فناوری نانو	۰/۷۹۴
	متقاعدکردن مسئولان و مدیران ارشد وزارتخانه‌های جهاد کشاورزی و علوم و تحقیقات در مورد قابلیت‌های فناوری نانو	۰/۷۹۱
	کشاورزی	
	برگزاری جشنواره سالیانه برترین‌های علم، فناوری و صنعت جهت معرفی و تقدیر از نخبگان علمی و صنایع نانو کشاورزی	۰/۷۹۰
	حضور شرکت‌های خصوصی در مجامع و نمایشگاه‌ها با هدف اطلاع‌رسانی به عموم مردم	۰/۷۶۴
	اطلاع‌رسانی و متقاعدکردن صنایع مربوط به کشاورزی نسبت به شناخت کاربردهای جدید نانو	۰/۷۳۱
	حمایت از ایجاد دفاتر مالکیت فکری در مراکز پژوهش فناوری نانو	۰/۸۸۳
	اعطای جوایز تشویقی به پایان‌نامه‌های مرتبط با فناوری نانو در بخش کشاورزی	۰/۸۵۸
تسهیل پژوهش و تحقیق	اعطای جوایز تشویقی به مؤسسات و افراد برای تولید و ثبت اختراع	۰/۸۵۴
	تأمین و تجهیز آزمایشگاه‌های مورد نیاز متخصصین در اسرع وقت	۰/۶۸۱
	سرمایه‌گذاری جهت ایجاد مؤسسات خاص راهبردی نانو جهت هماهنگ کردن سازمان‌های بخشی	۰/۶۵۶
	اعزام اعضای هیئت علمی دانشکده‌های کشاورزی به خارج کشور جهت گذراندن دوره‌های آموزشی در زمینه فناوری نانو	۰/۸۵۳
	برگزاری برنامه‌های آموزشی مقدماتی آشنایی با فناوری نانو برای کشاوران پیشرو	۰/۸۵
	آموزش و تربیت نیروهایی برای بازاریابی محصولات فناوری نانو در بخش کشاورزی	۰/۸۰۴
	برگزاری دوره‌های آموزشی برای آموزشگران دوره‌های متوسطه و مراکز آموزش کشاورزی	۰/۷۰۲
	برگزاری دوره‌های آموزشی برای کارشناسان ترویج کشاورزی جهت ایفای نقش آتی در توسعه فناوری نانو	۰/۶۸۷
	حمایت مالی از پارک‌های فناوری و شهرک‌های صنعتی و مراکز رشد	۰/۸۷۱
	کمک به جذب تسهیلات مالی و اعتباری بانک‌ها به شرکت‌های خصوصی فعال در زمینه فناوری نانو	۰/۸۱۱
منابع انسانی	حمایت مالی دولت از بخش خصوصی جهت حضور فعال در زمینه فناوری نانو	۰/۸۱۰
	سرمایه‌گذاری دولتی در امر پژوهش و فناوری در بخش کشاورزی	۰/۸۰۷
	حمایت از فعالیت‌های بازاریابی شرکت‌های خصوصی از قبیل شرکت در نمایشگاه‌های داخلی و خارجی	۰/۶۱۶

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۲. با توجه به نتایج حاصله از اولویت‌بندی و تحلیل

عاملی و قرار گرفتن عامل تسهیل پژوهش و تحقیق در چارچوب مدل میدانی تحقیق، پیشنهاد می‌شود سازوکارهای تنظیم ضوابط خاص پیرامون نحوه بهره‌گیری از اطلاعات و حمایت از اجرای نظام مالکیت فکری در عرصه فناوری نانو با ایجاد دفاتر مالکیت فکری، سوق دادن پایان‌نامه‌ها و تحقیقات دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری رشته‌های کشاورزی به موضوعات نانو از طریق ارائه تسهیلات و حمایت از طرح‌های مرتبط و تقویت تجهیزات آزمایشگاه‌های عضو شبکه زیرساخت در وزارت جهاد کشاورزی در اولویت قرار گیرند.

۳. با توجه به نتایج حاصله از اولویت‌بندی و تحلیل عاملی و قرار گرفتن عامل تأمین و توسعه منابع انسانی در مدل میدانی تحقیق، پیشنهاد می‌شود راهکارهایی مانند تشویق و ایجاد انگیزه لازم برای

۱. با توجه به نتایج حاصله از تحلیل عاملی و قرار گرفتن عامل اطلاع‌رسانی و فرهنگ‌سازی در مدل میدانی تحقیق به عنوان مهم‌ترین عامل پیش‌برنده توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی، پیشنهاد می‌شود راهکارهایی همچون حمایت و ارائه تسهیلات لازم جهت برپایی نشست‌های علمی اعم از سخنرانی، سمپوزیوم در زمینه فناوری نانو کشاورزی برای مدیران مجلات و صنایع کشاورزی و مدیران ارشد وزارتخانه جهاد کشاورزی و علوم و تحقیقات، به-روزرسانی و توسعه سایت اینترنتی فناوری نانو وزارت جهاد کشاورزی، حمایت از برگزاری نمایشگاه‌های داخلی و زمینه‌سازی جهت شرکت شرکت‌های خصوصی و دست اندرکاران بخش کشاورزی در نمایشگاه‌های خارجی مرتبط با فناوری نانو کشاورزی در اولویت برنامه‌ها قرار داده شوند.

عاملی و قرار گرفتن عامل سرمایه‌گذاری و حمایت مالی در مدل میدانی تحقیق، راهکارهایی مانند اعطای وام و تسهیلات لازم در راستای تأمین سرمایه مراکز تحقیقاتی خصوصی، ایجاد صندوق‌های خطرپذیر دولتی برای تأمین منابع مالی مراکز تحقیقات و تشویق بانک‌های دولتی و خصوصی به منظور حمایت مالی از طرح‌های فناوری نانو در اولویت کاری قرار گیرند.

سپاسگزاری

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

اعضای هیأت علمی دانشکده‌های کشاورزی جهت شرکت در کنفرانس‌ها و همایش‌های داخلی و بین‌المللی مرتبط با فناوری نانو کشاورزی، اعزام اعضای هیأت علمی دانشکده‌های کشاورزی در رشته‌های مرتبط با فناوری نانو به دوره‌های آموزشی در خارج از کشور و برگزاری کارگاه‌های آموزشی، دوره‌های آموزشی-توجیهی، سمینارهای علمی، سخنرانی، همایش، چاپ و توزیع بروشورهای ترویجی نسبت به آموزش و آگاهی‌سازی کارشناسان ترویج کشاورزی، آموزشگران دوره‌های متوسطه و مراکز آموزش کشاورزی و کشاورزان پیشرو در اولویت قرار گیرند.

۴. با توجه به نتایج حاصله از اولویت‌بندی و تحلیل

REFERENCES

1. Aigrain, J. & Mumenthaler, C. (2006). The risk governance of nanotechnology: recommendations for managing a global issue, *Aerosol Science and Technology*, 39 (2), 4-6.
2. Das, R., Radke, M. & Clarke, L. (2004). Integration of photosynthetic protein molecular complexes in Solid- State electronic devices. *Journal of Nano Letters*, 4 (6), 1079 -1083.
3. Ebbesen, M. (2008). The Role of the humanities and social sciences in nanotechnology research and development. *NanoEthics*, 2(3). From: <http://www.springerlink.com/content/n6l20254k2j88136/fulltext.pdf>
4. Georgia, M. & Senjen, R. (2008). Out of the laboratory and on to our plates: nanotechnology in food & agriculture. *A report prepared for Friends of the Earth Australia, Friends of the Earth Europe and Friends of the Earth United States and supported by Friends of the Earth Germany*, March 2008.
5. Hellsten, E. (2007). The eurocean nanotechnology strategy: environmental and health aspects. *Group on nanosciences and Nanotechnologies*, 6(4), 502-513.
6. Hodge, G. (2005). Nanotechnology the next big business. *Monash Business Review Business Review*, 1(2), 78-84.
7. Iranian Initiative Nanotechnology. (2005). *Iranian action plan for nanotechnology development*. Retrieved May. 13, 2005. From: <http://www.nano.ir> (In Farsi).
8. Johnson, A. (2006). *Agriculture and nanotechnology*. Retrieved Jun. 2, 2006. From: <http://www.tahan.Com/Charlie/nano-society>.
9. Khayyam Nekouei, M. (2009). *Look at the Nanotechnology in the Ministry of Agriculture*. Tehran: Nanotechnology committee of the Iranian agriculture ministry. (In Farsi).
10. Krejcie, R. V. & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30: 607-610.
11. Malsch, I. (2008). Small is beautiful? Nanotechnology solutions for development problems. From: <http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=4618.php>
12. Mize, S. (2005). The foresight nanotechnology challenges. *Foresight nanotechnology institute*, May 2005.
13. National nanotechnology initiative. (2000). *A report by the interagency working group on nanoscience, engineering and technology*. From: http://www.nsf.gov/about/budget/fy2009/pdf/42_fy2009.pdf
14. Opara, L. U. (2002). Agricultural engineering education and research in knowledge-based economy. In: S. Kosutic (Ed.). In: *Proceedings of the 30th International Symposium on Agricultural Engineering*, 17-19 Aug. 2002, Croatia, pp. 33-46.
15. 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.
16. Parr, D. (2005). Will nanotechnology make the world a better place? *Journal of Trends Biotechnology*, 23 (8), 395-398.
17. Rezaei, R. (2009). *Recognition and analyzing of fields and mechanisms for nanotechnology*

- dissemination in agriculture sector of Iran*. Ph. D. dissertation, Tehran university, Agricultural extension and education department. (In Farsi).
18. Schaller R. & Klimov, V. (2004). High efficiency carrier multiplication in PbSe nanocrystals: Implications for solar energy conversion *Phys. Journal of Lett Review*, 92 (3), 19-26.
 19. Semwanga, K. (2004). *The Effective Factors on Technology Dissemination and Adoption*. Semwanga Research Ltd. Upper Kololo Terrace.
 20. Special headquarters for nanotechnology development. (2005). Supplement document for future strategy (*ten year strategy for nanotechnology development in Iran Islamic republic*). (5th ed.), the site of special headquarters for nanotechnology development in Iran. (In Farsi).
 21. USDA. (2003). *21st Century Agriculture: A Critical Role for Science and Technology*. From: <http://www.fas.usda.gov>.
 22. Warad, H. C. & Dutta, J. (2006). Nanotechnology for agriculture and food systems: A view. *Journal of Nanoparticle Research*, 5 (3), 29–38.