فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش‌عالی، شماره ۶۱، ۱۳۹۰، صص۱۱۰-۹۷

تحلیل موانع آموزشی توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی از دیدگاه محققان

شادعلی توحیدلو[۱*]، سید مهدی میردامادی[۲] و روح اله رضایی[۳]

چکیده

هدف اصلی این پژوهش تحلیل موانع آموزشی توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی بود. روش تحقیق تحلیلی ـ تبیینی و جامعه آماری شامل ۱۹۰ نفر از محققان مراکز و مؤسسات تحقیقات ملی وزارت جهادکشاورزی بود که با توجه به جدول مورگان ۱۲۸ نفر آنان به عنوان نمونه از طریق روش نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب شدند. اعتبار(روایی) ابزار تحقیق را صاحبنظران در این زمینه تأیید کردند و برای تعیین پایایی (قابلیت اعتماد) پرسشنامه از آلفای کرونباخ استفاده شد که مقدار آن برای هر یک از مقیاسهای پرسشنامه در حد مناسب (بالای ۰/۷۵) بود. نتایج تحلیل عاملی نشان داد که هفت عامل مدیریتی با واریانس ۱۸/۸۹۶ درصد، نیروی انسانی با واریانس ۱۱/۹۶۴ درصد، برنامه ریزی با واریانس ۹/۷۲۴ درصد، متخصصان با واریانس ۹/۳۹۹ درصد، انگیزشی با واریانس ۹/۱۷۷ درصد، تمرکز متخصصان با واریانس ۷/۵۵۹ درصد و بی اطلاعی با واریانس ۶/۱۳۹ درصد مهم‌ترین موانع آموزشی توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران به شمار می‌روند.

کلید واژگان : فناوری نانو، محققان، موانع آموزشی، ادراک عمومی، کشاورزی.

مقدمه

طی دهه گذشته پیشرفتهای گسترده‌ای در فناوریهای نوین؛ یعنی فناوری‌نانو، زیست‌فناوری، فناوری اطلاعات و فناوریهای وابسته به علوم شناختی در شمار زیادی از کشورها به وقوع پیوسته است (Rafii Tbar, ۲۰۰۷). در مرکز این فناوریهای نوین و آینده‌ساز، علوم و فناوری نانو قرار دارد (Anonymous, ۲۰۰۹). رشد و گسترش سایر شاخه‌های فناوریهای نوین به‌طور مستقیم در گرو پیشرفتهای به‌دست آمده در علوم و فناوری نانوست (Rafii Tbar, ۲۰۰۷). واژه نانو از ریشه یونانی

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد ترویج و آموزش کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، تهران، ایران.
*. مسئول مکاتبات: tohidloo_shadali@yahoo.com
۲. دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاداسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران: medi_mirdamadi@yahoo.com
۳. استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، زنجان، ایران: rohollahrezaei@yahoo.com
دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۷/۲۴ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۶/۸

Dwarf به معنی کوتاه قد یا کوتوله مشتق شده است و به ابعادی اشاره دارد که بزرگی آنها به اندازه $۱۰^{-۹}$ (یک میلیاردم) هر کمیتی است (Warad and Dutta, ۲۰۰۶). در یک تعریف کلی می‌توان فناوری را به‌عنوان شناخت، کنترل و کاربرد ماده در ابعاد تقریباً یک تا ۱۰۰ نانومتر در نظر گرفت. در این مقیاس خواص فیزیکی، شیمیایی و زیستی مواد با خواص تک تک اتمها، مولکولها یا خواص توده ماده کاملاً متفاوت است (PCAST, ۲۰۰۸). به هر حال، با استفاده از فناوری نانو می‌توان تغییرات گسترده‌ای در تمام ابعاد زندگی جامعه بشری ایجاد کرد؛ از حوزه بهداشت و سلامت تا حوزه صنعت و اقتصاد، از حوزه کشاورزی تا حوزه محیط زیست، در تمام این زمینه‌های فعالیت جوامع پیشرفته بشری، بزرگ‌ترین تحولات به وسیله فناوری نانو در ۵۰ سال آینده صورت خواهد گرفت. افق پیش رو در طی۵۰ سال آینده همگرایی حوزه‌های فناوریهای نوین با محوریت فناوری نانوست (Rafii Tbar, ۲۰۰۷).

به هر حال، با توجه به ظرفیتها و قابلیتهای فراوان فناوری نانو در حوزه‌های مختلف، توسعه این فناوری مورد توجه جدی سیاستگذاران و برنامه‌ریزان در بسیاری از کشورهای دنیا قرار گرفته است و این کشورها سرمایه‌گذاریهای چشمگیری در این زمینه انجام داده‌اند (Hashemi Nejad et al., ۲۰۰۹). بدون تردید، موفقیت در توسعه فناوری نانو نیازمند فراهم‌سازی برخی پیش‌نیازها و الزامات اساسی است که بدون آنها توسعه پایدار و متوازن فناوری امکان‌پذیر نخواهد بود. در این میان، بسیاری از کارشناسان و صاحبنظران بر این باورند که در فناوریهای برتر همچون فناوری نانو به‌دلیل نقش محوری دانش و مهارتهای انسانی در توسعه این فناوریها، آموزش نیروی انسانی ماهر شاید مهم‌ترین زیرساخت توسعه باشد (Shapter et al., ۲۰۰۳). کشورهای پیشرو با درک این مسئله نه تنها توسعه منابع انسانی لازم برای آموزش و پژوهش در مراکز دانشگاهی و سایر مراکز آموزشی و پژوهشی را مد نظر قرار داده، بلکه برای حلقه‌های بعدی زنجیره ثمردهی فناوری نیز نیروهای توانمند لازم را تربیت کرده‌اند. بنابراین، در این کشورها سرمایه‌گذاری انجام شده در مراکز علمی و پژوهشی به وسیله این نیروها به مرحله صنعت و بازار رسیده و موجبات رشد و توسعه سریع این کشورها را فراهم کرده است (Asdifard, ۲۰۰۵). در این زمینه، استقرار نهادهای پژوهشی و نهادهای آموزشی و گسترش آموزشهای فنی و حرفه‌ای در وزارتخانه-های مختلف به‌ویژه علوم، تحقیقات و فناوری و جهاد کشاورزی امری ضروری به‌شمار می‌رود، همچنان که این موضوع در تجربه کشورهای آسیایی در زمینه انتقال و توسعه فناوری به وضوح دیده می شود (Haji Hasani, ۲۰۰۲).

آموزش فناوری نانو از ماهیتی چندرشته‌ای برخوردار است؛ مفهوم چندرشته‌ای در فناوری نانو بدان معناست که نیروی کاری فناوری نانو باید بینش وسیعی از مفاهیم زیست شناسی، فیزیک، شیمی، اصول مهندسی طراحی، کنترل فرایند و محصولات داشته باشد (Iranian Initiative Nanotechnology Development, ۲۰۰۴a). امروزه، به اعتقاد بیشتر صاحبنظران و متخصصان آموزش و فراگیری علوم کسب مهارتهای لازم در زمینه‌های تخصصی به‌عنوان یک ضرورت اجتناب ناپذیر اجتماعی از اهمیت و

جایگاه ویژه‌ای در امر توسعه کلان برخوردار است. این اهمیت به ویژه در شکل خاص آن از این امر نشئت می گیرد که انسانها به کمک آموزش توأم با پرورش خواهند توانست تواناییهای نامحدود خود را در میدان عمل به منصه ظهور برسانند (Rezaie, ۲۰۰۷).

ایجاد نیروی کار آموزش دیده برای فناوری نانو و حمایت از آنها به آموزش و تعلیم علوم زیستی، فیزیک و مهندسی نیاز دارد، اما این امر با مشکلات متعددی مواجه است (Karami, ۲۰۰۱) که یکی از آنها چگونگی ترغیب دانشجویان به شرکت در برنامه‌های آموزشی و تربیتی فناوری نانوست. در همین زمینه، مشکل دیگر چگونگی تهیه برنامه‌های وسیع مورد نیاز آنهاست (Iranian Initiative Nanotechnology Development, ۲۰۰۴a). با این حال، فناوری نانو نسبتاً جدید است و به خصوص در دهۀ آینده آموزش فناوری نانو با موانع، شکافها و چالشهای متعددی مواجه خواهد بود. یک‌سری مسائل و مشکلاتی نیز در کشورهای در حال توسعه وجود دارد که آنها را در توسعۀ فناوری همواره با مشکل مواجه ساخته است که صفوی (Safavi, ۲۰۰۳) فرار مغزها و کمبود نیروی انسانی متخصص و از دست دادن فرصتها با روشهای غلط را از مهم‌ترین این مشکلات می‌داند. صالحی وزیری و همکاران اعزام دانشجویان به خارج و همچنین، اعضای هیئت‌علمی دانشگاهها برای فرصتهای مطالعاتی خارج از کشور، بدون تعریف مأموریتی خاص مبنی بر اخذ یک فناوری معین، و نبود قوانین و مقررات مورد نیاز برای توسعه فناوریهای جدید را از مهم‌ترین مسائل و مشکلات توسعه و بسط فناوری نانو در کشور می‌دانند (Salehi Vaziri et al., ۲۰۰۴). هیئت نظارت و ارزیابی فرهنگی و علمی شورای عالی انقلاب فرهنگی مهم‌ترین مشکلات و موانع توسعه علم و فناوری کشور را در اینکه نیروی فنی و پشتیبانی امر تحقیقات از تخصص و جایگاه شغلی لازم برخوردار نیست و نیز نبود سازکار لازم برای اطلاع رسانی در زمینه علم و فناوری در کشور می‌داند (Cultural and Scientific Monitoring and Evaluation of the Supreme Council of Cultural Revolution, ۲۰۰۳). نوری دلویی وجود نداشتن همکاریها و تبادلات علمی مناسب و پیوسته بین‌المللی با کشورهای دارای تجارب و ظرفیتهای بالا و پایین بودن سطح آگاهی عمومی جامعه از نقش، جایگاه، پیشرفتها، دستاوردها و کاربردهای علوم و فنون جدید را از مشکلات اساسی نظام مدیریت توسعه علم و تکنولوژی کشور ارزیابی کرده است (Nori Deloei, ۲۰۰۳). ابراهیمی و همکاران مواردی همچون کمبود نیروی انسانی و ضعف علمی بسیاری از نیروهای موجود، ضعف ارتباط بین مراکز دانشگاهی و پژوهشی با متولیان امور تولید و صنعت کشور، ضعف کمّی و کیفی آموزش در زمینۀ بیوتکنولوژی و در نتیجه، کمبود نیروی انسانی در برخی از زمینه‌های تخصصی و ضعف علمی بسیاری از نیروهای موجود و نبود نظام اطلاع‌رسانی جامع و دقیق را از موانع توسعه بیوتکنولوژی در کشور می‌شمارند (Ebrahimi et al., ۲۰۰۶). ستاد توسعه فناوری نانو در کشور تلاش موفقی برای برقراری ارتباط با استادان ایرانی خارج از کشور نداشته باشد (Iranian Initiative Nanotechnology Development, ۲۰۰۴b). رسولی وجود نداشتن زمینه قانونی مناسب به منظور حمایت از مالکیت معنوی، فرهنگ کارآفرینی در کشور و

آموزشهای کارآفرینی، کمبود تحقیقاتی با قابلیت کاربردی و تجاری سازی و کمبود متخصص فنی نانو با توجه به ماهیت بین رشته‌ای بودن فناوری نانو را از موانع عمده در فرایند کارآفرینی فناوری نانو در کشور ایران می‌داند (Rasouli, ۲۰۰۷). ستاد ویژه توسعه فناوری نانو نبود زمینه حقوقی مناسب برای حفاظت مالکیت معنوی را از مشکلات و موانع سرمایه‌گذاری در فناوری نانو در کشور ایران عنوان می‌کند (Iranian Initiative Nanotechnology Development, ۲۰۰۴b). در تحقیق دیگری قره‌یاضی مشکلات عمده توسعه فناوری زیستی کشاورزی ایران را کمبود نیروی انسانی محقق ذکر می‌کند (Gharayazi, ۲۰۰۰). ناصری مهم‌ترین چالشهای تجاری سازی پروژه‌های فناوری نانو در کشور ایران را عدم شناخت مصرف کنندگان و نداشتن فرهنگ مصرف، عدم تعامل سازنده میان محقق و صاحب سرمایه (فرهنگی- اجتماعی) بیان می‌کند (Nasseri, ۲۰۰۵). حیدری در بررسی خود با عنوان «تحلیل عوامل اجتماعی مؤثر بر توسعه فناوری نانو در ایران»، مهاجرت نیروهای آموزش دیده به کشورهای پیشرفته را یکی از موانع اصلی توسعه فناوری نانو در کشور دانسته است (Heydari, ۲۰۰۵). مایز مواردی از قبیل پایین بودن سطح آگاهی و شناخت عامه مردم در خصوص مزایا و ظرفیتهای فناوری نانو، کمبود نیروی انسانی متخصص، نبود مالکیت معنوی، نبود شبکه‌های ارتباطی و اطلاعاتی و عدم حمایت و زمینه‌سازی برای حضور فعال بخش خصوصی را به عنوان مهم‌ترین موانع توسعه فناوری نانو مورد تأکید قرار می‌دهد (Mize, ۲۰۰۵). سی مانگا در مطالعه‌ای به بررسی عوامل مؤثر در توسعه و پذیرش فناوریهای کشاورزی پرداخته است. نتایج تحقیق حاکی از آن بود که عواملی همچون سیاستهای دولت، ارائه برنامه‌های مشاوره فنی، توسعه زیرساختها و دسترسی به بازار و سیاستهای اعتباری و آموزشی مهم‌ترین نقش را در اشاعه و پذیرش فناوریهای کشاورزی دارند (Semwanga, ۲۰۰۴). هارپر در بررسی خود به برخی از تهدیدها و فرصتهای ناشی از رکود اقتصادی جهان بر توسعه فناوری نانو اشاره کرده است و آنها را به عنوان پنج مسئله مهم که بر فناوری نانو در سال ۲۰۰۹ تأثیرگذارند، ذکر کرده است: ۱. سرمایه‌گذاری خطرپذیر در فناوری نانو و بازگشت سرمایه؛ ۲. خرید مالکیتهای فکری بی‌ارزش؛ ۳. سرمایه‌گذاریها و شرکتهای مشتق از دانشگاهها؛ ۴. فناوری تمیز؛ ۵. کاربردهای فناوری نانو (Harper, ۲۰۰۸).

به طورکلی، در بررسی ادبیات موضوع و تحقیقات صورت گرفته چهار مانع عمده قابل شناسایی است: فرار مغزها و کمبود نیروی انسانی متخصص، ضعف ارتباط بین مراکز دانشگاهی و پژوهشی و همکاریها و تبادلات علمی مناسب و پیوسته بین‌المللی با کشورهای دارای تجارب و ظرفیتهای بالا و استادان ایرانی خارج از کشور، وجود نداشتن نظام اطلاع رسانی کارآمد در زمینه فناوری نانو در بخش کشاورزی و ضعف آموزشی در زمینه فناوری نانو. از این رو، هدف اصلی این پژوهش بررسی و تحلیل موانع آموزشی توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی از دیدگاه محققان مراکز و مؤسسات تحقیقات ملی وزارت جهاد کشاورزی بود.

روش پژوهش

تحقیق حاضر از نظر هدف کاربردی، از نظر میزان نظارت و درجه کنترل متغیرها غیرآزمایشی و از نظر سطح پژوهش از نوع تحقیقات توصیفی است. جامعه آماری تحقیق۱۹۰ نفر از محققان صاحبنظر در زمینه فناوری نانو در مؤسسات و مراکز تحقیقات ملی کشاورزی بود که در زمینه فناوری نانو کار کرده یا پروژه تحقیقاتی در این زمینه داشته‌اند که با توجه به جدول مورگان- کرجسی ۱۲۳ نفر از آنان از طریق روش نمونه گیری تصادفی ساده انتخاب شدند. البته، به منظور افزایش دقت پژوهش و اعتبار یافته‌ها، حجم نمونه به ۱۲۸ نفر افزایش یافت. ابزار گردآوری اطلاعات پرسشنامه بود که در دو بخش شامل موانع آموزشی توسعه فناوری نانو و مشخصات فردی و حرفه‌ای محققان طراحی شد. روایی پرسشنامه با استفاده از دیدگاههای صاحبنظران تأیید شد. پایایی یا قابلیت اعتماد پرسشنامه با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ محاسبه شد که میزان آن ۰/۸۳۷ به دست آمد. داده‌های جمع آوری شده با استفاده از نرم افزار $SPSS_{Win۱۳}$ تجریه و تحلیل شدند.

یافته‌ها

مشخصات فردی و حرفه‌ای محققان: بر اساس نتایج به دست آمده، از مجموع ۱۲۸ نفر محقق مورد مطالعه ۸۵/۲ درصد مرد و ۱۴/۸ درصد زن بودند. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که میانگین سن پاسخگویان ۴۱ سال است. بیشترین فراوانی مربوط به مدرک تحصیلی دکتری است که ۵۵/۵ درصد جامعه آماری را تشکیل می‌دهند و بقیه افراد (۴۴/۵ درصد) دارای مدرک تحصیلی کارشناسی‌ارشد بودند. در ضمن، ۶۰/۲ درصد محققان مدرک تحصیلی خود را در داخل کشور و ۳۹/۸ مدرک تحصیلی خود را خارج از کشور اخذ کرده‌اند. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که میانگین سابقه فعالیت محققان مورد مطالعه ۱۴ سال است.

اطلاعات مربوط به ویژگیهای پژوهشی محققان مورد مطالعه نشان می‌دهد که میانگین تعداد مقالات علمی و پژوهشی چاپ شده آنان در داخل کشور ۱۲/۱ مقاله، میانگین تعداد مقالات علمی و پژوهشی چاپ شده آنان در خارج کشور ۷/۲ مقاله و میانگین تعداد مقالات علمی و ترویجی چاپ شده آنها در داخل کشور ۴/۱ مقاله است؛ در همین زمینه میانگین تعداد طرحهای پژوهشی انجام شده در نقش مجری توسط پاسخگویان مورد مطالعه ۷/۹ طرح است.

دیدگاه محققان درخصوص موانع آموزشی توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران: نتایج به دست آمده از تحقیق در ارتباط با مهم‌ترین موانع آموزشی توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس یافته‌های تحقیق، ناآشنایی استادان رشته‌های مختلف کشاورزی با فناوری نانو، هدف‌مند نبودن اعزام دانشجو به خارج از کشور، کمبود

نیروی انسانی متخصص در زمینه فناوری نانو، استفاده ناصحیح از فرصتهای آموزشی و تربیتی خارجی [مثل اعزام افراد نامناسب و به‌کارگیری معیارهای غلط در انتخاب افراد] و عدم توسعه منابع انسانی در زمینه فناوری نانو عمده‌ترین موانع آموزشی توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی هستند؛ در حالی که از نظر پاسخگویان مواردی از قبیل نبود قطبهای علمی منطقه‌ای فناوری نانو، علاقه‌مند نبودن استادان و دانشجویان رشته کشاورزی به یادگیری مباحث فناوری نانو و بین رشته‌ای بودن فناوری نانو اهمیت کمتری دارند.

جدول ۱- اولویت‌بندی موانع آموزشی توسعه فناوری‌نانو در بخش کشاورزی ایران از دیدگاه محققان

موانع	میانگین*	انحراف معیار	ضریب تغییرات	اولویت
نا آشنایی استادان رشته های مختلف کشاورزی با فناوری نانو	۴/۰۰۸	۰/۷۴۵	۰/۱۸۵	۱
هدف‌مند نبودن اعزام دانشجو به خارج از کشور	۴/۱۸۱	۰/۸۱۰	۰/۱۹۳	۲
کمبود نیروی انسانی متخصص در زمینه فناوری نانو	۴/۱۵۶	۰/۸۳۶	۰/۲۰۱	۳
استفاده ناصحیح از فرصتهای آموزشی و تربیتی خارجی	۴/۱۶۵	۰/۸۸۸	۰/۲۱۳	۴
عدم توسعه منابع انسانی در زمینه فناوری نانو	۳/۹۶۷	۰/۸۴۵	۰/۲۱۳	۵
ضعف کمّی آموزش در زمینه فناوری نانو	۳/۸۱۲	/۸۳۰	۰/۲۱۷	۶
نا آشنایی و درک نا صحیح پژوهشگران بخش تحقیقات از فضای تولید فناوری نانو	۳/۶۰۹	۰/۸۰۵	۰/۲۲۳	۷
ضعف کیفی آموزش در زمینه فناوری نانو	۳/۸۶۰	۰/۸۸۹	۰/۲۲۸	۸
نبود ارتباط و بهره‌گیری از توانمندیهای متخصصان خارجی در زمینه فناوری نانو	۴/۰۴۸	/۹۳۰	۰/۲۲۹	۹
برگزار نشدن کارگاههای آموزشی فناوری نانو	۳/۷۸۷	۰/۸۹۶	۰/۲۳۶	۱۰
عدم آموزش مسائل کارآفرینی فناوری نانو	۳/۶۴۸	۰/۸۶۳	۰/۲۳۶	۱۱
دسترسی ناکافی به منابع و اطلاعات علمی و پژوهشی مرتبط با فناوری نانوتوسط محققان	۳/۷۰۳	۰/۹۰۸	۰/۲۴۵	۱۲
کمبود تعداد اعضای هیئت علمی که در زمینه فناوری نانو تخصص دارند	۴/۰۶۲	۱/۰۰۹	۰/۲۴۸	۱۳
جذب نشدن نخبگان در مؤسساتی که در زمینه فناوری نانو فعالیت می کنند	۴/۰۵۶	۱/۰۴۱	۰/۲۵۶	۱۴
نداشتن برنامه‌ای برای ترغیب دانشجویان به شرکت در برنامه‌های آموزشی و تربیتی فناوری نانو	۳/۵۸۴	۰/۹۳۴	۰/۲۶۰	۱۵
نا آشنایی و درک ناصحیح کارکنان بخش تحقیقات از تجاری‌سازی مباحث پیچیده رقابتهای تجاری و اقتصادی مرتبط با فناوری نانو	۳/۵۲۳	۰/۹۲۱	۰/۲۶۱	۱۶
فرار مغزها و نیروهای متخصص فناوری نانو و از دست دادن فرصتها	۳/۸۳۸	۱/۰۸۴	۰/۲۸۲	۱۷
نبود انگیزه برای یادگیری و انجام دادن پژوهش در خصوص فناوری نانو در بین استادان	۳/۷۴۰	۱/۰۷۸	۰/۲۸۸	۱۸
نداشتن برنامه جامع در وزارت علوم، تحقیقات و فناوری برای توسعه فناوری نانو	۳/۷۴۶	۱/۱۰۹	۰/۲۹۶	۱۹
بی توجهی وزارت جهادکشاورزی به آموزشهای تخصصی در زمینه انتقال و توسعه فناوری نانو	۳/۷۴۶	۱/۱۱۶	۰/۲۹۷	۲۰
نبود سیستم مؤثر انتقال تجربه‌های محققان باتجربه به محققان جوان در زمینه فناوری نانو	۳/۴۲۸	۱/۰۵۳	۰/۳۰۷	۲۱
سیستم نامطلوب ارزیابی پژوهشگران	۳/۵۵۷	۱/۱۱۳	۰/۳۱۲	۲۲
تمرکز متخصصان فناوری نانو در پایتخت	۳/۳۸۲	۱/۰۸۷	۰/۳۲۱	۲۳
نبود قطبهای علمی منطقه ای فناوری نانو	۳/۴۰۴	۱/۱۷۴	۰/۳۴۴	۲۴
علاقه‌مند نبودن استادان و دانشجویان رشته کشاورزی به یادگیری مباحث فناوری نانو	۳/۱۸۱	۱/۱۵۰	۰/۳۶۱	۲۵
بین رشته ای بودن فناوری نانو	۳/۰۴۷	۱/۱۰۱	۰/۳۶۱	۲۶

* مقیاس طیف لیکرت ۵ سطحی (خیلی کم=۱ کم= ۲ متوسط=۳ زیاد=۴ خیلی زیاد=۵)

تحلیل عاملی

از روش تحلیل عاملی اکتشافی به عنوان یک روش تحلیل چند متغیره و روش هم وابسته برای دسته‌بندی و تحلیل آماری داده‌های جمع آوری شده استفاده شد. بدین منظور و برای کاهش گویه‌ها و متغیرهای تشکیل دهنده موانع آموزشی توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی به چند عامل اصلی از روش تحلیل عاملی استفاده شد. محاسبات آماری اولیه با مقدار KMO، ۰/۶۴۲ و بارتلت ۱۹۳۳/۶۱۸ (معناداری در سطح یک درصد) حاکی از مناسب بودن داده‌ها برای انجام دادن تحلیل عاملی و همبستگی درونی زیاد بین متغیرهای وارد شده در تحلیل عاملی است. به منظور دسته‌بندی عاملها از معیار مقدار پیشین استفاده شد و عاملهایی مد نظر بود که مقدار ویژه آنها از یک بزرگ‌تر باشد. عاملهای استخراج شده همراه با مقدار ویژه، درصد واریانس و درصد واریانس تجمعی آنها به شرح جدول ۲ است.

جدول ۲- عوامل استخراج شده همراه با مقدار ویژه، درصد واریانس و درصد واریانس تجمعی آنها

عاملها	مقدار ویژه	درصد واریانس مقدار ویژه	درصد واریانس تجمعی مقدار ویژه
اول	۴/۷۲۴	۱۸/۸۹۶	۱۸/۸۹۶
دوم	۲/۹۹۱	۱۱/۹۶۴	۳۰/۸۶۰
سوم	۲/۴۳۱	۹/۷۲۴	۴۰/۵۸۳
چهارم	۲/۳۵۰	۹/۳۹۹	۴۹/۹۸۳
پنجم	۲/۲۹۴	۹/۱۷۷	۵۹/۱۶۰
ششم	۱/۸۹۰	۷/۵۵۹	۶۶/۷۱۹
هفتم	۱/۵۳۵	۶/۱۳۹	۷۲/۸۵۸

بر اساس یافته‌های به دست آمده از جدول ۲ عامل اول با مقدار ویژه ۴/۷۲۴ به تنهایی تبیین‌کننده ۱۸/۸۹۶درصد واریانس کل است. به طور کلی، هفت عامل وارد شده در تحلیل در مجموع ۷۲/۸۵۸ درصد کل واریانس موانع آموزشی توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران را تبیین می‌کنند که نشان دهنده درصد بالای واریانس تبیین شده توسط این عاملهاست. اما وضعیت قرارگیری متغیرها (حدود ۲۶ متغیر اصلی) در عوامل با فرض واقع شدن متغیرهای با بار عاملی بزرگ‌تر از ۰/۵، بعد از چرخش عاملها به روش وریماکس و نامگذاری عاملها به شرح جدول ۳ است. البته، باید به این نکته اشاره شود که پس از چرخش (وریماکس) چهار متغیر به علت پایین بودن بار عاملی (کمتر از ۰/۵) و در نتیجه معنادار نبودن همبستگی آنها با دیگر متغیرها از تحلیل حذف شدند و دلیل حذف این متغیرها این بود که سطح مشترک این متغیرها قبلاً توسط متغیرهای مهم‌تری پوشانده شده بود. بنابراین، می‌توان متغیرهای مذکور را در متغیرهای دیگری خلاصه کرد. پس از بررسی گویه‌ها و متغیرهای تشکیل دهنده هر عامل، عوامل اصلی موانع آموزشی توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی با توجه به ماهیت متغیرهایی که در هر عامل قرار گرفته‌اند، به ترتیب به صورت موانع مدیریتی، نیروی انسانی، برنامه‌ریزی،

متخصصان، انگیزشی، تمرکز متخصصان و بی‌اطلاعی نامگذاری شدند. متغیرهای این عوامل بر اساس بار عاملی در جدول ۳ آمده است که متغیرهای هر عامل بر اساس بارهای عاملی رتبه بندی شده اند.

جدول ۳- متغیرهای مربوط به هر یک از عوامل و میزان ضرایب به دست آمده از ماتریس دوران یافته

نام عامل	متغیرها	میزان ضرایب
مدیریتی	ضعف کمّی آموزش در زمینه فناوری نانو	۰/۶۸۱
	ضعف کیفی آموزش در زمینه فناوری نانو	۰/۷۸۶
	بی توجهی وزارت جهاد کشاورزی به آموزشهای تخصصی در زمینه انتقال و توسعه فناوری نانو	۰/۸۰۳
	استفاده ناصحیح از فرصتهای آموزشی و تربیتی	۰/۶۰۸
	نداشتن محتوای مناسب برای آموزش موضوعات مرتبط با فناوری‌نانو همچون کارآفرینی	۰/۷۱۳
	برگزار نشدن کارگاههای آموزشی فناوری نانو	۰/۵۸۹
	هدفمند نبودن اعزام دانشجو به خارج از کشور	۰/۶۹۹
نیروی انسانی	کمبود نیروی انسانی متخصص در زمینه فناوری نانو	۰/۷۹۹
	عدم توسعه منابع انسانی در زمینه فناوری نانو	۰/۸۲۵
	فرار مغزها و نیروهای متخصص فناوری نانو و از دست دادن فرصتها	۰/۵۰۳
	نبود ارتباط و بهره‌گیری از توانمندیهای متخصصان خارجی در زمینه فناوری نانو	۰/۶۳۰
برنامه ریزی	نبود سیستم مؤثر انتقال تجربه‌های محققان باتجربه به محققان جوان در زمینه فناوری نانو	۰/۸۷۰
	دسترسی ناکافی به منابع و اطلاعات علمی و پژوهشی مرتبط با فناوری نانو توسط محققان	۰/۶۸۳
	نداشتن برنامه جامع در وزارت علوم، تحقیقات و فناوری برای توسعه فناوری نانو	۰/۵۶۱
	جذب نشدن نخبگان در مؤسساتی که در زمینه فناوری نانو فعالیت می‌کنند	۰/۵۹۸
متخصصان	نا آشنایی و درک ناصحیح پژوهشگران بخش تحقیقات از فضای تولید فناوری نانو	۰/۵۱۳
	ناآشنایی و درک ناصحیح کارکنان بخش تحقیقات از تجاری سازی مباحث پیچیده رقابتهای تجاری و اقتصادی مرتبط با فناوری نانو	۰/۸۴۲
	نبود قطبهای علمی منطقه‌ای فناوری نانو	۰/۵۹۴
انگیزشی	نبود انگیزه برای یادگیری و انجام دادن پژوهش در خصوص فناوری نانو در بین استادان	۰/۶۳۰
	علاقه‌مند نبودن استادان و دانشجویان رشته‌های کشاورزی به یادگیری مباحث فناوری نانو	۰/۸۲۶
تمرکز متخصصان	تمرکز متخصصان فناوری نانو در پایتخت	۰/۸۳۸
بی اطلاعی	ناآشنایی استادان رشته‌های مختلف کشاورزی با فناوری نانو	۰/۸۰۷

بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف تحلیل موانع آموزشی توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران از دیدگاه محققان مراکز و مؤسسات تحقیقات ملی وزارت جهاد کشاورزی صورت گرفت. با توجه به یافته‌های به دست آمده از تحقیق، موانع آموزشی توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران شامل هفت عامل اصلی است که عامل اول با توجه به مفهوم متغیرهای تشکیل دهنده آن، مدیریتی نامگذاری شده و

بالاترین میزان واریانس (۱۸/۸۹۶ درصد) را به خود اختصاص داده است، در قالب عامل مدیریتی مواردی همچون ضعف کمّی آموزش در زمینه فناوری نانو، ضعف کیفی آموزش در زمینه فناوری‌نانو، بی توجهی وزارت جهاد کشاورزی به آموزشهای تخصصی در زمینه انتقال و توسعه فناوری نانو و ... قرار گرفتند. به هر حال، این مسئله بیانگر آن است که با توجه به اینکه آموزش از اصول لاینفک در توسعه فناوری جدید و نوآوری است، اما به مسائل آموزشی فناوری نانو در مراکز دانشگاهی و وزارت جهاد کشاورزی به شکل جدی و منسجم توجه نشده است. نتایج این بخش از تحقیق با نتایج مطالعات صالحی وزیری و همکاران(Salehi Vaziri et al., ۲۰۰۴)، رسولی(Rasouli, ۲۰۰۷) و ابراهیمی و همکاران (Ebrahimi et al., ۲۰۰۶) مطابقت دارد.

عامل دوم که با توجه به ماهیت متغیرهای تشکیل دهنده آن نیروی انسانی نام گرفته است، ۱۱/۹۶۴ درصد از واریانس کل را تبیین می‌کند. گویه‌هایی از قبیل کمبود نیروی انسانی متخصص در زمینه فناوری نانو، عدم توسعه منابع انسانی در زمینه فناوری نانو، فرار مغزها و نیروهای متخصص فناوری نانو و از دست دادن فرصتها و نبود ارتباط و بهره‌گیری از توانمندیهای متخصصان خارجی در زمینه فناوری نانو در قالب عامل نیروی انسانی قرار گرفته‌اند. از آنجا که این عامل از عوامل اصلی در توسعه هر جامعه‌ای به شمار می‌رود، متاسفانه، در توسعه فناوری نانو مورد غفلت واقع شده است. یافته‌های این بخش از تحقیق نیز با نتایج پژوهشهای متعددی همچون صفوی(Safavi, ۲۰۰۳)، نوری دلویی (Nori Deloei, ۲۰۰۳)، ابراهیمی و همکاران (Ebrahimi et al., ۲۰۰۶)، قره‌یاضی (Gharayazi, ۲۰۰۰)، مایز (Mize, ۲۰۰۵) و حیدری (Heydari, ۲۰۰۵) مطابقت دارد.

عامل سوم با عنوان عامل برنامه‌ریزی ۹/۷۲۴ درصد از واریانس کل را تبیین می‌کند و شامل نبود سیستم مؤثر انتقال تجربه‌های محققان با تجربه به محققان جوان در زمینه فناوری نانو، دسترسی ناکافی محققان به منابع و اطلاعات علمی و پژوهشی مرتبط با فناوری نانو، نداشتن برنامه جامع در وزارت علوم، تحقیقات و فناوری برای توسعه فناوری نانو و جذب نشدن نخبگان در مؤسساتی که در زمینه فناوری نانو فعالیت می‌کنند، است. وارد شدن این عامل در تحلیل عاملی نشان‌دهنده نبود یک برنامه و سیستم مشخص برای توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی است. اهمیت عامل برنامه‌ریزی در مطالعات نوری دلویی(Nori Deloei, ۲۰۰۳)، ابراهیمی و همکاران (Ebrahimi et al., ۲۰۰۶) و ناصری (Nasseri, ۲۰۰۵) نیز مورد تأکید قرار گرفته است.

عامل چهارم با توجه به ماهیت متغیرهای قرار گرفته بر روی آن، عامل متخصصان نام گرفت و حدود ۹/۳۹۹ درصد از واریانس کل را تبیین کرد که در قالب آن بر موانعی مانند نا آشنایی و درک ناصحیح پژوهشگران بخش تحقیقات از فضای تولید فناوری نانو، نا آشنایی و درک ناصحیح کارکنان بخش تحقیقات از تجاری‌سازی مباحث پیچیده رقابتهای تجاری و اقتصادی مرتبط با فناوری نانو و نبود قطبهای علمی منطقه‌ای فناوری نانو تأکید شده است. به هر حال، با توجه به جدید بودن فناوری نانو در

بخش کشاورزی از یک سو و نبود یک برنامه منسجم برای تربیت نیروی ماهر و آموزش دیده در حوره فناوری نانوی کشاورزی از سوی دیگر، تعداد متخصصان توانمند در این زمینه بسیار اندک است. نتایج این بخش از تحقیق با برخی از یافته‌ها (Cultural and Scientific Monitoring and Evaluation of the Supreme Council of Cultural Revolution, ۲۰۰۳; Mize, ۲۰۰۵; Nasseri, ۲۰۰۵) مطابقت دارد.

عامل پنجم با توجه به ماهیت متغیرهای تشکیل دهنده آن عامل انگیزشی نام گرفته است و ۹/۱۷۷ درصد از واریانس کل را تبیین می‌کند. نبود انگیزه برای یادگیری و انجام دادن پژوهش در خصوص فناوری نانو در بین استادان و علاقه‌مند نبودن استادان و دانشجویان رشته‌های کشاورزی به یادگیری مباحث فناوری نانو از موانع مورد تأکید در قالب عامل انگیزشی هستند که با نتایج تحقیق رسولی(Rasouli, ۲۰۰۷) مطابقت دارد. عامل بعدی بر اساس نتایج تحقیق، عامل تمرکز متخصصان نام دارد که ۷/۵۵۹ درصد از واریانس کل را تبیین می‌کند و شامل فقط یک گویه تمرکز متخصصان فناوری نانو در پایتخت می‌شود. اهمیت این عامل در مطالعه حیدری (Heydari, ۲۰۰۵) تأکید شده است. در نهایت، عامل هفتم با توجه به ماهیت تک متغیر تشکیل دهنده آن؛ یعنی ناآشنایی استادان رشته‌های مختلف کشاورزی با فناوری نانو، عامل بی‌اطلاعی نام گرفته است و ۶/۱۳۹ درصد از واریانس کل را تبیین می‌کند که با نتایج برخی از مطالعات (Cultural and Scientific Monitoring and Evaluation of the Supreme Council of Cultural Revolution , ۲۰۰۳; Ebrahimi et al., ۲۰۰۶) مطابقت دارد.

پیشنهادها

با توجه به نتایج به دست آمده از پژوهش پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

۱. مراکز و مؤسسات تحقیقات ملی وزارت جهاد کشاورزی و دانشگاهها برای استادان و دانشجویان رشته‌های مختلف کشاورزی دوره‌های آموزشی مقدماتی و تخصصی فناوری نانو برگزار کنند و همچنین، در مراحل بعدی برای کاربردی کردن یافته‌های فناوری نانو در مراکز آموزش‌عالی دوره‌های کارآفرینی فناوری نانو برگزار شود.

۲. وزارتخانه‌های علوم، تحقیقات و فناوری و جهاد کشاورزی، اعضای هیئت‌علمی با تخصص کشاورزی را به دوره‌های کوتاه مدت فرصت مطالعاتی خارج از کشور اعزام کنند تا در زمینه فناوری نانو دانش و مهارتهای جدید را کسب کنند و همچنین، از توانمندیهای متخصصان ایرانی شاغل در خارج از کشور با برگزاری دوره‌های آموزشی در داخل کشور برای اعضای هیئت‌علمی وزارتخانه‌های مذکور استفاده شود.

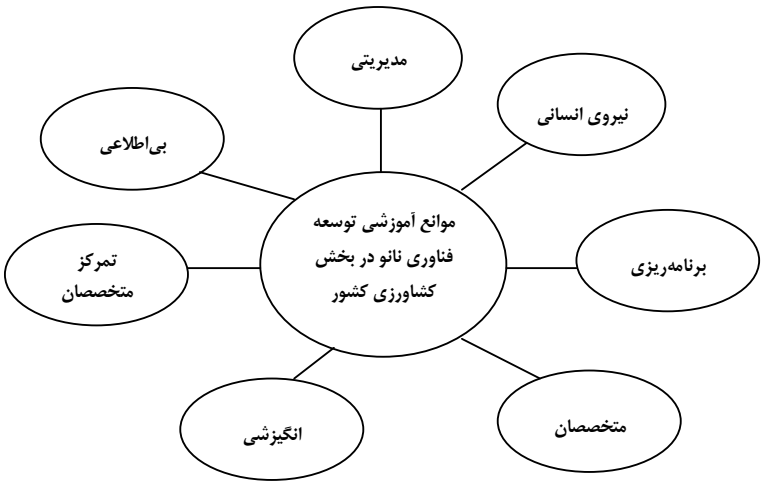
۳. با توجه به توانمندیهای فناوری اطلاعات، یک شبکه اطلاعاتی و ارتباطی قوی بین متخصصان فناوری نانو در بخش کشاورزی ایجاد شود تا افراد ضمن به اشتراک گذاشتن تجربه‌های خود از یک منبع اطلاعاتی قوی نیز برخوردار باشند.

۴. با ایجاد تخصصهای بین رشته‌ای در دانشکده‌های کشاورزی در تمام مقاطع تحصیلی، نیروهای جوان و با انگیزه تربیت شوند تا بتوان از تخصص آنان در سطح کلان استفاده کرد. همچنین، با ایجاد پارکهای علم و فناوری در حوزه فناوری نانو و مدیریت آن به وسیله متخصصان توانمند، افزایش ثروت در جامعه از طریق ارتقای فرهنگ نوآوری صورت گیرد.

۵. با نشان دادن پیشرفتهای متخصصان ایرانی شاغل در داخل و خارج از کشور و قابلیتهای منحصر به فرد و جدید فناوری نانو در بخش کشاورزی، استادان و دانشجویان را به یادگیری مباحث فناوری نانو ترغیب کرد.

۶. با توجه به استعداد نیروی انسانی متخصص، منابع مادی و ... مناطق مختلف کشور، قطبهای علمی فناوری نانو برای توسعه این فناوری در کشور ایجاد شود.

۷. با انتشار مطالب عمومی فناوری نانو در روزنامه‌های کثیرالانتشار و رسانه ملی و مطالب تخصصی در مجلات تخصصی کشاورزی و همچنین، با گنجاندن مطالب آموزشی در حوزه فناوری نانوی کشاورزی در سرفصلها و کتابهای درسی دانش آموزان به توسعه و اشاعه این فناوری نوین کمک شود.



شکل ۱ـ ساختار مفهومی مربوط به موانع آموزشی توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران

References

۱. Anonymous (۲۰۰۹); "The Necessity of Using the Nanotechnology in Agriculture"; *Journal of Livestock, Cultivation and Industry*, Vol. ۱۱۲, No. ۱, pp. ۴۴- ۴۵.

۲. Asdifard, R. (۲۰۰۵); "Development of New Technologies, Needing the Holistic View in Training Human Resources (Case study: Nanotechnology)"; *Journal of Management*, No. ۹۷–۹۸ (in Persian).

۳. Cultural and Scientific Monitoring and Evaluation of the Supreme Council of Cultural Revolution (۲۰۰۳); *Evaluation of Science and Technology in the Islamic Republic of Iran (The First Large-scale Assessment)*; Report, Tehran, ۲۲۵ p (in Persian).

۴. Ebrahimi, B., Shahmirzaei, H., Abdi, S., Alavi, M. and Mirdrikvand (۲۰۰۶); *Proposal for the Development of Biotechnology in Iran*; Report(in Persian), Available at: www.bio.itan.ir/

۵. Gharayazi, B. (۲۰۰۰); *Hopes, Achievements, and Constraints in Agricultural Biotechnology* (in Persian), Available at:www.cgiar.org/ biotech/rep۰۱۰۰/ghareyaz. pdf.

۶. Haji Hasani, H. (۲۰۰۲); "System of Technology Development of the Country"; *Journal of Research and Planning in Higher Education*, Vol. ۲۵, pp. ۱۴۳- ۱۵۳ (in Persian).

۷. Harper, T. (۲۰۰۸); "The Nanotechnology Economy"; Available at: http://www.Cientifica.org

۸. Hashemi Nejad, A., Ghanji, A., Salehi, A. and Shabanali Fami, H. (۲۰۰۹); "Challenges of Sustainable Agricultural Development"; *Proceeding of Conference on Clean Agriculture*, Tehran (in Persian).

۹. Heydari, A. (۲۰۰۵); Analysis of Social Factors Affecting on Nanotechnology Development in Iran; MS Thesis, Department of Industrial Engineering, Bu Ali Sina University, Hamedan (in Persian).

۱۰. Iranian Initiative Nanotechnology Development (۲۰۰۴a); *Barriers and Strategies for Investing in Nanotechnology. Secretariat of Iranian Initiative Nanotechnology Development*; Tehran (in Persian).

۱۱. Iranian Initiative Nanotechnology Development (۲۰۰۴b); *Nanotechnology Education. Secretariat of Iranian Initiative Nanotechnology Development*; Tehran (in Persian).

۱۲. Karami, E. (۲۰۰۱); "Why Does not Biotechnology Develop in Iran?"; *Analysts in Network Technology* (in Persian)*, Available at: www.itan.ir.*

۱۳. Mize, S. (۲۰۰۵); *The Foresight Nanotechnology Challenges*; Foresight Nanotechnology Institute.

۱۴. Nasseri, R. (۲۰۰۵); Nanotechnology Commercialization Projects in Iran; MS Thesis, Allameh Tabatabai University, Tehran (in Persian).

۱۵. Nori Deloei, A. (۲۰۰۳); *Barriers and Solutions to Development of Science and Technology*(in Persian), Available at: www.itan.ir.

۱۶. PCAST (۲۰۰۸); "Second Evaluation of National Nanotechnology Initiative Program in the United States".

۱۷. Rafii Tabar, H. (۲۰۰۷); *Infrastructures are Necessary to Attraction of New Technology in Community*(in Persian), Available at http://nano.ir.

۱۸. Rasouli, E. (۲۰۰۷); Barriers to Entrepreneurship in Nanotechnology in Iran; MS Thesis, Department of Industrial Engineering, Bu Ali Sina University, Hamedan(in Persian).

۱۹. Rezaie, T. (۲۰۰۷); "The Importance of Manpower Training to Improve Productivity and Development"; *The Ettelaat Newspaper*, Vol. ۲۳۸۹۲, Dated ۰۲/۰۴/۲۰۰۷, Page ۱۱(in Persian).

۲۰. Safavi, S. (۲۰۰۳); Technology and Transfer Development in Developing Asian Countries; MSc. Thesis, Department of Economic Development and Planning, Tehran University(in Persian).

۲۱. Salehi Vaziri, H., Asadi Fard, R. and Elm Khah, H. (۲۰۰۴); *Recommendations for the Management of Development of Nanotechnology in Iran; Tehran, Nanotechnology Committee of Amirkabir University*(in Persian).

۲۲. Semwanga, K. (۲۰۰۴); *The Effective Factors on Technology Dissemination and Adoption*; Semwanga Research Ltd. Upper Kololo Terrace.

۲۳. Shapter, J. G., Hale, P., Maddox, L. M., Ford, M. J. and Waclawik, E. R. (۲۰۰۳); "Teaching Undergraduates Nanotechnology"; *World Transactions on Engineering and Technology Education*, Vol. ۲, No. ۲.

۲۴. Warad, C. and Dutta, J. (۲۰۰۶); *Nanotechnology for Agriculture and Food Systems: A View*; Microelectronics, School of Advanced Technologies, Asian Institute of Technology, pp. ۸–۱۰.