کنفرانس سالانه
رویکردهای نوین پژوهشی در علوم انسانی
۴ دی ۱۳۹۴
Annual Conference on new approaches to research in the Humanities
25 December 2015

فناوری نانو در آسیا: چارچوب حقوقی گامی بسوی توسعه پایدار

کامبیز باصری صالحی

دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد انرژی دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس (نویسنده مسئول) kambiz.salehi@gmail.com

Archive of SID

چکیده

نانوتکنولوژی که غالبا از آن با نام انقلاب صنعتیِ بعد از اینترنت یاد می‌کنند، یک شاخه مطالعاتی بین رشته‌ای با پتانسیل نامحدود است. گفته می‌شود، نانوتکنولوژی هم اکنون در مرحله‌ای قرار گرفته که ICT و کاربرد پلاستیک در دهه ۱۹۶۰ و بیوتکنولوژی در دهه ۱۹۸۰ قرار داشت. در حال حاضر بیش از ۲۰۰۰ محصول قابل فروش با کمک فناوری نانو در بازار وجود دارد و طبق پیش‌بینی ILO در سال ۲۰۲۰، ۲۰ درصد محصولات با استفاده از فناوری نانو تولید خواهند شد. یونسکو در اهداف توسعه هزاره سازمان ملل (MDGs)، ده مورد از کاربردهای فناوری نانو را به این شرح اعلام کرده است: الف. ذخیره، تولید و تبدیل انرژی؛ ب. بهبود تولید کشاورزی؛ پ. تصفیه و اصلاح آب؛ ت. تشخیص و غربالگری بیماری‌ها؛ ث. سیستم‌های کنترل رهایش دارو؛ ج. فرآوری و نگهداری مواد غذایی؛ چ. آلودگی هوا و اصلاح آن؛ ح. ساخت‌وساز؛ خ. نظارت بر سلامت؛ د. تشخیص و کنترل آفت‌ها و ناقلین بیماری‌ها. با همه این وعده‌ها، همچنان نگرانی‌هایی وجود دارد، چراکه بسیاری از پژوهشگران بر این باورند که ذرات نانو تاثیرات زیانباری بر محیط‌زیست و سلامت خواهند داشت. علاوه بر این، فناوری نانو از نظر بسیاری از سازمان‌ها حکم آزبست را دارد. به این ترتیب جای نگرانی است که تاکنون هیچ چارچوب قانونی توافق‌شدهٔ بین‌المللی مشخص برای رسیدگی به مسئله فناوری نانو وجود ندارد. اشتباهاتی که به واسطه آنها تولیدات موادغذایی اصلاح‌شدهٔ ژنتیکی یا انرژی هسته‌ای نتوانسته کاملا موفق ظاهر شود نباید تکرار شود و کاربرد فناوری نانو باید در چارچوب قانونی تائیدشده انجام پذیرد. برخی کشورهای آسیایی همچون چین، ژاپن، کره جنوبی، مالزی، سنگاپور، هند، تایوان و چند کشور دیگر موفقیت‌های چشمگیری در این عرصه به دست آورده‌اند. این مقاله می‌کوشد جنبه‌های قانونی و پیشرفت‌های نظارتی در حوزه فناوری نانو در برخی کشورهای آسیایی را معرفی کند. با توجه به اینکه بسیاری از منابع موجود در این زمینه عمدتا مربوط به اروپا و آمریکای شمالی است، این مقاله در نظر دارد پیشرفت حقوقی این فناوری را در آسیا شرح دهد.

واژگان کلیدی: قوانین و سیاست‌گذاری در عرصه فناوری نانو، حمل و جابجایی ایمن مواد نانو، فناوری نانو در آسیا، جنبه‌های قانونی و نظارتی فناوری نانو، توسعه پایدار و مسئولانه فناوری نانو

۱- مقدمه

به هیچ وجه نمی‌توان نقش علم و فناوری را در کسب حقوق اساسی بشر در جهان کنونی نادیده گرفت. اگر فناوری‌ها به شکلی مثبت و موثر مورد استفاده قرار گیرند می‌توانند منشا تغییراتی تاثیرگذار باشند و در تامین جنبه‌های گوناگون حقوق شهروندی در رابطه با حیات، سلامت، آموزش و غیره موثر واقع شوند. اعلامیه هزاره سازمان ملل متحد که در هشتمین اجلاس مجمع عمومی در تاریخ ۸ سپتامبر ۲۰۰۰ به تصویب رسید، اعلام می‌کند که باید از منافع فناوری‌های نوین اطمینان حاصل شود و این فناوری‌ها در اختیار همگان قرار گیرد. علاوه بر این در سند پیامد اجلاس جهانی سران در سال ۲۰۰۵ (قطعنامه مجمع عمومی شماره ۶۰/۱)، بر نقش اساسی علوم و تکنولوژی در حصول اهداف توافق‌شده توسعه بین‌الملل صحه گذارده شده

www.SID.ir

است. در این شرایط، بحث بر سر نانوتکنولوژی که معمولا از آن با نام انقلاب صنعتی یا شگفتی بعد از اینترنت و موج آینده یاد می‌شود و همچنین الزامات قانونی و نظارتی این فناوری، بسیار به‌جاست.

واژه ’ نانو‘، هرچند در لغت به معنای بسیار کوچک است، در توسعه اجتماعی- اقتصادی کشورها نقشی اساسی در سال‌های اخیر داشته است. این نتیجه‌گیری ایست که با در نظر گرفتن رقابت مشخص میان کشورها در زمینه تحقیق و توسعه (R&D) فناوری نانو به دست می‌آید. هرچند کشورهای زیادی تلاش می‌کنند در این رقابت گوی سبقت را از دیگران بربایند، آمارها حاکی از آن است که فناوری نانو همچنان در سلطه کشورهای توسعه‌یافته است. با این وجود تمامی این کشورها تاکنون تمایل خود را در استفاده از این فناوری ابراز داشته‌اند چه در قالب چارچوب و بیانیه ملی، ره‌نگاشت (نقشه راه) نانوتکنولوژی، درخواست ثبت اختراع، انتشارات علمی و چه با ارائه درس‌های خاص در موسسات آکادمیک در مقاطع گوناگون. تقریبا ۲۰۰۰ محصول قابل فروش که با استفاده از مواد یا ذرات نانو ساخته شده‌اند اکنون در بازار موجود است و در مجلات علمی نیز از صدها نانوماده نام برده می‌شود. دانشمندان با دستکاری فناوری‌های در سطح اتمی و مولکولی، محصولات صنعتی و قابل‌فروشی تولید کرده‌اند که بادوام‌تر، ارزان‌تر، زیباتر، موثرتر و مستحکم‌تر هستند. طبق پیش‌بینی سازمان بین‌المللی کار (ILO) در سال ۲۰۲۰، بیست درصد محصولات با کمک فناوری نانو به دست می‌آید.

با این حال، نگرانی‌های جدی نیز در این زمینه وجود دارد، چراکه در بسیاری از پژوهش‌های علمی، مشخص شده برخی مواد نانو تاثیرات مخربی بر سلامت انسان و محیط زیست دارند. رویتر گزارش کرده است، از میان هفت بیماری که در کارخانه رنگ کار می‌کرده‌اند و ریه‌های آنها برای همیشه دچار آسیب شده بوده دو کارگر چینی جان باخته‌اند؛ این موضوع همچنین توسط تیم پزشکی که کارگران را معاینه کرده تائید شده و آنان خواستار بازنگری جامعه جهانی در زمینه تحقیق و توسعه ایمن فناوری نانو برای همه کسانی شده‌اند که به شکلی در این فرآیند دخیل‌اند. پارلمان اروپا نیز اعتراف کرده است مواد نانو به واسطه اندازه بسیار کوچک‌شان، واکنش‌پذیری و جابجایی بالا، منشا خطرات تازه‌ای هستند و ممکن است در صورت تماس بی‌قید و شرط با بدن انسان منجر به مسمومیت شوند و ممکن است شاهد مکانیزم‌های کاملا متفاوتی از تداخل آنها در فیزیولوژی انسانی و گونه‌های محیط‌زیست باشیم. برخی از مطالعات انجام‌شده اخطار داده‌اند که چنانچه ریسک و آسیب احتمالی این مواد مهار نشود، فاجعه‌ای رخ می‌دهد که تمامی تلاش‌های انجام شده در این زمینه را زیر سوال می‌برد. انجمن کارگران استرالیا نگرانی خود را در زمینه استفاده از ذرات نانو با اشاره به شباهت ذرات نانو و آزبست ابراز داشته‌اند و خواستار اتخاذ رویه‌ها و اقدامات مناسب شده‌اند.

آسیا یکی از قاره‌های پیشگام در تاسیس مناطق نانو است. منطقه نانو به تجمع منطقه‌ای کارخانه‌ها و موسسات تحقیقاتی نانوتکنولوژی گفته می‌شود که برای تحقیق، توسعه و تجاری‌سازی با هدف تسهیم توانمندی‌های علمی و فنی و مبادله دانش ایجاد شده است؛ مناطق تحقیقات نانوتکنولوژی و تجاری‌سازی در سطح وسیع همچون آمریکا (سانفرانسیسکو-سان جوز، بوستون، واشنگتن دی سی-بالتیمور، شیکاگو و نیویورک)، اروپا (پاریس، لندن، فرانکفورت، برلین، مسکو و راین-رور)، آسیا (توکیو، کیوتو-اوساکا، سئول، سنگاپور). با در نظر گرفتن ۸۰ درصد از نشریات جهان با موضوع نانوتکنولوژی و ۹۷ درصد از حق ثبت اختراع‌های دنیا، کاهن و همکاران دریافته‌اند که از دویست مرکز فناوری نانو در جهان، ۸۰ مورد در اروپا، ۵۰ مورد در آمریکای شمالی و آسیا و ۲۰ مورد نیز در دیگر نقاط جهان قرار دارد.

برخی کشورهای آسیایی همچون ژاپن، چین، کره جنوبی، سنگاپور، هند، ایران و تایوان تاکنون موفقیت‌هایی چشمگیر در عرصه توسعه و تحقیق فناوری نانو کسب کرده‌اند، و در رقابت جهانی فناوری نانو از لحاظ سرمایه‌گذاری، ثبت اختراع و انتشارات علمی در مجلات علمی معتبر، پیشگام بوده‌اند. در چنین شرایطی، موقعیت مناسبی است برای بررسی چارچوب قانونی و نظارتی موجود در این کشورهای آسیایی و بررسی اینکه آیا هیچ شبکه قانونی برای هدایت و مدیریت جنبه‌های مختلف فناوری نانو وجود دارد و آیا این چارچوب‌های قانونی در صورت وجود، موثر و کارآمد هستند یا خیر.

با نظر به اینکه فناوری نانو از نگاه جامعه حقوقی در مراحل اولیه خود قرار دارد، این مقاله بر مباحث اساسی و اولیه قانونی و سیاست‌گذاری‌های نانوتکنولوژی در بستر جوامع آسیایی می‌پردازد. همچنین این مقاله، توسعه و تحقیق فناوری نانو را در کشورهای آسیایی تحلیل می‌کند و تلاش می‌کند کفایت قوانین آسیا را در مهار و مدیریت چالش‌های قانونی مربوطه بررسی کند. بخش دوم نگاهی دارد بر علم و فناوری نانو و مشتمل بر اصطلاحات و واژگان فنی این حوزه است، و برخی آمارها در زمینه پیش‌بینی بازار و سرمایه‌گذاری و همچنین موقعیت کشورهای آسیایی را در این حوزه به دست می‌دهد. بخش سوم مقاله به جنبه‌های قانونی مبحث نانوتکنولوژی می‌پردازد. بخش چهارم مروری دارد بر چارچوب قانونی حاضر در برخی کشورهای آسیایی پیشگام در عرصه فناوری نانو و بخش پنجم تلاش می‌کند کفایت و بسندگی این چارچوب را در مدیریت پیشرفت‌های نانوتکنولوژیک ارزیابی کند. بخش شش به برخی از پیشرفت‌های اخیر در زمینه قوانین فناوری نانو می‌پردازد با تاکید خاص بر سیستم‌های نشانه‌گذاری نانو در تایوان، ایران و تایلند. در پایان، این مقاله نتیجه می‌گیرد عموم مردم باید پیش از ورود محصولات تولیدشده با فناوری نانو به بازار، در فرآیند قانون‌گذاری دخالت داده شوند. همچنین بر انجام تحقیقات بیشتر به منظور تضمین جنبه‌های ایمنی مواد نانو در سطوح مختلف چرخه حیات تاکید می‌کند. علاوه بر این پیشنهاد می‌کند کشورهای مختلف با یکدیگر مشارکت کنند و فهرستی از محصولات و ذرات نانو تدوین نمایند. در آخر، این مقاله توصیه می‌کند، قوانین حقوقی موجود مربوط به شهرداری مورد ارزیابی قرار گیرد و شایستگی و کفایت این قوانین در مواجهه با پیامدهای بهداشتی و زیست‌محیطی مواد نانو بررسی شود به گونه‌ای که بتواند اطمینان مصرف‌کنندگان را به طور خاص و سهامداران را به طور عام در این زمینه تامین کند.

Archive of SID
www.SID.ir

۲. مروری بر علم نانو و فناوری نانو

فناوری نانویا موج آینده، هنر و علم تغییر چیزها در سطح اتمی یا مولکولی است. ذرات نانو همه جا در طبیعت وجود دارند؛ آنها را می‌شود در آتش، دود، ویروس‌ها، پروتئین‌ها، فوران آتشفشانی، مواد معدنی؛ خاک رس، مه، شیر و خون، پوست، شاخ، مو، منقار، بال حشرات، برگ سدر، پای مارمولک و غیره یافت. این نانوذرات طبیعی، به صورت طبیعی خطرناک نیستند و به راحتی از طریق سیستم دفاعی بدن انسان دفع می‌شوند. همچنین نانوذراتی نیز وجود دارند که محصول فرعی ساخته‌های بشری‌اند، مثل ذرات حاصل از دود پخت‌وپز، فاضلاب‌های صنعتی و غیره. با این حال این شرایط با تغییر آگاهانه نانوذرات طبیعی به نانومواد مهندسی شده تغییر می‌کند. نانومواد طبیعی موضوع علم نانوی مدرن و فناوری نانو نیستند و بنابراین مطالعه علم نانو و فناوری نانو درباره نانوذرات طبیعی نیست. در عوض پژوهش‌های مدرن علم نانو و فناوری نانو به نانومواد مهندسی شده‌ای می‌پردازد که می‌توانند آگاهانه و با هدفی خاص در محیط آزمایشگاهی اصلاح شوند و خاصیت‌های متفاوتی پیدا کنند.

استفاده از مواد نانو برای بهبود محصولات گوناگون پیشینه‌ای دراز دارد. تاریخ حاکی از آن است که دست کم در قرن ۴ میلادی، مردم تکنیک استفاده از نانوذرات را در حوزه‌های گوناگون می‌دانسته‌اند. کاریکاتوریست‌ها و نویسندگان داستان‌های علمی تخیلی عصر مدرن نیز به معرفی برخی مفاهیم و ایده‌ها در این حوزه کمک کرده‌اند. با این حال تاریخ مدرن نانوتکنولوژی با سخنرانی تاریخ‌ساز نابغه و برنده جایزه نوبل، ریچارد فاینمن، در جلسه انجمن فیزیک آمریکا در موسسه فناوری کالیفرنیا (CalTech) در ۲۹ دسامبر ۱۹۵۹، با عنوان ’ آن پایین‌ها یه عالمه جا هست ‘ آغاز شد. در این سخنرانی، فاینمن از امکان جابجا کردن اتم‌های اشیا سخن گفت. واژه ’ نانوتکنولوژی‘ نخستین بار بوسیله نوریو تانی‌گوچی، پروفسور ژاپنی، در سال ۱۹۷۴ البته در حوزه ماشینکاری مافوق نرم (ultrafine machining) ابداع شد. کی اریک درکسلر از افراد برجسته‌ای است که این مفهوم را به عموم جامعه شناساند.

الف. ترمینولوژی و اصطلاحات فنی

نخست در ابتدای بحث باید اذعان داشت که جامعه جهانی همچنان در تلاش برای رسیدن به اجماعی بر سر معانی کلمات مختلفی است که در علم و فناوری نانو به کار می‌روند، به خصوص مواردی همچون مقیاس نانو، نانوذرات، نانومواد، نانو شی و غیره. بنابراین بسیاری از کشورها تلاش می‌کنند در آغاز یک تعریف کارآمد ارائه دهند. پس یافتن معانی برخی اصطلاحات پرکاربرد علم و فناوری نانو بسیار حائزاهمیت است.

۱. نانو

نانو، یک واحد اندازه‌گیری است مشابه متر، کیلومتر، سانتیمتر، میلیمتر، فوت، اینچ، بایت، کیلوبایت، مگابایت، گیگابایت، ترابایت، ... واژه نانو، همچون بسیاری پیشوندهای اندازه‌گیری دیگر از واژه یونانی نانوس (Nannos) به معنی کوتوله/ مرد بسیار کوتاه‌قامت، گرفته شده است و معادل یک بیلیونیم است. نانومتر (nm) یعنی یک بیلیونیم متر یا یک میلیونیم میلیمتر. چند مثال می‌زنیم؛ یک اینچ برابر ۲۵۴۰۰۰۰۰ نانومتر است، یک برگ کاغذ حدود ۱۰۰۰۰۰ نانومتر ضخامت دارد و قطر یک تار موی انسان حدود ۷۵۰۰۰ نانومتر است. برعکس هرگاه انسان را با خورشید مقایسه کنیم، خورشید چند بیلیون برابر بزرگتر از انسان خواهد بود.

کلمه نانو اکنون ارزش تجاری فراوانی یافته و جامعه تجاری از این واژه اغلب در معنای چیز بسیار کوچک و چیزی که در مقیاس کم کار می‌کند یاد می‌کند. یکی از نکات مهمی که در اینجا باید به آن اشاره کرد این است که در مقیاس نانو ذرات در مقایسه با حالتی که در جسم مجتمع هستند رفتار متفاوتی دارند و همین امر مانع از این شده است که مسئولین بتوانند به تصمیم جامعی برای کنترل و نظارت بر مواد نانو برسند.

۲. فناوری نانو

توصیف ساده اما درست نانوتکنولوژی ’ ساخت و تولید مولکولی‘ است که فرآیندی است شامل دستکاری ماده در سطح اتم یا مولکول برای رسیدن به آرایش‌های دلخواه. اتم کوچکترین واحد هر ماده شیمیایی است. ریچارد اسمالی، برنده نوبل شیمی در سال ۱۹۹۶، نانوتکنولوژی را علم و هنر ساخت موادی در مقیاس نانومتر تعریف کرده است.

اکنون تعاریف زیادی از فناوری نانو در دست است. دو تعریف عمده این واژه از این قرار است: الف. تعریف تک محور (single-based) که به وسیله سازمان‌های مختلفی همچون کمیسیون اروپا ارائه می‌شود و دلالت‌هایی در زمینه سیاست‌گذاری در این حوزه دارد، و ب. تعریف فهرست محور (list-based) که بوسیله اداره ثبت اختراعات اتحادیه اروپا (EPO) تهیه شده و شامل فهرستی از کاربردهای نانوتکنولوژی است؛ مواردی چون نانوبیوتکنولوژی، نانوالکترونیک، نانومواد و غیره، و برای شرکت‌های فعال در این حوزه مفید است. تحلیل دقیق تمامی تعاریف تک محور موجود حاکی از آن است که عمده این تعاریف از تعریفی ناشی می‌شود که ستاد ویژه توسعه فناوری نانو در ایالات متحده (NNI) ارائه داده است. با این حال، NNI در اطلاق نانوتکنولوژی به چیزها، محدودیت‌هایی قائل است و این واژه را تنها در صورتی به کار می‌برد که تمامی ویژگی‌های زیر وجود داشته باشد:

الف. تحقیق و پیشرفت فناوری در سطوح اتمی، مولکولی یا ماکرومولکولی، با مقیاس حدود ۱۰۰-۱ نانومتر

ب. ساخت و استفاده از ساختارها، ابزار و سیستم‌هایی که به واسطه اندازه کوچک یا متوسط‌شان ویژگی‌ها و کاربردهای جدیدی دارند.

Archive of SID
www.SID.ir

پ. توانایی کنترل یا دستکاری در مقیاس اتمی

تمامی این ویژگی‌ها، یعنی داشتن مقیاس نانو (۱۰۰-۱nm)، ساخت و کاربرد ساختارها و ابزار و توانایی کنترل، نانوتکنولوژی عصر حاضر را از نانوتکنولوژی طبیعی، تصادفی یا زیست‌محیطی متمایز می‌کند. از آنجا که هیچ تعریف واحد و پذیرفته شدهٔ جهانی برای این اصطلاح وجود ندارد، هجده تعریف متفاوت از نانوتکنولوژی توسط محققان و سازمان‌های مختلف بین سال‌های ۲۰۰۵- ۲۰۰۱ بررسی شد، از جمله مرکز فناوری آلیانز و سازمان توسعه و مشارکت اقتصادی (OECD)، سازمان حقوق محیط‌زیست، گروه ETC، ستاد ملی نانوتکنولوژی، آژانس حفاظت محیط‌زیست ایالات متحده، کمیسیون اروپا، و غیره. با این بررسی مشخص شد در تعریف نانوتکنولوژی پنج ویژگی اساسی وجود دارد. این ویژگی‌ها از این قرار است:

۱. اندازه: از حدود ۱۰۰نانومتر تا کمتر از ۰٫۱ نانومتر.

۲. دامنه فناوری‌ها: نمونه‌سازی، اندازه‌گیری، مدل‌سازی و دستکاری ماده.

۳. چندرشته‌ای بودن: مشتمل بر رشته‌های فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی، که هرکدام به صورت هدفمند مهندسی‌شده باشند.

۴. ویژگی‌ها و کاربردهای جدید وابسته به اندازه.

۵. کنترل و تغییر هدفمند ماده در مقیاس اتمی.

فهرست این هجده تعریف، برخی دیگر از تعاریف ارائه شده توسط سایر سازمان‌ها را در بر نمی‌گرفت. در راستای تعاریف US NNI، OECD، چهار تعریف دیگر نیز بوسیله اتحادیه اروپا (هفتمین برنامه چارچوب (۲۰۱۳-۲۰۰۷))، دومین طرح مقدماتی علوم و فناوری ژاپن (۲۰۰۵-۲۰۰۱)، سازمان بین‌المللی استانداردسازی (ISO) (تعریف اولیه ۲۰۰۷) و اداره ثبت اختراعات اروپا نیز ارائه شده. از مجموع این تعاریف می‌توان سه ویژگی نانوتکنولوژی را دریافت: الف. کنترل، دستکاری یا تغییر ماده به صورت هدفمند در سطح بسیار کوچک؛ ب. تاکید بر مقیاس اندازه‌گیری؛ پ. استفاده و کاربردهای صنعتی نوین یا ابداعات تکنولوژیک. OECD هیچ مقیاس مشخصی مثل ۱۰۰-۱ نانومتر یا کمتر از ۱۰۰نانومتر یا بین ۱۰۰-۱نانومتر، ارائه نداده است اما سازمان پذیرفته است که گاهی این اندازه می‌تواند به ۱۰۰نانومتر نیز برسد.

در آخر با اذعان به اینکه چیز مشخصی به نام نانوتکنولوژی وجود ندارد بلکه این اصطلاح بیشتر نوعی عنوان‌گذاری یا اختصارنویسی است، تصریح می‌شود که نانوتکنولوژی یک رشته، یا مجموعه‌ای از تکنیک‌ها نیست، بلکه مجموعه‌ایست گسترده از رشته‌های مختلف از جمله مهندسی، علم مواد، بیوتکنولوژی، پزشکی، فیزیک، زیست‌شناسی و فناوری اطلاعات.

۳. نانوذره

نانوذره را رشتهٔ معجزه‌آسا یا جادویی می‌دانند. این ذرات بر سه نوع‌اند: نانوذرات مهندسی‌شده (به آنها نانوذرات صنعتی یا تولیدشده یا غیرارگانیک هم می‌گویند مثل نانوذرات طلا یا نقره)، نانوذرات تصادفی (مثل ذراتی که در بخارات حاصل از جوشکاری، آشپزی یا اگزوز ماشین وجود دارد)، و دیگری نانوذرات حاصل از جریانات طبیعی (مه نمک حاصل از اقیانوس، یا آتش‌سوزی در جنگل‌ها). از سه بعد یک ماده یعنی طول، عرض و ارتفاع، موادی که یکی از ابعاد آنها در مقیاس نانومتر باشد، نانولایه نامیده می‌شوند؛ موادی که دو بعد اینچنینی داشته باشند نانو رشته؛ و موادی که هر سه بعد آنها در این مقیاس باشد نانوذره نام دارند.

۴. نانو مواد

نانومواد، موادی هستند که دست کم یکی از ابعاد آنها در مقیاس نانومتر باشد و حداقل نیمی از ذرات آنها نانوذره باشند یعنی اندازه آنها بین ۱۰۰-۱نانومتر باشد. به عبارت ساده، نانوماده، به موادی اطلاق می‌شود که با استفاده از نانوذرات ساخته شده‌اند. کمیسیون اروپا (EC) در گزارشی درباره *ملاحظاتی در تعریف نانو ماده با اهداف نظارتی*، کلیه تعاریف ارائه شده توسط سازمان‌های بین‌المللی نظیر OECD، اتحادیه اروپا (EU)، هیات علمی رسیدگی به مخاطرات تازه‌ظهور در عرصه سلامت، سازمان نظارت بر محصولات آرایشی اتحادیه اروپا و غیره را در نظر گرفته است؛ همچنین تعاریفی که در تدوین قوانین شهرداری در کشورهای مختلف نظیر استرالیا، کانادا، دانمارک، بریتانیا و ایالات متحده آمریکا وجود دارد لحاظ شده‌اند. EC نانوماده را موادی تعریف می‌کند که ابعاد ساختارهای داخلی و/یا خارجی آنها در محدوده نانومتر قرار می‌گیرد؛ در این محدوده اغلب ۱۰۰نانومتر، حد و اندازه‌ای است که مقیاس نانو را از مقیاس‌های میکرو و ماکرو جدا می‌کند. هرچند تلاش اتحادیه اروپا مورد استقبال واقع شده، این تعریف مورد انتقادهایی هم قرار گرفته است. شورای صنایع شیمیایی اروپا (CEFIC) که مرکز آن در بروکسل واقع است، به این نتیجه رسیده که این تعریف، تعریف گسترده‌ای است و نمی‌توان از آن به شکل معناداری در تدوین قوانین استفاده کرد چرا که محدودیت‌های غیرضروری برای شرکت‌ها ایجاد می‌کند، هزینه‌های اضافی بر آنان تحمیل می‌کند، باعث کاهش استفاده موثر از منابع و موادی می‌شود که عمرشان به چندین دهه می‌رسد؛ مثلا طبق این تعریف رنگ‌دانه‌های معدنی مورد استفاده در رنگ‌ها و سایر محصولاتی که هر روزه تولید می‌شوند جز دسته نانومواد قرار می‌گیرند. این تعریف قرار است در دسامبر ۲۰۱۴ توسط EC بازبینی شود.

هرچند قاعدتا پیش‌بینی می‌شود که تعریف نانومواد لازمه هر نوع عملیات نظارتی است، این تعریف باز هم نمی‌تواند همه مشکلات را برطرف کند. اندرو ماینارد، یکی از کارشناسان برجسته‌که معتقد بود باید تعریفی از نانو به دست داده شود بعدها متوجه شد برای این فناوری ممکن است تعریف

Archive of SID
www.SID.ir

یک اندازه مناسب برای همه[۱] مناسب نباشد، بنابراین بهتر است مواد نانو را به صورت موردی تعریف کرد. جا دارد در اینجا به این نکته اشاره کرد که کمیسیون اروپا نیز از لحاظ جنبه ایمنی نانومواد مهندسی‌شده، روش موردی را ترجیح می‌دهد.

ب. چشم‌اندازها و روند سرمایه‌گذاری

همانطور که سایر دانشمندان جهان پیش‌بینی کرده‌اند، فناوری نانو مزایای بی‌اندازه‌ای دارد و با کاربرد تکنولوژی در سطح نانو، دانشمندان قادر خواهند بود محصولات مهندسی‌شده و قابل مصرفِ سبک‌تر، محکم‌تر، زیباتر، ارزان‌تر، پاک‌تر و بادوام‌تری بسازند. بر اساس پیش‌بینی‌های بازار، کشورها و سازمان‌های مختلف سرمایه قابل‌توجهی در این زمینه گذاشته‌اند. یکی از دلایل این سرمایه‌گذاری این است که همواره این پیشگامان یک عرصه هستند که صاحب ثروت می‌شوند، مثل مردمانی که برای اولین بار صاحب نیزه، اسب و درشکه، شمع و چراغ برق، ترانزیستور و سوپاپ و علم داروسازی شدند و یا افرادی همچون فورد، گیتز، نوبل. همچنین اکنون بسیاری افراد از راه مهندسی ژنتیک و درمان ژنی پول زیادی کسب می‌کنند؛ حوزه بعدی فناوری نانو خواهد بود.

برخی کارشناسان شباهت‌هایی بین انقلاب پیش‌رو با فناوری نانو و انقلاب پلاستیک در دهه ۱۹۶۰ یافته‌اند، یعنی همان زمانی که پلاستیک همه چیز را در زندگی روزمره ما تغییر داد. امروزه پلاستیک همه جا کاربرد دارد، از لوازم آشپزخانه گرفته تا ظروف غذا، سازه‌های ساختمان، اتومبیل، حمل‌ونقل، بهداشت پزشکی. بعدتر خاطرنشان شد که *حتی اگر بخشی از پیش‌بینی‌ها درباره نانوتکنولوژی به حقیقت بپیوندد، جامعه ما، جامعه‌ای کاملا متفاوت و مکان بهتری نسبت به امروز خواهد شد.*

گروه ویژه علوم، فناوری و نوآوری سازمان ملل (بخشی از این فرایند برای کمک به آژانس‌های سازمان ملل در رسیدن به اهداف توسعه هزاره سازمان ملل است) به پتانسیل فناوری نانو برای توسعه پایدار و بهبود بخشیدن به وضعیت ۵ بیلیون انسان در کشورهای در حال توسعه اشاره کرده است. به علاوه، این موضوع مورد بحث قرار گرفته است که فناوری نانو چگونه می‌تواند به کشورهای در حال توسعه کمک کند که به این اهداف برسند. سازمان آموزشی، علمی، فرهنگی سازمان ملل (UNESCO) با ارائه یافته‌های سالامانکا-بنتلو و همکاران، ده کاربرد برتر فناوری نانو را در اهداف توسعه هزاره سازمان ملل (MDGs) بدین شرح اعلام کرده است: الف. ذخیره، تولید و تبدیل انرژی؛ ب. تقویت تولید کشاورزی؛ پ. تصفیه و بهبود آب؛ ت. تشخیص و غربالگری بیماری‌ها؛ ث. سیستم‌های کنترل رهایش دارو؛ ج. فرآوری و نگهداری مواد غذایی؛ چ. آلودگی هوا و اصلاح آن؛ ح. ساخت‌وساز؛ خ. نظارت بر سلامت؛ د. تشخیص و کنترل آفت‌ها و ناقلین بیماری‌ها.

در مقالهٔ منتشر شده در مجله علمی معتبر نیچر (Nature)، عنوان شده که بین آگوست ۲۰۰۸ تا جولای ۲۰۰۹، بیش از ۹۱۵۰۰ مطلب درباره فناوری نانو به چاپ رسیده است. در سال ۲۰۰۵ بیش از ۳۲ بیلیون دلار محصول حاوی مواد نانو در سراسر جهان به فروش رسیده است. شرکت لاکس ریسرچ در سال ۲۰۰۹ گزارش می‌کند که ارزش محصولات و کالاهایی که فناوری‌های نانو در آنها به کار رفته ۲۲۴ بیلیون دلار بوده است. طبق برآورد انتشارات الکترونیک کانادا، ارزش بازار جهانی نانوتکنولوژی در سال ۲۰۱۰ معادل ۱۵,۷ بیلیون دلار بوده است و برآورد می‌کند این میزان در سال ۲۰۱۵ معادل ۲۷ بیلیون دلار خواهد بود. در سال ۲۰۰۰، بنیاد ملی علوم آمریکا (NSF) برآورد کرد بازار جهانی کالا و خدماتی که از نانوتکنولوژی استفاده می‌کنند تا سال ۲۰۱۵ به یک تریلیون دلار خواهد رسید، وزارت آموزش و پژوهش آلمان نیز بر این باور است که این میزان به ۳ تریلیون دلار خواهد رسید؛ این در حالی است که طبق پیش‌بینی کمیسیون اروپا، ارزش جهانی محصولات تولیدشده با فناوری نانو در سال ۲۰۰۹ به ۲۰۰ بیلیون یورو و در سال ۲۰۱۵ به ۲ تریلیون یورو خواهد رسید. کمیسیون اروپا همچنین تخمین زده است که بازار جهانی مواد نانو ۱۱ میلیون تن، ارزش آن ۲۰ بیلیون یورو و اشتغال‌زایی مستقیم این فناوری ۳۰۰۰۰۰ الی ۴۰۰۰۰۰ بوده است. میهایل روکو، رئیس کمیته فرعی شورای ملی علوم و فناوری ایالات متحده در موضوع علوم، مهندسی و فناوری در مقیاس نانو، و همچنین مشاور عالی فناوری نانو در بنیاد ملی علوم، پیش‌بینی کرده است که بازارهای فناوری نانو و مشاغل مربوط به آن هر سه سال، دو برابر خواهد شد.

شرکت تحقیقات و پیش‌بینی بازار بی‌سی‌سی (BCC) برآورد کرده است که در سال ۲۰۱۰، ارزش محصولات فناوری نانو حدود ۱۵,۷ بیلیون دلار خواهد بود و تا سال ۲۰۱۵ به ۲۶,۷ بیلیون دلار می‌رسد، یعنی با نرخ رشد مرکب سالانهٔ (CAGR) ۱۱,۱ درصد از سال ۲۰۱۰ تا سال ۲۰۱۵. انواع و اقسام نانولوله های کربنی در سال ۲۰۰۹ سودی معادل ۱۰۰ میلیون دلار ایجاد کردند و پیش‌بینی می‌شود که بازار طی پنج سال آینده با نرخ رشد مرکب سالانهٔ (CAGR) ۵۸,۹ درصد رشد کند و در سال ۲۰۱۴ به بیش از ۱ بیلیون دلار برسد. انتظار می‌رود، تولید جهانی نانولوله‌های کربنی از ۱ بیلیون دلار به ۲ بیلیون دلار در سال ۲۰۱۴ برسد.

ساینتیفیکا که یکی دیگر از سازمان‌های معتبر تحقیقاتی در زمینه تجارت و بازار است، در سال ۲۰۱۱ گزارش کرده که دولت‌های مختلف در سراسر جهان اکنون سالیانه ۱۰ بیلیون دلار پرداخت می‌کنند و این نرخ طی سه سال ۲۰درصد افزایش می‌یابد. با پایان سال ۲۰۱۱، کل سرمایه دولت در این حوزه به ۶۵ بیلیون دلار و ۱۰۰ بیلیون دلار خواهد رسید و با سرمایه‌گذاری بخش خصوصی و مشارکتی، این رقم تا سال ۲۰۱۴ به ۲۵۰ بیلیون

Archive of SID
www.SID.ir

دلار می‌رسد. در ایالات متحده، بعد از راه‌اندازی نخستین برنامه ملی فناوری نانو، دولت بین سال‌های ۲۰۱۲-۲۰۰۱ مجموعا ۱۵,۶ بیلیون دلار در این عرصه سرمایه‌گذاری کرد و رئیس‌جمهور خواستار تخصیص ۱,۷۶۶ بیلیون دلار به ستاد ویژه توسعه فناوری نانو (NNI) شد.

در مورد محصولات، دفاتر ثبتی در ایالات متحده وجود دارد که لیست محصولات تولید شده به کمک فناوری نانو را در اختیار عموم قرار می‌دهد و به نام پروژه نانوتکنولوژی نوظهور (PEN) شناخته می‌شود؛ در اروپا و ژاپن نیز موارد مشابهی وجود دارد.

پ. نگاهی اجمالی به نانوتکنولوژی و کشورهای آسیایی

برخی کشورهای آسیایی در جنبش جهانی فناوری نانو پیشگام بوده‌اند. ژاپن را می‌توان مهد این فناوری دانست، و واژه نانوتکنولوژی نیز نخستین بار توسط نوریو تانی‌گوپی در سال ۱۹۷۴ به کار رفت؛ همچنین دانشمند ژاپنی سومیو ایجیما در سال ۱۹۹۱ موفق به کشف نانولوله‌های کربنی شد. در این حوزه ژاپن در میان کشورهای آسیایی طلایه‌دار است و با ایالات متحده و کشورهای اروپایی رقابت می‌کند. مردم ژاپن از دهه ۱۹۷۰ هنگامی که ایسکسرونا جایزه نوبل فیزیک را گرفت با نانو ذرات آشنا شدند. چین یکی دیگر از کشورهای آسیایی است که مطابق برخی تحقیقات انجام شده، در آینده یکی از پیشگامان فناوری نانو به شمار خواهد آمد. هرچند سوالاتی درباره کیفیت مقالات منتشرشده در چین نسبت به ایالات متحده و اروپا وجود دارد، اقتدار چین از لحاظ سرمایه‌گذاری در این حوزه به خوبی مستند است. کره جنوبی از مقادیر نامحدودی مواد نانو در محصولات الکترونیکی خود استفاده می‌کند، هند مکان موفقی برای تولید به حساب می‌آید و سنگاپور در سال‌های ۲۰۰۶-۲۰۰۴ سه برابر نرخ متوسط ثبت اختراعات در این حوزه را به خود اختصاص داده است. جدولی که در پی آمده است قابلیت‌های کشورهای آسیایی را از لحاظ مقالات علمی و ثبت اختراع مطابق دفتر ثبت اختراعات ایالات متحده (USPTO) نشان می‌دهد.

جدول ۱: ۱۵ کشور برتر در فناوری نانو (مجموع مقالات علمی/ مجموع مقالات در حوزه فناوری نانو) در شبکه علوم، در میان کشورهایی با بیش از ۵۰۰ مقاله تا جولای ۲۰۱۲

رتبه	کشور	۲۰۱۰	رتبه	کشور	۲۰۱۱	رتبه	کشور	۲۰۱۲
۱	سنگاپور	۱۷,۷	۱	سنگاپور	۱۹,۴۷	۱	سنگاپور	۲۰,۰۸
۲	چین	۱۴,۷۷	۲	چین	۱۵,۷۵	۲	چین	۱۶,۲۸
۳	کره جنوبی	۱۳,۲۲	۳	کره جنوبی	۱۴,۴۵	۳	کره جنوبی	۱۶
۴	اکراین	۱۲,۲۲	۴	ایران	۱۴,۳۶	۴	اکراین	۱۴,۵۳
۵	ایران	۱۲,۰۲	۵	اکراین	۱۳,۳۲	۵	ایران	۱۳,۵۷
۶	تایوان	۱۱,۱۷	۶	هند	۱۲,۶۱	۶	عربستان سعودی	۱۳,۴۲
۷	هند	۱۰,۶۸	۷	رومانی	۱۲,۳۵	۷	تایوان	۱۱,۷۸
۸	روسیه	۱۰,۱۶	۸	تایوان	۱۱,۹۹	۸	مالزی	۱۱,۵۹
۹	رومانی	۹,۷۸	۹	عربستان سعودی	۱۱,۱۷	۹	اکراین	۱۱,۱۵
۱۰	ژاپن	۸,۷۴	۱۰	روسیه	۱۰,۳۵	۱۰	روسیه	۱۱,۰۱
۱۱	عربستان سعودی	۸,۶۵	۱۱	مالزی	۱۰,۲۴	۱۱	رومانی	۱۰,۸۵
۱۲	مالزی	۸,۶۵	۱۲	ژاپن	۹,۲۲	۱۲	مصر	۹,۷۳
۱۳	آلمان	۷,۳۱	۱۳	آلمان	۷,۷۹	۱۳	ژاپن	۹,۰۷
۱۴	مصر	۷,۰۱	۱۴	مصر	۷,۶۷	۱۴	آلمان	۷,۸۵
۱۵	فرانسه	۶,۸۹	۱۵	فرانسه	۷,۳۸	۱۵	فرانسه	۷,۷۳

جدول شماره یک، ۱۵ کشور برتر در زمینه مقالات نانوتکنولوژی را درمقایسه با کل مقالات در شبکه علوم نشان می‌دهد. مشخص شده است که از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۲ بیش از ۵۰ درصد ۱۵ کشور برتر، متعلق به آسیا بوده است و این کشورها اغلب مقام بالا داشته‌اند (هشتم در ۲۰۱۰، نهم در ۲۰۱۱، و نهم در ۲۰۱۲). جدیت کشورهای آسیایی در این حوزه شایان توجه است.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲ فهرستی است از کشورهای آسیایی که تقاضای ثبت اختراعاتی در حوزه فناوری نانو داده‌اند. از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۳، شاهد افزایش تقاضای ثبت اختراع از جانب کشورهای آسیایی هستیم – از ۶۳۷۷ مورد در ۲۰۰۵ به ۲۱۳۷۹ مورد در سال ۲۰۱۳، یعنی ۲۳۵ درصد افزایش. به این ترتیب، این جدول‌ها نشان می‌دهد کشورهای آسیایی بدون توجه به اقتصاد یا وسعت‌شان تا چه اندازه مشتاق‌اند که در این عرصه پیشگام باشند.

جدول ۲: کشورهای آسیایی و ثبت اختراعات مربوط به فناوری نانو در USPTO

رتبه‌بندی جهانی	کشورها	۲۰۰۴	۲۰۰۵	۲۰۰۶	۲۰۰۷	۲۰۱۳
۲	ژاپن	۹۰۸	۷۹۹	۱۰۶۸	۱۱۸۵	۳۱۸۲
۳	کره جنوبی	۱۳۰	۱۱۲	۲۰۸	۲۴۹	۹۴۳
۵	تایوان	۱۰۸	۱۳۹	۲۱۶	۲۳۴	۶۴۹
۷	چین	۱۱	۲۸	۴۶	۳۶	۴۲۰
۱۲	سنگاپور	۹	۱۷	۲۵	۲۱	۱۲۹
۲۰	هند	۱۳	۱۰	۱۵	۱۵	۵۳
۲۳	عربستان سعودی	۰	۰	۱	۰	۳۱
۲۷	مالزی	۷	۱	۳	۰	۱۵
۳۰	ایران	۰	۰	۰	۰	۱۲
۳۵	ترکیه	۰	۰	۰	۰	۶
۳۹	تایلند	۰	۰	۲	۰	۴
۴۶	امارات متحده عربی	۰	۰	۰	۰	۲
۵۰	ویتنام	۰	۰	۰	۰	۱
	جهان	۶۸۲۲	۶۳۷۷	۸۳۸۷	۸۷۰۸	۲۱۳۷۹

علاوه بر این، برخی کشورهای آسیایی مانند کره جنوبی انواع مختلفی از محصولات و ماشین‌آلات مربوط به فناوری نانو را با عنوان تکنولوژی برتر ارائه کرده‌اند که در صورت سرمایه‌گذاری خارجی مالیات کمتری به آنها تعلق می‌گیرد یا از مالیات معاف خواهند بود. تایلند برای تجارت نانوتکنولوژی ۲۰درصد معافیت از مالیات قائل شده است. مالزی و سنگاپور با نام بردن از این حوزه با عنوان ' حوزه تکنولوژی برتر' دعوت به سرمایه‌گذاری در این حوزه نموده‌اند. در این مقاله، ما بر چارچوب حقوقی موجود در برخی کشورهای نام برده شده در دو جدول بالا تمرکز می‌کنیم.

۳. جنبه‌های حقوقی و نظارتی فناوری نانو

بعد از تمامی این بحث‌ها، ممکن است این سوال مطرح شود که نقش قانون و مقررات در مبحث فناوری نانو چیست. قبل از این بحث، باید تاکید کنیم که همه نانومواد نام برده شده در مجلات علمی خطرناک نیستند. مواد نانو که موادی شیمیایی در مقیاس نانو هستند، خواصی کم و بیش مشابه آن مواد شیمیایی دارند و همانطور که همه مواد شیمیایی زیانبار نیستند و بسیاری از آنها مایه نجات زندگی بوده و بسیاری نیز در زندگی روزانه ما کاربرد دارند، نانومواد نیز چنین‌اند. با این همه، برخی مواد نانو مانند نانوذرات نقره، دی‌اکسید تیتانیم، نانولوله‌های کربن، نانوذرات روی، و غیره که در بسیاری محصولات قابل فروش استفاده می‌شوند بسیار خطرناک‌اند. لازم است قانون در زمینه این نانوذرات و نانومواد مستقیما مداخله کند. لازم است در اینجا به این موضوع اشاره کرد که مدت‌ها پیش از راه‌اندازی رسمی برنامه فناوری نانو در ایالات متحده آمریکا از طریق ستاد ویژه توسعه فناوری نانو در سال ۲۰۰۰، مسائل حقوقی و نظارتی مربوط به حوزه فناوری نانو در سال ۱۹۸۹ و ۱۹۹۳ مورد توجه قرار گرفته بود.

سازمان‌های مردم‌نهادی (NGOs) مثل دوستداران زمین هشدار داده‌اند که مواد نانو تاثیرات مخربی در سلامت انسان دارند و ممکن است برای محیط‌زیست خطرآفرین باشند. سازمان‌هایی همچون معلمان استرالیا از دادن کرم‌های ضدآفتاب به دانش‌آموزان خودداری کردند و آژانس محیط‌زیست فدرال (UBA) دولت آلمان به مصرف‌کنندگان هشدار داد در مصرف خمیردندان محتاط باشند. کانادا استفاده از فناوری نانو را در تولید مواد غذایی ارگانیک ممنوع اعلام کرد. هنگامی‌که دانشکده بهداشت عمومی دانشگاه هاروارد که بهترین دانشگاه در جهان به حساب می‌آید تائید می‌کند ' هر روز

Archive of SID
www.SID.ir

شواهد بیشتری به دست می‌آید که نشان می‌دهد قرار گرفتن در معرض نانوذرات مهندسی‌شده (ENPs) می‌تواند منجر به آسیب DNA شود و نهایتا به جهش و مسمومیت سلولی و سپس سرطان بیانجامد[۱۰] می‌بینیم دلایلی منطقی برای نگرانی‌ها در زمینه نانومواد مهندسی‌شده وجود دارد.

واضح است که اثرات درازمدت نانومواد مهندسی‌شده بر محیط‌زیست باید مورد تائید قرار گیرد. با این حال پیش‌بینی می‌شود که نانومواد می‌توانند از راه‌های مختلف (پوست، گوارش، تنفس و تزریق) وارد بدن انسان شوند. بنا بر فهرست پروژه فناوری نوظهور نانو (PEN) مشخص شده است که از ۲۰۰۰ محصول مصرفی، ۳۵۴ محصول می‌توانند از طریق پوست، ۱۷۳ محصول از طریق گوارش و ۱۷۱ محصول از طریق تنفس وارد بدن شوند. هرچند این محصولات می‌توانند سلامت انسان را تحت‌تاثیر قرار دهند، تاثیرات زیانبار آنها هنوز آزمایش نشده و بنابراین هنوز تائید نشده که این محصولات برای سلامت انسان مضر هستند یا خیر.

در مقابل چنین دغدغه‌هایی، دولت‌ها و سازمان‌های گوناگون، گزارش‌هایی منتشر کرده‌اند تا بتوانند مصرف‌کنندگان را در اینباره متقاعد کنند. همچون طرفداران جدی و مصمم توسعه و پژوهش (R&D) فناوری نانو، ما نیز بر این باوریم که مواد نانو تاثیرات مخربی برای سلامت انسان و محیط‌زیست به شکلی که در این گزارش‌ها قید شده ندارند، اما بسیاری از مقالات علمی منتشرشده در ژورنال‌های معتبر به ما اجازه نمی‌دهد در این زمینه مطمئن باشیم. در چنین شرایطی بررسی و برآورد نحوه واکنش مصرف‌کنندگان حائزاهمیت است و مقامات نظارتی باید تلاش کنندتا مردم را متقاعد کنند. به این ترتیب دانستن جنبه‌های حقوقی و نظارتی برخورد و مدیریت مواد نانو اهمیت پیدا می‌کند.

شش خط‌فاصل نظارتی برای فناوری نانو تعیین شده است؛ ایمنی محصول، حفظ حریم خصوصی و آزادی‌های مدنی، سلامتی و ایمنی کاری (OH&S)، مالکیت معنوی (IP)، قوانین بین‌المللی و قوانین زیست‌محیطی. علاوه بر این چنین به نظر می‌رسد که دو حوزه قانونی یعنی الف. قوانین مربوط به سلامت و ایمنی و ب. قوانین حمایت از اختراع و مالکیت معنوی، از اولویت برخوردارند و قوانین مربوط به مسئولیت در قبال محصول و مسئولیت در قبال آسیب‌های شیمیایی، قوانین حفظ حریم خصوصی و نظارت بین‌الملل باید در درازمدت در حوزه فناوری نانو مورد توجه و بررسی قرار گیرند. بنابراین مقدمات قانونی موجود برای قوانین ایمنی و سلامت در حوزه فناوری نانو اهمیت و اولویت بیشتری دارد.

مسیرهای بالقوه قرار گرفتن در معرض نانوذرات نشان می‌دهد، می‌توانیم به ایده از گهواره تا گور چرخه حیات نانومواد برسیم و اینکه چطور نانومواد قادرند با سلامت انسان و محیط‌زیست ارتباط پیدا کنند. اگر این مسیررا از دیدگاهی حقوقی تحلیل کنیم، به این نتیجه می‌رسیم که بسیاری از حوزه‌های علم حقوق از جمله قوانین مربوط به سلامت کار، کارخانه، مواد شیمیایی، مواد خطرناک، مصرف‌کننده، زایدات، محیط‌زیست (خشکی، هوا و آب)، غذا و کشاورزی، شیلات، تنوع حیات، مواد آرایشی، مسئولیت محصول، بسته‌بندی و برچسب‌زنی مواد غذایی، ابزار پزشکی، مالکیت معنوی، بیمه و غیره به نحوی به بحث جنبه‌های حقوقی نانوتکنولوژی مربوط می‌شود. علاوه بر این، قوانین مربوط به این حوزه‌ها ممکن است هم در قانون اساسی و هم در قوانین داخلی موجود باشند. این ارزیابی چرخه حیات نانومواد باعث می‌شود به این نکته پی ببریم که نانومواد در جاهای مختلف حضور دارند، از جمله در تولید، پردازش، توزیع و انهدام یک محصول.

واضح است که در قوانین حقوقی موجود نمی‌توانیم واژه نانو را به طور خاص بیابیم، چرا که واژه‌ایست تازه‌وارد، اما باید قوانینی غیرمستقیم وجود داشته باشد که بتوان از آنها مواردی را برای این حوزهٔ نوپا استنباط کرد. برای مثال قوانینی مربوط به بهداشت حرفه‌ای تدوین می‌شود تا بتواند ایمنی، بهداشت و رفاه افراد را هنگام کار تامین کند و از آنها در برابر مخاطراتی که به واسطه کار، سلامت یا امنیت‌شان را تهدید می‌کند حمایت کند. این قوانین بسیار گسترده‌اند و مسائل مربوط به مخاطرات و ایمنی نانومواد را می‌توان تحت این قوانین قرار داد. به همین نحو، قانون غذایی مالزی، ۱۹۸۳ (قانون ۲۸۱) برای حمایت از عموم مردم در برابر خطرات حین آماده‌سازی، فروش و مصرف مواد غذایی وضع شده است. بنابراین هر نانومواده‌ای که در مواد غذایی مصرف می‌شود و ممکن است برای سلامت انسان مضر باشد، مشمول مقررات این قانون می‌شود. این امر در مورد دیگر حوزه‌های قانونی نیز صادق است.

شباهت‌هایی بین بیوتکنولوژی و نانوتکنولوژی وجود دارد. در برخی تحقیقات، مشخص شده است تجربه‌های به دست آمده در حوزه نظارت و قانون‌گذاری بیوتکنولوژی می‌تواند در زمینه سامان‌دهی مسائل مربوط به نانوتکنولوژی نیز استفاده شود. بسیاری از این کشورهای آسیایی تاکنون در حوزه بیوتکنولوژی قوانینی وضع کرده‌اند یا در حال وضع قوانینی هستند. بنابراین کشورهای مشتاق آسیایی که مایل‌اند در حوزه فناوری نانو پیشگام باشند، باید تجربه‌های مشابه در حوزه قانون‌گذاری و نظارت بیوتکنولوژی را بار دیگر مرور کنند.

۴. نانوتکنولوژی و مقدمات نظارتی و قانونی در کشورهای آسیایی

کشورهای آسیایی نظام‌های قانونی متفاوتی دارند، مثلا در نظام‌های حقوقی چین، اندونزی، ژاپن، کره جنوبی، تایوان و ویتنام نظام حقوقی قانون مدنی غالب است؛ هند، سنگاپور و مالزی غالبا از سیستم حقوقی قوانین عرفی (common law) انگلیس اقتباس کرده‌اند؛ در عربستان سعودی سیستم حقوقیِ قانون اسلامی حاکم است؛ در ایران نظام حقوقی اسلام شیعی و در فیلیپین ترکیبی از حقوق مدنی و حقوق عرفی وجود دارد. هرچند بین این سیستم‌های حقوقی تفاوت‌هایی وجود دارد، تمامی این کشورها قانون اساسی مکتوب دارند و بیشتر آنها نیز در موارد ذکر شده پیشین دارای قوانین

Archive of SID
www.SID.ir

حقوقی هستند که به مواردی چون چرخه حیات نانومواد به شکلی در قالب قانون مدون، قانون عرفی، قوانین ثانویه یا تدوین شده پرداخته است. به منظور اجرای این قوانین، سازمان‌های نظارتی خاصی وجود دارند و علاوه بر آنها دستورالعمل‌ها و استانداردهایی نیز هست که توسط این سازمان‌ها تنظیم می‌شود. همچنین بیشتر این کشورها عضو سازمان‌های بین‌المللی گوناگونی چون سازمان ملل، OECD، ISO، اتحادیه جنوب شرقی آسیا (ASEAN)، سازمان همکاری‌های اقتصادی آسیا- اقیانوسیه (APEC) و همچنین عضو بسیاری از عهدنامه‌های حقوق بشر منطقه‌ای و بین‌الملل و سایر عهدنامه‌ها و توافق‌نامه‌هایی هستند که به بسیاری از موارد ذکر شده در بالا مربوط می‌شود. این کشورهای آسیایی به عنوان عضو هر یک از این سازمان‌ها، موظف‌اند به برنامه‌ها و تدابیر مختلف اتخاذشده توسط این سازمان‌ها برای مهار و مدیریت فناوری نانو پایبند باشند. بسیاری از این کشورهای آسیایی مانند ژاپن، چین، سنگاپور، هند و غیره با دانشگاه‌ها و موسسات تحقیقاتی اروپا و ایالات متحده برنامه‌های مشترک دارند و در این برنامه‌ها همواره فرض بر این است که قوانین، استانداردها و خطوط راهنما در مورد مواد نانو با جدیت رعایت می‌شود. بنابراین بر اساس چرخه حیات مواد نانو در این بخش به بررسی بخشی از قوانین برخی کشورهای آسیایی می‌پردازیم.

الف. نانوتکنولوژی و قانون اساسی در آسیا

در هر کشوری با قانون اساسی مکتوب، قانون اساسی بالاترین مرجع قانونی و اساس کلیه حقوق داده شده به شهروندان است. هرچند قوانین مربوط به فناوری در قانون اساسی وجود دارد، اما امید به یافتن قوانینی درباره فناوری نانو در قانون اساسی کشورهای آسیایی بیش از حد خوشبینانه است. با این حال واضح است که قوانین زیادی وجود دارد از جمله قوانین مربوط به حق زندگی، حق سلامت، حقوق محیط‌زیست، توسعه پایدار و غیره که می‌توان از آنها برای بحث درباره جنبه‌های مختلف فناوری نانو بهره برد. در بسیاری موارد این حقوق به لحاظ قضایی لازم‌الاجراست و در بسیاری موارد دیگر این حقوق در قالب قانون اساسی به عنوان اساس نظارت بر کشور متجلی می‌شود و در جریان تدوین قوانین به کار می‌رود. در بخش بعدی به برخی از این اصول و قوانین که به مبحث فناوری نانو مربوط می‌شود می‌پردازیم.

۱. حق حیات

در جهان مدرن، یکی از مسئولیت‌های اولیه دولت و حکومت تضمین حق حیات شهروندان است. هرچند در مواردی ممکن است هیچ قانونی مستقیما درباره سلامت و محیط‌زیست وجود نداشته باشد، اما حق حیات تنها حقی است که می‌توان آن را در کلیه عهدنامه‌های حقوق بشر و قوانین اساسی بسیاری از کشورهای جهان یافت. محاکم قضایی نیز به طور مداوم با الحاق ویژگی‌های جدید در پی گسترش دادن این حق هستند. اینگونه استنباط‌ها از قوانین توسط دادگاه‌های داخلی بسیار اهمیت دارد چراکه در بسیاری موارد مربوط به حق حیات در قانون اساسی، یک جنبه جنایی وجود دارد. برای مثال در ماده ۳۲ قانون اساسی تایلند چنین آمده است:

فرد باید از آزادی و حقوقی در زندگی خود برخوردار باشد. شکنجه، رفتار خشونت‌بار یا مجازات با ابزار غیرانسانی یا ظالمانه مجاز نیست؛ با این حال مجازاتی که در اجرای حکم دادگاه یا به حکم قانون صورت می‌گیرد مشمول مجازات با ابزار غیرانسانی یا ظالمانه که در این بند قید شده نمی‌شود.

ماده ۲۱ قانون اساسی هند در سال ۱۹۴۹ نمونه ساده‌ای است از قوانین بالا را و چنین عنوان می‌کند " هیچ‌کس نباید از حق آزادی و حیات محروم شود مگر بنا بر موارد تعیین شده در قانون." قانون اساسی سنگاپور در سال ۱۹۶۵ نیز موارد مشابهی دارد که بر حق حیات صحه می‌گذارد. ممکن است چنین استدلال شود که جنبه‌های جزایی الحاق شده به حق حیات در قانون اساسی به واسطه تاثیر ابزارهای حقوق بشر بین‌المللی بوده باشد، مواردی همچون اعلامیه جهانی حقوق بشر در سال ۱۹۴۸ و یاکنوانسیون اروپایی حمایت از حقوق بشر در سال ۱۹۵۰.

از سوی دیگر، رویکرد قانون اساسی ژاپن در زمینه حمایت از حق حیات رویکردی مناسب‌تر است چرا که این قوانین در محدوده قوانین جزایی محدود نشده‌اند و قید شده است که چنانچه حق حیات، آزادی و رسیدن به رفاه و سعادت اختلالی در رفاه اجتماعی ایجاد نکند، این حق بالاترین و عالی‌ترین موضوع مورد ملاحظه قانون‌گذاری و سایر موارد حکومتی به حساب می آید. بنیان‌گذاران قانون اساسی کره جنوبی، رویکرد دیگری اتخاذ کرده‌اند و با قرار دادن حق حیات در مقدمه قانون اساسی جایگاه والاتری برای این حق قائل شده‌اند و عنوان کرده‌اند که قانون اساسی "برای ارتقا کیفیت زندگی سایر شهروندان" تدوین شده است.

در آخر اینکه می‌توان چنین استدلال کرد که حق حیات ذکر شده در قانون اساسی با جایگاه بلندی که در قوانین اساسی آسیا دارد می‌تواند در جهت حمایت از شهروندان در برابر خطرات مخرب هر ماده‌ای از جمله نانو مواد مورد تفسیر قرار گیرد. با این حال، در آینده نزدیک، شایستگی و مهارت وکلا و قضات در دادگاه‌ها برای استناد به این قوانین دغدغه‌ای اساسی خواهد بود.

۲. حق سلامت

سلامتی یکی از حقوق مهم انسان‌هاست و کمتر کسی یافت می‌شود که سلامتی را شرط اولیه برای بهره‌مندی از سایر حقوق انسانی نداند. بسیاری از کشورها قوانین مربوط به حق سلامت را یا در قوانین ملی یا قوانین داخلی و منطقه‌ای گنجانده‌اند و دولت‌ها اغلب خود را موظف می‌دانند که سلامت شهروندان را در قلمرو کشور تامین نمایند. از آنجا که بارها ادعا شده است مود نانو برای سلامتی انسان‌ها مضرند و در حال حاضر نیز صدها مادهٔ حاوی نانومواد در بازار وجود دارد، مطابق حق سلامت قید شده در قانون باید از سلامت شهروندان حفاظت شود. با این حال یکی از دغدغه‌های عمده در

Archive of SID
www.SID.ir

این زمینه این است که حق سلامت در نظام‌های اقتصادی در حال توسعه به لحاظ حقوقی لازم‌الاجرا نیست و لزومی برای پیگیری فوری اثرات مواد نانو بر سلامت انسان وجود ندارد، بلکه این امر مستلزم زمان زیادی بوده و بدین ترتیب اثبات مسئله دشوار خواهد بود.

۳. حق بهره‌مندی از محیط‌زیست عاری از آلودگی

حق بهره‌مندی از محیط‌زیست سالم نیز در قوانین ملی قید شده است. در بسیاری موارد محاکم قضایی رای به تضمین محیط‌زیست پاک می‌دهند و توسعه پایدار را حمایت می‌کنند. همچون حق سلامت، حق بهره‌مندی از محیط‌زیست پاک نیز همیشه به لحاظ قضایی لازم‌الاجرا نیست. علاوه بر این حوزه‌هایی وجود دارد که در آن هماهنگی بین سازمان‌های مختلف مسئول به منظور حفظ محیط‌زیست وجود ندارد. علیرغم همه اینها چنانچه عزم راسخی برای تنظیم و نظارت بر پیامدهای زیست‌محیطی فناوری نانو وجود داشته باشد، دولت‌ها به آسانی می‌توانند با استناد به قوانین مربوط به لزوم محیط‌زیست عاری از آلودگی در این زمینه اقدام کنند.

۴. حق آب و غذا

حق غذا در کنار حق بهره‌مندی از آب شرب پاکیزه دو مورد از مهم‌ترین حقوقی است که انسان برای ادامه حیات به آن نیاز دارد. فناوری نانو امیدهای زیادی در زمینه تامین آب پاک، انرژی و غذا به دست داده است. مواد نانو در مواد غذایی استفاده می‌شوند و بنابراین قوانین مربوط به مواد غذایی در قوانین کشورها می‌تواند به این موضوع بپردازد. با این حال باید توجه داشت که در قوانین کشورهای در حال توسعه، قوانین مربوط به غذا در ضوابط مربوط به سیاست‌گذاری‌های دولت گنجانده شده و این امر بدان معنی است که این قوانین به لحاظ قضایی لازم‌الاجرا نیستند. دادگاه عالی هند به دنبال پرونده *اتحادیه خلق برای آزادی‌های مدنی در مقابل اتحادیه هند و دیگران، ۲۰۰۱*، که مربوط به تلف شدن انسان‌ها از فرط گرسنگی درایالت راجاستان بود، حق برخورداری شهروندان از غذا را به رسمیت شناخت.

قوانین داخلی

قانون اساسی به عنوان عالی‌ترین قانون یک منطقه در برگیرندهٔ قوانین گسترده‌ایست و کشورها برای لازم‌الاجرا کردن این قوانین تعداد مورنیاز را به تصویب می‌رسانند. در این بخش به طور خاص به آن دسته از قوانین داخلی برخی کشورهای آسیایی به طور کلی و قوانین کره جنوبی درباره فناوری نانو به طور خاص می‌پردازیم. با توجه به اینکه کره جنوبی یکی از دو کشور موجود در جهان است که چنین قوانینی را وضع کرده است، قوانین آن را به طور مفصل‌تری شرح می‌دهیم با این امید که دیگر کشورهای آسیایی نیز تلاش کنند قوانین مشابهی در این زمینه وضع نمایند.

۱. قانون کره جنوبی در مورد فناوری نانو

جمهوری کره جنوبی تنها کشور آسیایی است که در مورد فناوری نانو قانون خاصی تحت عنوان قانون ارتقا توسعه فناوری نانو ۲۰۰۸ (شماره ۸۸۵۲) وضع کرده است تا بتواند در جهت ارتقا پژوهش در زمینه نانو و استفاده از آن در صنعت، تلاشی ملی و نظام‌مند را سامان دهد. این قانون در تاریخ ۲۹ فوریه ۲۰۰۸ همراه با اعلام حکم اجرای قانون ارتقا توسعه فناوری نانو ۲۰۰۸ (شماره ۲۰۷۴۰) اجرایی شد.

شاید بهتر باشد به این نکته هم اشاره کنیم که قبل از این قانون، کره جنوبی در سال ۲۰۰۲ قانون دیگری با عنوانی مشابه، یعنی قانون ارتقا فناوری نانو ۲۰۰۲، به تصویب رسانده بود. قانون ۲۰۰۲ که به عنوان پایگاه قانونی برای توسعه استراتژیک فناوری نانو، انگیزه‌ای موثر در این زمینه ایجاد می‌کرد، در ۲۳۴امین اجلاس عمومی مجلس ملی کره در ۱۲ نوامبر ۲۰۰۲ به تصویب رسید و به عنوان قانون شماره ۶۸۱۲ در تاریخ ۲۶ دسامبر ۲۰۰۲ تدوین شد. به دنبال آن، این قانون در ۲۷ ژوئن ۲۰۰۳ با اعلام حکم اجرای توسعه فناوری (حکم اجرایی ۱۸۰۱۱) اجرایی شد.

بند ۱ قانون ۲۰۰۸ که هدف از تبیین این قانون را شرح می‌دهد اظهار می‌دارد که هدف از این قانون کمک به نوآوری در زمینه فناوری علمی و توسعه اقتصاد ملی با حمایت سیستماتیک و بهبود فناوری نانو از طریق تامین بنیادهای تحقیقاتی برای فناوری نانو بوده است. مطابق بند ۲، فناوری نانو به فناوری علمی‌ای اطلاق می‌شود که الف. با دستکاری و تجزیه مواد در مقیاس نانومتر و کنترل آنها، مواد، عناصر یا سیستم‌هایی با خواص فیزیکی، شیمیایی و زیستی جدید تولید کند؛ ب. مواد را در مقیاس نانومتر فرآوری کند. قوه مقننه کره در این تعریف اندازه مشخصی مثل ۱۰۰- ۱ نانومتر یا بالای ۱۰۰ نانومتر را قید نکرده است و تنها به لفظ ' اندازه نانومتر' بسنده کرده است. این امر از دیدگاه قانونی و نظارتی دو پیامد دارد. درست است که هیچ اندازه مشخصی قید نشده اما از طرفی همین‌که چارچوبی قانونی برای این موضوع وجود دارد برای ذی‌نفعلان این حوزه خوب است.

بند ۳ این قانون به برخی مسئولیت‌های دولت اشاره می‌کند؛ مثل تعیین برخی سیاست‌گذاری‌های اساسی و اتخاذ تمهیداتی برای رشد و توسعه فناوری نانو با همکاری موسسات تحقیقاتی ملی و مردمی، یا توسعه منابع مالی جهت سرمایه‌گذاری در حوزه تحقیق و توسعه نانوتکنولوژی.

بند ۴ به تبیین برنامه جامع توسعه جهت ارتقا فناوری نانو می‌پردازد و همچنین اطلاعاتی مربوط به اهداف توسعه نانو و سیاست‌های راهبردی، بهبود و اجرای برنامه توسعه و تحقیق فناوری نانو ارائه می‌دهد؛ گسترش سرمایه‌گذاری، تسهیل همکاری میان صنایع، حلقه‌های تحقیقاتی و آکادمیک و

Archive of SID
www.SID.ir

تحقیقات میان‌رشته‌ای؛ تقویت اطلاعات، تسهیلات و زیرساخت‌های پژوهشی؛ تسهیل همکاری‌های بین‌الملل در حوزه فناوری نانو؛ انتشار نتایج تحقیقات فناوری نانو و مبادله تکنولوژی، و سایر مسائل مرتبط با توسعه و بهبود فناوری نانو.

بند ۵ این قانون آژانس‌های اجرایی اصلی را موظف به داشتن برنامه اجرایی سالانه بر مبنای طرح جامع توسعه می‌کند. بند ۶ مواردی را برای بهبود طرح توسعه و تحقیق (R&D) مطرح می‌کند. بند ۷ مربوط است به پایه‌گذاری هیات تحقیقاتی فناوری نانو. بند ۸ به انواع اعمالی اشاره دارد که دولت باید در حمایت از توسعه فناوری نانو در بخش خصوصی انجام دهد. بند ۹ به وزارت آموزش، علوم و فناوری اجازه اجرای موثر تمهیدات حمایتی قید شده ذیل بند ۸ را می‌دهد. بندهای ۹ و ۱۰ به مسائل لازم برای توسعه منابع انسانی متخصص در این حوزه می‌پردازد. بند ۱۱ به توسعه تسهیلات پژوهشی اختصاص دارد. بند ۱۲ مربوط به ارائه نتایج R&D و استفاده کاربردی این نتایج است. بند ۱۳ اشاره دارد به پایه‌گذاری مراکز تحقیقاتی تخصصی در حوزه نانوتکنولوژی. بند ۱۴ بر ساخت سیستم‌های اطلاعاتی فناوری تاکید می‌کند. بند ۱۵ به پایه‌گذاری سیستم‌های محاسباتی استاندارد می‌پردازد. بند ۱۶ به توسعه مجموعه‌های تحقیقاتی نانوتکنولوژی اختصاص دارد. بند ۱۷ مربوط است به همکاری میان سازمان‌های غیرانتفاعی. بند ۱۸ به کاهش مالیات یا معافیت از مالیات می‌پردازد.

جالب توجه است که بند ۱۹ قید می‌کند که دولت باید پیش از اتخاذ هر سیاستی به ارزیابی اثرات فناوری نانو بپردازد. طبق بند ۱۷ حکم اجرای قانون برنامه توسعه فناوری نانو (۲۰۰۸) این ارزیابی شامل این موارد است: ۱. تاثیرات پیشرفت و صنعتی‌سازی فناوری نانو در افزایش سودآوری، بهبود زندگی انسان‌ها و توسعه صنایع وابسته؛ ۲. تاثیرات پیشرفت و صنعتی‌سازی فناوری نانو برای کل جامعه و ملت؛ ۳. اثرات منفی ناشی از فناوری نانو و تمهیدات پیشگیرانه. هرچند این قانون دربرگیرنده این ارزیابی است، جالب است ببینیم هنگامی که بین محققان و سازمان‌های مختلف بر سر شیوه‌های ارزیابی اختلاف‌نظر وجود دارد دولت چگونه این ارزیابی را به انجام می‌رساند.

مشخص است که این قانون، مقررات اساسی مربوط به تبیین برنامه نانوتکنولوژی را مانند بسیاری برنامه‌های دیگر کشور، در بر دارد و همچنین نحوه اجرایی شدن این مقررات را نیز مشخص می‌کند. می‌بینیم مشابه کاری که کره جنوبی با سیستم حقوقی مدنی‌اش، از طریق مقررات و قوانین انجام داده، کشورهای دیگر با سیستم کامن لا، از طریق بیانیه یا اعلام استراتژی انجام داده‌اند. با این حال یک چیز در این دو سیستم مشترک است و آن اینکه هیچ قانون مستقلی در زمینه ایمنی، مسئولیت، ادله، و غیره در رابطه با نانوتکنولوژی وجود ندارد. می‌توان چنین نتیجه گرفت که قانون کره جنوبی در خصوص فناوری نانو مانند قانون ایالات متحده، تامین کننده یک پایگاه قانونی و نظارتی برای حمایت بخش‌های اجرایی دولت از توسعه و پژوهش در حوزه فناوری نانو است.

پ. عضویت در سازمان‌های بین‌المللی

حقیقت این است که در آسیا هیچ سازمانی مشابه اتحادیه اروپا، اتحادیه آفریقا یا سازمان کشورهای آمریکایی (OAS) وجود ندارد. با این حال، کشورهای آسیایی عضو برخی سازمان‌های منطقه‌ای و بین‌المللی مثل سازمان ملل و آژانس‌های تخصصی این سازمان مثل سازمان غذا و کشاورزی (FAO)، سازمان بهداشت جهانی (WHO)، ILO، OECD، سازمان همکاری‌های اقتصادی آسیا- اقیانوسیه (APEC)، ISO، و غیره هستند. تمامی این سازمان‌ها تلاش کرده‌اند چارچوب و راهبردهای متنوعی در ارتباط با فناوری نانو تدوین کنند.

ده قدرت اقتصادی آسیای جنوب، شرق عضو ASEAN هستند؛ یک انجمن اقتصادی منطقه‌ای در آسیای جنوب‌شرقی. کشورهای عضو ASEAN تاکنون دستورالعمل‌هایی در زمینه مواد آرایشی و ابزارآلات پزشکی تصویب کرده‌اند و تمامی اعضای ASEAN موظف‌اند پس از الحاق این مقررات در قوانین داخلی خود از این دستورها پیروی کنند. برخی کشورهای عضو ASEAN با اجرای قوانین ASEAN این مقررات را در قوانین ملی خود به تصویب کرده‌اند. علاوه بر این، دستورالعمل‌هایی نیز وجود دارد مثل دستورالعمل ASEAN درباره روش‌های روابط صنعتی خوب، توافقنامه طرح هماهنگ نظارت بر لوازم آرایشی و بهداشتی که در پنوم پن کامبوج در تاریخ ۲ سپتامبر ۲۰۰۳ به امضا رسید و در همان تاریخ نیز لازم‌الاجرا شد. توافقنامه نظام نظارت بر تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی هماهنگ ASEAN (EEE) در ۹ دسامبر ۲۰۰۵ در کوالالامپور امضا شد؛ مقدمات شناسایی متقابل منطقه‌ای برای عملیات تولید خوب (GMP) در ۱۰ آوریل ۲۰۰۹ امضا شد و به اجرا درآمد. تمامی این اسناد قانونی ASEAN تا حدی الزام‌آور هستند چراکه امضا این تعهدات انعکاسی است از موقعیت دولت‌های عضو در جامعه بین‌الملل.

بسیاری از کشورهای آسیایی و پیشگامان عرصه نانوتکنولوژی عضو APEC هستند. APEC انجمنی است برای گسترش همکاری‌های اقتصادی و تجاری. APEC دست به ابتکارات مهمی زده است که از آن جمله ایجاد چارچوب حفظ حریم خصوصی است که به منظور بهبود و اجرای حفظ محرمانگی اطلاعات و حفظ تداوم جریان‌های خبری میان سیستم‌های اقتصادی عضو APEC و شرکای تجاری آنها وضع شده است. APEC یک سیستم تبادل اطلاعاتی مربوط به ایمنی حوادث محصول، تاسیس کرده تا سیستم‌های اقتصادی کشورهای در حال توسعهٔ عضو APEC بتوانند اطلاعات حوادث ایمنی را مدیریت کنند و شبکه‌ای اطلاعاتی همراه با دستورالعمل‌های مستند درباره حوادث ایمنی محصول شکل بگیرد. این ابتکار عمل

Archive of SID
www.SID.ir

APEC می‌تواند نقش مهمی ایفا کند و پیش‌بینی می‌شود در صورت توفیق این طرح بسیاری از نگرانی‌های پیرامون مواد نانو از بین برود. این نوع تمهید مشابه اقدامی است که در سطح اروپا برای تشکیل فهرست محصولات صورت گرفت.

برخی کشورهای آسیایی عضو گروه‌های کارگری OCED هستند. گروه‌هایی مانند حزب کارگران نانومواد تولیدی (WPMN)، حزب کارگران نانوتکنولوژی OECD (WPN). این حزب‌های کارگری در جهت نظارت و مدیریت مواد نانو تلاش می‌کنند. سه کشور آسیایی یعنی چین، ژاپن و کره جنوبی، از میان ۱۳ نانوماده، هزینه آزمایش ۵ نانومادهٔ تولیدی را تامین می‌کنند: نانوذرات آهن (چین)، فولرن (C۶۰)، ریزلوله‌های کربن یک‌جداره (SWCNTs)، ریزلوله‌های کربن چندجداره (MWCNTs) (ژاپن)، و نانوذرات نقره (کره جنوبی).

برخی کشورهای آسیایی عضو کمیته فنی فناوری نانو ISO (ISO/TC ۲۲۹ on Nanotechnology) و کمیته فنی کمیسیون الکتروتکنیکی بین‌المللی استانداردسازی فناوری نانو برای محصولات و سیستم‌های الکتریکی و الکترونیکی (IEC/TC ۱۱۳) هستند. چهار کارگروه تحت ISO/TC ۲۲۹ تشکیل شد و دو غول فناوری نانوی آسیا دو گروه تشکیل دادند: ژاپن کارگروه ۲ با موضوع اندازه‌گیری و توصیف خواص را تشکیل داد و چین کارگروه ۴ با موضوع مشخصات مواد را گرد آورد. باید خاطرنشان کرد که برخی از کشورهای عضو تاکنون استانداردهایی ملی در زمینه فناوری نانو به تصویب رسانده‌اند که در راستای استانداردهای ISO در این حوزه قرار دارد. برای مثال مالزی تاکنون سه استاندارد مالزیایی در رابطه با نانولوله‌های کربن تصویب کرده است که عبارت‌اند از روش‌های اندازه‌گیری خواص الکتریکی نانولوله‌های کربن (IEC ۶۲۶۲۴:۲۰۰۹, IDT) (MS IEC ۶۲۶۲۴:۲۰۱۱)، فناوری‌های نانو – تعیین ویژگی‌های نانولوله‌های کربن تک‌جداره با استفاده از طیف سنجی فوتولومینسانس مادون قرمز (ISO/TC ۱۰۸۶۷:۲۰۱۰, IDT) (MS ISO/TS ۱۰۸۶۷:۲۰۱۲)، فناوری‌های نانو – تعیین ویژگی‌های عناصر فرار در نمونه‌های نانولوله‌های کربن تک‌جداره با استفاده از تجزیه و تحلیل گازهای تکامل یافته/ کروماتوگرافی گازی- طیف سنجی جرمی (ISO/TS ۱۱۲۵۱:۲۰۱۰, IDT)(MS ISO/TS ۱۱۲۵۱:۲۰۱۲). کلیه این استانداردها در سطح داخلی تصویب شده است تا بدینوسیله قوانین و مقررات استانداردهای معادل‌شان در ISO و IEC لازم‌الاجرا شود.

به شیوه‌ای مشابه، اداره استاندارد چین تاکنون اقدام به انتشار و اجرای هفت استاندارد ملی کرده است که رعایت این موارد در اصل داوطلبانه هستند: الف. GB/T ۱۹۶۱۹-۲۰۰۴ درباره اصطلاحات و واژگان فنی نانومواد، ب. GB/T ۱۳۲۲۱-۲۰۰۴ درباره پودر نانومتری- تعیین توزیع اندازه ذرات- روش پراکندگی پرتو ایکس با زاویه کوچک، پ. GB/T ۱۹۵۷۸-۲۰۰۴ درباره تعیین سطح ویژه جامدات با جذب گاز با استفاده از روش BET، ت. GB/T ۱۹۵۸۸-۲۰۰۴ درباره پودر نانو- نیکل، ث. GB/T ۱۹۵۸۹-۲۰۰۴ درباره پودر نانو- روی، ج. GB/T ۱۹۵۹۰-۲۰۰۴ درباره نانوذرات کربنات کلسیم، چ. GB/T ۱۹۵۹۱-۲۰۰۴ درباره نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم.

نکته شایان‌توجه این است که رعایت استانداردهای ISO در اصل مواردی داوطلبانه است و شاید به همین دلیل باشد که تمام استانداردهای مالزیایی صریحا قید کرده‌اند که "تطابق با استاندارد مالزیایی به معنای معافیت از تعهدات حقوقی نیست". علاوه بر این، مباحثی علیه نقش سازمان ISO وجود دارد، چراکه این سازمان از NGOهایی است که حق عضویت دریافت می‌کند و عده‌ای بر این باورند که این سازمان منافع اعضای خود را که نهادهای استانداردسازی ملی هستند تامین می‌کند. هرچند عضویت در ISO برای هر کشوری آزاد است، حضور موثر در این سازمان برای بسیاری از کشورها چالشی بزرگ به شمار می‌آید. صدای مصرف‌کنندگان در این سازمان شنیده نمی‌شود و بنابراین نیازها و منافع مصرف‌کنندگان اولویت ندارد.

جدای از چنین کشمکش‌هایی، سوال حقوقی اصلی درباره انواع و اقسام استانداردها، مقررات و راهبردها این است که نتایج حقوقی این مقررات و قوانین چیست. احتمالا یکی دیگر از دغدغه‌های آینده، تعهدات و مسئولیت‌های کشورهایی خواهد بود که عضو بیش از یک سازمان هستند و آن سازمان‌ها در موضوعات یکسان قوانین و دستورالعمل‌های متفاوتی دارند.

۵. چارچوب نظارتی و حقوقی: ارزیابی

در این بخش از بحث‌مان می‌توانیم بگوییم که حداقل یک سری قوانین حقوقی در کشورهای مختلف آسیایی وجود دارد که ظاهرا برای مدیریت و ساماندهی مسائل حقوقی مرتبط با فناوری نانو مناسب‌اند. این قوانین را در بخش‌های مختلف حوزه‌های مختلف قوانین داخلی می‌توان یافت. با این وجود یکی از مهم‌ترین دغدغه‌ها، شایستگی نهادهای مختلف برای اجرای ضوابط و شرایط این قوانین خواهد بود. مفاد این قوانین به نقش‌ها، مسئولیت‌ها و کارکردهای انواع نهادهای نظارتی و حقوقی می‌پردازد که ممکن است در جایگاهی نباشند که بتوانند یک خطر واقعی را ارزیابی کنند. برای مثال، برای مدیریت مسائل مربوط به کار، دادگاه‌های کار وجود دارد. حالا اگر پرونده مربوط به نانومواد در چین را در نظر بگیریم که رویترز گزارش داده بود و بوسیله پزشکان تائید شده بود، انتظار می‌رود دادگاه شرکت مزبور را مسئول اعلام کند. اما بسیاری، این تصمیم پزشکان را نپذیرفتند. پس چنانچه دادگاه به تصمیم پزشکان تکیه کند، عدالت به درستی اجرا نشده است. بنابراین چنین پیشنهاد شده است که اصولی برای جنبه‌های مختلف نانومواد تعریف و

Archive of SID
www.SID.ir

ارائه شود. هرچند بسته به نوع سیستم حقوقی که مدنی یا عرفی باشد این اصول می‌توانند دلالت‌های مختلفی داشته باشند، اما این امر منظور اولیه را برآورده می‌کند.

بسیاری از کشورهای آسیایی، کشورهایی در حال توسعه هستند و دولت‌ها مجبورند بر سر سلامت ملت و پیشرفت جامعه به سازش برسند. صنعتی‌سازی یک مسئله اساسی است و این کشورهای آسیایی باید در زمینه برخی قوانین حقوقی منعطف باشند. این کشورها نمی‌توانند در اجرای قوانین مربوط به سلامت و ایمنی کار، چندان سخت‌گیر باشند. مسئله پیچیده اکثر این کشورها این است که فناوری نانو در این مناطق عمدتا در دست شرکت‌های کوچک و متوسط (SMEs) است.

علاوه بر این، در بسیاری از این کشورهای آسیایی اجرای قانون چالش خطیری است. برای مثال حتی در مورد ژاپن که کشوری توسعه یافته است، اجرای قانون شبه‌جرم مثل مسئولیت در قبال محصول بسیار دشوار است. رسیدگی به مسئولیت‌های شبه‌جرم در این کشور تحت قانون مدنی انجام می‌شود، قانونی که بیش از ۱۱۵ سال به شدت تحت‌تاثیر قوانین آلمان و فرانسه بوده است. دولت، طرح‌های جبرانی اجرایی بسیاری برای انواع مسئولیت‌های شبه‌جرم مثل آلودگی محیط‌زیست، محصولات پزشکی، واکسیناسیون، حوادث مربوط به اهدا خون، آزبست و غیره معرفی کرده است. با این‌حال، این سیستم‌ها عملکرد مناسبی نداشته‌اند.

در این دسته کشورهای آسیایی که عمدتا کشورهایی هستند با سیستم حقوقی کامن لا، اثبات این امر که فرد تحت آسیب نانومود قرار گرفته بر عهده خود شخص است. برای مثال بند ۱۰۱ از قانون شواهد مالزی ۱۹۵۰، می‌گوید، "هرکس که مایل باشد دادگاه بر اساس داده‌هایی که اظهار می‌کند، حقی برای وی قائل شود، موظف است موارد مورد نظر را اثبات کند". همچنین بند ۱۰۲ از همین قانون چنین اظهار داشته که "مسئولیت اثبات ادعا در جریان دادخواهی بر عهده شخص است و چنانچه شخص نتواند شواهدی ارائه کند، توفیقی نخواهد یافت". پرونده شرکت اوراق بهادار MGI و شرکت Teong Tech Leng & Ors(۲۰۰۰) ۱ MLJ ۳۵۴، تائیدی بود بر این قوانین. رخراج جی در دادگاه عالی کوالالامپور اظهار داشت که مطابق مواد ۱۰۱ و ۱۰۲ قانون شواهد ۱۹۵۰،"هرکس که مایل باشد دادگاه بر اساس داده‌هایی که اظهار می‌کند، حقی برای وی قائل شود، موظف است موارد مورد نظر را اثبات کند...".

از دیگر نگرانی‌های مهم در این زمینه بررسی قرارگیری در معرض مواد نانو، سنجش میزان ریسک و مدیریت ریسک مواد نانو است. برخی کشورهای آسیایی پیشگام در این زمینه، مانند کره جنوبی از این مدل نمونه اروپایی پیروی می‌کنند: ثبت، ارزیابی، اعطای مجوز و محدودیت مواد شیمیایی، ۲۰۰۷ (REACH). کره جنوبی مدل REACH را به صورت قانون ثبت و ارزیابی مواد شیمیایی کره (K-REACH) ارائه کرد. سایر کشورهای آسیایی نیز باید رویکرهایی مشابه اتخاذ کنند. از سوی دیگر، برای ارزیابی قرارگیری در معرض نانومواد، سنجش ریسک و مدیریت ریسک مواد نانو، همکاری میان کشورها نقش مهمی دارد چرا که این تمهیدات به سرمایه هنگفتی نیازمند است.

۶. پیشرفت‌های اخیر در اروپا

واضح است که هرگاه پیشرفت عمده‌ای در زمینه وضع قوانین در حوزه فناوری نانو در اروپا و ایالات متحده صورت نگرفته باشد، در آسیا نیز وضع همین‌طور خواهد بود. فرانسه با اجباری کردن ارائه گزارش و ثبت مواد نانو، قدم‌هایی برای نظارت و مدیریت این مواد برداشته است. دیگر کشورهای اروپایی مانند دانمارک و بلژیک نیز سعی می‌کنند مسیر فرانسه را درپیش گیرند. یک بررسی کلی نشان می‌دهد چنین مواردی تاکنون در آسیا اتفاق نیافتاده است، به جز تنها یک تحقیق که در سنگاپور و به صورت مشترک بین وزارت منابع انسانی و انجمن توسعه اقتصادی سنگاپور انجام شده و توسط شرکت مشاوره نانو به اجرا در آمده است.

بااین‌حال، دستورالعمل‌هایی وجود دارد که در اصل مربوط به ایمنی کار کردن با مواد و ذرات نانو هستند. ژاپن به تازگی ارزیابی ریسک سه نانوماده را به اتمام رسانده است: دی‌اکسید تیتانیوم (TiO_2)، فولرین و نانولوله کربن. در مورد دی‌اکسید تیتانیوم به این نتیجه رسیده‌اند که "در بسیاری از محیط‌های کاری که از نانومواد TiO_2 استفاده می‌شود، مخاطرات تهدیدکنندهٔ سلامت کارگران در کل اندک است، اما درمورد موادی که به آسانی قابل استنشاق هستند و یا در محیط کار به صورت گرد و غبار پخش می‌شوند، لازم است اقداماتی جهت کاهش میزان قرار گرفتن در معرض آنها صورت گیرد؛ مثل حصارکشی، سیستم تهویه در محل، و وسایل محافظت شخصی". از این موارد می‌توان چنین نتیجه گرفت که TiO_2 ماده‌ای قطعا مضر نیست ولی در عین حال لازم است در برابر آن اقدامات احتیاطی به کار بسته شود. واضح است که گزارش‌های این‌چنینی درباره ارزیابی ریسک این مواد هیچ دلالت حقوقی ندارند، اما ارزش مجاب‌کننده زیادی دارند و تدابیر مهمی هستند برای جلب اعتماد مصرف‌کنندگان در استفاده محصولاتی که دربردارنده این نانوذرات هستند.

در مالزی، دادگاه از جدول اطلاعات ایمنی مواد (MSDS) به عنوان مدرکی در پرونده‌های مختلف استفاده می‌کند. سازمان شیمیایی از طریق MSDS تاثیرات مخرب احتمالی مواد شیمیایی را بر سلامت انسان و محیط‌زیست اعلام می‌کند. جالب است بدانیم که چنین جداول اطلاعاتی در دادگاه قابل استنادند. مثلا دادگاه عالی کوالالامپور در پرونده شرکت خطوط دریایی اینگ هوا فو و شرکت ویتاچم (۲۰۱۳) ۸۲۵ MLJ ۹، در رابطه با انفجار شیمیایی در بندر کلانگ که منجر به خسارت کشتی و محموله آن شده بود، از MSDS استفاده کرد. دادگاه به این نتیجه رسید که "برای پی

Archive of SID
www.SID.ir

بردن به نوع و خواص مواد لازم است برای هر ماده شیمیایی از MSDS استفاده کرد. برگه اطلاعات ایمنی که به سیستم دسته‌بندی و علامت‌گذاری هماهنگ مواد شیمیایی سازمان ملل، ۲۰۱۱ ارجاع می‌دهد، وسیله‌ایست برای تبادل اطلاعات درباره استفاده از ماده یا ترکیبی در محیط‌کار با تعیین چارچوب شیمیایی نظارتی و کنترلی. این برگه منبع اطلاعاتی مناسبی است درباره خطرات یک ماده و مراقبت‌های ایمنی لازم". دادگاه اذعان داشت که MSDS توسط تولیدکننده مواد منتشر شده است و منبع اطلاعاتی مهمی برای بخش حمل‌ونقل و ارائه پاسخ‌های ضروری است. علاوه بر این، پیشتر، در پرونده شرکت شبکه گرمسیری و شرکت نظارت گئوچم، (۲۰۱۱) ۳۵۹ MLJ ۸، دادگاه عالی به MSDS استناد کرده بود.

تایوان پایگاه داده‌های ایمنی و بهداشت محیط تشکیل داده است به نام پایگاه داده EHS نانوتکنولوژی ملی. از آگوست ۲۰۱۱، سیاستی اتخاذ شد که بر آن اساس گزارش سلامت مواد غذایی که در آنها از مواد افزودنی نانو استفاده می‌شد باید ارائه می‌شد و همچنین استفاده از برخی نانومواد سمی نیز ممنوع شد. علاوه بر این، تولیدکنندگان ابزارپزشکی باید گزارش ارزیابی ایمنی ارائه کنند، مواد آرایشی دربردارنده نانومواد باید ثبت شوند، مجوز بگیرند و پیش از واردات یا تولید، جهت اطمینان از ایمنی آنها برای مصرف‌کننده مورد ارزیابی قرار گیرند.

اخیرا، کشور تایوان بندهای ۱۱ و ۱۳ قانون بهداشت و ایمنی شغلی تایوان را که در سال ۲۰۱۳ اصلاح شده بود، اصلاح کرده است. این بندها مربوط است به اتیکت‌زنی، MSDS و مدیریت مواد سمی برای حمایت از کارگران و محافظت از آنها در برابر خاطرات بالقوه قرارگیری در معرض مواد شیمیایی مانند نانومواد.

در ۲۲ نوامبر ۲۰۱۳، دولت تایوان قانون کنترل مواد شیمیایی سمی را اصلاح کرد تا از آن پس مواد شیمیایی ثبت شوند، و همچنین نظارت و مدیریت مواد شیمیایی سمی را که امکان داشت بر سلامت انسان تاثیر بگذارند تقویت کرد. قطعنامه‌های الحاقی نیز تصویب شد و به اداره حفاظت محیط‌زیست اجازه داد که به نانومواد کمتر از ۱ کیلوگرم که در طول یک سال پس از تشکیل دفتر ثبت مدیریت مواد شیمیایی همچنین باقی مانده‌اند رسیدگی شود.

الف. سیستم‌های نشانه‌گذاری نانو

حداقل سه کشور آسیایی یعنی، ایران، تایوان و تایلند از سیستم نشانه‌گذاری نانو استفاده می‌کنند که یک سیستم اتیکت‌گذاری محصول است. جالب است بدانیم که هر سه این سیستم‌های نشانه‌گذاری در این سه کشور گرچه با اهداف مشابهی به کار می‌روند و استاندارد و مورداعتماد مصرف‌کننده هستند، تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند.

تایوان از طرح نانو- مارک استفاده می‌کند که یک سیستم گواهینامه محصول با علامت‌گذاری نانوست. این طرح یک برنامهٔ داوطلبانه برای تولیدکننده است که باعث افزایش رقابت میان شرکت‌ها از سال ۲۰۰۳ شده است. اداره توسعه صنعتی (IDB) وزارت امور اقتصادی (MOEA) به موسسه پژوهش تکنولوژی صنعتی (ITRI) اختیار داده است که از سیستم گواهی محصول نانو برای اجرای مشخصات گواهینامه نانو- محصول استفاده کند. ITRI اولین سیستم گواهینامه فناوری در جهان را شکل داد. طی ده سال اخیر (۲۰۱۴-۲۰۰۴)، سی‌وهشت تولیدکننده و ۱۴۸۸ محصول موفق به کسب گواهینامه نانومارک شده‌اند. مشخص شده است که با افزایش اعتماد مصرف‌کنندگان و بهبود تصویر این شرکت، گواهینامه نانومارک قیمت فروش محصولات را ۲۰درصد افزایش داده است. این گواهینامه به مدت سه سال معتبر است و درخواست برای تمدید آن باید ۲ الی ۶ ماه پیش از تاریخ انقضای گواهی قبلی ارائه شود. این کشورها حداقل سیزده آزمایشگاه مربوط به این گواهینامه‌ها برای صنایع مختلف به ثبت رسانده‌اند؛ صنایعی همچون غذا، منسوجات، پاپوش، وسایل تفریحی، رنگ، پلاستیک، سنسورها، سرامیک و غیره. مطابق این گواهینامه، تمرکز اصلی بر اندازه نانو و عملکرد محصول است. بااین‌حال، واضح است که برای توفیق بیشتر، بهتر است مسائل مرتبط مثل پیامدهای بهداشتی و زیست‌محیطی این محصولات نانو که مورد تائید سیستم گواهینامه محصولات نانومارک قرار گرفته، توسط دیگر سیستم‌های کنترل کیفیت به تائید برسد.

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو در ایران (INIC) در سال ۲۰۰۳ تاسیس شد و این کشور در سال ۲۰۱۰ دومین استاندارد ملی فناوری نانو را با این عنوان منتشر کرد: فناوری نانو- سلامت و ایمنی در محیط کار – فنون عملیات بر اساس استانداردهای منتشرشده توسط ISO، سازمان ملی و بین‌المللی ایمنی و بهداشت کار (NIOSH) ASTM، ایالات متحده آمریکا. این کشور استفاده از طرح اعطای گواهی ' نانو- مارک' را آغاز کرده است و قرار است از این طرح بوسیله رئیس کمیته استاندارد ستاد ویژه توسعه فناوری نانو در ایران (INIC) پرده‌برداری شود. هدف این است که گواهی ' نانو- مارک' صلاحیت محصول را از جنبه‌های مختلف مربوط به نانومواد مهندسی‌شده که اندازه‌ای کمتر از ۱۰۰ نانومتر دارند مطابق با ISO/TC ۲۲۹ تائید کند و مارک موردنظر نیز نشانگر سلامت، ایمنی و اطلاعات زیست‌محیطی برای مصرف‌کنندگان و ناظران در آینده خواهد بود. این عمل، تمهیدی خلاقانه است، از این لحاظ که طرحی داوطلبانه بوده اما برای تشویق افراد نوپا، شرکت‌های کوچک و متوسط و شرکت‌های صنعتی بزرگ که در عرصه فناوری نانو فعال هستند، اعلام شده است که سازمان‌های تجاری دارای نانومارک برای استفاده از تسهیلات و حمایت‌های INIC اولویت دارند. آخرین اخبار حاکی از آن است که بیش از ۲۹۴ درخواست برای نانومارک ثبت شده است و ۹۸ محصول نیز مورد تائید INIC قرار گرفته است.

Archive of SID
www.SID.ir

تایلند بسیار مشتاق است که بتواند در عرصه فناوری نانو پیشگام باشد و به این منظور نیز تاکنون در مقایسه با سایر سیستم‌های اقتصادی در حال توسعهٔ آسیا اقدامات موثری انجام داده است. این کشور برای ارزیابی ایمنی نانو از سیستم نانو- مارک استفاده می‌کند. این مارک با نام'نانو Q ' شناخته می‌شود که دربردارنده یک برچسب ایمنی در محصولاتی است که دارای ذرات نانو هستند. این علامت توسط انجمن فناوری نانوی تایلند چاپ می‌شود و محصولات بوسیله این انجمن مورد تائید قرار می‌گیرند. پیش‌بینی می‌شود که ' نانو Q ' موجب افزایش اعتماد عمومی شده، حامی مصرف‌کنندگان و سازمان‌های تجاری باشد و تجارت را تسهیل نماید.

ب. مجمع آسیایی فناوری نانو

مجمع آسیایی فناوری نانو (ANF) سازمان مهمی است متشکل از ۱۵ قدرت اقتصادی منطقه آسیا اقیانوسیه که مقر آن در سنگاپور است. تمامی کشورهای آسیایی پیشرو در عرصه نانو ازجمله چین، ژاپن، کره جنوبی و سنگاپور عضو ANF هستند. این مجمع آسیایی فضای موثری برای ارتباط میان دولت‌ها و صنعت‌های کشورهای مختلف به وجود می‌آورد و بحث و تبادل‌نظر برای رشد آگاهی دولت، مردم و بخش خصوصی را در زمینه فناوری نانو ارتقا می‌بخشد. این سازمان تحت ISO/TC ۲۲۹ در زمینه استانداردهای فناوری نانو فعال است. مجمع همچنین اقدام به تاسیس کارگروه‌هایی کرده است، از جمله گروه استاندارد و مدیریت ریسک، گروه آموزش، گروه منابع و زیرساخت‌ها، گروه ایمنی نانو، گروه آب و انرژی. با وجود تمامی این اقدامات مجمع، می‌بینیم که تمرکز اصلی سازمان جنبه‌های فنی و بازرگانی فناوری نانوست و تمرکز بر مسائل حقوقی فناوری نانو هنوز اولویت ندارد. این سازمان می‌تواند به عنوان انجمنی پیشرو فعالیت کند و با برنامه‌هایی در زمینه وجوه قانونی فناوری نانو ذی‌نفعان این عرصه را به هم پیوند دهد.

پ. توصیه‌های همایش بنگی درباره فناوری نانو

افراد دخیل در فناوری نانو از جمله دانشمندان و مهندسان، دانشگاهیان، متخصصان و سیاست‌گذاران کشورهای در حال توسعه‌ای چون بنگلادش، بلغارستان، کامبوج، مصر، هند، اندونزی، عراق، کنیا، مالاوی، مالزی، موریتیوس، مراکش، میانمار، تیال، پاکستان، سودان، تونس، اوگاندا و ویتنام، در دانشگاه ملی مالزی در بانگی در تاریخ ۲۷- ۲۴ سال ۲۰۱۲ گرد هم آمدند. شرکت‌کنندگان در این گردهمایی دغدغه‌هایشان را در زمینه مخاطرات زیست‌محیطی و بهداشتی، پیامدهای اخلاقی، حقوقی و اجتماعی فناوری نانو مطرح کردند و پیشنهاد دادند برای تضمین کاربرد ایمن محصولات نانو، نهادهای نظارتی تاسیس شود. تاسیس چنین نهادهایی جلوی بسیاری آسیب‌های احتمالی بهداشتی و زیست‌محیطی را می‌گیرد و این نهادها می‌توانند برای مردمی که در مسیر توسعه علم نانو و فناوری نانو در بخش‌های دولتی و خصوصی ارتباط نزدیکی با نانومواد دارند تمهیدات و اقدامات ایمنی بیاندیشند. همچنین توصیه شده است که این قوانین و مقررات باید تعریف شده و به طور دقیق دنبال شوند. واضح است که از دیدگاه حقوقی این توصیه‌ها هیچ التزامی ایجاد نمی‌کنند اما از آنجا که این گردهمایی اخیرا در یک کشور آسیایی برگزار شده و ذی‌نفعان بسیاری از حوزه‌های گوناگون در آنجا شرکت کرده‌اند، این قطعنامه را در اینجا مطرح کردیم با این امید که راهگشای مسیر آینده در نظارت بر فناوری نانو در آسیا باشد.

ت. شهروندان آسیایی و فناوری نانو

در سال ۲۰۰۰، کمیته انتخابی علوم و فناوری مجلس اعیان بریتانیا بر لزوم دخالت دادن شهروندان تاکید کرد و درخواست کرد که در زمینه سیاست‌های علمی و فناوری با عموم مردم مشورت شود. امروزه ارزیابی دربافت عمومی از طریق مشاوره با مردم روشی متداول است. مثلا در سطح اروپا، سازمان ثبت، ارزیابی، مجوز و محدودسازی مواد شیمیایی (REACH) اخیرا نظر عموم مردم را جویا شده است. هرچند پرسش‌نامهٔ تنظیم‌شده، پرسش‌نامه‌ای فنی بوده اما شهروندان اتحادیه اروپا مجاز بودند نظراتشان را آزادانه تا تاریخ ۱۳ سپتامبر ۲۰۱۳ ارائه دهند. کمیسیون اقتصادی سازمان ملل در اروپا (UNECE) عهدنامه دسترسی به اطلاعات و مشارکت عمومی در تصمیم‌گیری و همچنین دستیابی به عدالت در زمینه مسائل زیست‌محیطی، ۱۹۹۸ را به تصویب رساند. این عهدنامه سند مهمی در اروپاست و از ژانویه ۲۰۱۴ بیشتر کشورهای اروپایی به این عهدنامه و پروتکل پیوسته‌اند. علاوه بر این، بسیاری از اسناد بین‌المللی، قوانینی را در بر دارد که بر لزوم مشارکت شهروندان در اموری که تاثیر مستقیم یا غیرمستقیم بر آنها دارد تاکید می‌کند.

آنچه در مورد غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی (GM) اتفاق افتاد این بود که مردم در جریان کل این فرآیند قرار نگرفتند و در نتیجه توفیق فنی به دست آمد اما به شکست اقتصادی انجامید. با در نظر گرفتن تمام این نمونه‌ها خوشبختانه ژاپن در زمینه فناوری نانو مسئولانه پیش می‌رود و از طریق طرح پایه‌ای علم و فناوری سوم (۲۰۱۰-۲۰۰۶)، تلاش‌هایی برای مشارکت دادن مردم در کل فرآیند آغاز کرده است. موسسه ملی فناوری و علوم صنعتی پیشرفته ژاپن بین آگوست ۲۰۰۴ تا مارس ۲۰۰۵ انجمن‌ها و سمپوزیوم‌هایی را برای عموم تشکیل داده است. علاوه بر این، ژاپن، پژوهش‌هایی

Archive of SID
www.SID.ir

نیز جهت ایجاد مقبولیت فناوری نانو نزد عموم انجام داده است مثل ارزیابی ریسک، محیط‌زیست، سلامت، مسائل اخلاقی و اجتماعی. تایلند نیز در جهت مشارکت دادن شهروندان در فعالیت‌های مختلف مرتبط با فناوری نانو اقداماتی انجام داده است.

۷. نتیجه‌گیری

معمولا از فناوری نانو با نام شمشیر دولبه یاد می‌شود و همه فعالیت‌ها در این زمینه باید با احتیاط صورت گیرد تا مبادا حل یک مسئله منجر به ایجاد مسئله دیگر نشود. آسیا، مهد تمدن باستان، اهمیت قابل‌توجهی در این عرصه کسب کرده است، به خصوص بعد از یکی از سیاست‌گذاری‌های خارجی باراک اوباما، رئیس جمهوری ایالات متحده با نام ' محور آسیا' . قرن ۲۱ را قرن آسیا می‌دانند و وضعیت کشورهای آسیایی در زمینه تحقیق و توسعه فناوری نانو بسیار نویدبخش است. تعدادی از کشورهای آسیایی حتی کشورهای کوچک اقتصادی با توجه به نویدهای پیش رو، سرمایه‌گذاری‌های هنگفتی در این عرصه داشته‌اند. اما زمانی که بحث به مسائل قانونی و نظارتی فناوری نانو می‌رسد، می‌بینیم که این کشورهای آسیایی در مقایسه با همتایان آمریکایی و اروپایی خود رویکرد ایستادن و نظاره کردن را پیش گرفته‌اند، و هیچ کشور آسیایی هیچ اقدام نظارتی مشخصی برای فناوری‌های نانو برنامه‌ریزی نکرده و تنها نظاره‌گر قانون‌گذاری در کشورهای توسعه یافته آمریکایی و اروپایی بوده است تا بتواند از این قوانین برای خود نیز استفاده کند.

بسیاری از کشورهای اروپایی (بریتانیا، سوئد، دانمارک)، کشورهای اقیانوسیه (استرالیا و نیوزلند)، کانادا و ایالات متحده ارزیابی‌های خود در زمینه کفایت یا عدم کفایت چارچوب حقوقی و نظارتی موجود برای مدیریت جنبه‌های گوناگون فناوری نانو را به اتمام رسانده‌اند، حال آنکه کشورهای آسیایی هنوز چنین موضوعی را بررسی نکرده‌اند. اکنون موقعیت مناسبی است برای اینکه کشورهای آسیایی اهمیت ارزیابی بسندگی سیستم نظارتی و حقوقی خود را در برخورد با موادنانو و اطمینان دادن به مصرف‌کنندگان، مجامع بازرگانی و کلیه افراد مرتبط با این موضوع بررسی کنند.

این ارزیابی توسط نهادهای دولتی، به شهروندان و مصرف‌کنندگان کمک می‌کند که از ایمنی و سلامت نانومواد مطلع شوند. یکی از مهم‌ترین دلایل برای چنین ارزیابی این است که شهروندان بین گزارش‌ها و یافته‌های نهادهای بازرگانی و انجمن‌های علمی سرگردان‌اند. انجمن‌های تجاری تلاش می‌کنند مردم را متقاعد کنند که خطری از جانب نانومواد آنها را تهدید نمی‌کند، حال آنکه انجمن‌های علمی تاکنون یافته‌های زیادی منتشر کرده‌اند که نشان می‌دهد نانومواد آثار زیانباری برای سلامت انسان دارد. با در نظر گرفتن اینکه مصرف‌کنندگان، عموما بر گزارش‌های مجامع علمی تکیه می‌کنند تا مجامع تجاری، مقامات نظارتی کشورهای آسیایی در این زمینه باید جلو بیایند و موضوع را برای مردم روشن کنند.

دولت‌های آسیایی باید به افرادی که منافع‌شان به شکلی درگیر مسائل فناوری نانوست توجه کنند و آنها را مشارکت دهند، به خصوص مصرف‌کنندگان را در جریان کل پژوهش و توسعه (R&D) فناوری نانو قرار بدهند. برنامه‌های مختلف آگاهی‌دهنده و فعالیت‌های تبلیغاتی نیز می‌تواند در این موارد اجرا شود. در پژوهشی که اخیرا در ژاپن انجام شده است، دریافته‌اند که شهروندان بعد از فاجعه کارخانه هسته‌ای فوکوشیما دیگر تمایلی به انرژی هسته‌ای ندارند. چنین اتفاقی نباید در مورد مواد نانو هم رخ دهد. تنها یک حادثه می‌تواند اعتماد مصرف‌کنندگان را متزلزل کند و آنها را از پذیرش محصولات ساخته شده با نانومواد منصرف سازد. طبیعی است که نهادهای تجاری با هدف کسب سود سرمایه‌گذاری می‌کنند و بنابراین نباید در زمینه محصولات حاصل از مواد نانو ریسک کنند، بلکه باید مقامات نظارتی را وادار کنندکه دستورالعمل‌های لازم در جهت پیشبرد ایمن فناوری نانو را در اختیارشان قرار دهند. مقامات قانون‌گذار و نظارتی باید آگاه باشند که مبادا کشورهای آسیایی به زباله‌دان نانومواد ساخته شده در کشورهای غربی و وارداتی تبدیل شوند و همچنین زباله‌های مضر حاصل از نانومواد در این مناطق برون‌سپاری نشود.

در این مقاله تلاش کردیم مروری داشته باشیم بر جنبه‌های حقوقی و نظارتی فناوری نانو و همچنین مقایسه قوانین در برخی کشورهای آسیایی. تلاش انجام شده تنها مقدمه‌ایست بر این بحث و به هیچ رو تحقیقی جامع و کامل تلقی نمی‌شود؛ پیش‌بینی می‌شود چنین مباحثی به کشورهای آسیایی کمک کند تا پیش از برداشتن گام‌های بلند در عرصه فناوری نانو، مسائل ملی و منطقه‌ای خود را به خوبی درنظر بگیرند

منابع و مراجع

۱- مروری بر قوانین و مقررات ایمنی در ایران و جهان ، معاونت پژوهش‌های ئقتر مطالعات ارتباطات و فناوری های نوین،تیرماه ۹۴.
۲- "سایت استت نانو-شاخص فناوری," مهر ۱۳۹۲ آنلاین. در۷۸ http://statnano.com/fa/report/s .
۳- صوفی، عبداله و پورفتحی، عباس ، ۱۳۸۸ ،" تحلیل شبکه نوآوری بین بخش های اقتصاد ایران" ، فصلنامه سیاست علم و فناوری ۲-۱ .صص (۴۳-۵۲).
۴- قاضی نوری، سید سپهر، توسلی زاده، صادق، ۱۳۸۷ ،" ارزیابی برنامه ملی فناوری نانو ایران با کارت امتیازی متوازن و تبیین جایگاه سرمایه اجتماعی به عنوان حلقه مفقوده نظام ملی نوآوری"، فصلنامه سیاست علم و فناوری، ۱

Archive of SID
www.SID.ir

۵-رضایی، روح اله، حسینی، سید محمود، شعبانعلی فمی، حسن و صفا، لیلا، ۱۳۸۸ ،" شناسائی و تحلیل موانع توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران از دیدگاه محققان"، فصلنامه سیاست علم و فناوری ۱-۱.

۶- احمدوند،عماد .(۱۳۸۸). گذری بر فناوری نانو در ایران. ماهنامه فناوری نانو ریاست جمهوری ستاد ویژه توسعه فناوری نانو.شماره ۱۴۵.

۷- Andrea Carter, *Learning from History: Understanding the Carcinogenic Risks of Nanotechnology*, ۱۰۰ J. NAT'L CANCER INS. ADVANCE ACCESS ۱۶۶۴ (۲۰۰۸).

۸- Andrew D. Maynard, *Don't Define Nanomaterials*, ۴۷۵ NATURE ۳۱ (۲۰۱۱).

۹-Andrew Wasson, *Protecting the Next Small Thing: Nanotechnology and the Reverse Doctrine of Equivalents*, DUKE L. & TECH. REV. ۱۰ (۲۰۰۴).

۱۰- Antonio Pietroiusti, *Health Implications of Engineered Nanomaterials*, ۴ NANOSCALE ۱۲۳۱ (۲۰۱۲).

۱۱- Cassandra D. Engeman, Lynn Baumgartner, Benjamin M. Carr, Allison M. Fish, John D. Meyerhofer, Terre A. Satterfield, Patricia A. Holden & BarbaraHerr Harthorn, *Governance Implications of Nanomaterials Companies'Inconsistent Risk Perceptions and Safety Practices*, ۱۴ J. NANOPARTICLE RES. ۷۴۹ (۲۰۱۲).

۱۲- Darryl Stuart Jarvis & Richmond Noah, *Regulation and Governance ofNanotechnology in China: Regulatory Challenges and Effectiveness*, ۲ Eur,J.L. & Tech. (۲۰۱۱).

۱۳- Diana M. Bowman & Graeme A. Hodge, *A Small Matter of Regulation: An International Review of Nanotechnology Regulation*, ۸ COLUM. SCITECH. L. REV. ۱۲ (۲۰۰۷).

۱۴- Douglas J. Sylvester, Kenneth W. Abbott, & Gary E. Marchant, *Not again! Public Perception, Regulation, and Nanotechnology*, ۳ REG. & GOVERNANCE ۱۶۵(۲۰۰۹).

۱۵- Eri Osaka, *Reevaluating the Role of the Tort Liability System in Japan*, ۲۶ ARIZ. J. INT'L & COMP. L. ۳۹۳ (۲۰۰۹).

۱۶- Fabio Salamanca-Buentello, Persad Deepa L., Martin Douglas K., Daar Abdallah S. & Singer Peter A., *Nanotechnology and the Developing World*, ۲ PLOS MED. e۹۷ (۲۰۰۵).

۱۷- Frederick A. Fiedler & Reynolds Glenn H., *Legal Problems of Nanotechnology: An Overview*, ۳ S. CAL. INTERDISC. L.J ۵۹۳ (۱۹۹۳).Data Systems, ۱۰۰:۳, ۱۰۰-۱۱۳.

[۵] Saunders, M.N.K. and Cooper, S.A. (۱۹۹۳) Understanding Business Statistics, London, DP Publication Ltd. [۶] Teghem, J. (۲۰۰۱) .Solving Multi-Objective Combinatorial Optimization with Metaheuristics., MIC.۲۰۰۱ - ۴th Metaheuristics International Conference, ۱۶-۲۰ July, Porto, Portugal, ۶۷۳-۶۷۷.[۷] www.msrt.ir

Archive of SID

www.SID.ir

۱۸-_Fredrick Fiedler & Glen Reynolds, Legal Problems of Nanotechnology: An Overview,۳ S. CAL. INTERDISC. L.J. ۵۹۳ (۱۹۹۴).Geoff Brumfiel, Fukushima:Fallout of Fear, ۴۹۳ NATURE ۲۹۰ (۲۰۱۳).

۱۹- Günter Oberdörster, Vicki Stone & Ken Donaldson, Toxicology of Nanoparticles: A Historical Perspective, ۱ NANOTOXICOLOGY ۲ (۲۰۰۷).

۲۰- Indrani Mahapatra, J. Clark, Peter J. Dobson, Owen Richard & Jamie R.Lead, Potential Environmental Implications of Nano-enabled MedicalApplications, ۱۵ ENVTL. SCI.: PROCESSES & IMPACTS ۱۲۳ (۲۰۱۳).
۲۰- KAHANE BERNARD ET AL., KNOWLEDGE DYNAMICS AND AGGLOMERATION PHENOMENA, THE CASE OF NANOTECHNOLOGY (۲۰۰۹).

۲۱- LÖVESTAM GORAN, RAUSCHER HUBERT, ROEBBEN GERT, KLÜTTGEN BIRGIT SOKULL, GIBSON NEIL, PUTAUD JEAN-PHILIPPE & STAMM HERMANN, CONSIDERATIONS ON A DEFINITION OF NANOMATERIAL FOR REGULATORY PURPOSES (۲۰۱۰).

۲۲- Md. Ershadul Karim, Health as Human Rights under National and International Legal Framework: Bangladesh Perspective, ۳ JE ASIA & INT'L L. ۳۳۷(۲۰۱۰).

۲۳- Mihail C. Roco, *The Long View of Nanotechnology Development: The National Nanotechnology Initiative at ۱۰ years*, ۱۳ J. NANOPARTICLE RES. ۴۲۷ (۲۰۱۱).

۲۴- Nature Publishing Group, *Recommended Reading*, ۴ NATURE NANOTECHNOLOGY ۵۳۳ (۲۰۰۹).

۲۵- Philip Shapira & Wang Jue, *Follow the Money*, ۴۶۸ NATURE ۶۲۷ (۲۰۱۰). Richard Feynman, *There's Plenty of Room at the Bottom*, ۱ J. MICROELECTROMECHANICAL SYS. ۶۰ (۱۹۹۲).

۲۶- Ronald N. Kostoff, Ryan B. Barth & Clifford GY Lau, *Quality vs. Quantity of Publications in Nanotechnology Field From the People's Republic of China*, ۵۳ CHINESE SCIENCE BULLETIN ۱۲۷۲ (۲۰۰۸).

۲۷- Vicki L. Colvin, *The Potential Environmental Impact of Engineered Nanomaterials*. ۲۱ NATURE BIOTECHNOLOGY ۱۱۶۶ (۲۰۰۳).

۲۸- Yon Ju-Nam & Jamie R. Lead, *Manufactured Nanoparticles: An Overview of Their Chemistry, Interactions and Potential Environmental Implications*, ۴۰۰ SCI. TOTAL ENV'T ۳۹۶ (۲۰۰۸).

۲۹- Yuguo Song, Li Xue & Du Xuqin, *Exposure to nanoparticles is related to pleural effusion, pulmonary fibrosis and granuloma*, ۳۴ EUR. RESPIRATORY J. ۵۵۹ (۲۰۰۹).

Archive of SID

www.SID.ir