مجله تحقيقات اقتصاد و توسعه كشاورزي ايران
دوره ۲-۴۰، شماره ۳، ۱۳۸۸ (۸۰-۷۱)

بررسي عوامل تاثيرگذار بر نگرش محققان كشاورزي نسبت به فناوري نانو

روح اله رضايي[1]*، سيد محمود حسيني[2]، حسين شعبانعلي فمي[3] و علي مراد سرافرازي[4]
۱، دانش آموخته دكتري دانشگاه تهران و عضو هيات علمي دانشكده كشاورزي دانشگاه زنجان
۲، ۳، دانشياران پرديس كشاورزي و منابع طبيعي دانشگاه تهران
۴، عضو هيات علمي موسسه تحقيقات گياهپزشكي
(تاريخ دريافت: ۸۷/۷/۶- تاريخ تصويب: ۸۷/۱۰/۲۵)

چكيده

تحقيق حاضر با هدف بررسي عوامل تاثيرگذار بر نگرش محققان كشاورزي نسبت به فناوري نانو انجام گرفت. به لحاظ روش پژوهش، اين تحقيق از نوع تحقيقات توصيفي- همبستگي محسوب مي‌شود. جامعه آماري تحقيق شامل محققان مراكز و موسسات تحقيقات ملي كشاورزي بود (N=۹۸۳) كه تعداد ۲۷۸ نفر از آنان به عنوان نمونه از طريق نمونه‌گيري طبقه‌اي با اختصاص متناسب براي انجام تحقيق انتخاب شدند. براي گردآوري داده‌ها از پرسشنامه استفاده گرديد. اعتبار صوري پرسشنامه با نظر متخصصان و اعضاي هيات علمي گروه ترويج و آموزش كشاورزي دانشگاه تهران مورد تأييد قرار گرفت. براي تعيين قابليت اعتماد ابزار تحقيق پيش‌آزمون (شامل۳۰ نفر خارج از نمونه اصلي) انجام گرفت كه مقدار آلفاي كرونباخ محاسبه شده براي مقياس "نگرش محققان كشاورزي نسبت به فناوري نانو"، ۰/۹٤ بود. نتايج بدست آمده از آمار توصيفي حاكي از آن بود كه پاسخگويان مورد مطالعه در سطح كم و متوسط با فناوري نانو و كاربردهاي آن در كشاورزي آشنايي دارند. نتايج حاصل از تحليل رگرسيون نشان داد كه ٦۱/۳ درصد از تغييرات متغير وابسته نگرش محققان نسبت به فناوري نانو را سه متغير ميزان آشنايي پاسخگويان با كاربردهاي فناوري نانو در كشاورزي، ميزان آشنايي پاسخگويان با فناوري نانو و تعداد طرح‌هاي پژوهشي انجام شده توسط محقق، تبيين مي‌نمايند.

واژه‌هاي كليدي: فناوري نانو، محققان كشاورزي، نگرش.

مقدمه

تحولات اخير جوامع بشري از نظر رشد جمعيت، علوم و فناوري و مسايل زيست محيطي، اهميت كشاورزي را دو چندان نموده است. رشد بي‌رويه و شتابان جمعيت بويژه در كشورهاي جهان سوم، مسئله تامين غذا و امنيت غذايي را به يكي از مسايل بحراني تبديل نموده است. از سوي ديگر، توجه به بخش كشاورزي به عنوان يكي از كارآمدترين رويكردها، جهت مقابله با فقر جوامع در جهان سوم معرفي شده است. به همين منوال، بخش كشاورزي در كشور ما نيز از جايگاه خاصي برخوردار است و از نظر توليد، اشتغال، صادرات، حفاظت و بهره‌برداري اصولي از منابع طبيعي، توسعه تحقيقات و فناوري‌ها و توسعه مشاركت‌هاي مردمي، يكي از اركان مهم اقتصاد و امنيت كشور به حساب مي‌آيد (Agricultural Ministry, 2006).

عوامل متعددي در توسعه پايدار كشاورزي و تحقق اهداف مربوطه از جمله امنيت غذايي موثر مي‌باشند كه از اين بين، فناوري‌هاي كشاورزي علم محور كه بوسيله تحقيقات كشاورزي توسعه مي‌يابند، براي افزايش يا حفظ بهره‌وري و بهبود پايداري منابع طبيعي و محيط زيست و همچنين تقويت سرمايه‌هاي انساني، اجتماعي و اقتصادي كنشگران عرصه توسعه كشاورزي بويژه كشاورزان ضروري مي‌باشند (Sharifzadeh, 2006). اين فناوري‌ها از يك سو،

* نويسنده مسئول: روح اله رضايي تلفن: ۰۹۱۲-۷۴۲۵۷۸۱ E-mail: rohollahrezaei@yahoo.com

موجبات نوسازي كشاورزي سنتي را فراهم نموده و امكان توليد طيف گسترده‌تري از كالاها و خدمات را ميسر مي‌سازند و از سوي ديگر، كنترل انسان بر منابع طبيعي و بهره‌برداري از آن را نيز بهبود مي‌بخشند (Opara, 2002).

امروزه جوامع بشري در نقطه عطف انقلاب فناوري‌هاي نوين قرار دارند، كه تغييرات بسيار شگرفي را در شيوه فعاليت‌هاي كشاورزي به ارمغان خواهند آورد. همگرايي فناوري‌هاي سه‌گانه (فناوري اطلاعات و ارتباطات، فناوري زيستي و فناوري نانو) محور اصلي پيشرفت‌هاي تكنولوژيكي عصر حاضر محسوب مي‌شود (Opara, 2001). بدون ترديد اين سه فناوري تأثير بسيار ژرفي بر آينده كشاورزي و مديريت زيست محيطي برجاي خواهند گذاشت (Opara, 2004). در اين ميان، بسياري از دانشمندان و محققان، فناوري نانو را مساوي آينده دانسته‌اند. به دليل تأثير اين فناوري بر اكثر فناوري‌هاي موجود، صاحب‌نظران بر اين باورند كه متخصصان رشته‌هاي مختلف بدون گرايش به مباحث نانو، در دهه‌هاي آتي فرصتي براي رشد نخواهند داشت و شكوفايي بسياري از فناوري‌هاي مهم از جمله فناوري اطلاعات و فناوري زيستي به عنوان دو دستاورد بسيار عظيم قرن بيستم، بدون بهره‌گيري از فناوري نانو دچار اختلال خواهد شد (Soltani, 2004).

بطور كلي، فناوري نانو عبارت است از شناخت، كنترل و كاربرد ماده در ابعاد تقريبا" يك تا ۱۰۰ نانومتر (يك نانومتر يك ميليارديم متر مي باشد. لازم به ذكر است كه قطر يك تار موي انسان صد هزار نانومتر است). در چنين مقياسي مشخصه‌هاي منحصربفرد مواد موجب پيدايش كاربردهاي نويني مي‌شوند. در اين مقياس خواص فيزيكي، شيميايي و زيستي مواد با خواص تك تك اتم، مولكول‌ها و يا خواص توده ماده كاملا" متفاوت است (PCAST, 2008). در حال حاضر، جريان‌هاي اصلي تحقيقات در فناوري نانو بر كاربردهاي آن در زمينه‌هايي همچون الكترونيك، پزشكي، علوم زيستي و ساخت ماشين‌هاي روبات تمركز دارد. تجارب بدست آمده در اين حوزه‌ها مي‌تواند براي متحول كردن سيستم‌هاي كشاورزي و صنايع غذايي بكار برده شوند (Parr, 2005; Warad & Dutta, 2006). در واقع علم نانو، تمامي عرصه‌هاي علم را تحت تأثير قرار داده و علم كشاورزي نيز از اين قاعده مستثني نيست (Das et al., 2004; Schaller & Klimov, 2004).

در عرصه كشاورزي، فناوري نانو منجر به ايجاد تغييرات شگرفي در استفاده از منابع طبيعي، انرژي و آب، امكان بازيافت مواد و استفاده مجدد از آنها شده و پساب‌ها و آلودگي را كاهش خواهد داد. توسعه فناوري‌ها در عرصه الكترونيك و مكانيك از طريق توليد نانوحسگرها زمينه را براي خودكار كردن و كنترل عمليات كشاورزي فراهم نموده است. با استفاده از اين فناوري‌ها مي‌توان عوامل محيطي را در گلخانه‌ها و دامداري‌ها كنترل كرد. توليد مواد جديد و كارا، پيشرفت در زمينه توليد محصولات جديد و طراحي روش‌هاي نوين براي توليد و نگهداري غذاي سالم و حفاظت زيست محيطي از ديگر تغييرات ايجاد شده بوسيله فناوري نانو در كشاورزي خواهد بود. به همين منوال، پيشرفت‌هاي اخير در زمينه علم مواد و علم شيمي، امكان توليد ذرات نانويي را فراهم نموده است كه مي‌توانند بطور گسترده در حوزه‌هاي مختلف كشاورزي كاربرد داشته باشند (Das et al., 2004; Schaller & Klimov, 2004; Johnson, 2006).

طي سال‌هاي اخير سرمايه‌گذاري‌هاي چشمگيري از طريق صنايع، دانشگاه‌ها و دولت در حوزه فناوري نانو صورت پذيرفته است؛ با اين اميد كه پيشرفت‌ها در اين زمينه بتواند تاثير شگرف و مثبتي بر جنبه‌هاي مختلف زندگي انسان داشته باشد (Roco, 2003a; Roco, 2003b; Roc & Bainbridge, 2005; Parr, 2005; Selin, 2007). عليرغم اهميت سرمايه‌گذاري در تحقيقات و توسعه، درك عمومي و نگرش نسبت به يك فناوري در حال ظهور مي‌تواند تاثير عميقي را بر دامنه استفاده و كاربرد آن فناوري داشته باشد. درك اشتباه و حتي نبود يك درك عمومي نسبت به يك فناوري خاص، منجر به واكنش منفي افراد در مورد آن فناوري مي‌شود (Acray, 2003; Knight & Pierce, 2003; Friedman & Egold, 2005; Mills & Fledderman, 2005; Cobb & Macoubrie, 2006). به هر حال، پذيرش مردم و درك عمومي از فناوري نانو به عنوان يك موضوع علمي نوظهور، در گذشته نيز مطرح بوده است، اما محققان علوم طبيعي و اجتماعي به تازگي شروع به بررسي اهميت شناخت كامل جامعه از فناوري نانو كرده‌اند. در حقيقت بسياري از تحقيقات پيشين، بيشتر بر روي رسانه‌ها يا آگاهي از خطرات و فوايد فناوري نانو متمركز بوده و كمتر به بررسي تأثيرات پيچيدة بسياري از اين عوامل بر نگرش جامعه در حوزة فناوري نانو پرداخته‌اند (Roco, 2003b).

طي سال‌هاي اخير مطالعات متعددي در زمينه بررسي نگرش افراد در خصوص فناوري نانو و متغيرهاي تاثيرگذار

بر آن صورت پذيرفته است كه در زير به نتايج برخي از مهمترين آنها اشاره مي‌شود.

در مطالعه‌اي كه به بررسي نگرش افراد در خصوص فناوري نانو و متغيرهاي تاثيرگذار بر آن پرداخته شده بود (Social Research Association, 2004)، نتايج تحقيق نشان داد كه پاسخگويان از سطح آگاهي و دانش پاييني نسبت به فناوري نانو برخوردارند كه اين امر از طريق متغيرهايي همچون سن افراد، جنس و وضعيت اجتماعي آنها تحت تاثير قرار مي‌گرفته است. در حدود ۷۰ درصد از پاسخگويان بيان نموده‌اند كه فناوري نانو شيوه زندگي افراد را در آينده بهبود خواهد داد. همچنين نتايج حاصله نشان داد كه پاسخگويان توجه به الزامات اخلاقي، مالي، اجتماعي، سياسي، زيست محيطي و ايمني را بمنظور توسعه مناسب فناوري نانو ضروري دانسته‌اند. نتايج تحقيق ديگري در زمينه نگرش عمومي نسبت به فناوري‌هاي نوظهور نشان داد كه ۴۰ درصد از پاسخگويان با مفهوم فناوري نانو آشنايي دارند. نيمي از پاسخگويان از نگرش مثبتي در خصوص مزاياي فناوري نانو براي زندگي خود و جامعه برخوردار بودند و ۸۴ درصد نيز بر مزاياي اقتصادي حاصل از فناوري نانو تاكيد داشتند. حدود ۷۵ درصد پاسخگويان بيان كرده‌اند كه دولت بايد در تامين مالي طرح‌هاي مرتبط با فناوري نانو مشاركت نموده و اقدام به تدوين سيستم‌هاي قانوني و ايمني مورد نياز در اين زمينه نمايد. همچنين نتايج تحقيق حاكي از آن بود كه بين نگرش افراد نسبت به فناوري نانو و متغيرهايي همچون سن، نگرش افراد نسبت به علم و فناوري و سطح آگاهي آنان از كاربردهاي فناوري نانو رابطه مثبت و معني‌داري وجود دارد (Canadian Biotechnology Secretariat, 2005).

در مطالعه ديگري در ايالات متحده به بررسي نگرش محققان نسبت به ريسک‌ها، مزايا و قوانين در حوزه فناوري نانو پرداخته شده است (Besley et al., 2008). جامعه آماري تحقيق را ۱۷۷ نفر از محققان گرايش‌هاي مختلف كه در حوزه فناوري نانو مشغول فعاليت بودند، تشكيل مي‌دادند. نتايج بدست آمده از تحقيق نشان داد كه محققان از نگرش مثبتي نسبت به فناوري نانو برخوردار بوده و معتقدند مزاياي حاصل از توسعه فناوري نانو به عنوان انقلاب صنعتي آتي، بيشتر از ريسک‌هاي احتمالي آن خواهد بود. همچنين، اكثريت پاسخگويان بيان نمودند كه فناوري نانو ضمن ايجاد تحول در دستاوردهاي پيشين بشر در تمامي زمينه‌ها، سبب توليد مواد جديد با كارايي بالا خواهد شد. با توجه به يافته‌هاي حاصله، محققان مورد مطالعه وضع قوانين در حوزه ايمني و سلامت انسان و نيز محيط زيست را داراي اولويت بيشتري نسبت به ساير حوزه‌ها مي‌دانستند. همچنين، در اين مطالعه بمنظور تعيين متغيرهاي تاثيرگذار بر نگرش محققان نسبت به فناوري نانو از تحليل رگرسيون استفاده شد. نتايج كسب شده از رگرسيون حاكي از آن بود كه نگرش محققان نسبت به فناوري نانو تحت تاثير متغيرهايي همچون سن، سابقه كار، نگرش نسبت به علم و ميزان شناخت افراد از كاربردها و قابليت‌هاي فناوري نانو، قرار مي‌گيرد.

در مطالعه‌اي كه تحت عنوان نظرسنجي از مديران و كارشناسان رسانه‌ها درباره فناوري نانو در ايران صورت پذيرفت (National Public Viewpoints Studies and Assessment Center, 2004)، نتايج نشان داد كه ۷/۲ درصد از مديران و كارشناسان رسانه‌ها كاملا" و ۴۴/۷ درصد تا حدودي با مفهوم فناوري نانو آشنا هستند. در رابطه با منبع آشنايي پاسخگويان با فناوري نانو به ترتيب اينترنت (۲۷/۷ درصد)، روزنامه‌ها (۱۹/۹ درصد) و راديو و تلويزيون (۱۷ درصد) بيشترين ميزان اولويت را داشتند. در حدود ۲۹/۳ درصد از مديران و كارشناسان اظهار نموده‌اند كه با كاربردهاي فناوري نانو آشنا هستند.

تقريبا به صورت همزمان با ورود كشورهاي پيشرو در علم و فناوري به حوزه فناوري نانو، در كشور ما نيز فعاليت‌هاي متعددي در اين زمينه طرح‌ريزي و انجام شده است. در حال حاضر، فناوري نانو به عنوان يكي از اولويت‌هاي فناوري كشور محسوب مي‌شود كه در سياست‌هاي كلي نظام و برنامه پنج ساله چهارم مورد تأكيد قرار گرفته است. در همين راستا، وزارت جهاد كشاورزي با همكاري دفتر همكاري‌هاي فناوري رياست جمهوري، همگام با تعدادي از وزارتخانه‌ها و دستگاه‌هاي اجرايي كشور اقدام به زمينه‌سازي و فعاليت در زمينه فناوري نانو نموده است (Iranian Initiative Nanotechnology, 2005). عليرغم اهميت موضوع و گذشت بيش از شش سال از ورود فناوري نانو در بخش كشاورزي، به نظر مي‌رسد كه در حال حاضر بنا به دلايل متعدد، در ميان اكثر كنشگران بخش كشاورزي، آگاهي و درك صحيحي از مفهوم فناوري نانو و كاربردهاي آن شكل نگرفته است (مصاحبه‌هاي شخصي محقق با متخصصان و مطلعان كليدي در زمينه موضوع مورد پژوهش) كه بدون شك اين امر مي‌تواند توسعه فناوري نانو و در نتيجه

بهره‌گيري از پتانسيل‌ها و قابليت‌هاي منحصربفرد فناوري نانو براي متحول نمودن صنعت كشاورزي را با تاخير مواجه سازد. از اين رو، انجام مطالعاتي در زمينه بررسي سطح آگاهي و نگرش افراد نسبت به فناوري نانو در بخش كشاورزي و ديگر بخش‌ها ضروري است تا بتوان با كسب شناخت و تحليل وضعيت موجود، برنامه‌ريزي اثربخش‌تري را در جهت آگاهي‌سازي و سوق دادن افراد به سوي فناوري‌هاي نوظهوري همچون فناوري‌نانو داشت؛ بدون ترديد، اين امر مي‌تواند نخستين گام در راستاي توسعه پايدار فناوري نانو در بخش كشاورزي باشد. با در نظر گرفتن ضرورت موضوع، تحقيق حاضر با هدف بررسي نگرش محققان مراكز و موسسات تحقيقات كشاورزي (وابسته به وزارت جهاد كشاورزي) نسبت به فناوري نانو و عوامل تاثيرگذار بر آن، انجام گرفت و در قالب آن تلاش گرديد تا با عنايت به مرور ادبيات نظري و مطالعات پيشين انجام شده، به بررسي نگرش پاسخگويان نسبت به فناوري نانو و تاثير برخي از متغيرها همچون مشخصه‌هاي فردي و حرفه‌اي، ميزان آشنايي افراد با فناوري نانو و سطح آگاهي افراد از كاربردهاي فناوري نانو در كشاورزي بر روي نگرش پاسخگويان پرداخته شود.

مواد و روش‌ها

تحقيق حاضر از لحاظ ميزان و درجه كنترل، غيرآزمايشي و توصيفي، از نظر نحوة گردآوري داده‌ها، ميداني و در نهايت به لحاظ قابليت تعميم يافته‌ها، از نوع پيمايشي محسوب مي‌شود. جامعه آماري تحقيق حاضر شامل ۹۸۳ نفر از محققان موسسات و مراكز تحقيقاتي ملي بود (جدول۱). حجم نمونه با توجه به جدول Morgan (1970)، ۲۷۸ نفر بدست آمد. بمنظور دستيابي به نمونه‌ها و تكميل پرسشنامه‌ها، از روش نمونه‌گيري طبقه‌اي با اختصاص متناسب (موسسات و مراكز مورد مطالعه به عنوان طبقات) بهره گرفته شد كه پس از محاسبه، تعداد نمونه‌هاي زير به شرح جدول (۱) به هريك از موسسات و مراكز مورد مطالعه اختصاص يافت؛ در وهله بعد، با مراجعه به چارچوب نمونه، تعداد محققان مورد نظر در هر يك از طبقات بصورت تصادفي انتخاب شده و سپس به گردآوري داده‌هاي مورد نياز از طريق تكميل پرسشنامه‌ها مبادرت به عمل آمد.

براي اندازه‌گيري متغيرهاي تحقيق، پرسش‌هاي متعددي در پرسشنامه طراحي شد كه شامل مشخصه‌هاي فردي و حرفه‌اي پاسخگويان (۹ پرسش)، ميزان آشنايي پاسخگويان با فناوري نانو، كانال آشنايي افراد با فناوري نانو، ميزان آشنايي افراد با كاربردهاي فناوري نانو در بخش كشاورزي، ميزان ضرورت ورود و كاربرد فناوري نانو در بخش كشاورزي كشور و ميزان اهميت فناوري نانو در جبران عقب ماندگي بخش كشاورزي كشور از ديدگاه پاسخگويان بود. متغير وابسته تحقيق، نگرش پاسخگويان نسبت به فناوري نانو بود كه براي سنجش آن از ۱۲ پرسش بر مبناي طيف پنج گزينه‌اي ليكرت (۱= كاملاً مخالف تا ۵= كاملاً موافق) استفاده شد و جمع جبري پرسش‌هاي دوازده گانه مطرح شده، به عنوان متغير تركيبي شبه فاصله‌اي در تحليل‌ها (به عنوان متغير وابسته) وارد گرديد.

جدول ۱- تعداد كل محققان كشاورزي مورد مطالعه و نمونه‌هاي اختصاص يافته به هريك از طبقات (مراكز/ موسسات)

مركز / موسسه	تعداد محققان(نفر)	تعداد نمونه‌هاي اختصاص يافته	مركز / موسسه	تعداد محققان(نفر)	تعداد نمونه‌هاي اختصاص يافته
گياهپزشكي كشور	۷۸	۲۲	بيوتكنولوژي كشاورزي	۱۹	۵
خاك و آب كشور	۲۶	۷	مركبات كشور(رامسر)	۷	۲
چغندرقند	۲۰	۶	حفاظت خاك و آبخيزداري	۵۶	۱۶
اصلاح و تهيه نهال و بذر	۸۳	۲۴	آموزش‌هاي علمي- كاربردي	۱۳۵	۳۸
فني و مهندسي كشاورزي	۲۷	۸	تحقيقات و بررسي مسايل روستايي	۲۲	۶
پسته رفسنجان	۱۲	۳	جنگل‌ها و مراتع كشور	۱۱۷	۳۳
برنج كشور	۱۸	۵	شيلات ايران	۱۱۵	۳۳
موسسه تحقيقات برنج كشور	۱۱	۳	واكسن و سرم‌سازي رازي	۱۱۸	۳۴
واحد خاك و آب كشور	۷	۲	تحقيقات مهندسي جهادسازندگي	۲۹	۸
ديم مراغه	۱۸	۵	علوم دامي كشور	۳۶	۱۰
پنبه گرگان	۱۵	۴	جمع	۹۸۳	۲۷۸
خرما و ميوه‌هاي گرمسيري	۱۴	۴			

اعتبار (روايي) صوري پرسشنامه با نظر متخصصان و اعضاي هيات علمي گروه ترويج و آموزش كشاورزي دانشگاه تهران مورد تاييد قرار گرفت و براي تعيين قابليت اعتماد (پايايي) ابزار تحقيق پيش‌آزمون (شامل۳۰ نفر خارج از نمونه اصلي) انجام گرفت كه مقدار آلفاي كرونباخ محاسبه شده براي مقياس "نگرش محققان كشاورزي نسبت به فناوري نانو"، ۰/۹۴ بود. براي تجزيه و تحليل داده‌هاي گردآوري شده از آمار توصيفي و آمار استنباطي (شامل تحليل رگرسيون) استفاده شد.

نتايج و بحث

آمار توصيفي

بر اساس نتايج حاصله، ميانگين سن پاسخگويان مورد مطالعه ۴۲/۵ سال و انحراف معيار آن ۵/۶ بود. در ضمن جوان‌ترين و مسن‌ترين محققان در بين پاسخگويان طرف مطالعه به ترتيب ۲۹ و ۵۸ سال سن داشتند. به لحاظ مرتبه علمي، ۴۲ درصد پاسخگويان مربي، ۲۸/۳ درصد استاديار، ۲۱/۳ درصد دانشيار و ۸/۴ درصد استاد بودند. با توجه به نتايج كسب شده، پاسخگويان برخوردار از رشته‌هاي زراعت و باغباني به ترتيب با كسب ۲۵/۸ درصد و ۱۷/۳ درصد از كل پاسخگويان، از بيشترين فراواني برخوردار بودند. در ضمن، ۱۱/۴ درصد پاسخگويان داراي رشته گياهپزشكي،۱۰ درصد آبياري، ۸ درصد دامپروري، ۸ درصد خاك شناسي، ۷ درصد ماشين‌هاي كشاورزي و ۶ درصد نيز صنايع غذايي بودند.

در جدول (۲)، برخي از مشخصه‌هاي حرفه‌اي مربوط به محققان كشاورزي مورد مطالعه آورده شده است.

با توجه به يافته‌هاي تحقيق مشخص شد كه از نظر ميزان آشنايي افراد با فناوري نانو، بيشترين فراواني(۳۳/۱ درصد) متعلق به پاسخگوياني بود كه ميزان آشنايي خود با فناوري نانو را در سطح كم ارزيابي نموده‌اند(جدول ۳).

نگرش محققان مورد مطالعه نسبت فناوري نانو در جدول (۴) آورده شده است. بررسي اولويت‌هاي محاسبه شده بر حسب ميانگين حاكي از آن است كه از نظر محققان طرف مطالعه دو گويه "فناوري نانو رقيب ساير فناوري‌ها نيست، بلكه مكمل و پاية آنهاست" و "فناوري نانو، انقلاب صنعتي بعدي محسوب مي‌شود"، به ترتيب بيشترين ميزان اولويت را كسب نموده‌اند.

نتايج بدست آمده در خصوص كانال آشنايي محققان مورد مطالعه با فناوري نانو، حاكي از آن بود كه بيشترين فراواني متعلق به پاسخگوياني است كه كانال آشنايي خود با فناوري نانو را به ترتيب اينترنت (۵۶/۷ درصد)، سمينارهاي علمي (۴۸/۹ درصد) و راديو و تلويزيون (۴۲/۲ درصد) در نظر گرفته‌اند (جدول ۵).

جدول ۲- توصيف برخي مشخصه‌هاي حرفه‌اي محققان كشاورزي مورد مطالعه

شماره	مشخصه‌هاي حرفه‌اي	پارامترهاي آماري				
		ميانگين	ميانه	نما	انحراف معيار	كمترين	بيشترين
۱	سابقه فعاليت	۱۳/۲	۱۲	۱۱	۶/۸	۵	۳۰
۲	تعداد طرح پژوهشي انجام شده (در نقش مجري، همكار و مشاور)	۱۴/۵	۱۳/۵	۱۰	۸/۹	۳	۳۶
۳	تعداد مقاله‌هاي علمي- پژوهشي منتشر شده	۷/۱	۵/۵	۵	۷/۸	۴	۳۲
۴	تعداد كتاب‌هاي منتشر شده(ترجمه و تاليف)	۱/۱۴	۱	۰	۱/۳	۰	۴
۵	تعداد دوره‌هاي آموزشي گذرانده شده	۵/۵	۴	۰	۱/۹	۰	۸
۶	سابقه همكاري با دانشگاه‌ها و مراكز آموزش عالي كشاورزي كشور (سال)	۵/۳	۴/۵	۰	۳/۹	۰	۱۳

جدول ۳- ميزان آشنايي محققان كشاورزي مورد مطالعه با فناوري نانو

شماره	ميزان آشنايي	فراواني	درصد	درصد تجمعي
۱	اصلا	۲۲	۷/۹	۷/۹
۲	خيلي كم	۳۹	۱۴	۲۱/۹
۳	كم	۹۲	۳۳/۱	۵۵
۴	تا حدودي	۸۹	۳۲	۸۷
۵	زياد	۲۸	۱۰/۱	۹۷/۱
۶	خيلي زياد	۸	۲/۹	۱۰۰
۷	كل	۲۷۸	۱۰۰	

جدول ۴- اولويت‌بندي نگرش محققان كشاورزي مورد مطالعه نسبت به فناوري نانو

شماره	گويه‌ها	انحراف معيار	ميانگين*	رتبه
۱	فناوري نانو رقيب ساير فناوري‌ها نيست، بلكه مكمل و پاية آنهاست	۰/۷۲۶	۴/۲۵	۱
۲	فناوري نانو، انقلاب صنعتي بعدي محسوب مي‌شود	۰/۷۵۱	۴/۰۲	۲
۳	فناوري نانو باعث همگرايي رشته‌هاي علمي و تخصص‌هاي مختلف مي‌شود	۰/۷۶۹	۴/۰۱	۳
۴	تحول ناشي از فناوري نانو ظرف چند دهه، به اندازة تحولات چندين قرن خواهد بود	۰/۸۱۳	۳/۹۸	۴
۵	فناوري نانو تمام دستاوردهاي گذشتة بشر را كه در ماده تحقق يافته‌است، متحول مي‌سازد	۰/۹۰۳	۳/۹۵	۵
۶	به موازات توسعه فناوري‌نانو بايستي يك‌سري ملاحظات اخلاقي و اجتماعي را نيز در نظر گرفت	۰/۹۱۸	۳/۹۱	۶
۷	فناوري نانو سبب توليد موادي با خواص بهتر، هزينه پائين‌تر و دوام بيشتر مي‌شود	۰/۸۰۱	۳/۸۱	۷
۸	فناوري‌نانو و پيامدهاي ناشي از آن مي‌تواند بعنوان يك تهديد جدي براي بشر مطرح باشد	۰/۸۶۵	۲/۵۶	۸
۹	توسعه فناوري نانو منجر به تثبيت فقر و نابرابري اجتماعي در جوامع مي‌گردد	۰/۸۴۱	۲/۴۶	۹
۱۰	فناوري نانو يك موج تكنولوژيكي گذرا و كم دوام به شمار مي‌رود	۰/۷۲۱	۲	۱۰
۱۱	ريسك‌ها و خطرات ناشي از فناوري نانو بيشتر از مزاياي آن خواهد بود	۰/۵۴۶	۱/۸۹	۱۱
۱۲	فناوري نانو و كاربردهاي آن، بيشتر جنبه تخيلي و غيرواقعي دارد	۰/۷۵۵	۱/۴۹	۱۲

* بر حسب طيف ۵ گزينه‌اي ليكرت (كاملاً مخالف=۱ مخالف=۲ بي‌نظر=۳ موافق=۴ كاملاً موافق=۵)

جدول ۵- توزيع فراواني محققان كشاورزي بر حسب كانال آشنايي آنان با فناوري نانو

شماره	كانال آشنايي	فراواني		درصد	
		بلي	خير	بلي	خير
۱	اينترنت	۵۱	۳۹	۵۶/۷	۴۳/۳
۲	سمينارهاي علمي	۴۴	۴۶	۴۸/۹	۵۱/۱
۳	راديو و تلويزيون	۳۸	۵۲	۴۲/۲	۵۷/۸
۴	نشست‌هاي دوستان و همكاران	۳۴	۵۶	۳۷/۸	۶۲/۲
۵	مجلات علمي داخلي	۳۶	۵۴	۴۰	۶۰
۶	روزنامه	۲۰	۷۰	۲۲/۲	۷۷/۸
۷	مجلات علمي خارجي	۲۱	۶۹	۲۳/۳	۷۶/۷
۸	شبكه‌هاي تلويزيوني ماهواره‌اي	۳	۸۷	۳/۳	۹۶/۷

جدول ۶- توزيع فراواني محققان كشاورزي بر حسب ميزان آشنايي آنان با كاربردهاي فناوري نانو در كشاورزي

شماره	ميزان آشنايي با كاربردهاي فناوري نانو در كشاورزي	فراواني	درصد	درصد تجمعي
۱	خيلي كم	۷۰	۲۵/۲	۲۵/۲
۲	كم	۹۶	۳۴/۵	۵۹/۷
۳	تا حدودي	۸۰	۲۸/۸	۸۸/۵
۴	زياد	۲۲	۷/۹	۹۶/۴
۵	خيلي زياد	۱۰	۳/۶	۱۰۰
۶	كل	۲۷۸	۱۰۰	

جدول ۷ - توزيع فراواني ديدگاه محققان كشاورزي در خصوص ميزان ضرورت ورود و كاربرد فناوري نانو در بخش

شماره	ميزان ضرورت ورود و كاربرد فناوري نانو در بخش كشاورزي ايران	فراواني	درصد	درصد تجمعي
۱	اصلا	۱۷	۶/۱	۶/۱
۲	خيلي كم	۵۳	۱۹/۵	۲۵/۶
۳	كم	۴۱	۱۳/۷	۳۹/۳
۴	تا حدودي	۱۰۳	۳۷/۵	۷۶/۸
۵	زياد	۴۴	۱۵/۸	۹۲/۶
۶	خيلي زياد	۲۰	۷/۴	۱۰۰
۷	كل	۲۷۸	۱۰۰	

جدول ۸- توزيع فراواني ديدگاه محققان كشاورزي در خصوص ميزان اهميت فناوري نانو در جبران عقب ماندگي‌هاي بخش كشاورزي ايران

شماره	ميزان اهميت فناوري نانو در جبران عقب‌ماندگي كشاورزي كشور	فراواني	درصد	درصد تجمعي
۱	بي‌نظر	۱۶	۵/۷	۵/۷
۲	خيلي كم	۴۷	۱۶/۹	۲۲/۶
۳	كم	۴۰	۱۴/۴	۳۷
۴	تا حدودي	۱۱۵	۴۱/۴	۷۸/۴
۵	زياد	۴۵	۱۶/۲	۹۴/۶
۶	خيلي زياد	۱۵	۵/۴	۱۰۰
۷	كل		۱۰۰	

بر اساس نتايج مندرج در جدول (۶) در خصوص ميزان آشنايي افراد با كاربردهاي فناوري نانو در كشاورزي، اكثريت پاسخگويان (۳۴/۵ درصد) ميزان آشنايي خود را با كاربردهاي فناوري نانو در كشاورزي، در سطح كم ارزيابي نموده‌اند.

در خصوص ديدگاه محققان كشاورزي نسبت به ميزان ضرورت ورود و كاربرد فناوري نانو در بخش كشاورزي كشور، نتايج حاكي از آن بود كه اكثريت پاسخگويان (۳۷/۵ درصد) ميزان ضرورت ورود و كاربرد فناوري نانو در بخش كشاورزي كشور را در سطح تاحدودي ارزيابي كرده‌اند (جدول ۷).

به لحاظ ميزان اهميت فناوري نانو در جبران عقب ماندگي بخش كشاورزي ايران، نتايج كسب شده نشان داد كه بيشترين فراواني (۴۱/۴ درصد) متعلق به پاسخگوياني بود كه ميزان اهميت فناوري نانو در جبران عقب ماندگي بخش كشاورزي كشور را در سطح تاحدودي ارزيابي نموده‌اند (جدول۸).

آمار استنباطي

در اين قسمت از تحليل رگرسيون چندگانه براي بررسي تاثير متغيرهاي مستقل مورد مطالعه شامل برخي ويژگي‌هاي فردي و حرفه‌اي (از قبيل سن، سابقه فعاليت، تعداد طرح پژوهشي انجام شده، تعداد مقاله‌هاي علمي-پژوهشي منتشر شده و ...)، ميزان آشنايي پاسخگويان با فناوري نانو و ميزان آشنايي افراد مورد مطالعه با كاربردهاي فناوري نانو در كشاورزي، بر متغير وابسته "نگرش محققان كشاورزي نسبت به فناوري نانو" بهره گرفته شده است. هدف از اين تحليل، ارزيابي تاثير هركدام از متغيرهاي مستقل بر متغير وابسته، پيش‌بيني تغييرات متغير وابسته و تعيين سهم هر يك از متغيرهاي مستقل در تبيين واريانس متغير وابسته مي‌باشد. بمنظور بررسي عوامل تاثيرگذار بر نگرش محققان كشاورزي پيرامون فناوري نانو، يك سري از متغيرها در مدل رگرسيوني گام به گام وارد شد. مشخصات مدل حاصل از هر مرحله شامل متغيرهاي ورودي كه بر اساس ميزان اهميت تبييني وارد معادله مي‌شوند و نيز ضريب همبستگي و ضريب تعيين مربوطه در جدول (۹) ارايه شده است.

جدول ۹- ضرايب تعيين متغيرهاي تاثيرگذار بر نگرش محققان مورد مطالعه نسبت به فناوري نانو

گام	متغير	ضريب همبستگي (R)	ضريب تعيين (R2)	ضريب تعيين تعديل شده (Ad R2)
۱	ميزان آشنايي با كاربردهاي فناوري نانو در كشاورزي	۰/۶۱۱	۰/۳۷۳	۰/۳۶۸
۲	ميزان آشنايي با فناوري نانو	۰/۷۷۷	۰/۶۰۴	۰/۵۹۹
۳	تعداد طرح‌هاي پژوهشي انجام شده	۰/۷۸۳	۰/۶۱۳	۰/۶۰۲

جدول ۱۰- مشخصه‌هاي مدل نهايي معادله رگرسيوني

مشخصه‌ها و متغيرها	ضريب غير استاندارد B	ضريب استاندارد شده β	مقدار t	سطح معني‌داري
مقدار ثابت	۱/۰۶	-	۲/۵۶	۰/۰۰۰
ميزان آشنايي با كاربردهاي فناوري نانو در كشاورزي	۱/۴۳	۰/۴۶۷	۳/۳۴	۰/۰۰۰
ميزان آشنايي با فناوري نانو	۱/۲۱	۰/۳۵۶	۳/۱۸	۰/۰۰۰
تعداد طرح‌هاي پژوهشي انجام شده	۱/۱۲	۰/۱۸۹	۲/۶	۰/۰۱۹

همانطور که مشاهده مي‌شود در نخستين گام، متغير "ميزان آشنايي پاسخگويان با کاربردهاي فناوري نانو در کشاورزي"، وارد معادله گرديده است. در اين مرحله، مقدار ضريب همبستگي چندگانه (R) برابر با ۰/۶۱۱ و ضريب تعين برابر ۰/۳۷۳ بدست آمده است. به عبارت ديگر، در حدود ۳۷/۳ درصد تغييرات متغير وابسته را اين متغير تبيين مي‌نمايد. ورود متغير دوم، ضريب همبستگي را به ۰/۷۷۷ افزايش داده و توانسته است به تنهايي در حدود ۲۳/۱ درصد تغييرات را تبيين نمايد. در گام سوم، پس از ورود متغير تعداد طرح پژوهشي انجام شده، عمليات متوقف گرديده است و در مجموع، سه متغير وارد شده توانسته‌اند در حدود ۶۱/۳ درصد از تغييرات متغير وابسته را تبيين نمايند.

با توجه به يافته‌هاي ارايه شده در جدول (۱۰)، معادله خطي حاصل از تحليل رگرسيوني گام به گام را مي‌توان به شکل زير نوشت:

$$Y= 1.06+1.43X1+1.21X2+1.12X3$$

که در آن:

Y: نگرش محققان کشاورزي مورد مطالعه نسبت به فناوري نانو،

X1: ميزان آشنايي محققان کشاورزي با کاربردهاي فناوري‌دنانو در کشاورزي،

X2: ميزان آشنايي محققان کشاورزي با فناوري نانو،

X3: تعداد طرح پژوهشي انجام شده.

بر حسب يافته‌هاي حاصل از مقدار بتا که اهميت نسبي متغيرهاي مستقل در تبيين متغير وابسته را نشان مي‌دهد، مشخص مي‌شود که متغير "ميزان آشنايي با کاربردهاي فناوري نانو در کشاورزي" در بين سه متغير وارد شده، از بيشترين ميزان اهميت در تبيين نگرش محققان کشاورزي پيرامون فناوري نانو برخوردار بوده است.

نتيجه‌گيري و پيشنهادها

آنچه مسلم است در شرايط کنوني وارد شدن کشور در حوزه فناوري نانو، ديگر جنبه انتخابي ندارد و بيشتر به عنوان يک ضرورت به شمار مي‌رود. اين امر با در نظر گرفتن کاربردها و قابليت‌هاي فراوان فناوري نانو در زمينه‌ها و گرايش‌هاي مختلف کشاورزي، اهميت آن را در اين بخش دو چندان نموده است. فناوري نانو مي‌تواند به عنوان يک فرصت، موجبات تحول در بخش کشاورزي کشور را فراهم سازد. اين موضوع، مستلزم آينده‌نگري و برنامه‌ريزي بمنظور توسعه پايدار فناوري نانو در بخش کشاورزي است که بدون ترديد، يکي از نخستين گام‌ها در اين زمينه، بررسي نگرش ذينفعان و کنشگران متعدد بخش کشاورزي، بمنظور مشارکت دادن آنان در مراحل مختلف توسعه فناوري مي‌باشد.

بررسي نتايج کسب شده در خصوص نگرش محققان کشاورزي مورد مطالعه نسبت به فناوري نانو حاکي از آن بود که با توجه به اولويت‌هاي کسب شده، محققان کشاورزي مورد مطالعه فناوري نانو را به عنوان پايه و مکمل ساير فناوري‌ها، انقلاب صنعتي بعدي و عامل همگرايي رشته‌ها و تخصص‌هاي علمي مختلف در نظر گرفته‌اند. در مجموع، پاسخگويان از نگرش مثبتي نسبت به فناوري نانو و مزاياي آن برخوردار بوده‌اند. اين يافته در مطالعات Social Research Association (2004)، Canadian Biotechnology Secretariat (2005) و Besley et al (2008) نيز مورد تاييد قرار گرفته است.

در خصوص کانال آشنايي پاسخگويان با فناوري نانو، نتايج حاصله بيانگر آن بود که اينترنت، سمينارهاي علمي و راديو و تلويزيون، به ترتيب به عنوان مهمترين کانال‌هاي آشنايي افراد با فناوري نانو به شمار مي‌روند که اين موضوع بر اهميت اينترنت و نقش آن در نشر موضوعات علمي جديد تاکيد دارد. اين يافته، در پژوهش National Public Viewpoints Studies and Assessment Center (2004) نيز مورد تاييد قرار گرفته است. در خصوص ديدگاه محققان کشاورزي نسبت به ميزان ضرورت ورود و کاربرد فناوري نانو در بخش کشاورزي کشور، نتايج حاکي از آن بود که اکثريت پاسخگويان ميزان ضرورت ورود و کاربرد فناوري نانو در بخش کشاورزي کشور را در سطح متوسط و زياد ارزيابي نموده‌اند. اين ضرورت در سال‌هاي اخير در کشورهاي توسعه يافته درک شده و اين کشورها سرمايه‌گذاري‌ها و برنامه‌هاي منسجمي را در زمينه کاربست فناوري نانو در بخش کشاورزي، انجام داده‌اند؛ براي نمونه، سرمايه‌گذاري در حوزه فناوري نانو در بخش کشاورزي آمريکا در سال ۲۰۰۴ از افزايش ۹۰۰ درصدي نسبت به سال ۲۰۰۳ برخوردار بوده و در سال ۲۰۰۶، از ۱۶۰ پروژه ارايه شده به بانک اطلاعات آمريکا، ۱۴ مورد آن در ارتباط با فناوري نانو در کشاورزي بوده است (Norman & Hongda, 2006). از اين‌رو، با توجه به اينکه شکاف بين کشورها در اين زمينه هنوز به مراحل بحراني نرسيده است، بايستي با درک به موقع و آگاهانه در خصوص ضرورت و اهميت موضوع، اقدام به برنامه‌ريزي و

فعاليت در اين حوزه نمود.

نتايج بدست آمده از تحليل رگرسيون نشان داد كه سه متغير ميزان آشنايي با كاربردهاي فناوري نانو در كشاورزي، ميزان آشنايي با مفهوم فناوري نانو و تعداد طرح پژوهشي انجام شده، در حدود ۶۱ درصد از تغييرات متغير وابسته "نگرش محققان كشاورزي نسبت به فناوري نانو" را تبيين مي‌نمايند. وارد شدن متغيرهايي همچون ميزان آشنايي با مفهوم فناوري نانو و كاربردهاي آن در تحليل رگرسيون، در مطالعات Canadian Biotechnology Secretariat (2005) و Besley et al (2008) نيز مورد تاييد قرار گرفته است.

با توجه به نتايج حاصله در خصوص اولويت‌بندي كانال‌هاي آشنايي افراد با فناوري نانو، پيشنهاد مي‌شود ضمن فراهم ساختن امكانات مناسب براي دسترسي آسان‌تر افراد به اينترنت در محيط كار آنان، با ارايه برنامه‌هاي آموزشي مناسب و نيز معرفي برخي از پايگاه‌هاي اطلاعاتي مرتبط، نسبت به آموزش و آگاهي‌سازي افراد در اين زمينه اقدام نمود. همچنين با در نظر گرفتن اهميت راديو و تلويزيون به عنوان يكي از مهمترين كانال‌هاي اطلاع‌رساني، پيشنهاد مي‌شود تهيه و پخش برنامه‌هاي راديويي و تلويزيوني مرتبط با فناوري نانوي كشاورزي در اولويت قرار گيرند كه اين موضوع مي‌تواند بويژه در آگاهي‌سازي مخاطبان مختلف بخش كشاورزي نقش بسيار كليدي را ايفا نمايد. در اين زمينه تعامل پويا و هدفمند وزارت جهادكشاورزي با صدا و سيما مي‌تواند به تسهيل اين جريان كمك نمايد.

با توجه به نتايج بدست آمده از تحليل رگرسيون پيشنهاد مي‌شود بمنظور ايجاد نگرش مساعد در مخاطبان به عنوان يكي از مهمترين گام‌هاي اوليه در راستاي سوق دادن افراد به سوي برنامه‌هاي مرتبط با فناوري‌نانوي كشاورزي و مشاركت آنان در عرصه فعاليت‌هاي مربوطه، به شيوه‌هاي مختلف همچون برگزاري كارگاه‌هاي آموزشي، سمينارها، همايش‌ها، جلسات سخنراني و همچنين اجراي برنامه‌هاي اطلاع‌رساني و ترويجي منسجم از قبيل تهيه و توزيع نشريات و بروشورهاي ترويجي، برپايي نمايشگاه‌ها، تهيه و پخش فيلم‌هاي آموزشي و غيره، بستر مناسبي را براي آگاهي‌سازي و علاقمندي افراد در اين زمينه فراهم ساخت. اين موضوع بويژه در مراكز و موسسات تحقيقات كشاورزي مورد مطالعه، كه اكثريت پاسخگويان از نظر ميزان آشنايي با فناوري نانو و كاربردهاي آن در كشاورزي، در سطح متوسط و كم قرار دارند، ضرورت بيشتري مي‌يابد.

همانطور كه پيشتر نيز اشاره شد، درك عمومي و نگرش نسبت به يك فناوري در حال ظهور مي‌تواند تاثير عميقي بر دامنه استفاده از آن فناوري داشته باشد و حتي نبود يك درك عمومي نسبت به يك فناوري خاص، منجر به واكنش منفي افراد در مورد آن فناوري مي‌گردد. اين موضوع، با توجه به اينكه توسعه فناوري نانو در كشور بطور اعم و بخش كشاورزي بطور اخص در مراحل ابتدايي آن قرار دارد، مي‌تواند بسيار حايز اهميت باشد. از اين‌رو، در اين زمينه پيشنهاد مي‌شود بمنظور بررسي سطح دانش و آگاهي ديگر كنشگران بخش كشاورزي در خصوص فناوري نانو و كاربردهاي آن و نيز نگرش آنان نسبت به فناوري نانو و شناسايي متغيرهاي تاثيرگذار بر آن، جهت برنامه‌ريزي اثربخش‌تر در آينده در راستاي آگاهي‌سازي و در نتيجه مشاركت دادن آنها در مراحل مختلف توسعه فناوري‌نانو، تحقيقات بيشتري در زمينه بررسي سطح دانش و نگرش افراد نسبت به فناوري‌نانو طرح و انجام پذيرد.

REFERENCES

1. Acray, B. (2003). Nanotechnology faces GM-style backlash. *Journal of IEE Review*, 49 (3), 12-17.
2. Agricultural Ministry. (2006). *Iranian agricultural development action plan*. Retrieved September 17 2006, from http://www.agronano.ir (In Farsi)
3. Besley, J., Victoria, L. Kramer A., Susanna, H. (2008). Expert opinion on nanotechnology: Risks, benefits, and regulation. *Journal of Nanoparticle Research*, 10 (2), 45–51.
4. Canadian Biotechnology Secretariat (2005). *International public opinion research on emerging technologies: Canada-US survey results*. Retrieved September 9 2005, from http://www.bioportal.gc.ca/ English/View.asp?pmiid = 524&x=720
5. Cobb, M. & Macoubrie, J. (2006). Public perceptions about nanotechnology: Risks, benefits and trust. *Journal of Nanoparticle Research*, 2 (4), 32–36.
6. Das, R., Radke, M., Clarke, L. (2004). Integration of photosynthetic protein molecular complexes in Solid-State electronic devices. *Journal of Nano Letters,* 4 (6), 1079 -1083.

7. Friedman, S. & Egold, B. (2005). Nanotechnology: Risks and the media. *IEEE Tech Soc Magazine*, 24 (4), 5–11.
8. Iranian Initiative Nanotechnology. (2005). *Iranian action plan for nanotechnology development*. Retrieved May 13 2005, from http://www.nano.ir (In Farsi).
9. Johnson, A. (2006). *Agriculture and nanotechnology*. Retrieved June 2 2006, from http://www.tahan. com/Charlie/nano-society.
10. Knight, H. & Pierce, J. (2003). To kill a technology. *Journal of Engineer*, 291 (1), 24–29.
11. Mills, K. & Fledderman, C. (2005). Getting the best from nanotechnology: Approaching social and ethical implications openly and proactively. *IEEE Tech Soc Magazine*, 24 (4), 18–26.
12. Morgan, D. (1970). Determining sample size for research activities. *Journal of Educational and Psychological Measurement*, 30(3), 607-610.
13. National Public Viewpoints Studies and Assessment Center (2004). *Attitude of media expert and managers about nanotechnology.* Retrieved April 9 2004, from http://www.nano.ir (In Farsi)
14. Norman, R. & Hongda, C. (2006). Nanoscale science and engineering for agriculture and food systems. *Journal of Biological and Environmental Engineering*, 3(9), 12-18.
15. Opara, L. U. (2001). Historical evolution and tasks for Agricultural Engineering in the new millennium. *In* S. Kosutic (Ed.). *Proceedings of the 29th International Symposium on Actual Tasks for Agricultural Engineering*, 12- 15 March 2001, Zagreb, pp. 1-20.
16. Opara, L. U. (2002). Agricultural engineering education and research in knowledge-based economy. *In* S. Kosutic (Ed.). *Proceedings of the 30th International Symposium on Agricultural Engineering*, 17-19 August 2002, Croatia, pp. 33-46.
17. Opara, L. U. (2004). Emerging technological innovation triad for smart agriculture in the 21st century. Part I. Prospects and impacts of nanotechnology in agriculture. *The CIGR Journal of Scientific Research and Development*, 2 (6), 56-66.
18. Parr, D. (2005). Will nanotechnology make the world a better place? *Journal of Trends Biotechnology*, 23 (8), 395–398.
19. PCAST. (2008). *Second Evaluation of National Nanotechnology Initiative Program in the United States*. Retrieved April 21 2008, from http://www.nano.ir (In Farsi).
20. Roco, M. (2003a). Broader Societal Issues of Nanotechnology. *Journal of Nanoparticle Research*, 5 (4), 181–189.
21. Roco, M. (2003b). Public affairs forum- national nanotechnology initiative to advance broad societal goals. *Journal of MRS Bull*, 28 (6), 416.
22. Roco, M. & Bainbridge, W. (2005). Societal implications of nanoscience and nanotechnology. *Journal Nanoparticle Research*, 10 (2), 111–118.
23. Schaller R. & Klimov, V. (2004). High efficiency carrier multiplication in PbSe nanocrystals: Implications for solar energy conversion Phys. *Journal of Lett Review*, 92 (3), 19-26.
24. Selin, C. (2007). Expectations and the emergence of nanotechnology. *Journal of Science Technology Human Values*, 32 (2), 196–200.
25. Sharifzadeh, A. (2006). *Explaining mechanisms of strengthening the Iran's agricultural research system*. Ph.D. dissertation, University of Tehran, Iran. (In Farsi)
26. Social Research Association (2004). *Nanotechnology: Views of the general public*. Retrieved August 15 2005, from http://www.nanotech.org.uk/MarketResearch.pdf
27. Soltani, M. (2004). *Nanotechnology in Iran*. Retrieved May 2 2004, from http://www.nano.ir (In Farsi)
28. Warad, H. C. & Dutta, J. (2006). Nanotechnology for agriculture and food systems: A view. *Journal of Nanoparticle Research*, 5 (3), 29–38