

نگاهی بر وضعیت توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران و جهان

۱ مقدمه

تامین امنیت غذایی بشر، یکی از مهمترین چالش‌های فراروی جهان در قرن آینده است. رشد روزافزون جمعیت و کمبود مواد غذایی از یک سو و نابودی بخش مهمی از منابع زیست‌محیطی کره زمین به دلیل استفاده بی‌رویه از سوی دیگر، لزوم تغییر نگرش جدی نسبت به مدیریت بخش کشاورزی در سطح جهانی را نمایان می‌سازد. طبق گزارش سازمان ملل متحد، حدود ۹۰۰ میلیون نفر از جمعیت جهان دچار فقر غذایی هستند. شمار افراد قرار گرفته در زیر خط فقر (از نظر تامین انرژی مورد نیاز روزانه بدن) روزبه‌روز در حال افزایش است. جدیدترین پیش‌بینی‌ها حاکی از آن است که این آمار تا سال ۲۰۲۰ میلادی به رقمی بالغ بر یک میلیارد نفر خواهد رسید و این بدان معناست که حفظ نوع بشر در بلند مدت و نجات خیل عظیم انسان‌ها از خطر گرسنگی، نیازمند توجه ویژه متخصصان و سیاست‌مداران امروز جهان به توسعه پایدار و همه‌جانبه صنعت کشاورزی است. فناوری نانو از جمله فناوری‌های نوینی است که امیدهای زیادی را برای رفع کمبودها و توسعه بخش کشاورزی ایجاد نموده است. در این گزارش وضعیت توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران و جهان را به طور اجمالی مورد بررسی قرار خواهیم داد.

۲ ضرورت توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی کشور

یکی از بخش‌های تاثیرگذار در توسعه پایدار کشورها، بخش کشاورزی است. در کشور پهناوری چون ایران توجه ویژه به این بخش ثمرات ارزنده‌ای را به دنبال خواهد داشت. با توجه به تنوع آب و هوایی و گونه‌های گیاهی و دامی موجود در کشور، از لحاظ دارا بودن پتانسیل بالقوه کشاورزی می‌توان ایران را کشوری ثروتمند دانست. اما به هر حال امروزه داشتن پتانسیل به تنهایی پاسخگوی نیازهای جوامع مختلف نیست، بلکه نبض اقتصادی جهان در دست کشورهایی است که به ابزار فناوری مجهز هستند و می‌توانند از منابع

موجود حداکثر بهره‌وری را داشته باشند. فناوری نانو در کنار زیست‌فناوری، فناوری هسته‌ای و فناوری اطلاعات به عنوان فناوری‌های برتر قرن ۲۱ محسوب شده و توانسته است سایر علوم را تحت تاثیر خود قرار دهد.

هرچند که در نگاه اول چگونگی به کارگیری فناوری نانو در زیر شاخه‌های متنوع بخش کشاورزی مبهم به نظر می‌رسد اما حقیقت این است که فناوری نانو توانایی به فعل رساندن پتانسیل‌های بالقوه کشاورزی در بسیاری از کشورهای در حال توسعه از جمله ایران را داراست.

با توجه به کاربردهای فراوان فناوری نانو، این فناوری هم اکنون انقلابی را در سایر علوم از جمله صنعت کشاورزی ایجاد نموده و در آینده‌ای نزدیک نقش آن در برنامه‌های اقتصادی دنیا بسیار تاثیرگذار خواهد شد. با توجه به نوپا بودن این علم فاصله ایران از سایر کشورهای توسعه یافته بسیار کمتر از علوم دیگر است. بنابراین با در نظر گرفتن پتانسیل‌های فراوان صنعت کشاورزی در ایران، تردیدی نیست که با سرمایه‌گذاری و برنامه‌ریزی در جهت کاربرد این فناوری می‌توان در مسیر توسعه و پیشرفت کشور گام برداشت.

۳ فناوری نانو در کشاورزی ایران

بعد از اجرای برنامه‌های ترویجی متعدد و اقبال متخصصان و دستگاه‌های اجرایی کشور به فناوری نانو به عنوان یکی از اولویت‌های فناوری کشور و تدوین برنامه‌های توسعه آن در دستگاه‌های مختلف، مقرر گردید از تمرکز کاری در ستاد ویژه توسعه فناوری نانو اجتناب گردیده و هر دستگاهی در حوزه مأموریت اصلی خود به فناوری نانو بپردازد.

در همین راستا وزارت جهاد کشاورزی، که امروز متولی اصلی تامین غذا و امنیت غذایی در کشور است، مأموریت ترویج و برنامه‌ریزی برای توسعه فناوری نانو در علوم و صنایع کشاورزی کشور را برعهده گرفت. از زمان آغاز به کار این نهاد، عملیات سیاست‌گذاری و راهبری امور پژوهشی مرتبط با فناوری نانو در

سطح وزارت جهاد کشاورزی به صورت منسجم در این مجموعه صورت می‌گیرد. با این وجود بخش قابل توجهی از سهم تولید دانش در این بخش مربوط به انتشار مقالات و پایانامه‌های مستقل دانشجویی در مقطع کارشناسی ارشد و دکتری است که همانند سایر بخش‌ها به صورت متمرکز توسط ستاد ویژه توسعه فناوری نانو مورد حمایت قرار می‌گیرد.

۱.۳ آشنایی با کمیته نانووزارت جهاد کشاورزی

به دنبال تشکیل ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، کمیته فناوری نانو وزارت جهاد کشاورزی تشکیل و هم اکنون نیز با سابقه فعالیت بالغ بر ۶ سال و با حضور نمایندگانی از موسسات تحقیقات واکسن و سرم‌سازی رازی، علوم دامی، شیلات، گیاه‌پزشکی، فنی و مهندسی کشاورزی، خاک و آب، جنگل‌ها و مراتع کشور، اصلاح و تهیه نهال و بذر و پژوهشکده‌های مهندسی جهاد کشاورزی و زیست فناوری، سازمان دامپزشکی کشور و همچنین معاونت‌های امور تولیدات گیاهی، امور دامی و آب و خاک و صنایع در حال فعالیت می‌باشد. با توجه به عدم آشنایی مدیران و کارشناسان وزارت متبوع با فناوری نانو، فعالیت این کمیته در آغاز کار بیشتر در راستای آموزش و ترویج صورت گرفته است. تدوین برنامه راهبردی در راستای اهداف برنامه سند راهبرد آینده نانو نیز از دیگر حرکت‌هایی بود که در کمیته پایه‌ریزی گردید تا با هدفمند نمودن فعالیت وزارت جهاد کشاورزی در حوزه فناوری نانو گام موثری در جهت توسعه این بخش برداشته شود.

تصویب و اجرای پروژه‌هایی در عرصه فناوری نانو در بخش کشاورزی از اولویت‌های کاری این مجموعه به شمار می‌رود و از نتایج برخی از این تحقیقات دستاوردهای کاربردی قابل توجهی به دست آمده است.

۲.۳ عناوین برخی پروژه‌های تحقیقاتی صورت گرفته نانو کشاورزی در کشور

در حدود ۲۳ عنوان از پروژه‌های تحقیقاتی انجام شده در زمینه نانو کشاورزی که نتایج آنها مورد تایید قرار گرفته در جدول (۱) آورده شده است.



موسسه/مرکز	عنوان پروژه
موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور	کاربرد نانوتکنولوژی در تشخیص و ردیابی عوامل مهم ویروسی و ویروئیدی بیمارگر سیب زمینی در ایران
موسسه تحقیقات علوم دامی کشور	مقایسه بین ژنولیت طبیعی و نانو ژنولیت بر عملکرد جوجه‌های گوشتی
پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی	بکارگیری نانو ذرات نقاط کوانتومی در تشخیص ویروس گیاهی
پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی	بررسی کارایی انتقال ژن به سلول‌های گیاهی با استفاده از نانو ذرات طلا به ابعاد ۵۰ تا ۱۰۰ نانومتر و انتقال ژن‌های مقاومت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی به برنج
موسسه تحقیقات واکسن و سرم‌سازی رازی	کاربرد مدلسازی مولکولی در شناسایی ژن‌های دارویی آنزیم آسپاراژیناز
موسسه تحقیقات علوم دامی کشور	بررسی امکان استفاده از نانوسیلورها به عنوان ضدعفونی کننده قوی در کاهش بار میکروبی شیر
موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور	استفاده از نانو ذرات عصاره‌های گیاهی همیشه بهار و بابونه در ساخت فرآورده‌های دارویی و آرایشی - بهداشتی
موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور	افزایش ویژگی‌های مکانیکی کامپوزیت‌های الیاف چوب / پلیمر به کمک فناوری نانو
موسسه تحقیقات علوم دامی کشور	بررسی امکان استفاده از نانو ذرات سیلیسی بعنوان ناقلین غیر ویروسی در فرایند انتقال ژن کاپاکازین گاومیش بومی ایران به گاو هلشتاین
موسسه تحقیقات علوم دامی کشور	بررسی اثرات استفاده از نانو ذرات نقره و عملکرد آن در جوجه‌های گوشتی
موسسه تحقیقات شیلات کشور	بررسی تولید و کاربرد نانو الیاف زیست سازگار از آگار و کیتوزان به شیوه الکترورسی جهت حفظ و نگهداری و افزایش زمان ماندگاری آبزیان
پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی	تولید نانوذرات نقره و طلا بوسیله میکروارگانیسم‌های اکستریموفیل بومی کشور
پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی	ساخت غشاء نانوفیلتراسیون جهت جداسازی مداوم اتانول از محیط آبی فرمانتاسیون بوسیله سیستم تراوش تبخیری
موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر ونهال	تأثیر تغذیه گیاه مادری، پیش تیمار بذور قبل از کشت با نانوسیلور و پرسیدین بر درصد جوانه زنی بذور و قدرت استقرار گیاهچه‌های برخی پیازهای محلی
موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر ونهال	ارزیابی تأثیر PEG، نیترات پتاسیم و کلسیم هیپوکلراید، تننرید، محلول نانوسیلور و پرسیدین بر حفظ میزان قوه نامیه بذرها و قدرت استقرار گیاهچه در توده‌های محلی پیاز
موسسه تحقیقات خاک و آب کشور	اصلاح خاک‌های آلوده با ترکیبات آلی خطرناک و فلزات سنگین با استفاده از نانو ذرات آهن
مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان	اندازه‌گیری باقیمانده نقره در بافت‌های مرغان تحت کارآزمایی با نانوسیلور
موسسه تحقیقات پنبه کشور	ارزیابی اثرات نانو سیلور بر جوانه زنی بذور و قدرت رشد گیاهچه‌های سه رقم پنبه
موسسه تحقیقات پنبه کشور	ارزیابی کارایی نانوسیلور به عنوان ماده ضدعفونی کننده در کنترل بیماری‌های گیاهچه پنبه
موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی	تولید فیلم‌های قابل باز یافت نانو کامپوزیت نشاسته به منظور بسته بندی محصولات کشاورزی و بررسی خصوصیات آنها
پژوهشکده مهندسی جهاد	تصفیه پساب‌های شهری برای مصارف کشاورزی با استفاده از خاصیت فوتوکالیستی فیلم‌های نانوساختار TiO_2 و کامپوزیت‌های آن در مقیاس نیمه‌صنعتی
پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی	بررسی استفاده از ذرات نانونقره و ترکیبات نقره جهت جلوگیری از پوسیدگی چوب بوسیله موربانه
پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی	بکارگیری بسته بندی‌های نانویی جهت کاهش ضایعات محصولات کشاورزی

جدول ۲. آزمایشگاه‌های موسسه تحقیقات واکسن و سرم سازی رازی

ردیف	نام دستگاه	زمینه استفاده
۱	میکروسکوپ الکترونی	تهیه تصاویر الکترونی از اجسام
۲	دستگاه نانو دراپ	تهیه اسپکتروگرام و اندازه‌گیری غلظت‌های نانویی مواد
۳	سیستم نانو فیلتراسیون	نانو فیلتراسیون حلال‌ها و محیط‌های بیولوژیک
۴	FPLC	جداسازی و اندازه‌گیری مقادیر ناچیز پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک
۵	HPLC	جداسازی و اندازه‌گیری مواد شیمیایی
۶	Real Time PCR	بررسی کمی ژن‌ها و اسیدهای نوکلئیک
۷	Particle size analyzer	اندازه ذرات

جدول ۳. پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی

ردیف	نام دستگاه	نام کمپانی سازنده	زمینه استفاده
۱	Atomic Absorption Spectrometer	PerkinElmer	اندازه‌گیری عناصر فلزی
۲	ICP	PerkinElmer	اندازه‌گیری عناصر

جدول ۴. موسسه تحقیقات آب و خاک

ردیف	نام دستگاه	نام کمپانی سازنده	کاربرد دستگاه
۱	AFM	DME	اندازه‌گیری سایز نانو ذرات مشاهده مورفولوژی مواد هادی، نیمه‌هادی و عایق بدون نیاز به آماده‌سازی و خلا (حتی در زیر سطح مایعات) تهیه تصاویر توپوگرافی سه‌بعدی از سطوح
۲	STM	DME	مشاهده مورفولوژی مواد هادی تهیه تصاویر توپوگرافی سه‌بعدی از سطوح با قدرت تفکیک بالا انجام لیتوگرافی
۳	EC-STM	DME	مشاهده ساختار سطوح الکترودها در واکنش‌های الکتروشیمیایی در مقیاس اتمی
۴	SNOM	DME	مشاهده توپوگرافی سطح نمونه با قدرت تفکیک بسیار بالا - بررسی خواص نوری سطوح مثل قابلیت بازتاب و یا فتولومینسانس نمونه، انتشار نور از کریستال‌های فتونیک و یا هدایت امواج در ساختارهای لیزری
۵	STABI-SIZER	Particle Metrix	اندازه‌گیری پتانسیل زتادر کلوییدها و اندازه‌گیری سایز و توزیع نانوذرات
۶	Nanodrop	Thermo scientific	اندازه‌گیری غلظت پروتئین و DNA
۷	Combisystem cell cut & cell manipulator	MMI	جداسازی سلول و اجزای سلولی جهت مطالعات ژنومیکس پروتئومیکس و سایر مطالعات مولکولی - انتخاب و جداسازی انواع سلول‌ها یا اجزای سلولی متفاوت به صورت همزمان تا هشت گروه (نوع)
۸	Gen gun	Biorad	انتقال ژن
۹	Fluorescence Microscope	Nikon	مشاهده میکروسکوپی نمونه‌های فلوروسانس کننده با قدرت تفکیک بالا بررسی نمونه‌های زنده و تثبیت‌شده دیجیتال فتومیکروگرافی
۱۰	Confocal Microscopy	Nikon	بررسی نمونه‌های بیولوژیکی ضخیم اسکن دوبعدی و سه‌بعدی نمونه‌ها
۱۱	Micro Manipulator	Eppendorf	دستکاری فیزیکی سلول به خصوص سلول‌های جانوری - انتقال ژن و انتقال اندامک‌های گیاهی و جانوری استخراج سیتوسول

۳.۳ معرفی برخی از تجهیزات آزمایشگاهی فناوری نانو مرتبط با بخش کشاورزی

در جداول (۲) تا (۷) برخی از تجهیزات مورد استفاده در پژوهش‌های مرتبط با نانو کشاورزی در ۵ مرکز موسسه تحقیقات واکسن و سرم سازی رازی، پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی، موسسه تحقیقات آب و خاک، موسسه تحقیقات شیلات، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی و موسسه تحقیقات علوم دامی کشور معرفی شده است.

۴.۳ فعالیت‌های پژوهشی مورد حمایت ستاد در زمینه نانو کشاورزی

تا پایان نیمه اول سال ۱۳۹۰ در حدود ۲۲ پایان‌نامه در مقطع دکترا، ۹۹ پایان‌نامه در مقطع کارشناسی ارشد، ۳۰ مقاله ISI و ۳۰ مقاله علمی و پژوهشی پذیرفته شده در کنگره‌های خارجی، با محوریت علوم کشاورزی، توسط دانشجویان گرایش‌های مختلف این رشته تدوین شده و مورد حمایت ستاد توسعه فناوری نانو قرار گرفته است. شایان ذکر است این ارقام بدون احتساب پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه موضوعات مرتبط با علوم کشاورزی توسط محققان سایر رشته‌ها، ذکر شده است.

مطابق نمودار (۱)، ۲۶ درصد از پایان‌نامه‌های مقطع دکترا در زمینه علوم کشاورزی مربوط به دانشگاه تربیت مدرس، بوده است. در جدول (۸) تعداد پایان‌نامه‌های دکترای مرتبط با علوم کشاورزی دانشگاه‌ها آورده شده است.

در نمودار (۲) نیز از بین دانشگاه‌های کشور، دانشگاه فردوسی مشهد با ۱۶ پایان‌نامه در مقطع کارشناسی ارشد، ۱۶ درصد پژوهش دانشگاهی در حوزه علوم کشاورزی را به خود اختصاص داده است.

۴ تحقیق و توسعه نانو غذا در جهان

۱.۴ شرکت‌های فعال بین‌المللی در زمینه نانو غذا

تعداد شرکت‌های فعال در زمینه نانو غذاها از سال ۲۰۰۲ تا سال ۲۰۰۶ به بیش از ۱۰۰ شرکت افزایش یافته و این میزان تا سال ۲۰۲۰ به بیش از چندین هزار شرکت خواهد رسید. هم‌اکنون تعداد قابل توجهی از شرکت‌های معروف غذایی در سراسر دنیا وجود دارند که تمرکز آنها معطوف به تحقیق، توسعه و تولید نانو غذاها است که در صدر آنها، ایالات متحده آمریکا، ژاپن و چین قرار دارند. شرکت‌های بزرگ دنیا شامل Hershey, Kraft, FoodHeinz, Keystone و Unilever با جدیت زیاد به دنبال کشف قابلیت فناوری نانو برای بسته‌بندی و مواد مغذی بهتر و ایمنی غذا هستند.

ادامه جدول ۴. موسسه تحقیقات آب و خاک

ردیف	نام دستگاه	نام کمپانی سازنده	کاربرد دستگاه
۱۲	HPLC	Knauer	اندازه‌گیری کمی مواد غیر فرار
۱۳	GC/MS	Varian	اندازه‌گیری کیفی و کمی مواد فرار
۱۴	RT-PCR	Biorad	تکثیر و کمی‌سازی همزمان مولکول DNA

جدول ۵. موسسه تحقیقات شیلات

ردیف	نام دستگاه	زمینه استفاده
۱	Electro spinning	تهیه نانوالیاف زیست‌سازگار از بیوپلیمرهای کیتین، کیتوزان، ژلاتین و آگار
۲	GC	آنالیز کمی و کیفی اجزاء سازنده مواد آلی
۳	HPLC	اندازه‌گیری ویتامین‌ها، سموم، اسیدهای آمینه و...
۴	طیف‌سنج جذب اتمی	اندازه‌گیری فلزات
۵	طیف‌سنج نوری	اندازه‌گیری ترکیباتی که توانایی جذب دارند مانند مواد مغذی UV
۶	آنالیز CHNSO	اندازه‌گیری کربن، هیدروژن، نیتروژن، گوگرد و اکسیژن
۷	روتاری	آماده‌سازی نمونه‌ها
۸	BOD سنج	اندازه‌گیری اکسیژن مصرفی بیوشیمیایی
۹	هیتر دیجیتال هضم	دستگاه آماده‌سازی نمونه‌ها
۱۰	GC-Mass	آنالیز کمی و کیفی اجزاء سازنده مواد آلی

جدول ۶. موسسه تحقیقات گیاهپزشکی

ردیف	نام دستگاه	نام کمپانی سازنده	زمینه استفاده
۱	اولتراسانتریفیوژ	بکمن آمریکا	استخراج و خالص‌سازی پیکره‌های نانویی و نانوذرات
۲	GC-mass	اروپا	مطالعه و شناسایی ترکیب شیمیایی نانوذرات
۳	GC-HPLC-mass	اروپا	مطالعه و شناسایی ترکیب شیمیایی نانوذرات
۴	طیف‌سنج نور مرئی و ماورا بنفش	فارماسیا آمریکا	سنجش غلظت ذرات نانویی

جدول ۷. موسسه تحقیقات علوم دامی کشور

ردیف	نام دستگاه	زمینه استفاده
۱	آسیاب ماهواره‌ای Ball Mills PM 100	ساخت نانوذرات
۲	Atomic Absorbtion 932 plus	اندازه‌گیری عناصر معدنی در مقیاس ماکرو و میکرو تا حد نانوگرم
۳	GC	آنالیز کمی و کیفی اجزاء سازنده مواد آلی (اسیدهای چرب و قند و...) و برخی گازهای بی‌اثر

جدول ۸. تعداد پایان‌نامه‌های دکترا در زمینه علوم کشاورزی

تعداد پایان‌نامه	دانشگاه
۶	دانشگاه تربیت مدرس
۵	دانشگاه تهران
۳	دانشگاه آزاد علوم تحقیقات
۳	دانشگاه صنعتی اصفهان
۲	دانشگاه فردوسی مشهد
۱	موسسه تحقیقات چغندرقد
۱	دانشگاه صنعتی شریف
۱	پژوهشگاه رویان

۲.۴ بازار جهانی نانوغذا

در حال حاضر محصولات غذایی فراوری شده با استفاده از فناوری نانو در فروشگاه‌های بین‌المللی به فروش می‌رسند. طبق گزارش شرکت مشاوره‌ای «Helmut Kaiser»، بازار نانو غذا از ۲/۶ میلیارد دلار در سال ۲۰۰۳، به ۷ میلیارد دلار در سال ۲۰۰۶ رسیده است و این میزان در سال ۲۰۱۰ شاخص ۲۰/۴ میلیارد دلار را به خود اختصاص داد. در زمینه ورود محصولات نانوغذا به بازار کشور آمریکا پیش‌تاز بوده و بعد از آن ژاپن و چین در رتبه‌های بعدی قرار دارند. تا سال ۲۰۱۰ آسیا با پیش‌تازی چین (با بیش از ۵۰ درصد جمعیت دنیا) بزرگ‌ترین بازار دنیا را در زمینه نانوغذا دارا بود.

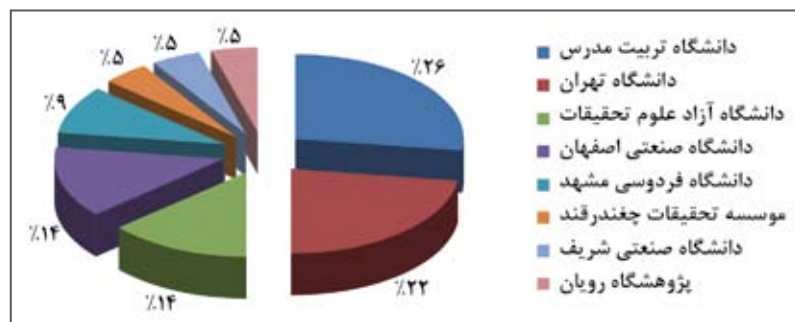
۳.۴ خلاصه نتایج بدست آمده از نشست

فائو در سال ۲۰۱۰ در مورد ایجاد فرهنگ عمومی در استفاده از محصولات نانویی

خلاصه مباحثی که در «نشست فائو در سال ۲۰۱۰ در مورد ایجاد فرهنگ عمومی در استفاده از محصولات نانویی» با حضور شماری از فعالان این بخش و کارشناسان فائو مطرح شد، به این شرح است:

■ مسئله فراوری غذا یکی از مهمترین و حساس‌ترین زمینه‌های کاربردی فناوری نانو می‌باشد. درک و شناخت مواد غذایی نانویی برای مردم عامه ممکن است بیش از حد سنگین باشد و آنها موفق به درک پیچیدگی‌های آن و برقراری ارتباط و تعامل با آن نشوند و این امر باعث نادیده گرفته شدن این فناوری توسط آنها شود.

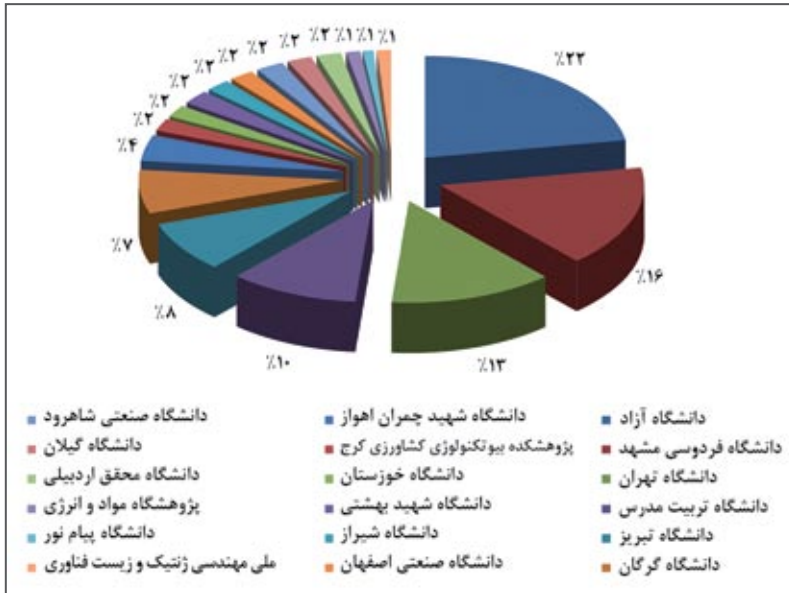
■ برقراری ارتباط و تعامل اجتماعی مطلوب، تنها در صورت تمرکز متخصصان بر روی مسائل مهم و دغدغه‌های مردم بدست می‌آید. مسائلی که عموم مردم بتوانند بر آن آگاهی یابند و برای مردم دارای اولویت باشد. اولویت‌هایی مانند امنیت غذایی، هزینه و بودجه R&D.



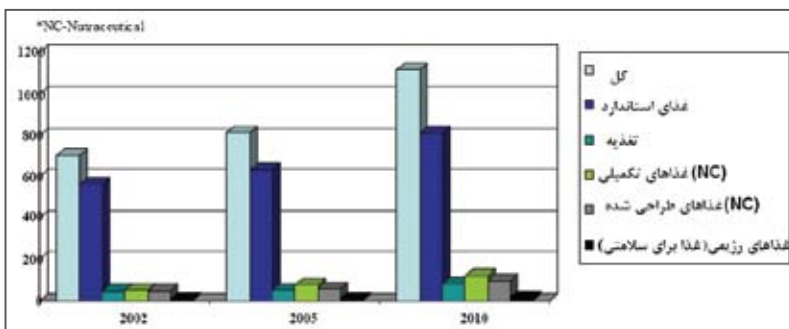
نمودار ۱. درصد پایان‌نامه‌های دکترا

جدول ۹. تعداد پایان‌نامه‌های کارشناسی‌ارشد در زمینه علوم کشاورزی

نام دانشگاه	تعداد پایان‌نامه
دانشگاه آزاد	۲۲
دانشگاه فردوسی مشهد	۱۶
دانشگاه تهران	۱۳
دانشگاه تربیت مدرس	۱۰
دانشگاه تبریز	۸
دانشگاه گرگان	۷
دانشگاه شهید چمران اهواز	۴
پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی کرج	۲
دانشگاه خوزستان	۲
دانشگاه شهید بهشتی	۲
دانشگاه شیراز	۲
دانشگاه صنعتی اصفهان	۲
دانشگاه صنعتی شاهرود	۲
دانشگاه گیلان	۲
دانشگاه محقق اردبیلی	۲
پژوهشگاه مواد و انرژی	۱
دانشگاه پیام نور	۱
ملی مهندسی ژنتیک و زیست‌فناوری	۱



نمودار ۲. درصد پایان‌نامه‌های کارشناسی‌ارشد



شکل ۱. بازار صنایع غذایی از سال ۲۰۰۲ تا سال ۲۰۱۰

مناسب عمل‌گرایانه که باعث افزایش سطح دانش مخاطب، بهبود فرایند شناخت، افزایش شرایط ریسک‌گریزی و وابستگی‌های فرهنگی و همچنین اصول علمی و دموکراتیک باشد، اتخاذ کرد.

■ گفتگوهای قابل قبولی میان روسای دولتی، بخش صنعت، سازمان‌های غیردولتی و کلیه افراد ذینفع برای رسیدن به بهترین حالت منافع عموم، از لحاظ اقتصادی و اجتماعی انجام گرفت. ■ مسئله‌آشنایی و شناخت فرهنگی مسئله‌ای است که سرمایه‌گذاران وقتی در نظر دارند چیزی را به بازار ارائه کنند بایستی به آن توجه نمایند. در واقع، آخرین تحقیقات در این زمینه نشان می‌دهد که وابستگی فرهنگی، از لحاظ منطقی و غیرمنطقی مسئله‌ای مهم و قابل ارزیابی است. ■ ارتباط موثر و گفتگو میان متخصصان، مستلزم احترام به معیارهای دموکراتیک و اخلاق و همچنین توجه به تفکر افراد می‌باشد. گفتگو و ارتباطات موثر، با توجه به تعادل این عناصر مختلف و بصورت مورد به مورد انجام خواهد شد.

مواد غذایی و بسته‌بندی افزایش داده و اجازه نظرسنجی برای عموم را صادر کنند.

■ آگاهی عمومی از کاربردهای علوم و فناوری نانو در سراسر جهان در حال رشد است و این امر ممکن است در شناخت مزایا و خطرات این صنعت تاثیرگذار باشد.

■ علاوه بر مزایا و منافع محصولات که به عنوان یک عامل کلیدی از لحاظ ریسک‌پذیری و تمایل مصرف‌کنندگان به خرید محصولات مطرح است، بحث کاربرد محصولات نیز به عنوان عامل تعیین‌کننده از اهمیت خاصی برخوردار گشته است.

■ توسعه برنامه‌های کاربردی جدید بدون داشتن ظرفیت نشان دادن امنیت آنها به عنوان یک منبع کارآمد، منجر به ایجاد ضررهای غیر قابل جبران تجاری است. شرکت‌ها می‌توانند با توجه به اصول علمی و تجربی در جهت سرمایه‌گذاری قدم بردارند.

■ ملاحظات فرهنگی نشان می‌دهد که راه‌حل‌های یکسان برای ارتباط شفاف و موثر میان متخصصان وجود دارد. می‌توان ترتیبات

مقررات و اجرای آن در جهت منافع شهروندان همگی مسائلی مهم و قابل توجه می‌باشند. اگر در پرداختن به موضوعات مورد نظر مردم، نتوان رضایت عموم را جلب کرد، کلیه فعالیت‌ها، منجر به سرخوردگی، بی‌اعتمادی و در نهایت، مخالفت عمومی مردم می‌شود.

■ برقراری ارتباط و تعامل اجتماعی در صورتی که دارای نظارت پیوسته و دائم نباشد، نیازمند نهادینه شدن در درازمدت است. هماهنگی جامع بین متخصصان، عملاً از روش‌های متفاوتی مانند گفت‌وگوهای آزادانه و مردم‌پسند، رای‌گیری‌های رسمی و غیررسمی و فرایند تصمیم‌گیری نهایی توسط متخصصان، حاصل می‌گردد.

■ برقراری ارتباط و تعامل عمومی میان متخصصان حاضر در یک نشست، نیازمند موافقت کلیه شرکت‌کنندگان و یکسان بودن موضوعان مورد بررسی است.

■ علاوه بر ملاحظات فرهنگی، مقامات دولتی جهانی می‌توانند اعتماد عمومی را از طریق تلاش‌های سازمانی برای ارائه نظارت کامل بر برنامه‌های کاربردی فناوری نانو در زمینه