

Study of the Barriers to Commercialization of Nanotechnology Products in the Iran's Agricultural Sector

LEILA SAFA^{1*}, SEYED YOUSEF HEJAZI², SEYED MOHMOOD HISSEINI³,
AHMAD REZVANFAR⁴

1, PhD. Student, Agricultural Extension and Education, University of Tehran, Karaj, Iran

2, 3, 4, Professors, Agricultural Extension and Education, University of Tehran, Karaj, Iran

(Received: Dec. 26, 2017- Accepted: May. 5, 2019)

ABSTRACT

The main purpose of this descriptive- survey research was to study of barriers to commercialization of nanotechnology products in the Iran's Agricultural sector. The statistical population of the study consisted of 275 researchers employed in 22 National Agricultural Research Centers/ Institutions. According to the Krejcie and Morgan table, 160 of the researchers were selected using a random sampling technique. A questionnaire was used to collect the data. The content validity of the questionnaire was confirmed by a panel of experts in the University of Tehran. A pilot study was conducted to establish the reliability of the instrument. The Cronbach's Alpha coefficients for the main scales of the questionnaire were at appropriate level. The results showed that the importance of the all five factors examined in the research conceptual model was verified based on the field data (fit of the model). The factors namely, political- supportive, infrastructural, financial, managerial and knowledge- cognitive were ranked first to fifth in explaining and identifying the barriers to commercialization of nanotechnology products in the Iran's Agricultural sector by explaining 66.1 percent of total variances, respectively.

Keywords: Barriers to commercialization, Nanotechnology, Agricultural sector.

Extended abstract

Objectives

Nanotechnology, which involves creating and manipulating organic and inorganic matter from the molecular to the nanoscale level, is an emerging, enabling technology that is receiving enormous amounts of attention in industrial and scientific communities. It is an umbrella term for a wide range of science and technologies. Significant and rapid advances in nanoscience and nanotechnology have been made in the past two decades. Numerous potential applications have been identified, with a promise to transform virtually every industry. These industries include aerospace, agriculture, biotechnology, electronics, energy and environment, information technology and telecommunication, materials science and manufacturing, and medicine. Specifically, nanotechnology has the potential to revolutionize the agro-food supply chain with new tools for, among other things, the molecular treatment of diseases, rapid disease detection, and enhancing the ability of plants to absorb nutrients. According to the importance of nanotechnology, governments from developed nations around the globe and private investors, including venture capitalists, are investing heavily in nanotechnology and commercialization of its products.

In general, commercialization is the process of turning new technologies into successful commercial products. In other words, commercialization covers a wide variety of arrays in technical, commercial, and financial areas, which transform a new technology to useful products or services. This process includes activities such as obtaining ideas for technology commercialization, fostering those ideas, development of technology, building up a prototype, development of the new process or optimization of the current processes, supply of product to market, promotion, and creation of new infrastructures. Empirical evidence shows that the commercialization of nanotechnology is presently slow paced due to many barriers. Accordingly, the main purpose of

this research was to study of barriers to commercialization of nanotechnology products in the Iran's Agricultural sector.

Methods

The research method of the current study in terms of the nature, rate and degree of control and method of data collection was quantitative, non-experimental and field research, respectively. The statistical population of this study consisted of all the researchers from 22 National Agricultural Research Institutions (N=275). According to the Krejcie and Morgan's (1970) table, a sample of 160 Science Board Members was selected using the simple random sampling method. A questionnaire was used to collect the data which consisted of two parts including respondents' profile and respondents' viewpoints about the importance of barriers to nanotechnology products commercialization in the agricultural sector (26 variables). A five-point scale (1 = very low and 5 = very high) was used to measure the second part. The content validity of the questionnaire was confirmed by a panel of experts in the University of Tehran. A pilot study was conducted to establish the reliability of the instrument. The Cronbach's Alpha coefficients for the main scales of the questionnaire were at appropriate levels. Data was analyzed using the SPSS and LISREL_{8.5} software. Moreover, descriptive statistics and inferential statistics (including explanatory factor analysis and structural equation modeling) were used for data analysis.

Results

The results showed that the importance of the all five factors examined in the research conceptual model was verified based on the field data (fit of the model). The factors namely, political- supportive, infrastructural, financial, managerial and knowledge- cognitive were ranked first to fifth in explaining and identifying the barriers to commercialization of nanotechnology products in Iran's Agricultural sector by explaining 66.1 percent of total variances.

Discussion

Overall, it can be concluded that political and infrastructural factors had the most role in explaining the barriers to nanotechnology commercialization in agricultural sector. Additionally, the developed tool for measuring the barriers to commercialization of nanotechnology had sufficient reliability and validity and the model developed based on theoretical framework, and experimental background (conceptual model of research) was in compliance with reality. Therefore, the model developed in this study is suitable for measuring the barriers and can be used in future research. Finally, based on the main results of the survey, several mechanisms and suggestions including: support the transfer of nanotechnology research results from the universities and research centers to industry and businesses; financing for the private sector and small and medium-sized enterprises in the field of nanotechnology; designing and implementing targeted extension and educational activities to increase public awareness on nanotechnology products; training human resources needed for commercialization of nanotechnology; attention to providing various infrastructures for nanotechnology commercialization including growth centers, science and technology parks, legal infrastructures, and infrastructures related to the standardization of nanotechnology in the context of agriculture; and finally, encouraging private sector investors, especially venture capitalists, to support commercialization of nanotechnology products in the agricultural sector.

Keywords: Barriers to commercialization, Nanotechnology, Agricultural sector.

بررسی موانع تجاری سازی تولیدات حاصل از فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران

لیلا صفا*^۱، سید یوسف حجازی^۲، سید محمود حسینی^۳، احمد رضوانفر^۴

۱، دانشجوی دکتری گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲، ۳، ۴، استادان گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۵ - تاریخ تصویب: ۹۸/۲/۱۵)

چکیده

تحقیق توصیفی - پیمایشی حاضر با هدف تحلیل موانع تجاری سازی تولیدات حاصل از فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران صورت پذیرفت. جامعه آماری تحقیق شامل ۲۷۵ نفر از محققان شاغل در ۲۲ موسسه و مرکز تحقیقات ملی کشاورزی بود که با توجه به جدول کرجسی - مورگان، تعداد ۱۶۰ نفر از آنان از طریق روش نمونه گیری تصادفی ساده انتخاب شدند. برای گردآوری داده ها از پرسشنامه استفاده گردید. روایی محتوایی پرسشنامه با نظر اعضای هیات علمی دانشگاه تهران مورد تایید قرار گرفت. به منظور تعیین قابلیت اعتماد ابزار تحقیق پیش آزمون انجام شد که مقدار آلفای کرونباخ محاسبه شده برای مقیاس های اصلی پرسشنامه در حد مناسب بود. یافته های پژوهش نشان داد، اهمیت هر پنج عامل بررسی شده در قالب مدل مفهومی پژوهش، بر اساس داده های میدانی مورد تایید قرار گرفته (برازش مدل) و این عامل ها شامل: سیاستی - حمایتی، زیرساختی، تامین مالی، مدیریتی و دانشی - شناختی با تبیین ۶۹/۲۱ درصد از واریانس کل، به ترتیب اولویت های اول تا پنجم را در تبیین / شکل - گیری موانع تجاری سازی تولیدات حاصل از فناوری نانو در بخش کشاورزی کسب نمودند.

واژه های کلیدی: موانع تجاری سازی، فناوری نانو، بخش کشاورزی.

مقدمه

در هر کشوری شوند (Smith, 2005; Lievonon, 2009). در این زمینه، با توجه به سرعت تغییرات فناورانه، فناوری های مدرن نقش بسیار مهمی را در افزایش راندمان و بهبود کیفیت محصولات تولید شده به وسیله کشاورزان ایفا می نمایند (PCAST, 2009)؛ بسیاری از محققان و دانشمندان بر این باورند که فناوری های مدرن به موازات آنکه نیازهای فزاینده جهانی به مواعذایی را برطرف خواهند نمود، دامنه وسیعی از مزایای اقتصادی، زیست محیطی، بهداشتی و غیره را نیز برای بشر به ارمغان خواهند آورد. در این میان، فناوری نانو به عنوان آخرین موج فناورانه از پتانسیل لازم برای ایجاد تغییراتی مشابه آنچه که طی انقلاب صنعتی در اروپا در اواخر قرن

بدون تردید در هزاره سوم مهم ترین دلیل اختلاف بین درآمد و توسعه اقتصادی کشورها را فناوری و نه میزان سرمایه فیزیکی توجیه می نماید (Sarirafraz & Sadat Makian, 2009). فناوری همواره در خلق ثروت برای کشورها نقش اساسی داشته و سطح استاندارد و کیفیت زندگی مردم را به شدت تحت تاثیر قرار داده است (Bahreini Zarch & Shadnam, 2007). در بخش کشاورزی نیز علم و فناوری می توانند به واسطه تدوین و اعمال سیاست های حمایتی، قوانین مناسب و چارچوب های نهادی کارآمد، بهره وری تولیدات کشاورزی را افزایش داده و در نتیجه، سبب تحریک رشد اقتصادی

به همین منوال، پیشرفت‌های اخیر در زمینه علم مواد و علم شیمی، امکان تولید ابزارها و ذرات نانویی را فراهم نموده است که می‌توانند به‌طور گسترده در زمینه‌های مختلف کشاورزی همچون ردیابی سریع بیماری‌ها، افزایش کارایی استفاده از آفت‌کش‌ها، تصفیه و کاهش آلودگی محیط‌زیست، بی‌خطر ساختن مواد آلاینده آب و خاک، بهداشت دام و طیور و سایر زمینه‌ها کاربرد داشته باشند (Warad & Dutta, 2006; Johnson, 2006).

آنچه مسلم است هنوز تمامی پتانسیل‌ها و قابلیت‌های فناوری‌نانو در حوزه صنایع غذایی و کشاورزی به‌طور کامل شناخته نشده است (Joseph & Morrison, 2006)؛ بنابراین، در این زمینه لازم است تا در چارچوب یک راهبرد جامع، الزامات و مولفه‌های اصلی توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی مورد بررسی و شناسایی قرار گرفته و اطلاعات پایه جهت تسهیل و تسریع توسعه آن در اختیار ذینفعان و کنشگران مختلف قرار گیرد (Hosseini & Esmaeeli, 2010). در این راستا، اهمیت و ضرورت تجاری‌سازی به‌عنوان یکی از مولفه‌های اصلی توسعه محصولات تولیدی در حوزه فناوری نانو، مورد تاکید بسیاری از محققان و صاحب‌نظران می‌باشد (Helwegen & Escoffier, 2012; Anwar, 2009; Oriakhi, 2004; Kaylson, 2004). تجاری‌سازی نتایج و یافته‌های تحقیقاتی (فناوری) می‌تواند پایداری و استمرار امر تحقیق را تضمین نموده و متناسب با آن، رشد اقتصادی دانش محور جامعه را نیز تسریع بخشد (Elmuti et al., 2005). افزون بر این، تجاری‌سازی از مزایای متعدد دیگری مانند مزیت رقابتی و موفقیت در بازار، رشد اقتصادی و بهره‌وری، ایجاد نوآوری در محصول و فرایند، ارتقای استانداردها و کیفیت زندگی فردی و اجتماعی، تولید ثروت و افزایش قدرت چانه‌زنی کشورها در سطح بین‌المللی نیز برخوردار است (Fakor, 2005). به هر حال، یافته‌ها و نتایج تحقیقاتی تا زمانی که زمینه کاربرد نداشته و عواید آنها نصیب ذینفعان و کل جامعه نشود، نمی‌توانند منشاء رفاه عمومی و تولید ثروت برای جامعه باشند. در خصوص مفهوم تجاری‌سازی، می‌توان آن را مجموعه تلاش‌هایی در نظر گرفت که تمرکز اصلی آنها انتقال و فروش نتایج و یافته‌های دانشگاهی و مراکز تحقیقاتی به صنایع موجود/کسب و

۱۸ و اوایل قرن ۱۹ به وقوع پیوست، برخوردار است (Johnson, 2006). در مورد مفهوم فناوری نانو هیچ تعریف پذیرفته شده‌ای در سطح بین‌المللی وجود ندارد (Guillaume, 2012) و متخصصان مختلف از دیدگاه‌های گوناگون تعاریف متعددی را درباره فناوری نانو ارائه داده‌اند؛ Forfas Institute (2010) فناوری نانو را مهندسی هدفمند مواد در مقیاس کمتر از ۱۰۰ نانومتر به‌منظور ایجاد و دستیابی به کارکردها و مشخصه‌های وابسته به اندازه تعریف نموده است. در یک تعریف نسبتاً ساده، Guillaume (2012) فناوری نانو را هنر دستکاری در مقیاس‌های خرد، جایی که خواص مواد تعیین می‌شوند، در نظر گرفته است. US National Nanotechnology Initiative (2010) تعریف جامع‌تری را از فناوری نانو ارائه می‌دهد و آن را به‌عنوان رشته‌ای از دانش کاربردی و فناوری می‌داند که زمینه‌های گسترده‌ای را پوشش می‌دهد. بر اساس این تعریف، فناوری نانو توانایی کنترل یا دستکاری مواد در سطوح اتمی به منظور ساخت و استفاده از ساختارها، ابزارها و سیستم‌هایی است که به خاطر اندازه کوچک، خواص و عملکرد نوینی-عمدتاً متأثر از غلبه خواص کوانتومی بر خواص کلاسیک- از خود نشان می‌دهند. صرف‌نظر از چگونگی تعریف فناوری نانو، آنچه مهم است این فناوری از طریق نوآوری‌های علمی متحول کننده، تمامی عرصه‌های علوم را تحت تاثیر قرار داده (Das et al., 2006; Johnson, 2006) و در این میان، علم کشاورزی نیز از این قاعده مستثنی نبوده است. در عرصه کشاورزی، فناوری نانو منجر به ایجاد تغییرات عمده‌ای 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 تولید محصولات جدید و طراحی روش‌های نوین برای تولید و نگهداری غذای سالم و حفاظت زیست‌محیطی، از دیگر تغییرات ایجاد شده به‌وسیله فناوری‌نانو در کشاورزی خواهد بود.

توسعه آن می‌باشد. پیچیدگی و اهمیت این موضوع در مورد تولیدات و محصولات فناوری‌های نوظهوری مانند فناوری نانو که از ویژگی‌های منحصر به فرد مانند سرعت فزاینده تولید دانش، کوتاه بودن چرخه عمر فناوری، اندک بودن فاصله زمان پژوهش تا عرضه محصول به بازار و غیره برخوردار هستند، دو چندان خواهد بود؛ برای نمونه، تنها دو درصد از تمامی پتنت‌های ثبت شده در آمریکا در حوزه فناوری‌های برتر، می‌توانند راه خود را تا مرحله تجاری شدن طی کنند (Warad & Dutta, 2006). در همین زمینه، یکی از ضعف‌های اصلی کشور به‌طور اعم و بخش کشاورزی به‌طور اخص در توسعه فناوری‌نانو، تجاری‌سازی محصولات این فناوری و رساندن آن به بازار برای استفاده افراد جامعه می‌باشد، به‌نحوی که با وجود سرمایه‌گذاری‌های مناسب صورت گرفته در حوزه تحقیقات فناوری‌نانو در کشور و چاپ مقالات متعدد در مجلات بین‌المللی در سطح دنیا و ثبت برخی پتنت‌ها، در عمل بخش بسیار ناچیزی از این نتایج به مرحله تولید محصول و تجاری‌سازی رسیده‌اند (Rezaei, 2009)؛ که این مساله حاکی از وجود موانع متعدد بر سر راه تجاری‌سازی محصولات نانویی در بخش کشاورزی کشور دارد. از این‌رو، با توجه به مطالب اشاره شده، پرسش اصلی پژوهش حاضر آن بود که مهم‌ترین موانع تجاری‌سازی تولیدات حاصل از فناوری‌نانو در بخش کشاورزی کشور کدامند؟ با در نظر گرفتن پرسش طرح شده، این تحقیق با هدف تحلیل موانع تجاری-سازی محصولات نانویی در بخش کشاورزی ایران و رسیدن به شناختی روشن به‌منظور ارایه راهکارها و پیشنهاد‌های عملی در راستای تسهیل و تسریع فرایند تجاری‌سازی محصولات نانویی طرح و انجام گرفت. با توجه به اهمیت موضوع، مطالعات تجربی متعددی به-ویژه در خارج از کشور در این حوزه صورت پذیرفته است که در بخش بعدی به خلاصه نتایج برخی از مهم-ترین آنها اشاره شده است.

Sadat Kazemi (2006) در مطالعه‌ای سه مانع اصلی در فرایند توسعه تجاری‌سازی محصولات نانویی را شامل نبود مشارکت عمومی، نبود راهبردهای تحقیقاتی مناسب و فقدان سازوکارهای نظارتی موثر در نظر گرفته است. در مطالعه دیگری، (Shahverdi et al., 2010)

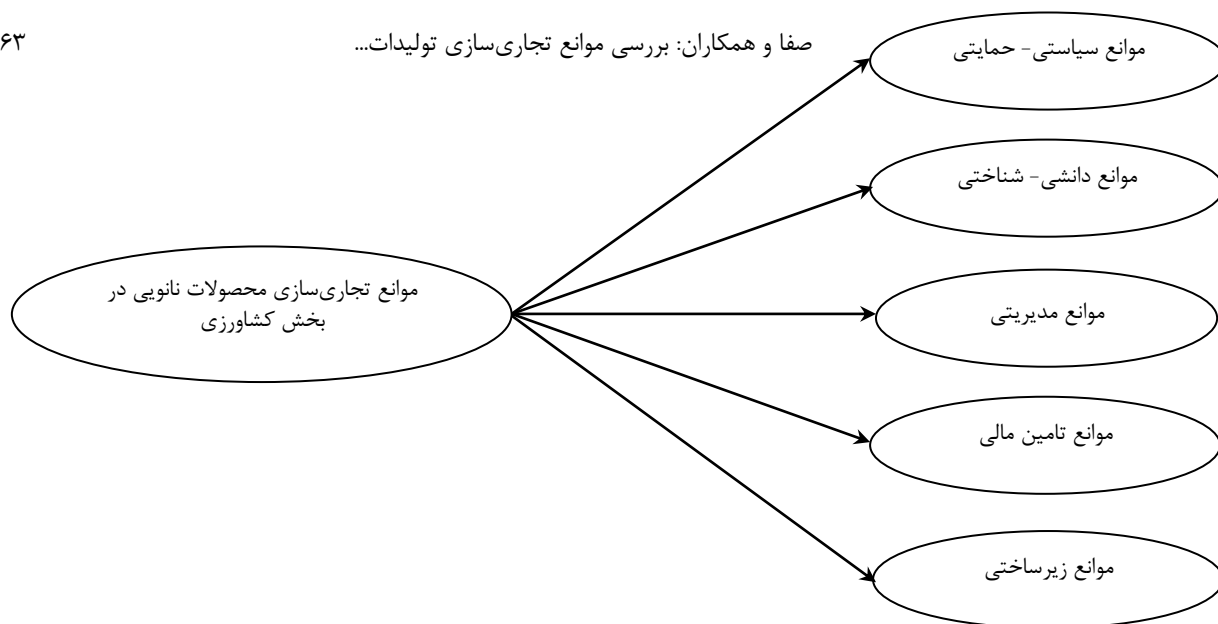
کارهای جدید/ عموم مردم با هدف ایجاد ارزش افزوده (ارزش افزایی) و ارتباط هر چه بیشتر آموزش و پژوهش با اهداف اقتصادی و اجتماعی جامعه می‌باشد (Fakor, 2006). به‌عبارت دیگر، تجاری کردن، فرایندی است که از طرح و ایجاد یک ایده جدید آغاز می‌شود و به توسعه ایده به سمت تولید (کالا یا محصول) و در نهایت، فروش آن به مشتری (صنعت/ استفاده کننده نهایی) به‌منظور کسب سود می‌انجامد (Radfar et al., 2009). با توجه به اهمیت موضوع، در مورد فناوری‌نانو نیز تجاری‌سازی محصولات و تولیدات این فناوری همچون سایر فناوری-ها یک گام اساسی در توسعه پایدار آن بشمار می‌رود، به‌نحوی که بدون وجود یک راهبرد مشخص برای تجاری‌سازی تولیدات حاصل از فناوری نانو، توسعه آن در یک کشور امکان پذیر نخواهد بود؛ این موضوع با در نظر گرفتن پتانسیل‌های فراوان فناوری نانو و حوزه‌های بسیار وسیع کاربرد آن در بخش‌های مختلف، در بسیاری از کشورهای پیشرو در حوزه علم و فناوری مورد توجه جدی قرار گرفته و سبب شده است تا آنان بکوشند با تدوین برنامه‌های منسجم از مرحله تحقیق و تولید علم به‌سوی مرحله بهره‌برداری و کسب سود حرکت نموده و به‌دنبال یافتن زمینه‌های مناسب برای انتقال یافته‌های تحقیقاتی به حوزه‌های تجاری باشند (Helweggen & Escoffier, 2012; Ronald et al., 2007; Crawley, 2007).

علی‌رغم اهمیت تجاری‌سازی، شواهد متعدد از سرتاسر دنیا حاکی از آن است که هر چند شمار زیادی از پژوهش‌ها از نظر فنی موفق بوده‌اند، اما درصد بسیار اندکی از آنها در این زمینه به موفقیت دست یافته‌اند که این امر نشان‌دهنده پیچیدگی تجاری‌سازی و وجود موانع مختلف فرا روی آن می‌باشد (Hosseini & Esmaeeli, 2010; Ronald et al., 2007). به‌عبارت دیگر، تجاری‌سازی یک فرایند ساده و خطی نبوده، بلکه فرایندی بسیار پیچیده و مستلزم شناخت و برنامه‌ریزی دقیق و علمی به‌منظور شناسایی موانع موجود و فراهم-سازی الزامات و به‌کارگیری سازوکارهای مختلف برای

^۱ - به منظور رعایت اختصار در متن مقاله، از این پس به جای عبارت "تجاری‌سازی تولیدات حاصل از فناوری‌نانو" از عبارت کوتاه‌تر "تجاری‌سازی محصولات نانویی" استفاده شده است.

مهم‌ترین موانع تجاری‌سازی محصولات نانویی در ایران را در قالب دو دسته موانع مرتبط با فضای عمومی کسب و کار (اعم از عدم باور به تولید ثروت، وجود نگرش‌های متفاوت بین کنشگران متعدد دخیل در تجاری‌سازی محصولات نانویی، عدم تعامل و همکاری بین نقش-آفرینان، ضعف قوانین مرتبط با حقوق مالکیت فکری و عدم تناسب روند پژوهش با مقوله تجاری‌سازی) و موانع اختصاصی مرتبط با فناوری‌نانو (مانند موانع مرتبط با بازار، ضعف استانداردهای، کمبود نیروی انسانی، رقابت ناسالم بین بخش‌های مختلف و انجام پژوهش‌های مشابه و غیرپیوسته) بر شمرده است. به همین منوال، Crawley (2007) و Nasser & Davoodi (2011) و Soleimanpor *et al.* (2011) برخی از مهم‌ترین چالش‌ها و موانع تجاری‌سازی محصولات نانویی را شامل موانع زیرساختی، اقتصادی و مدیریتی در نظر گرفته‌اند. Kirihata (2008) در پژوهش خود چالش‌ها و موانع اصلی تجاری‌سازی محصولات نانویی را در مراحل آغازین پس از تولید شامل ضعف تامین مالی، رابطه ضعیف دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی با صنایع و کسب و کارهای بیرونی، تعامل ناکارآمد بین نهادها و اجزای دخیل در فرایند تجاری‌سازی و نبود آینده‌نگری در خصوص روند و نیازهای بازار دانسته است. در مطالعات دیگری، Ronald *et al.* (2007) و Forfas Institute (2010) و OECD (2010) نشان دادند که برخی از مهم‌ترین موانع تجاری‌سازی محصولات نانویی شامل موانع مرتبط با تامین مالی و سرمایه‌گذاری خطرپذیر، موانع زیرساختی و عدم دسترسی به تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای تولید و تجاری‌سازی محصولات نانویی، نبود سیاست‌های پشتیبان، کمبود منابع انسانی ماهر و توانمند در حوزه

تجاری‌سازی و بازاریابی محصولات نانویی، نبود نگرش-های مساعد بین عامه مردم و سایر بهره‌برداران پیرامون محصولات نانویی به دلیل ضعف برنامه‌های ترویجی و اطلاع‌رسانی و عدم استانداردهای محصولات تولید شده در حوزه فناوری‌نانو می‌باشند. Ratchev *et al.* (2012) در تحقیقی در خصوص راهکارهای غلبه بر موانع تجاری‌سازی محصولات نانویی، مهم‌ترین موانع تجاری-سازی محصولات نانویی را در قالب چهار دسته موانع فناورانه (عدم آمادگی و بلوغ فناوری‌نانو)، نبود ظرفیت-های تولیدی و صنعتی مناسب در حوزه فناوری‌نانو، وجود موانع سازمانی و محیطی و سرمایه‌گذاری ضعیف و نبود منابع مالی کافی در حوزه فناوری‌نانو بر شمرده‌اند. همان‌طور که در بخش‌های قبلی اشاره شد هدف اصلی این پژوهش بررسی موانع تجاری‌سازی محصولات نانویی در بخش کشاورزی ایران بود. در قالب هدف اصلی اشاره شده، بر مبنای مرور گسترده ادبیات نظری و به‌ویژه مطالعات تجربی انجام گرفته در داخل و خارج که به خلاصه برخی از مهم‌ترین آنها در بخش قبلی اشاره گردید، متغیرهای مرتبط با موانع تجاری‌سازی محصولات نانویی استخراج شده و با نظر کمیته تحقیق و مصاحبه با برخی خبرگان و متخصصان در حیطه موضوع مورد پژوهش، این متغیرها بر مبنای همگنی محتوایی و مفهومی و نیز با در نظر گرفتن نتایج پژوهش‌های پیشین، در قالب پنج عامل مجزا شامل سیاستی-حمایتی، دانشی-شناختی، مدیریتی، تامین مالی و زیرساختی طبقه‌بندی شدند و در نهایت، بر اساس این طبقه‌بندی، چارچوب/مدل مفهومی پژوهش ترسیم گردید (شکل ۱).



شکل ۱- مدل مفهومی پژوهش

پژوهش اختصاص یافت. برای اندازه گیری هر یک از این متغیرها در قالب پنج بخش اشاره شده در پرسشنامه، از مقیاس پنج سطحی لیکرت (۱= خیلی کم تا ۵= خیلی زیاد) استفاده گردید. روایی محتوایی پرسشنامه با نظر اعضای هیات علمی دانشگاه تهران مورد تایید قرار گرفت. برای تعیین اعتبار سازه‌ای ابزار تحقیق از روش تحلیل عاملی استفاده شد؛ در این زمینه، Karimi et al. (2011) به نقل از Nestat برای ارزیابی اعتبار سازه‌ای مراحل زیر پیشنهاد داده‌اند: ۱- انجام دادن تحلیل عاملی اکتشافی به منظور مشخص کردن عامل‌های اساسی، ۲- تصمیم‌گیری در مورد تعداد عامل‌های مورد نیاز برای تبیین متغیرهای مشاهده شده، ۳- چرخش عامل‌ها و کنار گذاشتن متغیرهایی که روابط ضعیفی با عوامل استخراج شده دارند یا بیش از یک عامل را معرفی می‌کنند، و ۴- تحلیل عاملی تاییدی متغیرهای باقیمانده به منظور تایید ساختار نظری ابزار تحقیق و نیکویی برازش آن با داده‌های مشاهده شده. همچنین، در این تحقیق برای تعیین پایایی و همسانی درونی متغیرهای پرسشنامه از آزمون آلفای کرونباخ استفاده شد که مقادیر ضرایب محاسبه شده آن برای بخش‌های اصلی پرسشنامه بالاتر از ۰/۷۵ بود (جدول ۱). تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SPSSWin16 و LISREL8.5 انجام گرفت و نتایج در قالب آمار استنباطی شامل تحلیل عاملی اکتشافی و تحلیل عاملی تاییدی (مدل معادلات ساختاری) ارائه گردید. لازم به ذکر است

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از لحاظ میزان و درجه کنترل متغیرها، غیرآزمایشی و توصیفی، از نظر نحوه گردآوری داده‌ها، میدانی و در نهایت به لحاظ قابلیت تعمیم یافته‌ها، از نوع پیمایشی محسوب می‌شود. جامعه آماری تحقیق شامل ۲۷۵ نفر از محققان شاغل در ۲۲ موسسه و مرکز تحقیقات ملی کشاورزی (وابسته به وزارت جهاد کشاورزی) در سطح کشور بود که با توجه به جدول کرجسی- مورگان، ۱۶۰ نفر از آنان برای انجام تحقیق انتخاب شدند. برای انتخاب نمونه‌ها، با در نظر گرفتن پراکنش تقریباً یکسان محققان در مراکز و موسسات مورد مطالعه، از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده استفاده شد. لازم به ذکر است که این افراد از محققانی بودند که در سال‌های اخیر به اشکال گوناگون (به صورت عملی و یا نظری) در برنامه‌ها و تحقیقات مرتبط با فناوری نانو در زمینه‌ها و حوزه‌های مختلف درگیر بوده و از دانش و اطلاعات کافی در زمینه موضوع مورد پژوهش برخوردار بودند.

ابزار گردآوری داده‌ها در این پژوهش پرسشنامه بود که از دو بخش مشخصه‌های فردی و حرفه‌ای پاسخگویان و پرسش‌های مرتبط با ارزیابی میزان اهمیت تجاری سازی محصولات نانویی در بخش کشاورزی ایران (شامل ۲۶ متغیر) تشکیل شده بود. بر مبنای مدل مفهومی پژوهش، ۲۶ متغیر مورد مطالعه به شرح جدول (۱) به هر یک از پنج عامل اشاره شده در مدل مفهومی

مدل ساختاری است که در تحقیق حاضر با توجه به هدف و محدوده موضوعی پژوهش، تنها به ارایه مدل اندازه‌گیری پرداخته شده است. در قالب این مدل مشخص می‌شود که چگونه متغیرهای مکنون بر حسب متغیرهای قابل مشاهده مورد سنجش قرار می‌گیرند و روایی آنها به چه میزان است؛ برای این منظور بار عاملی هر نشانگر بر روی سازه مورد نظر برآورد (باید بالای ۰/۵ باشد) و با استفاده از مقدار t معنی‌داری آن مورد تحلیل قرار می‌گیرد (Temme et al., 2002).

که مدل معادلات ساختاری، فن مدل‌سازی آماری است که تمرکز اصلی آن بر روی متغیرهای پنهان (سازه) است که توسط شاخص‌های اندازه‌پذیر و متغیرهای آشکار یا نشانگرها تعریف می‌شوند. با استفاده از این روش می‌توان روابط علت و معلولی میان متغیرهایی که به‌طور مستقیم قابل مشاهده نیستند، با توجه به خطاها استنتاج نموده و میزان همبستگی و شدت اثرگذاری هر یک بر دیگری را مورد مطالعه قرار داد (Bentler & Weeks, 1980). مدل معادلات ساختاری شامل دو قسمت مدل اندازه‌گیری و

جدول ۱- بخش‌های اصلی پرسشنامه همراه با میزان آلفای کرونباخ محاسبه شده برای هر یک از آنها

بخش‌ها	علامت اختصاری	متغیرهای مرتبط با هر یک از بخش‌ها	میزان آلفای کرونباخ
سیاستی- حمایتی	POLI	نبود سیاست‌های حمایتی مناسب برای پشتیبانی از فعالیت‌های تحقیقاتی و تجاری‌سازی آنها در حوزه فناوری‌نانوی کشاورزی (POLI1)، عدم سیاستگذاری مناسب دولت جهت انتقال نتایج تحقیقات در حوزه فناوری‌نانو از دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی به صنعت و کسب و کارهای موجود (POLI2)، عدم حمایت دولت به ویژه به لحاظ تامین منابع مالی برای بخش خصوصی و شرکت‌ها و بنگاه‌های کوچک و متوسط فعال در حوزه فناوری‌نانو (POLI3)، نبود سیاست‌های دولتی مناسب به منظور طراحی و اجرای برنامه‌های ترویجی و اطلاع‌رسانی هدفمند جهت افزایش سطح آگاهی و دانش عامه مردم در خصوص محصولات نانویی (POLI4)، نبود شرکای صنعتی علاقمند به فعالیت در حوزه فناوری‌نانو به دلیل ریسک بالای سرمایه‌گذاری در این حوزه (POLI5) و کمبود منابع انسانی ماهر و توانمند در حوزه تجاری‌سازی و بازاریابی محصولات نانویی (POLI61)	۰/۸۱
زیرساختی	INFR	عدم دسترسی شرکت‌ها/ بنگاه‌های کوچک و متوسط به تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای تولید و تجاری‌سازی محصولات فناوری‌نانو (INFR1)، نبود زیرساخت‌های لازم برای استانداردسازی محصولات تولید شده در حوزه فناوری‌نانوی کشاورزی (INFR2)، نبود دفاتر و مراکز تخصصی بازاریابی و تجاری-سازی محصولات در حوزه فناوری‌نانو کشاورزی (INFR3)، ناکافی بودن زیرساخت‌های حمایتی ضروری همچون مراکز رشد، پارک‌های علم و فناوری، دفاتر ارتباط با صنعت و غیره (INFR4)، نبود زیرساخت-های قانونی مناسب در حوزه فناوری‌نانو به ویژه قوانین مربوط به حقوق مالکیت معنوی (INFR5) و فقدان یک سازمان/ موسسه خاص برای طراحی و تنظیم استانداردها (استانداردسازی) و صدور گواهی-نامه‌های مربوطه در مورد محصولات نانویی (INFR6)	۰/۸۳
تامین مالی	FINA	نبود سرمایه‌گذاری‌های کافی (دولتی یا خصوصی) در حوزه فعالیت‌های تحقیق و توسعه فناوری‌نانوی کشاورزی (FINA1)، عدم سرمایه‌گذاری/ سرمایه‌گذاری پایین صنایع فعال در بخش کشاورزی در حوزه فناوری‌نانو (FINA2)، مبالغ ناکافی اختصاص یافته برای انتقال فناوری توسط دانشگاه در حوزه تحقیقات فناوری‌نانوی کشاورزی (FINA3)، کمبود سرمایه‌گذاری خطرپذیر جهت ایجاد و راه‌اندازی شرکت‌های دانش‌بنیان فعال در حوزه فناوری‌نانوی کشاورزی (FINA4) و نبود سرمایه‌گذاری خطرپذیر جهت تامین مالی فعالیت‌های تحقیق و توسعه در حوزه فناوری‌نانوی کشاورزی (FINA5)	۰/۷۹
مدیریتی	MANA	هدفمند نبودن تحقیقات در حوزه فناوری‌نانوی کشاورزی به لحاظ برخورداری از انگیزه‌های اقتصادی و تجاری (MANA1)، نبود چشم‌انداز روشن و عدم مفهوم‌سازی مناسب در خصوص روند و نیازهای بازار در حوزه فناوری‌نانو (MANA2)، فقدان مدیریت متمرکز و یکپارچه برای هدایت پروژه‌های تحقیقاتی در حوزه فناوری‌نانو و نداشتن اهداف مشخص راهبردی در این زمینه (MANA3)، عدم شبکه‌سازی میان کنشگران متعدد فعال در عرصه فناوری‌نانوی کشاورزی اعم از پژوهشگران، سرمایه‌گذاران، کارآفرینان و نوآوران به دلیل وجود فضای فرهنگی نامساعد (MANA4) و عدم بسترسازی و نبود بازارهای مشخص برای محصولات/ فناوری‌های نانویی (MANA5)	۰/۷۷
دانشی- شناختی	KNOW	عدم آگاهی کافی سیاستگذاران و مدیران از اهمیت تجاری‌سازی محصولات نانویی و مراحل آن (KNOW1)، عدم آگاهی محققان فعال در حوزه فناوری‌نانوی کشاورزی از حقوق مالکیت فکری (KNOW2)، عدم آشنایی و آگاهی مشتریان و عموم جامعه از محصولات نانویی و مزایای نسبی این محصولات (KNOW3) و نگرش نامساعد عامه مردم در خصوص نا ایمن بودن محصولات نانویی و عدم آگاهی نسبت به مزیت‌ها و پتانسیل‌های فناوری‌نانو (KNOW4)	۰/۸۴

نتایج و بحث

برای استخراج عامل‌ها، از معیار مقدار ویژه استفاده گردید و عامل‌هایی مدنظر قرار گرفت که مقدار ویژه آنها از یک بزرگ‌تر بود. نتایج به‌دست آمده از تحلیل عاملی در جدول (۳) آورده شده است. همان‌طور که از نتایج پیداست، به‌طور کلی پنج عامل استخراج شده توانسته‌اند در حدود ۶۹/۲۱ درصد از واریانس کل موانع تجاری-سازی محصولات نانویی در بخش کشاورزی را تبیین نمایند که در این میان عامل نخست یعنی "سیاستی-حمایتی" با مقدار ویژه ۴/۴۶۸، بیشترین میزان واریانس (یعنی ۱۸/۵۷ درصد) را به خود اختصاص داده است. البته، ذکر این نکته ضروری است که پس از چرخش (وریماکس)، دو متغیر شامل متغیرهای INFR6 و MANA5 به دلیل پایین بودن بار عاملی از تحلیل حذف شدند.

به‌منظور دسته‌بندی "موانع تجاری‌سازی محصولات نانویی در بخش کشاورزی" و تعیین مقدار واریانس تبیین شده توسط هر کدام از متغیرها در قالب عامل‌های دسته‌بندی شده، از تحلیل عاملی اکتشافی استفاده شد. بر اساس نتایج تحقیق، معنی‌داری آزمون بارتلت در سطح اطمینان ۹۹ درصد و مقدار مناسب KMO، حاکی از همبستگی و مناسبت متغیرهای مورد نظر برای انجام تحلیل عاملی بود (جدول ۲).

جدول ۲- مقدار KMO و آزمون بارتلت و سطح معنی‌داری

مجموعه مورد تحلیل	مقدار KMO	مقدار بارتلت	سطح معنی‌داری
موانع تجاری‌سازی محصولات نانویی در بخش کشاورزی	۰/۸۱۱	۱۱۴۷/۱۱۲	۰/۰۰۰

جدول ۳- خلاصه نتایج تحلیل عاملی اکتشافی موانع تجاری‌سازی محصولات نانویی در بخش کشاورزی

عامل‌ها	متغیرها	بار عاملی	مقدار ویژه	درصد واریانس مقدار ویژه	درصد واریانس جمع‌ی
سیاستی - حمایتی	POLI1	۰/۸۲۱	۴/۴۶۸	۱۸/۵۷	۱۸/۵۷
	POLI2	۰/۸۰۵			
	POLI3	۰/۷۶۳			
	POLI4	۰/۷۲۶			
	POLI5	۰/۷۰۴			
	POLI6	۰/۶۵۲			
زیرساختی	INFR1	۰/۸۰۱	۳/۷۳۸	۱۵/۵۳	۳۴/۱۰
	INFR2	۰/۷۸۳			
	INFR3	۰/۷۵۸			
	INFR4	۰/۷۲۴			
	INFR5	۰/۶۷۳			
تامین مالی	FINA1	۰/۷۵۳	۳/۳۴۹	۱۳/۸۹	۴۷/۹۹
	FINA2	۰/۷۱۹			
	FINA3	۰/۶۷۱			
	FINA4	۰/۶۲۲			
	FINA5	۰/۵۸۹			
مدیریتی	MANA1	۰/۷۶۸	۲/۷۱۹	۱۱/۲۷	۵۹/۲۶
	MANA2	۰/۷۰۸			
	MANA3	۰/۶۴۷			
	MANA4	۰/۶۰۳			
دانشی - شناختی	KNOW1	۰/۶۹۷	۲/۴۱۸	۹/۹۵	۶۹/۲۱
	KNOW2	۰/۶۳۴			
	KNOW3	۰/۵۷۷			
	KNOW4	۰/۵۱۷			

(همگی بالای ۰/۵) حاکی از آن می‌باشند که ابزار اندازه‌گیری از اعتبار سازه‌ای مناسبی برخوردار است. همچنین، نتایج حاصل از ضرایب معنی‌داری نشان داد که از یک سو، مقادیر t به‌دست آمده برای تمامی متغیرهای مورد مطالعه از ۱/۹۶ بزرگ‌تر بوده و در نتیجه، روابط این متغیرها با عامل‌های مربوطه معنی‌دار بوده است. از سوی دیگر، با توجه به معنی‌دار شدن مقادیر t محاسبه شده (بزرگ‌تر بودن از مقدار استاندارد ۱/۹۶) برای هر پنج مکنون مورد بررسی شامل POLI، MANA، FINA، INFR و KNOW، این مکنون‌ها از اثر مثبت و معنی‌داری در تبیین/ شکل‌گیری سازه اصلی تحقیق یعنی "موانع تجاری‌سازی محصولات نانویی" برخوردار بوده و در نتیجه، زیربنای تئوریکی تحقیق معتبر می‌باشد. در ضمن، بر اساس اندازه/ شدت مقادیر ضرایب استاندارد شده که همان مقادیر بتا (یا ضریب رگرسیونی استاندارد شده) در تحلیل رگرسیون می‌باشند، می‌توان بیان داشت که از بین پنج مکنون مورد مطالعه در قالب مدل اندازه‌گیری، دو مکنون POLI (سیاستی- حمایتی) و INFR (زیرساختی) دارای بیشترین اثر در تبیین/ شکل‌گیری سازه موانع تجاری‌سازی محصولات نانویی بودند (شکل ۲).

به‌منظور بررسی اعتبار سازه‌ای پرسشنامه و برازش الگوی اندازه‌گیری مربوط به موانع تجاری‌سازی محصولات نانویی در بخش کشاورزی، داده‌های گردآوری شده با استفاده از نرم‌افزار LISREL 8.5 از طریق تحلیل عاملی تأییدی مرتبه دوم مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند که یافته‌های کسب شده از آن در جدول (۴) و شکل (۲) آورده شده است. بر اساس نتایج مندرج در جدول (۴)، شاخص‌های برازندگی به دست آمده نشان دهنده برازش مناسب مدل مورد مطالعه با داده‌های مشاهده شده می‌باشند.

جدول ۴- نتایج میزان انطباق مدل پژوهش با

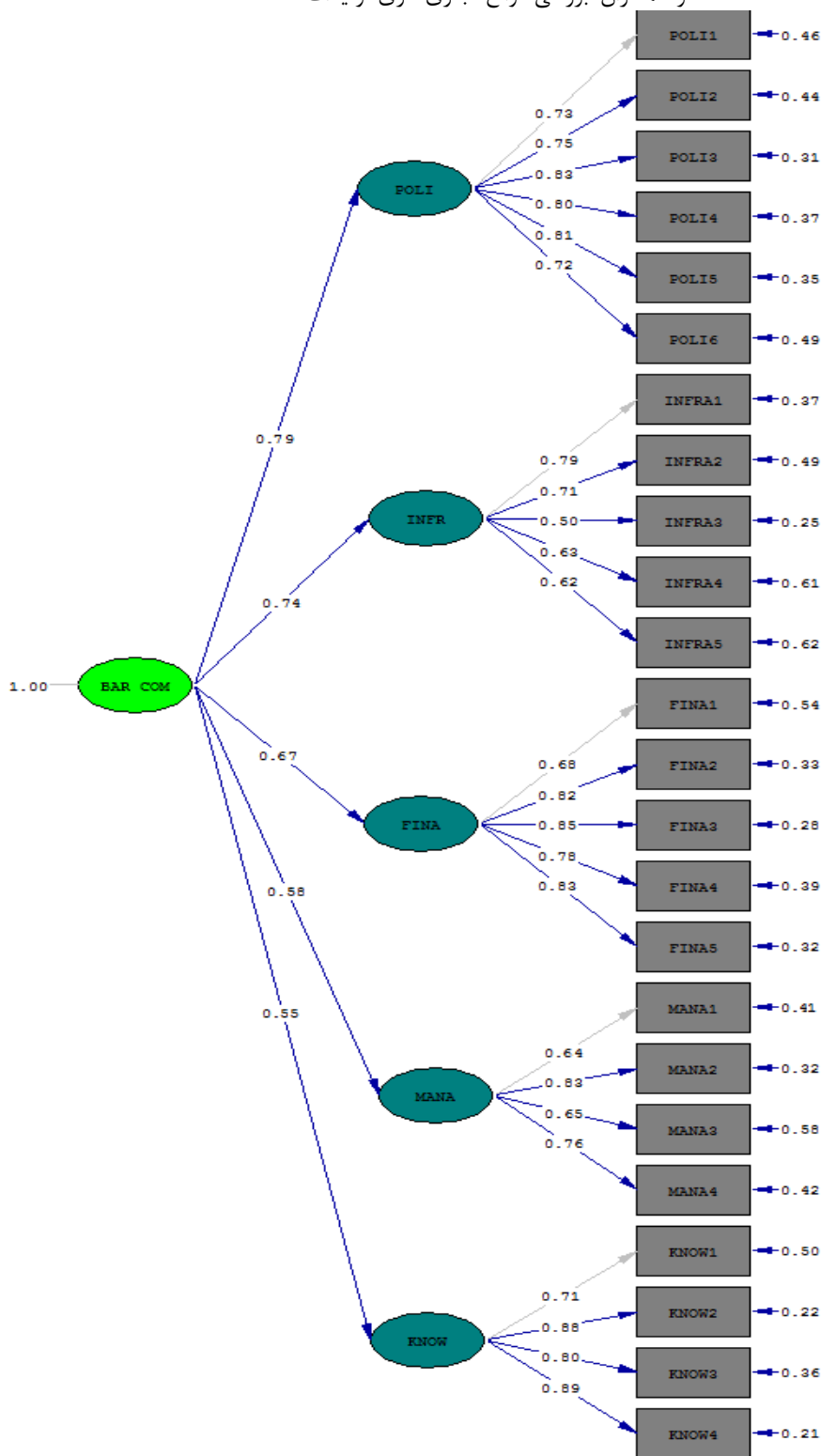
شاخص‌های برازندگی

شاخص برازش	معیار پیشنهاد شده	نتایج در پژوهش
$\frac{x^2}{df}$	کمتر از ۳	۱/۵۲۸
NFI	بزرگتر یا مساوی ۰/۹۰	۰/۹۲
NNFI	بزرگتر یا مساوی ۰/۹۰	۰/۹۷
CFI	بزرگتر یا مساوی ۰/۹۰	۰/۹۷
GFI	بزرگتر یا مساوی ۰/۹۰	۰/۹۱
IFI	بزرگتر یا مساوی ۰/۹۰	۰/۹۷
RMR	کوچکتر یا مساوی ۰/۰۵	۰/۰۴۸
RMSEA	کوچکتر یا مساوی ۰/۰۸	۰/۰۶۹

همانطور که از مدل برازش شده موانع تجاری‌سازی محصولات نانویی در بخش کشاورزی در شکل (۲) پیداست، مقادیر بارهای عاملی استاندارد شده متغیرها

1. t- value

2. Standardized Regression Weights



Chi-Square=377.51, df=247, P-value=0.00000, RMSEA=0.069

شکل ۲- بارهای عاملی استاندارد شده به همراه سطح معنی داری مدل

فعالیت بخش کشاورزی در عرصه فناوری نانو، بیشتر سرمایه گذاری ها و اقدامات طی این مدت زمان بر روی تحقیقات متمرکز شده و سیاست گذاری و برنامه ریزی در سطح کلان به منظور پشتیبانی از فعالیت های تحقیقاتی

بر اساس اولویت های کسب شده، موانع سیاستی- حمایتی اولویت نخست را در تبیین/ شکل گیری موانع تجاری سازی محصولات نانویی به خود اختصاص داده اند. در این خصوص، علی رغم گذشت حدود ۱۰ سال از آغاز

هنوز واحد/ تشکیلات مشخصی در بخش کشاورزی راه-اندازی و فعال نگردیده و ابزارها و تجهیزات ضروری تامین نشده است که این مساله موجب کندی روند نوآوری و تاخیر طولانی در تجاری سازی محصولات تولید شده مرتبط با فناوری نانو در بخش کشاورزی شده است. در این خصوص، ذکر این نکته نیز ضروری است که مقوله استانداردسازی فناوری نانو تنها در قالب برنامه شماره ۱۳ سند راهبردی توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی به صورت بسیار جزئی مورد اشاره قرار گرفته است. افزون بر این، بر خلاف کشورهای پیشرو در عرصه علم و فناوری نانو که به منظور تسریع و تسهیل تجاری سازی و بازاریابی محصولات نانویی اقدام به ایجاد مراکز تخصصی فعال در این زمینه نموده اند؛ در ایران به طور عام و در بخش کشاورزی به طور خاص راه اندازی چنین واحدها و مراکزی مورد توجه قرار نگرفته است که این مساله موجب کندی فرایند تجاری سازی پروژه های تحقیقاتی مختلف شده است. نبود یا ناکافی بودن زیرساخت های حمایتی ضروری همچون مراکز رشد، پارک های علم و فناوری، دفاتر ارتباط با صنعت و غیره از یک سو و زیرساخت های قانونی مناسب به ویژه قوانین مربوط به حقوق مالکیت معنوی از سوی دیگر از سایر مسایلی به شمار می روند که در عدم تکمیل زنجیره ارزش فناوری و موفقیت تجاری سازی تاثیر به سزایی داشته اند. یافته های این بخش از تحقیق و اهمیت عامل زیرساختی در پژوهش های مختلفی از قبیل Nasserri & Davoodi (2011)، Soleimanpor et al. (2011)، نیز Ronald et al. (2007) و Forfas Institute (2010) مورد تاکید قرار گرفته است.

عامل دیگری که بر اساس نتایج به عنوان اولویت سوم از موانع تجاری سازی محصولات نانویی در بخش کشاورزی مورد تاکید قرار گرفته است، عامل "تامین مالی" بود. بدون تردید، یکی از پیش شرطها و ارکان اصلی در توسعه فناوری نانو از حلقه پژوهش و تولید علم گرفته تا تجاری سازی و بازاریابی محصولات نانویی، تامین سرمایه و منابع مالی کافی در مراحل مختلف می-باشد که به دلیل وجود مسایل متعدد در این زمینه، بودجه و اعتبارات کافی از سوی بخش های دولتی یا خصوصی در حوزه فناوری نانو به بخش کشاورزی

و تجاری سازی آنها در حوزه فناوری نانو کشاورزی، انتقال نتایج تحقیقات در حوزه فناوری نانو از دانشگاه ها و مراکز پژوهشی به صنعت و کسب و کارهای موجود، تربیت منابع انسانی ماهر و توانمند در حوزه تجاری-سازی و بازاریابی محصولات نانویی و طراحی و اجرای برنامه های ترویجی و اطلاع رسانی هدفمند، برای افزایش سطح آگاهی و دانش عامه مردم در خصوص محصولات نانویی به خوبی صورت نگرفته است. برای نمونه، در قالب سند راهبردی توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی که نقشه راهبردی توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی را مشخص نموده است، اشاره بسیار ضعیفی به مقوله تجاری سازی و بازاریابی فناوری نانو شده است؛ به-نحوی که از میان ۵۲ برنامه تدوین شده برای توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی، تنها ۲ برنامه آن شامل برنامه های شماره ۵ و ۲۳ سند راهبردی موضوع تجاری-سازی و بازاریابی را مورد توجه قرار داده اند که بدون تردید، این امر نمی تواند از اثربخشی لازم برخوردار باشد. بهر حال، از آنجایی که برنامه های سیاستی همچون یک چتر پوششی می توانند تمامی ابعاد مرتبط با تجاری سازی محصولات نانویی اعم از فراهم ساختن زیرساخت ها، قانون گذاری، تامین منابع انسانی متخصص و سایر موارد را تحت الشعاع خود قرار دهند، از این رو، بدون تدوین و اعمال چنین سیاست هایی نمی توان چندان به بهبود و پیشرفت در این زمینه امید داشت. نتایج این بخش از تحقیق و اهمیت عامل "سیاستی-حمایتی" در مطالعات متعددی مانند Soleimanpor et al. (2011)، Ronald et al. (2007)، Forfas Institute (2010) و OECD (2010) مورد تایید قرار گرفته است. بر اساس نتایج تحقیق، عامل بعدی که اولویت دوم را در تبیین/ شکل گیری موانع تجاری سازی محصولات نانویی در بخش کشاورزی داشت، عامل "زیرساختی" بود. همانطور که در بخش قبلی اشاره شد، به دلیل ضعف و نبود سیاست گذاری منسجم در بخش کشاورزی برای پشتیبانی از تجاری سازی محصولات نانویی، زیرساخت-های فیزیکی مختلف مورد نیاز تا حدود زیادی فراهم نگردیده است. یکی از مسایل اساسی در این خصوص، نبود زیرساخت های لازم برای استانداردسازی محصولات تولید شده در حوزه فناوری نانو کشاورزی می باشد که

از انگیزه‌های علمی صرف برخوردار بوده و فاقد انگیزه توسعه فناوری و یا انگیزه‌های اقتصادی و تجاری مشخص هستند. در همین زمینه، نبود چشم‌انداز روشن و عدم مفهوم‌سازی مناسب در خصوص روند و نیازهای بازار در حوزه فناوری‌نانوی کشاورزی از دیگر مسایل مدیریتی مبتلا به می‌باشند که روند تجاری‌سازی محصولات نانویی در بخش کشاورزی را با تاخیر جدی مواجه ساخته‌اند. از دیگر نکات قابل توجه در خصوص مسایل مدیریتی، عدم شبکه‌سازی میان کنشگران متعدد فعال در عرصه فناوری‌نانوی کشاورزی اعم از پژوهشگران، سرمایه‌گذاران، کارآفرینان و نوآوران است که علی‌رغم گذشت حدود ۱۰ سال از آغاز فعالیت‌ها، هنوز ارتباطات موثری به‌صورت شبکه‌ای بین این کنشگران شکل نگرفته و پیوندهای ارتباطی لازم مابین صنعت، دانشگاه، شرکت‌های دانش بنیان و بنگاه‌های کوچک و متوسط ایجاد نشده است. به‌رحال، یکی از دلایل اصلی ایجاد چنین مسایل مدیریتی مربوط به عدم آگاهی کافی سیاست‌گزاران و مدیران از اهمیت و ضرورت تجاری‌سازی و سازوکارها و موانع مرتبط با آن می‌باشد که در قالب عامل آخر یعنی عامل "دانشی-شناختی" که به‌عنوان عامل پنجم وارد تحلیل شده، مورد تاکید قرار گرفته است. در رابطه با موانع دانشی-شناختی، عدم آگاهی محققان فعال در حوزه فناوری-نانوی کشاورزی از قوانین مرتبط با حقوق مالکیت فکری و ناقص و قدیمی بودن این قوانین و ضمانت اجرایی ضعیف برای آن، از دیگر مسایلی هستند که روند انتشار فناوری‌نانو و حرکت موثر آن به سمت بازار را با مشکلات جدی روبرو نموده است. البته، همانطور که از نتایج به-دست آمده نیز پیداست بخش مهم دیگری از موانع دانشی- شناختی تجاری‌سازی محصولات نانویی در بخش کشاورزی به عدم آشنایی و آگاهی مشتریان و عموم جامعه از محصولات نانویی و مزایای نسبی این محصولات و نگرش نامساعد آنان در خصوص ناایمن بودن محصولات نانویی مربوط می‌شود که سبب می-گردد تا حتی در صورت تولید محصولات نانویی و ارائه آنها در بازار، چنین محصولاتی به‌دلیل عدم بسترسازی فرهنگی و اطلاعاتی لازم، در نهایت، از سوی کشاورزان و سایر مشتریان خریداری و استفاده نشوند. بدون تردید،

اختصاص داده نشده است یا اینکه بودجه اختصاص داده شده به‌شکل مناسبی مدیریت نشده و بیشتر بر حلقه پژوهش و انجام پروژه‌های تحقیقاتی متمرکز شده و به-سایر مراحل به‌ویژه تجاری‌سازی تحقیقات و انتقال فناوری تولید شده در دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی به صنایع و کسب و کارهای موجود توجه خاصی نشده است که این مساله نیز به‌نوبه خود منجر به ناقص ماندن مراحل توسعه فناوری‌نانو و عدم بهره‌مندی مخاطبان مختلف بخش کشاورزی از مزایا و پتانسیل‌های فناوری-نانو شده است. یکی دیگر از نکات مورد توجه در مورد موانع تامین مالی، نبود/ کمبود سرمایه‌گذاری خطرپذیر جهت حمایت از فعالیت‌های تحقیق و توسعه در حوزه فناوری‌نانوی کشاورزی و ایجاد و راه‌اندازی شرکت‌های دانش‌بنیان فعال و در نهایت تجاری‌سازی محصولات نانویی می‌باشد. این درحالی است که سرمایه‌گذاری خطرپذیر یکی از اصلی‌ترین ارکان و بازوهای تامین مالی فناوری‌های برتر به‌شمار می‌رود، به‌نحوی که بخش قابل توجهی از منابع مالی در فناوری‌های برتر از جمله فناوری‌نانو، در بیشتر کشورهای توسعه یافته از طریق سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر تامین می‌شود (Crawley, 2007). نتایج این بخش از تحقیق و اهمیت عامل "تامین مالی" با یافته‌های پژوهش‌هایی مانند Nasserri & Davoodi (2011) و Soleimanpor et al. (2011)، Crawley (2007) و Kiriata (2008) و Ratchev et al. (2012) مطابقت دارد. پس از عامل‌های سیاستی-حمایتی، زیرساختی و تامین مالی، عامل بعدی که بر اساس یافته‌های پژوهش به‌عنوان اولویت چهارم وارد تحلیل شده بود، عامل "مدیریتی" بود که اهمیت آن در مطالعات Soleimanpor et al. (2011) و Crawley (2007) مورد تاکید قرار گرفته است. آنچه مسلم است حتی با وجود فراهم بودن تمامی پیش‌نیازهای مرتبط با تجاری‌سازی محصولات نانویی، بدون وجود یک سیستم مدیریتی قوی و منسجم این فرایند به‌شکل صحیحی انجام نخواهد گرفت. برای نمونه، به دلیل فقدان مدیریت اثربخش متمرکز و یکپارچه به‌ویژه در سطوح کلان و راهبردی، علی‌رغم اینکه تحقیقات متعددی در حوزه فناوری‌نانوی کشاورزی انجام گرفته و یا در حال اجرا می‌باشند، ولی بیشتر این طرح‌ها و پروژه‌های تحقیقاتی

یکی از ریشه‌های اصلی این مساله همانطور که در قالب عامل نخست یعنی سیاستی- حمایتی مورد تاکید قرار گرفت، نبود سیاست‌های دولتی مناسب به منظور طراحی و اجرای برنامه‌های ترویجی و اطلاع‌رسانی هدفمند جهت افزایش سطح آگاهی و دانش عامه مردم در خصوص محصولات نانویی می‌باشد به نحوی که تاکنون برنامه مدون خاصی در سطح عامه مردم از سوی وزارت جهاد کشاورزی و کمیته فناوری‌نانو این وزارتخانه طراحی و اجرا نشده است که این موضوع به طور جدی می‌تواند پتانسیل‌های فناوری‌نانو را که می‌توانند به شکل موثری مورد استفاده قرار گیرند، در معرض خطر قرار دهد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

امروزه اهمیت تحقیقات، به‌خاطر نوآوری و اهمیت نوآوری به دلیل سود اقتصادی آن است. در دنیای کنونی، تحقیقات، خصلت فرهنگی به معنای مرسوم کلمه را از دست داده و به عاملی اقتصادی و تجاری تبدیل گردیده است. در واقع، دانشی که در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی تولید می‌شود، چنانچه در مراحل بعدی تبدیل به محصول، خدمت یا فناوری (تجاری‌سازی) نشود، از نظر اقتصادی دانش بیهوده‌ای تلقی خواهد شد و نخواهد توانست ارزش افزوده‌ای برای جامعه ایجاد نماید. از سوی دیگر، با توجه به ماهیت پیچیده فرایند تجاری‌سازی و تعدد عوامل و موانع تاثیرگذار بر آن، به‌ویژه در مورد محصولات فناوری‌های نوظهوری همچون فناوری‌نانو، ضروری است تا این فرایند و موانع فراروی آن به طور دقیق مورد مطالعه و شناسایی قرار گیرد. با در نظر گرفتن اهمیت موضوع، این تحقیق با هدف بررسی موانع تجاری‌سازی تولیدات حاصل از فناوری‌نانو در بخش کشاورزی ایران انجام گرفت. نتایج تحقیق حاکی از آن بود که بر اساس تحلیل عاملی اکتشافی پنج عامل سیاستی- حمایتی، زیرساختی، تامین مالی، مدیریتی و دانشی- شناختی در مجموع حدود ۶۹/۲۱ درصد از کل واریانس موانع تجاری‌سازی محصولات نانویی در بخش کشاورزی را تبیین می‌نمایند. همچنین، نتایج حاصل از تحلیل عاملی تاییدی (مرتب‌بندی دوم) نشان داد که مقادیر t محاسبه شده برای هر پنج مکنون مورد بررسی شامل MANA, FINA, INFR, POLI و KNOW از ۱/۹۶

بزرگ‌تر بوده و در نتیجه، این مکنون‌ها از اثر مثبت و معنی‌داری در تبیین/ شکل‌گیری سازه اصلی تحقیق یعنی "موانع تجاری‌سازی محصولات نانویی" برخوردار بودند. در مجموع، بر اساس نتایج به‌دست آمده می‌توان بیان داشت که مقیاس/ ابزار تدوین شده برای سنجش موانع تجاری‌سازی محصولات نانویی از پایایی و اعتبار کافی برخوردار بوده و مدل تدوین شده بر مبنای چارچوب نظری و پیشینه تجربی (مدل مفهومی تحقیق) با واقعیت انطباق داشته و از طریق داده‌های میدانی گردآوری شده مورد حمایت قرار می‌گیرد. بدین ترتیب، مدل توسعه داده شده در این مطالعه برای سنجش موانع تجاری‌سازی محصولات نانویی مناسب بوده و می‌تواند در پژوهش‌های آتی برای اندازه‌گیری/ سنجش این موانع مورد استفاده قرار گیرد.

با در نظر گرفتن یافته‌های اصلی کسب شده از پژوهش و مباحث صورت گرفته، پیشنهادهای زیر ارائه می‌گردد:

۱- با توجه به نتایج تحلیل عاملی تاییدی و قرار گرفتن عامل سیاستی- حمایتی به‌عنوان اولویت نخست در تحلیل، پیشنهاد می‌شود سیاست‌های حمایتی لازم در حوزه تجاری‌سازی محصولات نانویی در بخش کشاورزی در زمینه‌هایی همچون انتقال نتایج تحقیقات در حوزه فناوری‌نانو از دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی به صنعت و کسب و کارهای موجود، تامین منابع مالی برای بخش خصوصی و شرکت‌ها و بنگاه‌های کوچک و متوسط فعال در حوزه فناوری‌نانو، طراحی و اجرای برنامه‌های ترویجی و اطلاع‌رسانی هدفمند جهت افزایش سطح آگاهی و دانش عامه مردم در خصوص محصولات نانویی و تامین منابع انسانی مورد نیاز در حوزه تجاری- سازی محصولات نانویی به‌شکل جدی‌تری از سوی برنامه‌ریزان و دست‌اندرکاران مورد توجه قرار گیرد. در این خصوص، بازنگری در سند راهبردی توسعه فناوری- نانو در بخش کشاورزی و تدوین سیاست‌های مناسب به- منظور حمایت منسجم‌تر از تجاری‌سازی محصولات نانویی می‌تواند از اهمیت بسزایی برخوردار باشد.

۲- با توجه به نتایج تحلیل عاملی و قرار گرفتن عامل زیرساختی به‌عنوان عامل دوم در تحلیل، پیشنهاد می‌شود برای تسریع و تسهیل فرایند تجاری‌سازی

منابع مالی آنان برای پشتیبانی از فعالیت‌های تجاری-سازی محصولات نانویی می‌تواند بخش قابل توجهی از نیازهای منابع مالی در این حوزه را مرتفع نماید.

۴- با توجه به نتایج تحلیل عاملی و وارد شدن عامل دانشی-شناختی در تحلیل پیشنهاد می‌شود از طریق برنامه‌های ترویجی و اطلاع‌رسانی منسجم و هدفمند از قبیل تدوین و اجرای دوره‌های آموزشی، برگزاری سخنرانی‌ها، نشست‌های علمی، سمینارها، سمپوزیوم‌ها و جلسات هم‌اندیشی و سایر موارد، سطح دانش و آگاهی سیاست‌گزاران و برنامه‌ریزان و محققان فعال در حوزه فناوری‌نانو را در خصوص تجاری‌سازی و مباحث مرتبط با آن افزایش داد. افزون بر این، تدوین برنامه‌های آگاهی‌سازی عمومی جهت افزایش سطح اطلاعات و آشنایی مشتریان و عموم جامعه از محصولات نانویی و مزایای نسبی این محصولات و بهبود نگرش آنها پیرامون محصولات نانویی می‌تواند نقش به‌سزایی در گرایش جامعه به سوی استفاده از محصولات نانویی و در نتیجه تسریع فرایند تجاری‌سازی این محصولات در بخش کشاورزی داشته باشد.

محصولات نانویی در بخش کشاورزی زیرساخت‌های مختلف لازم برای تجاری‌سازی اعم از زیرساخت‌های حمایتی ضروری همچون مراکز رشد، پارک‌های علم و فناوری، دفاتر ارتباط با صنعت و غیره، زیرساخت‌های قانونی و زیرساخت‌های مرتبط با استانداردسازی محصولات تولید شده در حوزه فناوری‌نانوی کشاورزی به‌شکل مناسبی فراهم شوند. در این زمینه، ایجاد و راه-اندازی مراکز تخصصی بازاریابی و تجاری‌سازی فعال در حوزه فناوری‌نانوکشاورزی نیز از اهمیت دو چندان در فرایند تجاری‌سازی محصولات نانویی در بخش کشاورزی برخوردار است.

۳- با توجه به نتایج تحلیل عاملی و اهمیت عامل تامین مالی به‌عنوان یکی از موانع اصلی تجاری‌سازی محصولات نانویی در بخش کشاورزی پیشنهاد می‌شود بخشی از منابع مالی اختصاص یافته برای توسعه فناوری‌نانو در بخش کشاورزی به حوزه تجاری‌سازی و بازاریابی محصولات نانویی تخصیص یابد. در این زمینه، به‌موازات سرمایه‌گذاری دولتی، تشویق سرمایه‌گذاران بخش خصوصی به‌ویژه سرمایه‌گذاران خطرپذیر و جذب

REFERENCES

- Anwar, S. (2009). Mitigation of barriers to commercialization of nanotechnology: An overview of two successful university-based initiatives. *Journal of Technology Commercialization*, 12 (2), 21- 31.
- Bahreini Zarch, M. & Shadnam, M. (2007). *Commercialization of technology or ways of making money from R& D*. Tehran, Bzatab Publisher. (In Farsi)
- Crawley, T. (2007). *Commercialization of nanotechnology: Key challenges*. Research Report, Workshop organized by Nanoforum in Helsinki, Finland.
- Das, R., Johnson, N. & Hensen, T. (2004). Integration of photosynthetic protein molecular complexes in solid-state electronic devices. *Journal of Nano Letters*, 4 (6), 1079 -1083.
- Elmuti, D., Abeb, M. & Nicolosi, M. (2005). An overview of strategic alliances between universities and corporations. *Journal of workplace Learning*, 16 (2), 115- 129.
- Fakor, B. (2005). Review of theory concept of research commercialization. *Journal of Rahyaft*, 37 (1), 24-32. (In Farsi)
- Fakor, B. (2006). *Study of mechanisms of research commercialization*. Research Report, Organization of Industrial and Scientific Research of Iran. (In Farsi)
- Forfas Institute (2010). *Ireland's nanotechnology commercialization framework 2010- 2014*. Research Report, Ireland.
- Guillaume, P. (2012). Implications of nanotechnology growth in food and agriculture in OECD countries. *Food Policy*, 37 (2), 191-198.
- Helwegen, W. & Escoffier, L. (2012). *Nanotechnology commercialization for managers and Scientists*. Singapor, Pan Stanford Publishing.
- Hosseini, J. & Esmaeeli, S. (2010). To determine the challenges in commercialization of nanotechnology in agricultural sector of Iran. *Journal of Biological Sciences*, 5 (6), 448- 451.
- Johnson, A. (2006). Agriculture and nanotechnology. *Journal of Nano- Ethics*, 2 (4), 87- 92.
- Joseph, T. & Morrison, M. (2006). *Nanotechnology in agriculture and food*. Washington, Project on Emerging Nanotechnologies, Woodrow Wilson International Center for Scholars.
- Karimi, A., Malekmohamadi, I. , Ahmadpour, D. M. & Rezvanfar, A. (2011). A conceptual model of entrepreneurship in the Iranian agricultural extension organization: Implications for HRD. *Journal of European Industrial Training*, 35(7), 632- 657.

15. Kaylson M. (2004). *Commercialization of research results in United States: An overview of federal and academic technology transfer*. Technical Report, Agricultural Ministry of United States.
16. Kirihata, T. (2008). *The challenges and issues with nanotechnology at the product development stage*. Report Research, Nara Institute of Science and Technology.
17. Lievonen, J.T. (2009). Innovation opportunities form fusing high technologies. *Tech Monitor*, 2 (3), 22-28.
18. Naseri, R. & Davoodi, R. (2011). Commercialization of nanotechnology in developing countries. *Proceeding of 3rd International Conference on Information and Financial Engineering (IPEDR)*, 17 June 2011, Singapore, pp. 25- 34.
19. OECD (2010). Addressing business environment for nanotechnology (Part 1). *Insight on WPN Workshop on Nanotechnology for Sustainable Energy Option & Challenges in the Innovation Environment of Nano-medicine*, 22-23 February 2010, South Korea, pp. 156- 163.
20. Oriakhi, C. (2004). *Commercialization of nanotechnologies*. Master of Sciences in Management of Technology, Massachusetts Institute of Technology (MIT).
21. PCAST (2009). *Second evaluation of national nanotechnology initiative program in the United States*. Retrieved April 21 2008, from <http://www.nano.ir>
22. Radfar, R., Khamseh, A. & Madani, H. (2009). Commercialization of technology as an affecting factor on development of economy and technology. *Journal of Technology Growth*, 20 (2), 12- 32. (In Farsi)
23. Ratchev, S., Fillon, B., Segal, D. & Kelly, E. (2012). Overcoming barriers to commercialization of nanotechnology. *Journal of Nano Letters*, 12 (1), 43- 49.
24. Rezaei (2009). *Identification and analyzing contexts and mechanisms of nanotechnology development in the Iranian agricultural sector*. Ph.D. Thesis, Agricultural Extension and Education Department, University of Tehran. (In Farsi)
25. Ronald, D., Jung Lowe, J., Mastroianni, T., Conin, J. & Ferk, D. (2007). *Barriers to nanotechnology commercialization*. Research Report, U.S. Department of Commerce Technology Administration, USA.
26. Sarirafraz, M. & Sadat Makian, S. (2009). Commercialization of research and Iranian action plan. *Proceeding of Fourth National Conference of Iranian Technology Management*, 2 August 2009, Tehran, pp. 1- 5. (In Farsi)
27. Shahverdi, H., Bahreini, M. & Salehi Yazdi, F. (2010). Commercialization barriers to nanotechnology. *Journal of Development of Industrial Technology*, 13 (1), 67- 72. (In Farsi)
28. Smith, G. (2005). *Australia's innovative environment compared with USA experience*. Technical Resaerch, Industrial Innovation Working Group, Canberra.
29. Soleimanpour, M., Hosseini, J., Mirdamadi, M. & Sarafrazi, A. (2011). Challenges in commercialization of nanotechnology in agriculture sector of Iran. *Annals of Biological Research*, 2 (4), 68- 75.
30. Temme, E., Van, H., Schouten, E. & Kesteloot, H. (2002). Effect of a plant sterol-enriched spread on serum lipids and lipoproteins in mildly hypercholesterolemia subjects. *Journal of Acta Cardiol*, 15 (57), 111- 115.
31. Bentler, P. & Weeks, D. (1980). Linear structural equations with latent variables. *Journal of Psychometrika*, 107 (45), 289- 308.
32. U.S National Nanotechnology Initiative (2012). *What is nanotechnology*. Strategic Plan, U.S National Nanotechnology Initiative, Available on: <http://www.nano.gov/nanotech-101/what/definition>
33. Warad, H.C. & Dutta, J. (2006). Nanotechnology for agriculture and food systems: A View. *Journal of Nanoparticle Research*, 5 (3), 29- 38.