

غیر قابل مشاهده اما ملموس؟ فرصت‌های اجتماعی و خطرات نانو تکنولوژی

محمد امیری^{۱*}، مهسا بهمنش^۲

کارشناسی ارشد مهندسی عمران، دانشگاه بوعلی سینا- همدان، Eng.amirii.mohammad@gmail.com
دانشجوی کارشناسی ارشد جامعه شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم

چکیده

در مباحث انجام شده در مورد ارگانسیم‌های که از لحاظ ژنتیکی اصلاح شده‌اند، مشخص شد که می‌توان از تکنولوژی‌های جدید به منظور بهره‌مند کردن اجتماع و رسیدن به منافع اقتصادی استفاده نمود. از سوی دیگر مشخص است که فناوری‌های نو ظهور نگرانی‌هایی در زمینه‌های اخلاقی و اجتماعی ایجاد می‌نماید. در این پژوهش تلاش شده نتایج کلی تأثیر نانو تکنولوژی بر عقاید اجتماعی، اخلاقی و مفاهیم قانونی در اروپا، آسیا و با نگرش ویژه به ایران بررسی شود. این پژوهش اطلاعاتی را در مورد جنبه‌های اجتماعی نانو تکنولوژی مطرح می‌سازد که بر اساس بیان نظریات محققان و دانشمندان نانو تکنولوژی حاصل شده است. مفاهیمی که در این پژوهش بیان شده در آینده به صورت برنامه‌ای برای استفاده محققان نانو تکنولوژی در دسترس آنها قرار خواهد گرفت. همچنین در این پژوهش به بیان برنامه‌هایی به نام **نانومتر** و **ایلسا** برای توسعه جوامع اجتماعی با رعایت اصول اخلاقی و مفاهیم قانونی پرداخته می‌شود.

واژه‌های کلیدی: نانو تکنولوژی، نانومتر، اصول اخلاقی، منافع اقتصادی، ایلسا.

۱- مقدمه

در سال ۲۰۰۵ نقشه کاملی از فناوری نانو به عنوان "شگفتانگیز کوچک"^۳ توسط پژوهشگران منتشر شده است. این پژوهش حاوی مطالبی است که اکثر مردم از آن اطلاعی نداشتند [۱-۳]. این در حالی است که آگاهی در مورد نانو تکنولوژی هنوز در میان دانشمندان و حتی مدیران بسیار پایین است، در میان پیشرفت‌های علمی، انتظارات اقتصادی از نانو تکنولوژی بسیار بالا می‌باشد. در سطح جهان، انتظارات عمومی و خصوصی از مخارج فناوری نانو در سال ۲۰۰۴ بیش از ۸ میلیارد دلار برآورد شده است، این در حالی است که پیش بینی می‌شود که این مقدار در سال ۲۰۱۰ به حدود دو برابر این مقدار برسد. اما در این میان به منظور حصول اطمینان از موفقیت طولانی مدت فناوری نانو می‌بایستی جنبه‌هایی بیش از جنبه‌های اقتصادی موقتی را مورد ملاحظه قرار دهیم [۱-۳].

در برنامه‌های مربوط به نانو تکنولوژی و علوم نانو در اروپا، پژوهشگران اروپایی، اهمیت اصول اخلاقی و ملاحظات اجتماعی آن را در فرآیندی به نام R&D مورد بررسی قرار داد ما نیز در ایران تلاش کردیم از فرآیندی به همین نوع استفاده

۱ و * - کارشناس ارشد مهندسی عمران، گرایش مکانیک خاک و مهندسی پی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

۲ - دانشجوی کارشناسی ارشد جامعه شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم

۳ . small wenders



نماییم. به منظور حمایت از تصمیم گیرندگان در مورد تحقیقات، تجارت و همچنین اهمیت انعکاس نظریات گسترش عمومی در این رابطه پروژه‌های با نام پروژه نانولوگ مطرح شده است. هدف از طرح پروژه نانولوگ کمک در ایجاد درک عمومی در مورد جنبه‌های اجتماعی نانوتکنولوژی و تسهیل گفتگوها در میان جامعه مدنی، تجاری و علمی می‌باشد. با توجه به دیدگاه پژوهشگران اروپایی و ایرانی، نانولوگ شامل جلسات بحث و بررسی و مصاحبه با متخصصان در سراسر اروپاست [۱][۴]. (که پژوهشگران این مقاله از نظرات متخصصان داخلی نیز استفاده نمودند) که به دنبال گسترش این دیدگاه می‌باشند. با توجه به برخی از نتایج نانولوگ، این پژوهش در ابتدا به تفسیرهای مختلف در مورد مسائل اجتماعی می‌پردازد و سپس طرحی تحلیلی از جنبه‌های اجتماعی را ارائه می‌دهد. در مرحله دوم نظریاتی را که از طریق متخصصان مختلف (در مورد مصاحبه‌های فناوری نانو) حاصل شده‌اند مورد بررسی قرار می‌دهد. در مرحله سوم، دو نتیجه محسوس ذیل به طور خلاصه مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

✓ وسیله آنلاین در جهت ارزیابی سریع فرصت‌های نانوتکنولوژی

✓ ارزیابی خطرات در طول فاز R&D و تشخیص دیدگاه‌ها در آینده و چگونگی گسترش نانوتکنولوژی

برای بررسی اطلاعات بیشتر در مورد این پروژه می‌توانید به مراجع [۱-۶] مراجعه نمایید.

۲- جنبه‌های اجتماعی نانوتکنولوژی چه هستند؟

این مسئله که آیا سیاست، تجارت و اجتماع مدنی نمایانگر وجود سهامداران عمده‌ای است که در مورد برخی از جنبه‌های اخلاقی، اجتماعی و یا قانونی با یکدیگر یکپارچه می‌باشند کاملاً مشخص است [۶-۷]. اما معیارهای ارزیابی یا درک معمولی به طور کامل و دقیق در مورد این جنبه‌ها وجود ندارد. همواره به نظر می‌رسد که تمامی این سهامداران مختلف دارای عقایدی قوی در مورد این جنبه‌ها هستند و بسته به گروه‌های اجتماعی یا اصول علمی، سوال‌های مختلفی در مورد نانوتکنولوژی مطرح شده است [۸-۱۰]. تلاش‌ها در جهت ایجاد ساختارهایی برای جنبه‌های اجتماعی تکنولوژی منجر به نتایج مختلفی شده است. در مطالعات صورت گرفته توسط آرنال^۱ برای ایجاد جامعه ایمن چهار خوشه در نظر گرفته شده است [۱۰]: محیطی، اجتماعی - سیاسی، پذیرش عمومی و مقررات. همچنین ادوارد^۲ ۱۰ چالش عمده‌ای را که نمایانگر مشکلات بالقوه فناوری نانو است و توسط رهبران فناوری نانو بیان شده بدون هیچ چارچوبی مشخص و طرح مناسب برای مبارزه با این چالش‌ها مطرح می‌نماید. همواره نگرانی‌های محیطی، اقتصادی و اجتماعی به همراه ترس از تکنولوژی، را بیان می‌دارد (برای مثال ایجاد تسهیلات و اسلحه‌های جدید [۱۱]).

هر چند روش‌هایی خاص همچون خطرات بالقوه نانوذرات همواره در تحقیقات مختلف مطرح شده‌اند اما همواره تفاوت‌هایی در مورد این روش‌ها مطرح شده است [۱۲-۱۳]. در تلاش به منظور ایجاد مشترکاتی میان شیوه‌های موجود و فراهم سازی رهنمون‌هایی در جهت انجام پروژه‌های نانولوگ، طرحی مبنی از چندین جنبه اجتماعی، قانونی و اخلاقی مطرح شده است. این روش از طریق درک خصوصیات مربوط به فرصت‌ها و تهدیدهای ذکر شده در ارتباط با نانوتکنولوژی و کاربردهای آن بیان شده است. السا^۳ به عنوان یک نماینده (نمایانگر) از فرصت‌ها و تهدیدهای مطرح نشده در مورد کاربردهای نانوتکنولوژی (NT) محسوب می‌گردد، این طرح را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

✓ عملکردهای محیطی: تأثیرات مستقیم و غیر مستقیم را بر محیطی طبیعی در بر می‌گیرد.

✓ علامت انسانی: اثرات مستقیم و غیر مستقیم را بر رفاه انسانی مطرح می‌کند.

✓ شخصی: در ارتباط با طرح یا دستیابی به اطلاعات شخصی است.

¹ . Arnall

² . Edwards

³ . European Law Students' Association – ELSA = انجمن دانشجویان قانون اروپا - السا



- ✓ دستیابی: به این موضوع اشاره می‌کند که چگونه افراد یا گروه‌های اجتماعی می‌توانند به آن دسترسی پیدا کنند و از کاربردهای نانوتکنولوژی (NT) بهره مند شوند.
- ✓ پذیرش: به سطح پذیرش عمومی اشاره دارد، اینکه تا چه میزان مردم کاربردهای نانوتکنولوژی (NT) را می‌پذیرند تأثیر پذیرش عمومی ممکن است با گسترش تولید و بازاریابی نانوتکنولوژی (NT) همراه باشد.
- ✓ مسئولیت پذیری: به تأثیر مستقیم و یا غیر مستقیم نانوتکنولوژی (NT) یا کاربردهای آن در مورد مسئولیت-پذیری قانونی اشاره دارد.
- ✓ مقررات و کنترل: به مقررات سرویس‌های عمومی به عنوان فرایندی در جهت کنترل، گسترش، آزمایش بازاریابی و... کاربردهای نانوتکنولوژی اشاره دارد.

۳- نظرات متخصصان در مورد جنبه‌های اجتماعی

در مورد نتایج حاصل در اولین فاز پروژه، از نظرات ۵ متخصص داخلی و ۱۰ متخصص اروپایی در عرصه فناوری نانو استفاده شد، این افراد با توجه به مجموع تحقیقات انجام شده و مراجع در دسترس انتخاب شدند [۱۴][۱۲]. همچنین تلاش شد برنامه‌ای شبیه‌السا برای ایران با نام ایلسا^۱ در نظر گرفته شود. هدف از انجام این کار تجدید نظر در مورد طرح‌های مطرح شده در مورد جنبه‌های فناوری نانو در سه مقوله طبقه بندی شده، (۱) تشخیص پزشکی، (۲) بسته بندی‌های غذایی، (۳) انتقال و تولید انرژی است. از این گروه‌ها به طور عمومی بیشتر در مورد السا و ایلسا در نانوتکنولوژی سوال شد علاوه بر آن سوال شوندگان با چالش‌هایی در مورد اولویت بندی جنبه‌ها مواجه شدند. در پایان نیز نتایج حاصل از بحث‌ها و بررسی‌ها به طور خلاصه عنوان شدند [۱۴-۱۵].

۳-۱- طرح مقوله تحلیلی برای جنبه‌های اجتماعی نانوتکنولوژی

طرح مشخص شده در بخش دوم پژوهش به مصاحبه متخصصان اشاره دارد. تقریباً تمامی مسائل اخلاقی، اجتماعی و حقوقی و نظریات مطرح شده توسط متخصصان قابل دستیابی می‌باشند، شایان ذکر است تنها استفاده نظامی اجتماعی از کاربردهای نانوتکنولوژی مورد ملاحظه واقع نشده است چرا که این مسئله خارج از حیطه طراحی این طرح می‌باشد و در طرحی دیگر به صورت جامع مورد بررسی قرار گرفته است.

۳-۲- ارتباط بالای سلامتی انسان و عملکرد محیطی

در پرسش‌های مربوط به سودهای اجتماعی و خطرات نانوتکنولوژی بسیاری از مصاحبه شوندگان به تساوی میان ارگانسیم‌های اصلاح شده ژنتیکی اشاره کردند. در نتیجه مفاهیم بالقوه در مورد سلامتی انسان و محیط با جنبه‌هایی از کاربردهای مختلف فناوری نانو در ارتباط می‌باشد. از جمله پیشرفت‌های بسیار مهمی که در زمینه سلامتی انسان‌ها مطرح شده است تشخیص پزشکی و کاربردهای درمانی آن می‌باشد. بسیاری از این مصاحبه‌های صورت گرفته بر این اساس بوده‌اند که به کاربری فناوری نانو می‌تواند با پیشرفت‌های اساسی در زمینه سلامت انسان همراه باشد، در مورد منافع محیطی نیز کارآیی منابع و به خصوص ایجاد محیط زیست سالم و انرژی پاک مورد انتظار می‌باشد [۱۱][۱۲-۱۳]. همچنین خطرات مربوط به تکنولوژی در ارتباط با آلوده کردن محیط، کارگران و مصرف کنندگان نیز مد نظر قرار گرفته است.

۳-۳- مباحث شخصی و دسترسی: مبحثی که به نظر نامرتب می‌آید

¹ Iran Law Students' Association – ILSA = ایلسا - انجمن دانشجویان قانون ایران

به غیر از ۷ جنبه مطرح شده، مباحث شخصی و دسترسی در طول مباحث مطرح شده و این جنبه‌ها نیز مورد بررسی قرار گرفته‌اند. مباحث شخصی در ارتباط با کاربرد تشخیصی پزشکی به کار رفته‌اند. فاکتورهای معمول در مورد مواد دسترسی و شخصی دارای اثراتی هستند که در طولانی مدت به صورت غیر مستقیم یا سیستماتیک مورد بررسی قرار خواهند گرفت [۱۴-۱۷]. در بعضی از این مواقع این تأثیرات تنها پس از آشکار شدن کاربردهای نانو تکنولوژی آشکار می‌شوند. محققان بر این باورند که کاربردهای نانو تکنولوژی در آینده نحوه جمع آوری داده‌های شخصی را آسان‌تر می‌کند [۱۸-۱۹] و فضای خصوصی شهروندان و مشتریان به احتمال زیاد کاهش می‌یابد، همچنین انتظار می‌رود در آینده نزدیک به دنبال ایجاد داده‌های جدیدی در مورد سلامت انسان‌ها و مباحث ژنتیک با قیمت کمتر باشیم. شیوه‌های جدید برچسب گذاری و بررسی مواد غذایی، که انتظار می‌رود اجازه افزایش ردیابی محصولات را ارائه دهد و می‌تواند به عنوان یک مسئله مهم مورد ملاحظه قرار گیرد. شایان ذکر است اکثریت مصاحبه شوندگان پیش بینی می‌کنند که انتظار می‌رود امکان دسترسی به تکنولوژی میان کشورهای توسعه یافته و کشورهای در حال توسعه به مقدار یکسان به وقوع بپیوندد.

۳-۴- پذیرش، مسئولیت پذیری و مقررات نانو تکنولوژی‌ها

تمامی مصاحبه کنندگان به این مسئله اذعان کردند که پذیرش عموم مردم یکی از مهمترین مسائل مربوط به گسترش فناوری نانو به خصوص در جنبه‌های اجتماعی می‌باشد. در جایی که منافع شخصی برای مثال تشخیص پزشکی، استفاده در تصفیه آب یا تولید انرژی قابل برگشت نیز انتظار می‌رود. البته به نظر می‌رسد که پذیرش عمومی در درجه اول اولویت قرار دارد.

نیاز به مقررات خاص نانو تکنولوژی نیز خود قابل بحث و بررسی است. در این باره موادی همچون عدم وجود مقررات کافی مطرح می‌شود. برخی دیگر نیاز به مقررات کلی و برخی دیگر نیاز به مقررات خاص را مطرح می‌سازند. اما توافق کلی در مورد اهمیت یک چارچوب مقرراتی برای پذیرش عمومی به خوبی حاصل شده است. هر چند در مورد جنبه‌های مسئولیت پذیری توافقات لازم حاصل نشده است، اما تمامی مصاحبه شوندگان به اهمیت تعدادی از محصولات نانو تکنولوژی در بازار اذعان کردند.

۴- پیشبرد گفتگو

به هدف پیشبرد گفتگو و به چالش کشیدن افراد در جهت مقابله با مسائل مطرح شده در مورد مفاهیم اجتماعی نانو تکنولوژی، دیدگاه‌های آینده نانو تکنولوژی در سال ۲۰۱۵، ارزیابی‌های آنلاین برای محققان و گسترش دهندگان، حاصل شده است.

۴-۱- سه دیدگاه در مورد نانو تکنولوژی در سال ۲۰۱۵

بر اساس مطالعات انجام شده توسط متخصصان و گسترش نانو تکنولوژی در آینده مباحث بسیاری مورد توجه قرار گرفته‌اند. بر اساس این اطلاعات، سه دیدگاه مطرح شده است.

- ✓ **بازیابی سوانح**، فرض می‌کند که بدن افراد در برابر خطرات محیطی و سلامتی مربوط به نانو تکنولوژی با طرحی آهسته همراه است. این در حالی است که بنگاه‌های شخصی به دنبال آن هستند تا مقررات خود را در این زمینه وضع کنند.
- ✓ **هم اکنون که ما در حال بحث و بررسی هستیم**، سیستم‌های قوی حسابداری در حال جایگزین شدن با پیشرفت‌های نانو تکنولوژی هستند و مقررات در سطح بین المللی استاندارد سازی شده‌اند. انگیزه‌های عمومی به سمت تحقیق و بررسی در مورد محصولاتی که به صراحت به نفع جامعه معطوف شده است. همچنین نظام قوی مدیریتی به تضمین سلامت و ایمنی فناوری نانو می‌پردازد.

✓ **تأمین انرژی آینده**، تأمین انرژی آینده مشخص می‌سازد که پیشرفت‌های علمی بسیار سریعتر از آنچه ما انتظار داشته‌ایم پیش می‌روند و محصولات حاصل از نانو تکنولوژی در حال ایجاد یک تأثیر واقعی بر جامعه و اقتصاد می‌باشند. که به سرعت تغییرات مقرراتی را به همراه خواهد داشت. هر چند در مورد خطرات مربوط به استفاده از مواد جدید مسائلی مطرح شده است.

هدف طرح این دیدگاه‌ها درک عمیق‌تر منافع اجتماعی و خطرات نانو تکنولوژی از دیدگاه محققان است. با توجه به اختلاف سلیقه‌های موجود در میان صاحب‌ه شندگان، سهامداران و غیره، بررسی گسترش سیاست‌های طولانی مدت از اهمیت زیادی برخوردار است. این دیدگاه‌ها به طور اساسی قابل پیش بینی نمی‌باشند و می‌بایستی به عنوان یک وسیله ارتباطی یا طرحی کیفی مد نظر قرار گیرند. یک شیوه مفید در جهت ارتباط دادن منافع و خطرات نانو تکنولوژی در مورد عموم مردم مورد استفاده واقع شده است.

۲-۴- نانومتر - ارزیابی جنبه‌های اجتماعی در فازهای اولیه ابداع

محققانی که در پیشرفت‌های محصولات نانو تکنولوژی شرکت می‌کنند به ندرت از جنبه‌های اجتماعی کاربردهای نانو تکنولوژی آگاه می‌باشند. علاوه بر آن اغلب با کمبود زمان، نداشتن انگیزه یا قابلیت لازم در سطوح بالای ابداعات مواجه هستند و پذیرش قانونی به تنهایی کافی نمی‌باشد، در صورتی که مشخصه‌های خاص از محصول، شیوه تولید یا تکنولوژی‌های مورد استفاده از طریق جامعه رد شوند که گاهی اوقات این امر به دلیل دلایل منطقی صورت می‌پذیرد. به منظور مشخص کردن این جنبه‌ها نانومترهای وب گرا، گسترش یافتند. این امر به غیر متخصصان در زمینه‌ها و ایلسا کمک می‌کند تا ارزیابی مختصری را در مورد کاربردهای نانو تکنولوژی در طول فرایند R&D ارائه دهند. علاوه بر این، این مسئله ۱۷ سوال را مطرح ساخته است که به درک مسائل اجتماعی و ارزیابی منافع اجتماعی بالقوه کمک می‌کند.

علیرغم ارزیابی‌های صورت گرفته از رفتار کاربران، نانومترها در تشخیص این جنبه‌ها و برای پذیرش عموم ضروری می‌باشند. در انجام این مهم، برخی وسایل نیز ممکن است در کمک به دستیابی R&D مفید واقع شوند. علاوه بر آن درک مفاهیم اجتماعی نیز بسیار مهم و ضروری است

۵- نتیجه‌گیری

اینگونه پیش بینی می‌شود که فناوری نانو زندگی ما را دچار تغییر و تحول می‌نماید. که برخی از این تغییرات را می‌توان مورد پیش بینی قرار داد. در خواست به منظور داشتن بحث‌های عمومی در مورد مفاهیم اجتماعی منجر به ایجاد فعالیت‌ها و پروژه‌های بسیاری در این رابطه شده است. اما آنها اغلب با فقدان رهنمون همراه می‌باشند. پیشرفت‌هایی که در آینده به وقوع می‌پیوندد را می‌توان سازماندهی کرد تنها می‌بایست مشخص سازیم که کجا می‌خواهیم برویم. با این ارزیابی‌های معمولی در مورد خطرات و منافع مربوط به کاربردهای نانو تکنولوژی مسائل بسیاری شفاف سازی می‌شوند. نانولوگ در واقع پایه و اساس فعالیت‌های ما در آینده محسوب می‌گردد. به منظور حصول اطمینان از اینکه نانو تکنولوژی با بیشترین سود و منفعت در جامعه همراه می‌باشد، مباحث مربوط به مفاهیم محیطی و اجتماعی را می‌بایستی در مورد پیشرفت‌های نانو تکنولوژی لحاظ کرد.

به طور معمول یک قسمت مهم از گفتگو به خطرات مربوط به کاربردهای نانو تکنولوژی اشاره دارد. جلوگیری از کاربردهای نانو تکنولوژی نه تنها می‌بایست مجدداً مورد تجدید نظر قرار گیرند بلکه موارد مربوط به پیشرفت نانو تکنولوژی نیز می‌بایستی مورد ملاحظه قرار گیرند. چندین دیدگاه می‌تواند به گسترش تکنولوژی‌هایی از این نوع منجر شود و توجه محققان را به مسائل بالقوه‌ای در این زمینه معطوف سازد. در این میان احتیاطاتی نیز می‌بایستی مورد ملاحظه قرار گیرند. تعدادی از تحقیقات صورت گرفته در مورد نگرانی‌های افراد بشر در مورد خطرات نانو ذرات می‌باشد. دیگر محتویات مربوط به نانو ممکن است باعث به خطر انداختن سلامتی افراد بشر محیط و جامعه شوند. با توجه به سوالات مطرح شده در مورد خطرات مربوط، پاسخ‌هایی در این رابطه مورد نیاز می‌باشد بیشتر بحث‌ها و مصاحبه‌های صورت گرفته در رسانه‌های گروهی در مورد کاربردهای

نانوتکنولوژی بر اساس سطحی است که بین تفاوت‌های عمیق کاربردی و موارد مطرح شده تحت عنوان نانوتکنولوژی تمایز می‌گذارد. فواید و خطرات مطرح شده برای کاربردهای مجزای نانوتکنولوژی اغلب با فواید و خطرات نانوتکنولوژی همراه می‌گردد و در مباحث عمومی مطرح می‌شود. گفتگو و ارتباطات نیاز به متن دارند تا بر کاربردهای خاص متمرکز شوند (به جای متمرکز شدن بر نانوتکنولوژی). گفتگو می‌بایستی چارچوبی را در جهت ارزیابی فواید و خطرات بالقوه تمامی کاربردها ایجاد کند و تمامی سطوح برای اهداف کوتاه مدت و طولانی مدت می‌باشند. عمل بر اساس پیشنهادهایی که حاصل از گفتگو‌هایی مطرح شده، نیاز به چارچوب‌هایی جدید، خاص و مقرراتی می‌باشد که بیش از پیش مورد بررسی قرار گرفته و گسترش یابد. و در پایان پذیرش عموم مردم یکی از مهمترین مسائل مربوط به گسترش نانوتکنولوژی به خصوص در جنبه‌های اجتماعی می‌باشد.

تشکر و قدردانی

مولفین این مقاله بر خود لازم می‌دانند از اساتید گرامی جناب آقای دکتر وحیدرضا اوحدی و دکتر ابوالقاسم امیری تشکر نمایند. همچنین مولفین این مقاله بر خود لازم می‌دانند از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه بوعلی سینا برای تهیه بخشی از مواد و وسایل این تحقیق تشکر نمایند.

مراجع

- [1] امیری، محمد، (۱۳۸۸). "تأثیر فناوری نانو و نانومواد در عملکرد بهینه زیرساخت‌ها در کشور" مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت زیرساختها؛ دانشکده فنی دانشگاه تهران- آبان ماه ۱۳۸۸.
- [2] The Economist, Fear and loathing. (2005)., "*A survey of nanotechnology, The Economist*" (January 1, 2005), pp. 7-9.
- [3] Tomellini R. Nanotechnology., "*what does "Brussels"*". Available at.
- [4] Commission of the European Communities. (2005-2006)., "*Communication from the commission to the council, the European parliament and the economic and social Committee*". Nanosciences and nanotechnologies: an action plan for Europe 2005-2006. Brussels.
- [5] A. Bachmann, (2006)., "*Nanobiotechnologie Eine ethische Auslegung*", Eidgenössische Ethikkommission für die Biotechnologie im Ausserhumanbereich, Bern.
- [6] R. Hayhurst, H. Wolfgang, M. Guglielmo, T. Volker and B. David, (2007)., "*Talking nano – what makes nanotechnology special. In: M. Claessens, Editor*", Communicating European Research 2005, Springer, Dordrecht, The Netherlands, p. 229.
- [7] Swiss Re, editor. (2004)., "*Nanotechnology. Small matter, many unknowns*". Zurich.
- [8] In: House of Lords, Editor, Science and society, third report, House of Lords, London (2000), p. 5.
- [9] J. Schummer, (2004)., "*Societal and ethical implications of nanotechnology: meanings, interest groups, and social dynamics*", Techné: Research in Philosophy and Technology 8 (2), pp. 56-87.
- [10] A. Arnall, (2003)., "*Future technologies, today's choices. Nanotechnology, artificial intelligence and robotics: a technical, political and institutional map of emerging technologies Report for the Greenpeace Environmental Trust*", Greenpeace Environmental Trust, London.
- [11] S.A. Edwards, (2006)., "*The nanotech pioneers*", Wiley-VCH, Weinheim, Germany. pp. 199.
- [12] امیری، محمد، (۱۳۸۷). "استفاده از نانورس‌ها در پروژه‌های ژئوتکنیک زیست‌محیطی به منظور جذب آلاینده‌های فلز سنگین"، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی دانشگاه بوعلی سینا. ۱۹۷ صفحه.

[۱۳] امیری، محمد، (۱۳۸۹). "تأثیر فناوری نوین نانو در مهندسی عمران با نگرش ویژه به کاربرد نانوسرها در پروژه‌های ژئوتکنیکی و ژئوتکنیک زیست محیطی"؛ مجموعه مقالات اولین اولین همایش فناوری‌های نوین در علوم مهندسی؛ موسسه آموزش عالی خاوران؛ دانشکده فردوسی مشهد- اردیبهشت ۱۳۸۹.

[14] V. Türk, C. Liedtke, C. Kaiser, D. Vedder, H. Kastenholz and A. Köhler et al., (2006), "*Nanologue background paper on selected nanotechnology applications and their ethical, legal and social implications. In: Wuppertal Institute for Climate*", Environment and Energy, EMPA, forum for the future, pp. 1–34. [Published under the Nanologue project as deliverable D2 for work package].

[15] V. Türk, C. Kaiser, C. Liedtke, H. Knowles, V. Murray and S. Schaller et al., (2006)., "*Nanologue. Engaging with researchers and civil society*". In: Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy, forum for the future, EMPA, triple innova, pp. 1–117.

[16] Volker, T., Kaiser C., (2007). "*Invisible but tangible? Societal opportunities and risks of nanotechnologies*" ., *Journal of Cleaner Production, Volume 16, pp: 1006-1009* .

[17] Douglas, P., (2005). "*Will nanotechnology make the world a better place?*". Trends in Biotechnology, Volume 23, Issue 8, , pp: 395-398.

[18] Tanya, S., Jorge, V., Thomas, D., Karen, L., (2005)., "**Nanotechnology: Awareness and societal concerns**"., *Technology in Society. Volume 27, Issue 3, pp: 329-345.*

[19] Debashish, M., Priya, K., Robert, V., Akhlesh, L., (2005)., "**Nanotechnology and the environment: Risks and rewards**", *Marine Pollution Bulletin., Volume 50, Issue 6, pp: 609-612.*