

# رابطه علم و اخلاق در نانوفناوری

دکتر سید محمد سید حسینی<sup>۱</sup>، سید محسن اقبالی<sup>۲\*</sup>، دکتر علی بنیادی نائینی<sup>۲</sup>

دکتر سید سروش قاضی نوری<sup>۳</sup>

۱. گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران

۲. گروه مدیریت تکنولوژی، دانشکده مهندسی پیشرفت، دانشگاه علم و صنعت ایران

۳. گروه مدیریت، دانشکده مدیریت، دانشگاه علامه طباطبایی

(تاریخ دریافت: ۹۲/۳/۲۵، تاریخ پذیرش: ۹۳/۸/۲۸)

## چکیده

**زمینه:** نانوفناوری زمینه‌ای از علم است که به سرعت در حال پیشرفت می‌باشد. پیش بینی می‌شود: این پیشرفت‌ها تأثیرات بسیار شگرف و عظیمی روی زمینه‌هایی از علم همچون: الکترونیک، پزشکی و علم مواد بگذارد. از این رو، پژوهش حاضر با هدف بررسی دقیق ادبیات موجود در حوزه علم و اخلاق در نانوفناوری، بودجه دولت‌ها و اسناد سیاست‌گذاری آنها شکل گرفت.

**نتیجه‌گیری:** نتایج تحقیقات نشان می‌دهند: در صورتی که جنبه‌های اخلاقی، حقوقی، اجتماعی، سیاسی و ... نانو فناوری موازی با جنبه علمی آن توسعه پیدا نکند، این زمینه از علم با خطراتی جدی مواجه خواهد شد. همچنین، پژوهش حاضر نشان می‌دهد، با وجود تأثیر بالقوه نانوفناوری و بودجه‌های سرشار و سرازیر شده به سمت این زمینه علمی، کمبودهایی جدی در بیان مفاهیم اخلاقی، حقوقی و اجتماعی نانوفناوری و پژوهش در این زمینه‌ها وجود دارد. پژوهش‌ها بیانگر این امر هستند که: با جهش رو به جلوی ابعاد علمی نانوفناوری، اخلاق و جنبه‌های اخلاقی در پس این جهش‌ها دچار عقب افتادگی و واپس‌زدگی خواهند شد. در پایان نیز برخی استراتژی‌ها جهت پرکردن شکاف میان علم و اخلاق در نانوفناوری ارائه شده است.

**کلید واژگان:** نانوفناوری، اخلاق، علم مواد

## سر آغاز

به صورتی رو به جلو و پس افتادن مباحث اخلاقی<sup>۳</sup> آن در پشت مباحث علمی آن می‌باشد. گروه‌های فعال در این زمینه به شناسایی این شکاف ایجاد شده پرداخته و به پژوهش درباره آن پرداخته‌اند<sup>(۴)</sup>. محققان در این زمینه بر این اعتقادند که: اگر در مسیر پیشرفت نانوفناوری به مفاهیمی همچون: اخلاق، محیط‌زیست<sup>۴</sup>، اقتصاد<sup>۵</sup> و قانون<sup>۶</sup> در نانو فناوری پرداخته نشود و سرعت رشد این حوزه‌ها متناسب با سرعت رشد علمی این زمینه از علم نباشد، خطری جدی در مسیر پیشرفت نانوفناوری وجود خواهد داشت. اخلاق دانشی است که از اصول و ارزش‌ها صحبت می‌کند، ارزش‌هایی که ناظر به رفتارها و صفات ارادی مردمان و تمایز آنها از حیث خوبی و بدی، شایستگی و

امروزه مشکلات اساسی جوامع نوین: روبه اتمام بودن منابع، تغییرات جهانی و نابرابری‌های اجتماعی و اقتصادی در جهان است. به نظر می‌رسد تنها راه ممکن برای نجات بلندمدت نوع بشر، اتخاذ ارزش‌های اخلاقی در بستر توسعه پایدار باشد<sup>(۱)</sup>. در اجلاس جهانی توسعه پایدار، سازمانی به نام «ای تی سی<sup>۱</sup>» به برگزاری چندین کارگاه در رابطه با چگونگی بکارگیری نانومواد<sup>۲</sup> پرداخت (۲). در همین حال، طی چندین سال گذشته، هزینه‌های تحقیق و توسعه در زمینه نانوفناوری و فناوری‌های نوین به طرز چشم‌گیری افزایش یافته است<sup>(۳)</sup>. آنچه که از بررسی‌های گذشته در رابطه با نانوفناوری برداشت می‌شود، جهش این علم

علمی پرداخته‌اند. جدول ۱، نشان دهنده تعدادی از این کشورها و میزان سرمایه‌گذاری آنها روی نانوفناوری می‌باشد.

**جدول ۱: نمایش رشد سرمایه‌گذاری در زمینه تحقیق و توسعه در حوزه نانوفناوری در کشورهای صنعتی (میلیون دلار/سال)**

کشور/منطقه	۱۹۹۷	۲۰۰۲	۲۰۱۰
آمریکا	۴۳۲	۶۰۴	۱۵۳۰
اروپای غربی	۱۲۶	۴۰۰	۹۵۰
ژاپن	۱۲۰	۷۵۰	۱۲۸۰
کره جنوبی	۰	۱۰۰	۸۷۵
تایوان	۰	۷۰	۶۹۰
استرالیا	۰	۴۰	۷۳۰
چین	۰	۴۰	۱۳۶۰
برزیل	۰	۲۷۰	۹۸۰

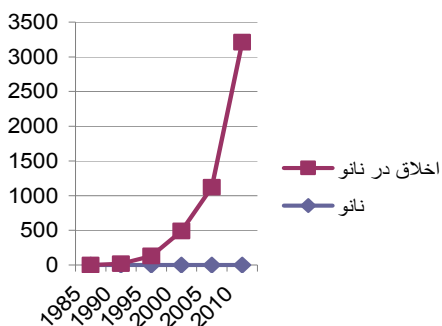
همچنین، معرفی برخی از کاربردهای تجاری این فناوری به بازار، سبب هرچه بیشتر شناخته شدن این فناوری توسط جوامع شده است. برای نمونه، نوعی حسگر آشکارساز بخارهای نفتی و شیمیایی ساخته شده از نانوتیوب‌ها ابداع شده، که وظیفه محافظت از پالایشگاه‌ها، کارخانه‌های تولید مواد شیمیایی، سکویهای نفتی و ... را برعهده دارد. جالب اینکه این حسگر ۱۰ برابر ارزاتر از نمونه موجود و ساخته شده با فناوری‌های قدیمی‌تر بوده و قادر است با یک باتری ساعت‌مچی، به مدت یکسال کار کند(۹).

### مفاهیم اخلاقی؛ مباحث عقب‌مانده از فرآیند پیشرفت نانوفناوری

دانشمندان، دولتمردان و نهادهای تحقیقاتی بر ضرورت عملکرد اخلاقی در اجرای تحقیقات علمی تأکید کرده‌اند. عملکرد اخلاقی برای تسریع همکاری و ایجاد اعتماد میان دانشمندان برای پیشبرد اهداف تحقیق مهم است(۱۰). در بحث فناوری‌های نوظهوری مانند نانوفناوری، آنچه بسیارنگران‌کننده است، عدم توازن در سرعت رشد جنبه‌های علمی و مفاهیم اخلاقی فناوری

ناشیاستگی و بایستگی و نایستگی هستند(۵) نانوفناوری زمینه-ای علمی است که به سرعت در حال رشد بوده و تمرکز اصلی آن بر روی خلق مواد اصلی و بنیادی، قطعات و سیستم‌هایی است که قادر به کنترل رویدادها در مقیاس نانو باشد و به سرعت در حال تغییر خواص و ویژگی‌های مواد موجود و خلق پدیده‌های جدید می‌باشد(۶). مشاهده‌های گوناگون نشان می‌دهند، تمام جامعه و نه فقط دانشمندان، نیاز دارند که روندهای موجود در نانوفناوری را به صورت جدی دنبال نمایند. بدین منظور، در مرحله اول، باید پیشرفت‌های اصلی علمی و فناورانه در علوم ذره بینی<sup>۷</sup>، علم مواد و دستکاری در سطح مولکولی مدنظر قرار گرفته و در مرحله دوم، به ادراک و مرزبندی دقیق میان فیزیک کلاسیک و فیزیک کوانتومی پرداخته شود. بررسی مرحله اول: بیش از سه سال است که یک موتور زیست‌مولکولی<sup>۸</sup> که پروانه آن از عنصر نیکل غیرآلی ایجاد شده و توان آن توسط نوعی آنزیم افزایش یافته، ساخته شده است(۷). در جهشی بزرگ به سوی کوچک‌سازی قطعات الکترونیکی، ترانزیستورهای تک مولکولی ساخته شده‌اند. نوعی از نانوذرات<sup>۹</sup> در پزشکی تولید شده‌اند که قادرند به سلول‌های مغزی گرفتار تومورهای بدخیم داروسازی نمایند. نوعی از نانوذرات طلا ایجاد شده‌اند که قادر به شناسایی «دی ان ای»<sup>۱۰</sup> در زمان انتشار بیماری‌های بیولوژیکی همچون سیاه زخم می‌باشد(۸). بررسی مرحله دوم: انجام ارزیابی دقیق با ترازهای علمی ثابت و بدون شبهه، بررسی نانوفناوری و انقلابات علمی که این فناوری در حال ایجاد آن می‌باشد و بررسی میزان تأثیرگذاری جدی آن بر روی جوامع مختلف همگی نشان از ایجاد تحولی عظیم در این عرصه از علم می‌باشد. یکی از برندگان جایزه نوبل شیمی معتقد است: تأثیر نانوفناوری روی سلامت<sup>۱۱</sup>، ثروت<sup>۱۲</sup>، معیارهای زندگی و... حداقل برابر تأثیرات تولید میکروالکترونیک، تصویربرداری پزشکی، پزشکی به‌وسیله رایانه و پلیمرهای تولید شده به‌دست انسان خواهد بود. لازم به ذکر می‌باشد که، استفاده ترکیبی از نانوفناوری، توسط کشورهای صنعتی و قدرت‌های علمی جهانی، در سیستم‌های نوآورانه‌شان می‌باشد. این کشورها نانوفناوری را به چشم موتور تولید ثروت در آینده نزدیک می‌بینند و به سرمایه‌گذاری عظیم در این زمینه

در سال‌های اخیر، کنفرانس‌های مهم و تأثیرگذاری، به منظور بحث و بررسی مفاهیم و مسائلی همچون: اخلاق، قانون و مسائل اجتماعی در نانوفناوری، در جهان برگزار شده است. در بسیاری از این کنفرانس‌ها، بر روی مفاهیم پایه‌ای همچون: نقش اخلاق در نانوفناوری و تأثیرات این فناوری بر روی جامعه بحث و جدل شده است. همچنین، در این کنفرانس‌ها به مقایسه نانوفناوری با دیگر فناورهای قدیمی و مقایسه چگونگی تأثیرگذاری آنها و نانوفناوری پرداخته شده است (۱۶). درحالی‌که، جهان شاهد رشد چشم‌گیری در تعداد نشریات، مقالات و کتب مربوط به نانوفناوری بوده است، رشد بسیار پایی را در نشریات مربوط به مفاهیم اخلاق و زیردامنه‌های مربوط به آن و ارتباط آن با نانوفناوری مشاهده کرده است. همچنین، در نشریات و مقالات منتشره، بسیار کمتر از حد انتظار به مسائلی همچون: پیامدهای اجتماعی و زیست محیطی، مباحث تکنیکی و فنی و مباحث فرهنگی مربوط به بکارگیری نانوفناوری پرداخته شده است (۱۷). پژوهشگران در پژوهش حاضر، با پایش و جستجوی میدانی پایگاه‌های اطلاعاتی مهم، سعی در استخراج میزان انتشارات حوزه نانوفناوری که در رابطه با اخلاق و پیامدهای اجتماعی این علم بحث کرده‌اند، نموده‌اند که نتایج آن در نگاره های ۱ و ۲ و ۳ نمایش داده شده است (۱۸).



نگاره ۱: نمایش تعداد مقالات استناد داده شده در حوزه نانو و اخلاق در نانو (۱۹)

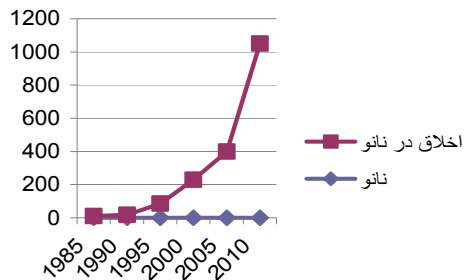
همچون: مباحث قانونی، اجتماعی<sup>۱۳</sup>، فرهنگی<sup>۱۴</sup>، زیست‌محیطی و... می‌باشد. اگرچه، بودجه‌های تحقیقاتی فراوانی در این زمینه هزینه شده و بسیاری از محققان، در حال پژوهش بر روی این جنبه از فناوری می‌باشند، اما حتی این حجم از کار هم قانع کننده نبوده و نیاز به توجه بیشتر به این بُعد از نانوفناوری می‌باشد. بیشتر مفسران و محققان نانوفناوری به بررسی پیامدهای این فناوری (مفاهیم اخلاقی) پرداخته‌اند. اما، بیشتر این مفسران و محققان، در وهله اول: بصورتی غیرمستقیم و دوم: تنها به مباحث بحث برانگیز این فناوری پرداخته‌اند و دیگر ابعاد آن را مورد بررسی قرار نداده‌اند (۱۱). برای نمونه: یکی از محققان و صاحب‌نظران که دارای بحث‌ها و مقالات فراوانی در مجلات و نشریات مختلف می‌باشد درباره ماده «خاکستری لزوج و چسبنده» بارها و بارها مطلب نوشته و بحث کرده است، اما نکته جالب آنجاست که هیچ فردی، درباره چگونگی تولید نانومواد و چگونگی ساخت اینگونه ترکیبات و تأثیر آنها روی جامعه و مباحث اخلاقی آن، بحث جدی نکرده است (۱۲).

محققان و صاحب‌نظران بیان می‌دارند که در میان محققان و آینده پژوهان نانوفناوری این بحث مطرح است که نانوفناوری مسیری بسوی ایجاد یک مدینه فاضله فناوری است که سبب رفاه بی مانند، صنعت بدون آلودگی، تولیدات باکیفیت‌تر و حتی نزدیکی به یک زندگی ابدی می‌باشد (۱۳). اولین دستورالعمل نانوفناوری مولکولی توسط یک موسسه آینده‌پژوهی در ایالات متحده آمریکا و به رهبری یکی از اولین متفکران حوزه فناوری نانو تولید و معرفی شده است (۱۴). درحالی‌که، بسیاری از دستورالعمل‌های ارائه شده در زمینه نانوفناوری، روی عدم تمرکز این علم در یک زمینه خاص تأکید دارند. درعین حال، در بسیاری از این دستورالعمل‌ها در مورد مسائل گسترده‌تر و جامع‌تری همچون: مسائل زیست محیطی، توزیع جهانی ثروت و... بحث و بررسی صورت نگرفته است. بیشتر نویسندگان این دستورالعمل‌ها پیشنهاد داده‌اند که تحقیقات آتی در زمینه نانوفناوری، باید روی مفاهیم و مقرراتی که جامعه جهانی و سازمان‌های دولتی و غیر دولتی بدان‌ها نیاز دارند، انجام بگیرند (۱۵).

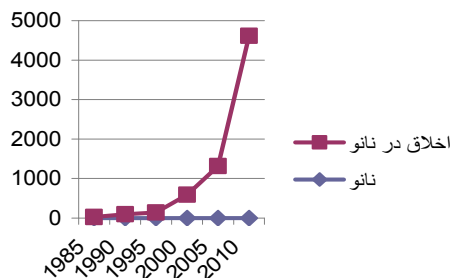
انجام تحقیقات کاربردی در زمینه مفاهیم اخلاقی مربوط به حوزه نانوفناوری بود. به گفته مسئولان این موسسه، این بودجه هرگز کفایت لازم جهت انجام تحقیقات درخور در این حوزه را نداشته است. بنا بر نظر یکی از مسئولان آکادمی علوم ایالات متحده، یکی از اصلی‌ترین دلایل عدم هزینه درست و بجای بودجه‌های تحقیقاتی در این حوزه از نانوفناوری، فقدان وجود پیشنهادات و طرح‌های تحقیقاتی درخور، شایسته و کافی بوده است (۲۳). در کشورهایی همچون: کانادا، استرالیا و کشورهای عضو اتحادیه اروپا، مباحث مربوط به اخلاق در حوزه نانوفناوری به صورت کامل پذیرفته شده است (۲۴). اما، هنوز به صورت جدی به پرورده کردن مباحث مربوط به آن در مجامع علمی خود نپرداخته‌اند (۲۵). عدم گفتگو و تبادل نظر میان موسسات تحقیقاتی مختلف و همچنین، عدم معرفی نانوفناوری در محافل عمومی جوامع مختلف، آثار ویرانگر فراوانی خواهد داشت. از جمله اینکه سبب ترس عمومی از این فناوری و کاربردهای ناشی از آن خواهد شد و اینگونه خواهد شد که مردم بدون آگاهی از مزایای بکارگیری این فناوری و تحولاتی که در زندگی آن‌ها سبب خواهد شد، آن را پس زده و از بکارگیری آن امتناع خواهند نمود (۲۶).

### دامنه مسائل اخلاقی جامعه در حوزه نانوفناوری

آیا در حوزه نانوفناوری، موضوع خاصی وجود دارد که درحال حاضر نیازمند بحث و بررسی باشد؟ آیا قوانین یا سازوکارهای خاصی جهت بکارگیری این فناوری در آینده نیاز است؟ بررسی‌ها نشان می‌دهند: مسائل اخلاقی در جامعه دارای دامنه‌ای است که عبارتند از: عدالت، حفظ حریم خصوصی، امنیت، محیط زیست و مسائل متافیزیکی مربوط به تعامل انسان و ماشین. **عدالت:** چه کسانی از پیشرفت در نانوفناوری بیشتر منفعت خواهند برد؟ امروزه از شکاف دیجیتال ایجاد شده و مشکلات ایجاد شده ناشی از آن، بارها سخن به میان می‌آید و همواره سعی بر آن است که به تصحیح آن بپردازند (شکاف دیجیتال): مشکلات ناشی از عدم بررسی جوانب بکارگیری این فناوری (۲۷). همچنین، دانشمندان نگرانی خود را از بروز یک



نگاره ۲: نمایش تعداد مقالات استناد داده شده در حوزه نانو و اخلاق در نانو (۲۰)



نگاره ۳: نمایش تعداد مقالات استناد داده شده در حوزه نانو و اخلاق در نانو (۲۱)

درحالی که، به تقریب در بیشتر کشورها بودجه‌های تحقیقاتی زیادی برای تحقیق در حوزه نانو و مفاهیم مربوط به اخلاق در حوزه نانو وجود داشته، اما، این میزان بودجه در کشور آمریکا برای این نوع تحقیقات اختصاص داده نشده است و تمام بودجه‌های مصرفی جهت استخراج جنبه‌های کاربردی این فناوری هزینه شده است (۲۲). انجمن نانوفناوری آمریکا با اختصاص بودجه‌ای معادل ۱۶-۲۸ میلیون دلار سعی نمود تا به پوشش تحقیقاتی مسائل مربوط به مفاهیم اجتماعی و اخلاقی نانوفناوری بپردازد. اما، حتی در این مورد هم فقط کمتر از نیمی از این بودجه صرف تحقیقات در این حوزه گردید. موسسه علوم ملی آمریکا، با دریافت ۸ میلیون دلار بودجه در سال، مسئول

استفاده از این فناوری قادر خواهند بود که، در حوزه سلامت و بهداشت، به پیشگیری بهتر و نیز تشخیص و درمان ارزاتر و سریعتر بیماری‌ها بپردازند. یکی از بزرگ‌ترین مشکلات حوزه درمان در کشورهای درحال توسعه، مشکلی بنام ضربه<sup>۱۵</sup> است. به ویژه، اگر در حوادث جاده‌ای و ترافیکی اتفاق بیافتد. نانومواد و فناوری نانو قادر است با ایجاد نوعی ایمپلنت استخوانی در روند بهبود بیماران کمک شایانی نماید. اگر این نوع ایمپلنت به صورت انبوه تولید شود بسیار ارزاتر هم بدست نیازمند آن خواهد رسید. علاوه بر این، اگر کشورهای درحال توسعه سعی نمایند خیلی سریعتر در حوزه نانوفناوری به نقش آفرینی بپردازند، این امکان وجود دارد، که این فناوری تاثیرات ویژه خود را بر اقتصاد این کشورها گذاشته و همین امر سبب شود، این کشورها از یک وارد کننده صرف این فناوری، به بازیگری کلیدی تبدیل گردند. این موضوع را می‌توان در کشوری همچون چین، به وضوح مشاهده نمود (جدول ۱) (۳۰).

شبهه این وضعیت را می‌توان در قضیه زیست‌فناوری مشاهده کرد که کشورهایی همچون: هند، چین، برزیل و کوبا، با سرمایه‌گذاری گسترده در این فناوری توانستند خود را به عنوان بازیگری مهم در این فناوری معرفی نمایند (۳۱).

**حریم خصوصی و امنیت:** نانوفناوری قادر است به طور چشمگیری در بهبود تجهیزات نظارتی و تولید تجهیزات الکترونیکی کمک کند. آیا این فناوری‌های جدید سبب افزایش امنیت و حفظ حریم خصوصی خواهد شد؟ چگونه این فناوری‌ها سبب افزایش گردشگر، حفظ محیط زیست و امنیت بیشتر انسان‌ها خواهد شد؟ چه کسانی وظیفه تنظیم مقررات و سازوکارهای تولید لوازم و تجهیزات نظامی و دفاعی نانویی را برعهده خواهند گرفت؟ چه میزان شفاف سازی در طرح‌های دولتی و خصوصی لازم است تا از سوء استفاده در این حوزه از علم جلوگیری شود؟ سوالات حقوقی بسیار شامل: شیوه نظارت، مالکیت و کنترل اشیاء نامرئی در این حوزه از علم وجود دارد که هنوز کسی به آنها پاسخی نداده است! (۳۲)

**مسائل زیست محیطی:** در حال حاضر، با کمک نانوفناوری، انواع جدیدی از مواد مانند: فورلن‌ها و نانولوله‌های کربنی، تولید می‌شود. چگونه باید فهمید این مواد و نانومواد جدید دیگری که

شکاف تکنولوژیک دیگر در حوزه نانوفناوری همواره ابراز می‌نماید. دلیل این موضوع این است که، دانشمندان دریافته‌اند فناوری و توسعه آن بصورت پیچیده‌ای به یکدیگر مرتبط هستند. هنگام بروز و ظهور یک فناوری نوین و سطح بالا، بدلیل پرهزینه بودن آن، کشورهای درحال توسعه شروع به پس زدن آن نموده و از قبول آن امتناع می‌کنند تا زمانی که آن فناوری در کشورهای توسعه یافته بروز و نمود آشکارتری پیدا کند و کاربردهای آن آشکارتر شود، در این زمان همان کشورهای در حال توسعه که از پذیرش آن فناوری سرباز می‌زدند، به سرعت به سمت آن رفته و بدون هیچگونه تحقیق و پژوهشی درباره جوانب بکارگیری آن، بدلیل مشاهده منافع سرشار بکارگیری فناوری، سعی در جذب و پذیرش سریع آن می‌نمایند. این امر یکی از بزرگترین خطرات بکارگیری فناوری‌های نوین و سطح بالا در این نوع کشورها می‌باشد (۲۸). اینگونه است که، اینچنین فناوری‌هایی به سرعت جزء علایق کشورهای درحال توسعه قرار گرفته و این کشورها یکی از سریعترین راه‌های پیشرفت و توسعه خود را در بکارگیری اینگونه فناوری‌ها دیده و بدون سنجش عوارض جانبی بکارگیری اینگونه فناوری‌ها به استفاده از آنها در سطح جامعه می‌پردازند. این درحالی است که، در آخرین اجلاس جهانی توسعه پایدار در ژوهانسبورگ، مشکل اصلی و پایه‌ای کشورهای در حال توسعه را در دستیابی به توسعه یافتگی موارد همچون: کاهش فقر، انرژی، آب، بهداشت، مسائل مربوط به تنوع زیستی، عنوان نموده‌اند.

نانوفناوری قادر است تأثیرات مثبت فراوانی روی هریک از موارد ذکر شده داشته باشد، با این شرط که، این کشورها بتوانند به صورتی جامع و به‌درستی خطرات ناشی از به‌کارگیری نانو را سنجیده و سپس مدیریت نمایند (۲۹).

کشورهای درحال توسعه، توسعه نیافته و حتی کشورهای خیلی فقیر هم می‌توانند از نانوفناوری به بهترین شکل استفاده نمایند. برای نمونه: این کشورها با بکارگیری این فناوری قادر خواهند بود در زمینه دراختیار قرار دادن دارو به بیماران خود به طور چشمگیرتر و موفق تری عمل نمایند. این کشورها قادر خواهند بود که در تولید انرژی ارزاتر و پاک‌تر و همچنین، حفظ محیط زیست از این فناوری استفاده کنند. همچنین، با

جامعه اخلاقی نیز خواهد شد. به نظر می‌رسد که؛ ایالات متحده با اختصاص دادن دو درصد از این هزینه‌های تحقیقاتی، خود را به عنوان حامی اول تحقیق و توسعه حوزه‌های اخلاقی نانوفناوری معرفی نموده است.

### ایجاد سیستم‌های تحقیقاتی میان رشته‌ای بمنظور سنجش همه جانبه بکارگیری نانوفناوری

به منظور درک دقیق مفاهیم اخلاقی و جوانب ناشی از به‌کارگیری نانوفناوری باید سعی شود با تعصب، به اسناد و تحقیقات گذشته نگاه نکرده و تحقیقات و پژوهش‌هایی که در روزهای ابتدایی ظهور یک فناوری منتشر شده‌اند را فقط بمنزله چراغ هدایت در تحقیقات آتی بکار بست. در نگاره ۴ به ارائه الگویی از ایجاد یک سیستم تحقیقاتی میان رشته‌ای قابل استفاده در کشور ایران پرداخته شده است.

با توجه به الگوی ارائه شده در نگاره ۴، با ورود یا ظهور یک فناوری نوین، در گام نخست، باید به شناسایی مسائل ناشی از پذیرش یا رد این فناوری پرداخت. در ادامه و در گام دوم با انجام مطالعات موردی به تجزیه و تحلیل قانونی و اخلاقی تأثیرات پذیرش یا رد این فناوری پرداخته و در ادامه از طریق مشاوره و انجام مذاکرات عمومی، به توسعه روند موافقت و رضایت عمومی ناشی از پذیرش یا رد این فناوری پرداخته می‌شود. پس از کسب رضایت جامعه و پذیرش عمومی فناوری نوظهور مورد نظر، مرحله انتشار و اشاعه فناوری فرا خواهد رسید. پس از طی تمام این مراحل، به منظور جلوگیری از عوارض احتمالی ناشی از بکارگیری و پذیرش فناوری مدنظر، یا حتی رد احتمالی آن، به صورت دوره‌ای به ارزیابی عوارض و پیامدهای بکارگیری یا رد این فناوری پرداخته می‌شود و در صورت بروز هرگونه مشکلی، دوباره به شناسایی مسائل پیش آمده پرداخته و چرخه معرفی شده در نگاره ۴ تا رسیدن به نتیجه قانع کننده نهایی، تکرار خواهد شد.

در آینده وارد محیط زیست می‌شوند، خطرات جدی زیست محیطی ایجاد نمی‌کنند؟ آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا با حمایت‌های مالی فراوان در پروژه‌های نانوفناورانه، سعی در کشف خطرات بالقوه زیست محیطی نانوفناوری در آمریکا و دیگر نقاط جهان نمود(۳۳).

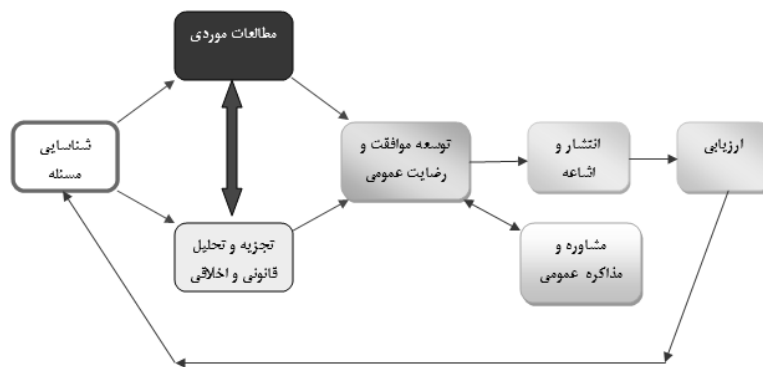
**آرگونومی:** برخی از محققان حوزه نانو با ترکیب نانومواد و ماشین‌های در دسترس سیستم‌های انسانی، به ایجاد نوعی از چیپ‌های رایانه‌ای، بمنظور هرچه نزدیکتر نمودن انسان و ماشین، نموده‌اند. این محققان، در واقع در حال اصلاح سیستم‌های حیاتی و انسانی می‌باشند که مورد شک و تردید بسیاری از مردم جامعه هستند(۳۴). باید دید چگونه می‌توان به جامعه در این موارد قبولاند که اینگونه دستکاری‌های مصنوعی، خطرات جانبی پایدنی برای محیط زیست خواهد داشت. باید جستجو کرد پیامدهای آن چیست و چه محدودیت‌هایی در این زمینه وجود دارد؟

### بستن شکاف میان علم و اخلاق!

به منظور دورماندن از پیامدهای احتمالی نانوفناوری و اثرات مخرب جانبی آن، این فناوری می‌تواند از تجربیات فناوری‌های نوین اما قدیمی دیگری همچون: ژنومیکس<sup>۱۶</sup> و زیست‌فناوری، در جهت دوری جستن از پیامدهای آن استفاده نماید. با مطالعه اسناد و مقالات موجود در پایگاه‌های علمی معتبر به تعدادی از این موارد در زیر اشاره می‌شود:

### ایجاد بودجه‌های تحقیقاتی مناسب در زمینه‌های: نقش اخلاق در نانو، محیط‌زیست، اقتصاد، قانون و مفاهیم اجتماعی این فناوری.

در پروژه ژنوم انسانی، محققان و مدیران ارشد پروژه، همواره توصیه می‌کردند ۳ تا ۵ درصد بودجه تحقیقاتی باید جهت مطالعه مفاهیم اخلاقی، حقوقی و اجتماعی پروژه هزینه شود. این تزریق عظیم بودجه، علاوه بر جلوگیری از پیامدهای احتمالی و جانبی فناوری نوین، سبب انرژی گرفتن و تقویت



#### نگاره ۴: الگوی ایجاد سیستم‌های تحقیقاتی میان رشته‌ای جهت سنجش تمام جوانب بکارگیری فناوری‌های نوین

#### تقویت ظرفیت‌های موجود

یکی از بزرگترین چالش‌ها در ابتدای ظهور یک فناوری، فقدان طرح‌های پژوهشی متناسب و شایسته با بودجه‌های تحقیقاتی اختصاص داده شده است. بمنظور بررسی ابعاد مختلف یک فناوری لازم است با به روزرسانی توانمندی‌ها و اطلاعات نیروهای تحقیقاتی به تقویت ظرفیت‌های تحقیقاتی بپردازیم و از این طریق به پیشرفت تحقیقات در حوزه اخلاق فناوری، کمک نماییم. بدین منظور، می‌توان با تمرکز بر ظرفیت‌های تحقیقاتی در دانشگاه‌ها و در سطوح مختلف دانشجویان (کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترا) و با کمک گرفتن از اساتید رشته‌های مرتبط، به تحقیق در رابطه با مفاهیم اخلاقی، قانونی و زیست‌محیطی نانوفناوری بپردازیم. همچنین، می‌توان برای رسیدن به خواسته‌های تحقیقاتی در کمترین زمان ممکن و بیشترین کیفیت، از نوعی جایزه‌های تحقیقاتی استفاده نمود. همچنین، باید خاطر نشان نمود، به منظور تقویت ظرفیت‌های تحقیقاتی از تمام منابع در دسترس می‌توان استفاده نمود و حتی می‌توان تیم‌های تحقیقاتی مشترک با دیگر کشورهای توسعه یافته یا در حال توسعه ایجاد نمود.

#### استفاده از رویکرد درون بخشی

یکی از مهمترین مشکلات پروژه ژنوم انسانی، عدم استفاده از بازیگران بزرگ در این پروژه بود. کسانیکه به مطالعه پیامدهای اخلاقی و اجتماعی نانوفناوری می‌پردازند، باید از فرصت برقراری ارتباط با تمام بازیگران حوزه نانوفناوری مانند: نهادهای دولتی، خصوصی، گروه‌های فعال در این حوزه و صنایع مرتبط برخوردار باشند. این خود سبب جامع‌تر شدن تحقیقات صورت گرفته خواهد شد.

#### استفاده از تجربیات دیگر کشورها، مانند کشورهای در حال توسعه

یکی از بزرگترین تراژدی‌ها در تحقیقات پیشین اخلاق در فناوری، عدم بکارگیری تحقیقات صورت گرفته روی ژنتیک و عواقب ناشی از چگونگی بکارگیری آن است. در سال‌های اخیر، در بسیاری از کشورهای در حال توسعه با پی‌بردن به نقش علم ژنتیک و زیست فناوری در توسعه کشورشان، به بررسی همه جانبه آن پرداخته‌اند. در روند تحقیقات در حوزه اخلاق و مفاهیم اجتماعی در نانوفناوری، دیدگاه توسعه‌ای به نانوفناوری

به‌کارگیری نانوفناوری در این حوزه، تحقیقات انجام شده طی دهه گذشته نشان می‌دهد کارکنانی که با این فناوری و مواد حاصل از آن در این شرکت، بیشتر سروکار داشته‌اند، به بیماری‌هایی مرموز و غیر قابل درمانی مبتلا شده‌اند. طی بررسی‌های انجام گرفته، حدود هفتاد درصد افرادی که به این بیماری‌ها دچار شده‌اند، به طور مستقیم با نانو مواد بکارگرفته شده در این شرکت ارتباط داشته‌اند(۳۷).

ب) سرطان‌ها یکی از شایعترین عوامل مرگ و میر انسان‌ها در چند دهه اخیر بوده است. به منظور درمان این بیماری تاکنون تحقیقات زیادی صورت گرفته است. یکی از جدیدترین درمان‌های انواع سرطان، که در کشور ایران هم به تازگی از آن استفاده می‌شود، بکارگیری نانوفناوری می‌باشد. کشور ژاپن یکی از کشورهاییست که حدود ۱۰ سال است با بکارگیری روش‌های نوین و استفاده از نانو مواد و قرص‌های نانویی سعی در درمان بیماران سرطانی نموده است که در این راه هم به موفقیت‌های چشم‌گیری دست یافته است. یافته‌های یک موسسه تحقیقاتی خصوصی در ژاپن نشان می‌دهد، درصد زیادی از بیمارانی که توسط نانوفناوری تحت درمان قرار گرفته‌اند، پس از بهبودهای نسبی، دچار عوارضی گردیده‌اند که تحمل آنها برای بیمار، دست کمی از تحمل درد و رنج‌های حاصله از بیماری سرطان نداشته است(۳۸).

ج) حفظ محیط‌زیست، چند دهه‌ای است که جزء داغ‌ترین بحث‌های مدافعان و محافظان محیط‌زیست در دنیا قرار گرفته است. دفن غیر اصولی و سوزاندن زباله‌های ناشی از مصارف انسانی، به یکی از جدی‌ترین خطرات زیست محیطی در دهه‌های اخیر تبدیل شده است. از جدیدترین روش‌های حذف زباله از محیط زیست، به‌کارگیری نانوفناوری می‌باشد(۳۹). در کشور آلمان، به منظور جلوگیری از دفن غیر اصولی و سوزاندن زباله‌ها، با ترکیب نوعی از نانو مواد با زباله‌ها و نگهداری آنها در محیط‌های روباز خاص، سعی در دفع اصولی زباله در مدت زمانی کوتاه نموده‌اند. تحقیقات یکی از موسسات زیست محیطی اتحادیه اروپا نشان می‌دهد، ترکیب ناشی از نانو مواد ورودی به زباله‌ها، در دراز مدت ایجاد نوعی گاز مخرب نموده که حتی با بکارگیری قویترین فیلترها هم نمی‌توان از

در کشورهای درحال توسعه باید در نظر گرفته شود(۳۵). پژوهشگران پیشنهاد می‌کنند که، به منظور توسعه تحقیقات و ایجاد شبکه‌سازی، از شبکه جهانی اینترنت استفاده شود. همچنین، با ایجاد شبکه‌های مشترک در میان تیم‌های تحقیقاتی سایر کشورها از نظرات دیگر تیم‌های تحقیقاتی در حوزه اخلاق و مفاهیم اجتماعی در فناوری نانو بهره برده شود.

### بهره‌گیری از مشارکت عمومی

همان‌طور که در تحقیقات پیشین در مورد دیگر فناوری‌های نوین اشاره شده است، یکی از مهمترین مسائل در زمان ظهور هر فناوری جهت توسعه و ارتقاء آن و نیز پذیرش آن توسط جامعه، مشارکت عمومی می‌باشد(۳۶). باید سعی شود رسانه‌ها و به ویژه روزنامه‌نگاران را در حوزه نانوفناوری وارد کرده و با دراختیار گذاشتن اطلاعات در حوزه نانوفناوری به آنها اجازه داد که افکار عمومی را که بیشترین تماس را با آنها دارند جهت پذیرش این فناوری آماده کنند. برای نمونه، می‌توان از خلاقیت «ولکام تراست» و خلق نمایشنامه‌ای که در رابطه با ژنتیک نوشت و به روی صحنه برد، یاد کرد که سبب آشنایی هرچه بیشتر مردم و جامعه با علم ژنتیک شد. همچنین، می‌توان از باغ موزه‌های علم در جهت نمایش پیامدهای اخلاقی و اجتماعی احتمالی به‌کارگیری یک فناوری به مردم استفاده نمود.

### چالش‌های ناشی از به‌کارگیری نانوفناوری

در ادامه به ارائه مستند چند مورد از چالش‌های ایجاد شده در نتیجه بکارگیری نانوفناوری پرداخته شده است:

الف) شرکت خطوط لوله و مخابرات فعال در حوزه نفت و گاز ایالات متحده، به عنوان یکی از شرکت‌های زیرمجموعه صنایع نفت و گاز و یکی از شریان‌های کلیدی در امر انتقال نفت خام و فرآورده‌های نفتی، بکارگیری نانوفناوری در حوزه‌های مختلف را در اولویت‌های خود قرار داده است. براساس اسناد بررسی شده، این شرکت از طریق بکارگیری این فناوری در حوزه انتقال نفت و گاز چند میلیارد دلار صرفه‌جویی اقتصادی ناشی از بهبود در انتقال نفت و گاز عاید خود نموده است. در کنار عواید ناشی از



نمود. همچنین، بکارگیری تجربیات حاصل از بکارگیری فناورهای گذشته نیز می‌تواند راهگشای بسیاری از امور در هنگام ظهور فناورهای نوینی همچون؛ نانوفناوری باشد. از مطالعه اسناد و مقالات موجود اینگونه برداشت می‌شود، در صورتی که جنبه‌های اخلاقی، حقوقی، اجتماعی، سیاسی و ... نانو فناوری موازی با جنبه علمی آن توسعه پیدا نکند، این زمینه از علم با خطراتی جدی مواجه خواهد شد. پژوهش حاضر نشان می‌دهد، با وجود تاثیر بالقوه نانوفناوری و بودجه‌های سرشار و سرازیر شده به سمت این زمینه علمی، کمبودهایی جدی در بیان مفاهیم اخلاقی، حقوقی و اجتماعی نانوفناوری و پژوهش در این زمینه‌ها وجود دارد. تحقیقات نشان می‌دهند با جهش رو به جلوی ابعاد علمی نانوفناوری، اخلاق و جنبه‌های اخلاقی در پس این جهش‌ها دچار عقب افتادگی و واپسزدگی خواهد شد که خود نیاز به رسیدگی و توجه بیش از گذشته نسبت به این واقعیت دارد. با بررسی اسناد مرتبط و نیز مکاتبات صورت گرفته با صاحب نظران این حوزه، کشورهای پیشرفته‌ای همچون: ایالات متحده، اتحادیه اروپا، ژاپن و چین، به منظور رفع مشکل تداخل علم و اخلاق در نانوفناوری با تشکیل هسته‌هایی موسوم به «سیاست‌گذاران اخلاقی» سعی در مواجهه پیش‌دستانه با مشکلات ناشی از بروز فناورهای نوین و مسائل اخلاقی ناشی از بروز آنها نموده‌اند. از این رو، پیشنهاد می‌شود در کشور ایران نیز با ایجاد انجمن‌ها یا دسته‌های بررسی کننده مسائل اخلاقی ناشی از بروز فناورهای نوینی همچون؛ نانوفناوری، بررسی و رسیدگی به مشکلات ناشی از بروز اینگونه فناورهای را به شکل عملی در دست گرفته و سبب تسریع در روند پذیرش و مقبولیت عمومی فناوری گردند.

## واژه‌نامه

- |   |                       |
|---|-----------------------|
| 1. Ethic, Technology ,Concentration (ETC) | اخلاق ، فناوری، تمرکز |
| 2. Nanomaterial                           | نانو مواد             |
| 3. Ethical                                | اخلاقی                |
| 4. Environment                            | محیط زیست             |
| 5. Economic                               | اقتصاد                |

انتشار آن به خارج از محیط حفاظت شده جلوگیری نمود. یافته‌های این مؤسسه نشان می‌دهد، گاز حاصله، قادر است سبب ایجاد سرطان‌های غیرمعمول در انسان و حتی ایجاد بیماری‌های ناشناخته در حیوانات شود (۴۰).

## ارائه راهکارهایی جهت رفع نگرانی‌های اخلاقی ناشی از به کارگیری نانوفناوری

تأسیس بنیادهای علمی مشترک جهت بررسی‌های اخلاقی و جوانب بکارگیری نانوفناوری استفاده از تجربیات دیگر کشورها و عدم بکارگیری سعی و خطا در استفاده از نانوفناوری سنجش دقیق و کامل عوارض ناشی از بکارگیری نانوفناوری، پیش از بکارگیری آن در حوزه انسانی تسهیل ورود سرمایه‌گذاران بخش خصوصی توسط دولت‌ها جهت انجام امور تحقیقاتی در حوزه اخلاق در نانوفناوری آگاه‌سازی کاربران و تمامی افرادی که به نوعی با نانو مواد و فناوری نانو در ارتباطند در رابطه با مزایا و معایب بکارگیری این فناوری تدوین طرح‌های تحقیقاتی کوتاه و بلند مدت، جهت سنجش میزان عوارض روانی ناشی از بکارگیری یا عدم بکارگیری نانوفناوری در جوامع توسط دولت‌ها ایجاد سنجه‌های تعیین قوانین اخلاقی ناشی از بکارگیری نانو مواد و نانوفناوری در جوامع مختلف ایجاد رشته‌های تحصیلی میان رشته‌ای در مقاطع تحصیلات تکمیلی در رابطه با اخلاق در نانوفناوری در دانشگاه‌های مطرح و فعال در حوزه نانوفناوری در کشورهای مختلف

## نتیجه‌گیری

تنها راه اجتناب از پیامدهای اخلاقی و اجتماعی بکارگیری نانوفناوری، پرکردن شکاف میان علم و اخلاق ناشی از بکارگیری این فناوری می‌باشد. در هر حال، به منظور جلوگیری از پیامدهای منفی اخلاقی و اجتماعی نانوفناوری، می‌توان از تجربیات و درس‌های آموخته از زیست‌فناوری و ژنتیک استفاده

- |   |                                 |              |
|---|---------------------------------|--------------|
| 10. Iman MT, Ghafarinasab E. (2011). Ethical standards in human science researchers. <i>Ethics in Science &amp; Technology</i> ; 6(2): 66-70. (In Persian).   | 6. Legal                        | قانون        |
| 11. Joy B. (2000). Foreside in NANO. <i>Wired</i> ; 8(1): 238-63.   | 7. Microscopic                  | ذره بینی     |
| 12. Um SH. (2013). Gel electrophoretic mobility evaluation of a necklace-like DNA nanostructure. <i>Biotechnology and Bioprocess Engineering</i> ; 18(1): 218-221.  | 8. Biomolecule                  | مولکول زیستی |
| 13. Gong Y, Roger B, Naomi F, Georges R, Sergio R, Anthony M, et al. (2001). LDL receptor-related protein 5 (LRP5) affects bone accrual and eye development. <i>Cell</i> ; 107(4): 513-523.                       | 9. Nanoparticles                | نانوذرات     |
| 14. Schiemann G. (2005). Nanotechnology and nature on two criteria for understanding their relationship. <i>HYLE—International Journal for Philosophy of Chemistry</i> ; 11(1): 77-96.                            | 10. Deoxyribonucleic acid (DNA) | دی ان ای     |
| 15. Bainbridge K. (2010). Societal implications of nanoscience and nanotechnology. Germany: Publisher Springer. p. 384-390  | 11. Health                      | سلامتی       |
| 16. Yardley F, Wesler J. (2012). Workshop on nanotechnology infrastructure. Final Report.   | 12. Wealth                      | ثروت         |
| 17. Stinnett R. (2012). Nanotechnology policy and education. <i>Journal of Business Ethics</i> ; 109(4): 551-552.   | 13. Social                      | اجتماعی      |
| 18. Schummer J. (2012). Identifying ethical issues of nanotechnologies. <i>Philippiniana Sacra</i> ; 47(140): 347-364.  | 14. Cultural                    | فرهنگی       |
| 19. Leydesdorff L, Carley S, Rafols I. (2013). Global maps of science based on the new web-of-science categories. <i>Scientometrics</i> ; 94(2): 589-593.   | 15. Trauma                      | ضربه         |
| 20. Poole PH, Bowles RK, Saika-Voivod I, Sciortino F. (2013). free energy surface of ST2 water near the liquid-liquid phase transition. <i>The Journal of Chemical Physics</i> ; 138(4): 345-355.                 | 16. Genomics                    | ژنومیکس      |
| 21. Delirrad M, Rashidi A, Karimi S. (2013). A bibliometric analysis of toxicology publications of Iran and Turkey in ISI web of science. <i>Iranian Journal of Toxicology</i> ; 6(19): 735-745.                  |                                 |              |
| 22. Mohammadnejad HA. (2011). Role of Nanotechnology in economics of developed country. <i>Iranian Journal of Nanotechnology</i> ; 3(3): 23-29. (In Persian).   |                                 |              |
| 23. Maafi A. (2006). HITECH Sciences; impact factor of development of countries. <i>Modiriart Farda Quarterly</i> ; 7(2): 20-27. (In Persian).  |                                 |              |
| 1. Azar A, Sadeghi A. (2012). Agent based modeling, a new approach in modeling complex ethical problems. <i>Ethics in Science &amp; Technology</i> ; 7(1): 11-19. (In Persian).                                   |                                 |              |
| 2. Lorentzen S. (2012). Writing manuals for psychodynamic group treatments. <i>Group Analysis</i> ; 45(1): 28-45.   |                                 |              |
| 3. Elson DS, Galletly N, Talbot C, Requejo-Isidoro J, McGinty J, Dunsby C, et al. (2006). Multidimensional fluorescence imaging applied to biological tissue. In <i>Reviews in Fluorescence</i> ; 12(3): 477-524. |                                 |              |
| 4. Ghazi Noori SS. (2004). Analysis of technology; helpful tool for politics. 1 <sup>st</sup> ed. Tehran: Iranian center of new industry press. P. 68-73. (In Persian).   |                                 |              |
| 5. Saki R. (2011). Ethics in educational research. <i>Ethics in Science &amp; Technology</i> ; 6(2): 47-58. (In Persian).   |                                 |              |
| 6. Manfra MM. (2013). Grand challenges: nanotechnology and the social studies. <i>Social Education</i> ; 77(2): 95-98.  |                                 |              |
| 7. Montemagno C, George B. (1999). Constructing NANO mechanical devices powered by bio molecular motors. <i>Nanotechnology</i> ; 10(3): 225-229.  |                                 |              |
| 8. Park SJ, Taton TA, Mirkin CA. (2002). Array-based electrical detection of DNA with NANO particle probes. <i>Science</i> ; 295(5559): 1503-1506.  |                                 |              |
| 9. Eisler MN. (2013). the ennobling unity of science and technology, materials sciences and engineering the department of energy and the nanotechnology enigma. <i>Minerva</i> ; 35(4): 1-27.                     |                                 |              |

## منابع

33. Babaii N. (2012). Nanotechnology & its application in industry. 1<sup>st</sup>ed. Tehran: Andishe Sara Publication. P. 181-189. (In Persian).
34. Nikbakht M. (2011). Ergonomics. 2<sup>nd</sup>ed. Tehran: Rahnama Publication. P. 57-64. (In Persian).
35. Singer P, Abdallah D, Fabio S. (2006). Nano-diplomacy. *Geo Aff*; 7(1): 129.
36. Barham L. (2008). Single technology appraisals by NICE. *Pharmacoeconomics*; 26(12): 1037-1043.
37. Leydesdorff L. (2013). An evaluation of impacts in nanoscience and nanotechnology steps towards standards for citation analysis. *Scientometrics*; 94(1): 35-55.
38. Sasaki H, Ayumi S, Masayuki S, Katsuhiko O, Satoru M, Motoki Y. (2013). PD-L1 gene expression in Japanese lung cancer patients. *Biomedical Reports*; 1(1): 93-96.
39. Coles D, Frewer LJ. (2013). Nanotechnology applied to European food production-A review of ethical and regulatory issues. *Trends in Food Science & Technology*; 2(3): 42-54.
40. Bieberstein A, Jutta R, Stéphan M, Sandrine B, Frederic V. (2013). Consumer choices for nano-food and nano-packaging in France and Germany. *European Review of Agricultural Economics*; 40(1): 73-94.
24. Tullis T. (2012). Current intellectual property issues in nanotechnology. *Nanotechnology Reviews*; 1(2): 189-205.
25. Geoffrey H, Mehta M. (2006). Nanotechnology: Risk, Ethics and Law. 2<sup>nd</sup> ed. UK: Routledge. P.183-196
26. Miyazaki K, Islam N. (2007). Nanotechnology systems of innovation—an analysis of industry and academia research activities. *Technovation*; 27(11): 661-675.
27. Pang T, Weatherall D. (2002). Genomics and global health: hype reality and a call for action in the developing and the developed world. *British Medical Journal*; 324(7345): 1051.
28. Sen A. (2011). Human rights and capabilities. *Journal of Human Development*; 6(2): 151-166.
29. Daar AS, Thorsteinsdottir H, Martin DK, Smith AC, Nast S, Singer PA. (2002). top ten biotechnologies for improving health in developing countries. *Nature Genetics*; 32(2): 229-232.
30. Daar AS, Rizvi S, Naqvi S. (2002). Surgery with limited resources Oxford textbook of surgery. UK: Oxford University Press. P.3381.
31. Keating E. (2009). Societal impacts of nanomanufacturing. New York: American Scientific Publishers. P. 7-12.
32. Faal Parsa A. (2012). Nanotechnology. 3<sup>rd</sup>ed. Tehran: Beinonahreyn Press. P. 98-105. (In Persian).

