

چالش‌های حقوقی فناوری نانو در حقوق بین‌الملل و حقوق ایران: راهکارهای حقوقی
نیلوفرصادقی^۱ - سید عباس پورهاشمی^{۲*} - علی مشهدی^۳ - علی فقیه حبیبی^۴
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۱۵ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۲۷

چکیده:

فناوری نانو و کاربردهای گوناگون آن بویژه در حوزه محیط‌زیست نه تنها سبب پیشگیری و رفع آلودگی‌های زیست‌محیطی و حفاظت از محیط‌زیست شده بلکه موجبات دستیابی به توسعه پایدار را نیز فراهم ساخته است. البته خطرات احتمالی تعدادی از نانو مواد می‌تواند تخریب یا آلودگی محیط‌زیست را نیز به دنبال داشته باشد. پیشرفت‌های سریع فناوری نانو رژیم‌های قانونگذاری سنتی در حقوق بین‌الملل و رژیم‌های حقوق ملی را از جمله در حوزه محیط‌زیست با چالش مواجه کرده است. مساله این تحقیق، بررسی خلأهای حقوقی فناوری نانو است که با هدف تعیین چالش‌های حقوقی موجود در بکارگیری این فناوری و همچنین ارائه راهکارهای حقوقی انجام شده است. مقاله حاضر توصیفی-تحلیلی بوده و در نهایت به این نتیجه رسیده است که چنانچه بین بخش‌های گوناگون نظام مقرراتی در سطح ملی و بین‌المللی تلاش هماهنگ صورت بگیرد امکان رفع چالش‌ها وجود دارد و می‌تواند منجر به توسعه مقررات در سطوح ملی و بین‌الملل گردد. دین قوانین جدید و خاص برای رفع کاستی‌های سیستم نظارتی موجود، یکی از راهکارها به حساب می‌آید.

واژگان کلیدی: فناوری نانو، حقوق ایران، حقوق بین‌الملل، حفاظت محیط‌زیست، چالش-

های حقوقی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

JPIR-2101-1733

^۱ - دانشجوی دکتری حقوق محیط‌زیست، گروه حقوق محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^۲ - عضو هیات علمی و رئیس موسسه تخصصی حقوق بین‌الملل کانادا، تورنتو، کانادا؛ نویسنده مسئول
ahashemy@yahoo.com

^۳ - دانشیار گروه حقوق بین‌الملل، دانشکده حقوق، دانشگاه قم، قم، ایران

^۴ - دانشیار گروه حقوق، دانشکده حقوق و علوم سیاسی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

به طور کلی فناوری‌های جدید یک رابطه پیچیده و چند وجهی با محیط‌زیست دارند؛ از یک سو نسبت به فناوری‌های قدیمی پاک‌تر بوده و سبب بهبود و بهسازی محیط‌زیست شده و از سوی دیگر می‌توانند در تخریب محیط‌زیست اثرگذار باشند. فناوری نانو به عنوان یک بستر همه کاره ظهور کرده و می‌تواند راه‌حلهای کارآمد، مقرون به صرفه و قابل قبولی از نظر زیست‌محیطی برای چالش‌های جهانی پیش‌روی ارائه دهد. این امر بخصوص با ارائه روش‌های جایگزین در مقابل ساز و کارهای سنتی پیشگیری از آلودگی و تخریب محیط زیست می‌تواند بستر توسعه حقوق ملی و بین‌الملل محیط‌زیست را فراهم کند. فناوری نانو نقش مهمی در همگرایی دانش، فناوری و جامعه برای دستیابی به توسعه پایدار دارد. این فناوری دارای پتانسیل‌های بی حد و حصری بوده که در عین حال چالش‌هایی را به همراه دارد و اگر این چالش‌ها هوشمندانه کنترل و مدیریت شوند، می‌تواند به عنوان یک فناوری ارزشمند حیات بشر را به نحو مطلوبی تحت تاثیر قرار دهد. هدف اصلی این تحقیق تعیین چالش‌های حقوقی فناوری نانو از منظر حقوق بین‌الملل و همچنین حقوق محیط‌زیست ایران است که می‌تواند در ارائه راه‌حل برای معضلات حقوقی و زیست‌محیطی کمک شایانی نماید. از این‌رو، مقاله حاضر به دنبال پاسخ به پرسش‌های ذیل است: بکارگیری فناوری نانو چه آثاری بر محیط‌زیست دارد؟ چه خلاءهای حقوقی در خصوص فناوری نانو وجود داشته و راهکارهای حقوقی آن چیست؟ پیرامون پیشینه این پژوهش می‌توان گفت که صرفاً تحقیقات اندکی در خارج از کشور به صورت پراکنده و به طور مستقیم یا غیرمستقیم به این موضوع پرداخته‌اند. تحقیقاتی نیز وجود دارد که به موضوع نانوفناوری نظامی پرداخته‌اند اما در خصوص موضوع حاضر پژوهشی تحت این عنوان صورت نگرفته است. این پژوهش به روش توصیفی - تحلیلی نگاشته شده و گردآوری اطلاعات آن از منابع کتابخانه‌ای می‌باشد. مقاله حاضر مبتنی بر این فرضیه است که علی‌رغم آثار ناشی از بکارگیری فناوری نانو بر محیط‌زیست، در حقوق ملی و بین‌الملل در خصوص این فناوری خلاءهای حقوقی اساسی وجود دارد و طی سه مبحث به سوالات مطرح شده در بالا پاسخ خواهد داد. ابتدا تاثیرات بکارگیری فناوری نانو در حوزه محیط‌زیست مورد بررسی قرار گرفته و سپس خلاءهای حقوقی فناوری نانو و راهکارهای حقوقی آن در حقوق بین‌الملل بررسی گردیده و در مبحث آخر به چالش‌های حقوقی این فناوری در حقوق ایران و همچنین راهکارهای حقوقی آن پرداخته شده است. در نهایت، این نتیجه بدست آمده که علی‌رغم اهمیت فناوری نانو، چارچوب حقوقی مشخص و الزام‌آوری برای آن در سطوح ملی و بین‌الملل طراحی و فراهم نشده است. این نوشتار درصدد است ضمن نشان دادن خلاءهای حقوقی موجود،

پیشنهاداتی را برای جبران آنها ارائه نماید.

مبحث نخست- آثار بکارگیری فناوری نانو بر محیط زیست

با مقدمه یاد شده، اکنون به متن اصلی مقاله پرداخته می‌شود؛ برای این هدف، ابتدا لازم است تأثیرات بکارگیری فناوری نانو بررسی شود.

۱- تأثیرات مثبت و مخاطرات احتمالی بکارگیری فناوری نانو/ نانومواد

اثرات مثبت فناوری نانو یا مزایای آنها شامل کاربردهای مفید آنها در حوزه محیط‌زیست است و اثرات منفی یا مخاطرات احتمالی ناشی از استفاده و بکارگیری غیراصولی آن می‌باشد. این فناوری قادر به بهبود روش‌های ارزیابی، مدیریت و کاهش خطرات برای محیط‌زیست بوده و فرصت‌هایی را برای تولید محصولات جدید و سالم فراهم می‌کند. فناوری نانو با اصلاح خاک‌های آلوده و حذف یا پاکسازی آلاینده‌های شیمیایی موجود در منابع آب، خاک و هوا نقش مهمی در حفظ محیط‌زیست ایفا می‌کند و همچنین با توسعه فرآیند تولید سبز، تولید و انتشار زائدات را کاهش داده و بدین ترتیب سبب کاهش مصرف مواد خام می‌شود. (رزاقی پورخانی، ۱۳۸۹: ۱) نانو ذرات دارای سطوح بالاتری نسبت به حجم هستند که در مقایسه با ذرات جامد می‌توانند موجب آسیب بیشتری به بدن انسان و محیط‌زیست شوند. (Devi et al., 2018: 44) از طرف دیگر ذرات نانو احتمال دارد سرعت جهش باکتری‌ها را افزایش دهند و تهدیدی بالقوه برای محیط‌زیست و سلامت انسان باشند. (لشکری زاده و اسحق، ۱۳۹۵: ۵۰) در خصوص اثرات زیست‌محیطی می‌توان گفت، تأثیر بسیاری از نانو مواد مهندسی‌شده بر سلامت انسان و محیط‌زیست هنوز به خوبی درک نشده است. همه نانو موادهای دارای خواص خطرناکی نیستند. برخی مطالعات نشانگر سازگاری زیستی آنها است، درحالی که برخی دیگر ماهیت بالقوه خطرناک آنها را اثبات می‌کنند. (مثلاً نانو لوله‌های کربنی) خطرات بالقوه این مواد همچنین به حلالیت، اندازه، شکل و تراکم آنها در بین سایر پارامترهای فیزیکوشیمیایی بستگی دارد. (Kolodziejczyk et al., 2016: 2) در هر صورت، از آنجا که برخی از مواد نانو از طریق واسطه‌های زیست‌محیطی نظیر باد و آب و همچنین از طریق تجارت بین‌المللی تا دور دست‌ها می‌روند، به احتمال زیاد به خسارات زیست‌محیطی فرامرزی منجر می‌شوند. (The Center for International Environmental Law (CIEL), 2009) در خصوص فناوری نانو و خطرات زیست‌محیطی، می‌توان گفت که انتشارات فناوری‌های نانو ممکن است برای انسان سمی باشد و یا به سمی شدن اکوسیستم منجر شود. نباید از یاد برد که نانو ذرات‌گر طبیعت و به صورت محصولات

¹ - Engineered Nanomaterials

² - Physicochemical

³ - Nanoparticles

جانبی احتراق نیز فراوان‌اند و ویژگی‌های سم‌شناختی بارزی دارند. سمیت ناشی از نانو ذرات همیشه نگران‌کننده نیست، زیرا تولیدات بسیاری از فناوری‌های نانو از ویژگی‌های نانو مقیاس برخوردارند، نه نانو ذرات. (Drexler and Pamlin, 2013: 21) بنابراین با توجه به خطرات فناوری نانو بر روی سلامت انسان و محیط‌زیست و با افزایش تجارت محصولات حاوی نانو و به منظور ایمنی محصولات نانو بایستی خطرات احتمالی ارزیابی شود. برای ارزیابی خطرات، نیاز به ارزیابی کل چرخه حیات نانو ذرات می‌باشد. (میربخش و همکاران: ۱) از این رو، با توجه به کاربردهای فناوری نانو بویژه در حوزه محیط‌زیست که این فناوری را در مسیر پیشگیری از تخریب و آلودگی محیط‌زیست قرار می‌دهد اما از سوی دیگر ظرفیت بالای فناوری نانو می‌تواند به علت استفاده نادرست و بدون توجه به الزامات حقوقی موجود، منجر به اثرات زیانبار و جبران‌ناپذیری در محیط زیست شود.

مبحث دوم- بررسی خلاءهای حقوقی فناوری‌های نانو در حقوق بین‌الملل و راهکارهای حقوقی آن

۱- نواقص عمومی در مقررات

اولاً، در بسیاری از مقررات به اندازه و ساختار مربوط به ویژگی‌های جدید نانو مواد به اندازه کافی پرداخته نمی‌شود. ثانیاً، استانداردها/آستانه‌های مبتنی بر حجم (توده) در بسیاری از مقررات موثر نمی‌باشد. (هیچ پایه علمی کافی برای تنظیم آستانه وجود ندارد و تحقیقات ریسک کافی نمی‌باشد.) در واقع تنظیم مقررات بر اساس حجم نانو مواد به عنوان شکاف و خلاء نظارتی به حساب می‌آید. ثالثاً، گزارش معافیت از الزامات و مقررات، بسیاری از تسهیلات تولید فناوری نانو را در مقادیر تولید اندک، مستثنی می‌کند. رابعاً، فناوری‌های کنترل آلودگی در دسترس نیستند. (Nielsen, 2008: 61) البته طبق تعریف اتحادیه اروپا از نانو مواد؛ درخصوص اندازه ذرات یعنی محدوده ۱ تا ۱۰۰ نانومتر، توافق کلی حاصل شده و هم اینکه از غلظت به جای جرم، به صورت تعداد ذرات استفاده می‌شود. اما درخصوص تعاریف اصطلاحاتی مانند ذره، توده‌ها و ابعاد خارجی نیاز به تعریف دقیق‌تری وجود دارد.

۲- چالش‌های عمومی تنظیم مقررات فناوری نانو

پنج چالش اصلی عمومی که سیاست‌گذاران و تنظیم‌کنندگان مقررات فناوری نانو از جمله در ایالات متحده با آن مواجه هستند در ذیل به صورت اجمالی مورد بررسی قرار می‌گیرد. مطالعات متعدد نشان داده‌اند که دانش فنی یا علمی فقط بخش کوچکی از چگونگی درک توسعه عمومی درباره فناوری نانو همراه با اهمیت سایر اکتشافات هنگام تصمیم‌گیری سیاسی در مورد این فناوری است. با توجه به محیط‌زیست علمی و اجتماعی، می‌توان استدلال کرد

که دانشمندان و سیاست‌گذاران باید در غیاب قطعیت علمی و دانش عمومی کامل در خصوص توسعه مقررات فناوری نانو رو به جلو حرکت کنند. چالش اول: عدم قطعیت عمومی درباره مقررات فناوری نانو است. درحالی که حمایت عمومی از این فناوری قوی است، مردم نسبت به چگونگی تنظیم مقررات موجود برای حفاظت آنها از فواید و خطرات فناوری نانو مطمئن نیستند. چالش دوم: مربوط به پایین بودن دانش عمومی نانو فناوری و گسترش شکاف‌ها است. شکاف دانش گسترده‌ای در بین گروه‌های مختلف آموزش عمومی وجود دارد. این شکاف‌های گسترده دانش می‌تواند پیامدهای جدی برای مشارکت عمومی و توسعه داشته باشد. چالش سوم: درگیر نشدن متخصصان مورد اعتماد در مشارکت عمومی درباره فناوری نانو می‌باشد. برخی از گروه‌های خبره که بیشتر مورد اعتماد مردم هستند به طور منظم درگیر مشارکت (ارتباطات) عمومی در خصوص فناوری نانو نیستند. چالش چهارم: عدم اولویت بندی تنظیم مقررات نانو در مناطقی (از جمله در حوزه محیط‌زیست) که خطرات علمی بالا بوده و اینکه مقررات فعلی ناکافی هستند. این چالش بر لزوم اولویت بندی تنظیم مقررات فناوری نانو در مناطقی که ریسک‌ها بالا هستند و مقررات فعلی نانو کافی نیستند، تاکید دارد. چالش پنجم: پرداختن به خلاء سیاست‌های فعلی فناوری نانو است. پنجمین چالش براهمیت استفاده از انواع سازوکارهای نظارتی برای پرداختن به خلاء سیاست فعلی فناوری نانو تاکید می‌کند درحالی که راه‌حل‌های طولانی مدت تنظیم مقررات رو به افزایش هستند. تعادل حفاظت عمومی در برابر خطرات نانو با توسعه سریع محصولات جدید فناوری نانو، آژانس‌های نظارتی را وادار به ادامه تجربه از نوع مکمل‌های سیاست‌گذاری انعطاف پذیر، سریع و پاسخگو نسبت به مقررات سنتی (غیررسمی) می‌کند. این نوع نوآوری در سیاست منحصر به مقررات رسمی نیست و می‌تواند در کنار توسعه مقررات سنتی‌تر عمل کند. چالش پنجم مختص به فناوری نانو نیست و برای هر فناوری نوظهور و به سرعت در حال توسعه قابل استفاده است. (Corley et al., 2012:371-380) غالباً تصمیمات نظارتی با فرض آگاهی کامل از قطعیت علمی در خصوص خطرات و مزایای یک فناوری آسان‌تر می‌گردد اما مساله اینجاست که در مورد فناوری نوظهور نانو این موضوع صدق نمی‌کند. لذا می‌توان گفت که آژانس‌ها یا سازمان‌های دولتی برای تنظیم مقررات جدید در حوزه فناوری نانو نیازمند به استفاده از ابزارهای سیاست‌گذاری انعطاف‌پذیر، ابتکاری و پاسخگو هستند. به-علاوه، تدوین و یا توسعه مقررات جهت فناوری نانو می‌تواند برای چارچوب نظارتی سنتی چالش برانگیز باشد؛ به‌ویژه اینکه فناوری نانو به سرعت در حال توسعه می‌باشد و این توسعه با عدم قطعیت علمی همراه است.

۳- چالش نبود کنوانسیون بین‌المللی و مقررات خاص در حوزه ایمنی نانو

علم نانو علی‌رغم ابهامات و ناشناخته‌هایی که دارد، در خصوص تولید و مصرف فرآورده‌های نانو فراتر از سیاست‌گذاری و قانونگذاری این حوزه عمل کرده است. لذا ما با عدم وجود قوانین نظارتی مناسب و کافی در عرضه محصولات حاوی نانو و نیز استانداردسازی جامع و عدم تقنین قوانین خاص در این حوزه روبرو هستیم که در نتیجه به هنگام ورود خسارت ناشی از فعالیت‌های مخاطره‌آمیز نانو در صنعت با چالش مواجه می‌شویم. از این‌رو، ضروری است مادامی که که تحقیقات جامع به نتیجه نرسیده و با قطعیت علمی در خصوص ابهامات و خطرات موجود فناوری نانو روبرو نیستیم و به‌علاوه به یک استانداردسازی جامع و نیز همکاری بین‌المللی موثر حقوقی در این رابطه دست نیافته‌ایم برای حفظ سلامت انسان و محیط‌زیست، اقدامات احتیاطی اتخاذ شود. در واقع، چالش عدم وجود یک نظام مسئولیت مدنی خاص در حوزه نانو سبب می‌شود تا مضرات و خطرات احتمالی فناوری نانو/ نانومواد در درازمدت مورد غفلت قرار گیرد که می‌تواند تهدیدی برای سلامت انسان، سایر موجودات و محیط‌زیست به حساب آید. بنابراین، موضوع خطرناک بودن فعالیت‌های مخاطره‌آمیز از قبیل صنعت نانو در حقوق بین‌الملل محیط‌زیست از اهمیت بالایی برخوردار است.

ابعاد مبهم و ناشناخته فناوری نوظهور نانو راه فرار از مسئولیت درقبال خطرات ناشی از فرآورده‌های نانو را توسعه می‌دهد، لذا تا زمان شناخت کامل خطرات و مواجهه با آنها و تاثیرات واقعی نانو ذرات بر سلامت انسانها و موجودات و اکوسیستم، نباید از نانو ذرات در بازار مصرفی جهان به طور گسترده و بی‌پروا استفاده نمود بلکه باید نظام‌ها و قوانین سخت‌گیرانه‌ای در این راستا از جانب دولت‌ها در جهت تولید و توزیع فرآورده‌های نانو تدوین گردد. درضمن، قوانین جدید باید مشتمل بر مسئولیت تولید و توزیع‌کنندگان و حمایت حقوقی مصرف‌کنندگان تصویب شوند تا حفظ سلامت انسان و سایر موجودات و محیط‌زیست در برابر سود اقتصادی قابل توجه ناشی از کاربردهای این فناوری برای تعدادی از دولت‌ها و سرمایه‌گذاران مغفول نماند. (شکوری حاجلاری، ۱۳۹۵: ۱۳) توسعه علم و فناوری و گسترش صنایع جدید از جمله صنعت نانو مهمترین عامل جهت توسعه حقوق مسئولیت مدنی است. با توجه به ویژگی‌های خاص نانو مواد، قواعد عام حقوق مسئولیت مدنی نمی‌تواند به خوبی پاسخگوی خسارات ناشی از فعالیت‌های مخاطره‌آمیز نانو باشد. لذا راهکاری که پیشنهاد می‌شود این است که نظام خاصی ایجاد و تصویب گردد تا بر این مسائل حاکم باشد. چنین نظامی هنوز نه در بسیاری از کشورهای دارای صنعت نانو و از جمله ایران تصویب شده و نه در قالب کنوانسیون‌های بین‌المللی پذیرفته شده است. نظام خاص مسئولیت مدنی نانو تقریباً در برابر اکثر قواعد عام مسئولیت مدنی، دارای قاعده خاص

است. قواعدی مانند اصل مسئولیت محض، اصل محدودیت مسئولیت، اصل تضمین مالی (بیمه) اجباری از جمله قواعد مسئولیت مدنی نانو می‌توانند باشند و پیشنهاد می‌گردد قانونگذاری نظام مسئولیت مدنی ناشی از زیان‌های نانو صورت گیرد. همچنین پیشنهاد می‌گردد جامعه جهانی و خصوصا کشورهای صاحب فناوری نانو از جمله ایران به تدوین و عضویت کنوانسیون‌های بین‌المللی مرتبط با حقوق نانو همت گمارند و نیز با تشکیل صندوق‌های جبران خسارت بین‌المللی برای فعالیت‌های نانو، نقشی مشابه آنچه برای دیگر مسائل بین‌المللی مانند خسارات اتمی یا خسارات نفتی اتفاق می‌افتد، ایفاء نمایند. (برومند و کیانی، ۱۳۹۵: ۱۱۰-۱۱۱) البته درحوزه محیط‌زیست و در خصوص خسارات زیست‌محیطی احتمالی فرامرزی ناشی از فعالیت‌های فناوری نانو (از جنبه مدنی) می‌توانیم به کنوانسیون لوگانو استناد کنیم.

- فناوری نانو و صنعت بیمه: راهکاری جهت جبران خسارت‌های ناشی از فناوری نانو (اعم

از خسارت‌های زیست‌محیطی)

بسیاری از مفسران خواستار این هستند که رویکرد جامع و چند جانبه‌ای باشد که «شامل عناصری از برنامه‌های داوطلبانه و نظارتی طبق قوانین اساسی محیط‌زیست موجود؛ نظارت مشارکتی، مسئولیت آسیب (خسارت)، قوانین فدرال ایالتی و محلی، استانداردهای داوطلبانه، مسئولیت بیمه و اقدامات بین‌المللی»، بهترین راه برای تعادل میان نوآوری و مزایای تجاری-سازي با نگرانی‌های مربوط به ریسک‌های بهداشتی و زیست‌محیطی می‌باشد. (Rakhlin, 2008: 11-12) لذا همکاری دولت با بیمه‌گذاران درخصوص چارچوب پوشش بیمه‌ای مرتبط با کاربرد-های فناوری نانو از جمله در حوزه محیط‌زیست می‌تواند در ایجاد پوشش برای اشخاص خصوصی و در جهت ایجاد راهبرد در زمینه تجارت محصولات حاوی نانو در سطح بین‌الملل موثر باشد. (Matsura, 2006: 170-172) مقامات دولتی می‌توانند توسعه پوشش بیمه‌ای معقول برای کاربرد-های فناوری نانو را از طریق توسعه و حمایت تحقیق برای آگاهی از آثار استفاده از این فناوری بر مردم و محیط زیست تسهیل کنند. نمونه‌هایی از همکاری دولت‌ها با بیمه‌گذاران وجود داشته است. این همکاری به‌خصوص در شرایطی موثر است که ارزیابی خطرات مشکل بوده و دولت می‌خواهد ادامه توسعه صنایع یا بازار خاص را تشویق کند. (کاظمی آذر، ۱۳۹۸: ۱۸۹-۱۹۱) از این‌رو، تدوین کنوانسیون بین‌المللی مسئولیت نانو می‌تواند راهکاری در راستای استقرار یک نظام واحد مسئولیت مدنی در این حوزه باشد. در واقع همانند سایر فعالیت‌های خطرناک، در صنعت نانو نیز جهت تضمین جبران خسارات احتمالی ناشی از نانو اعم از خسارت‌های زیست‌محیطی «صنعت بیمه» ضرورت دارد. بیمه (خصوصی یا دولتی) اجباری در حوزه صنعت نانو، به عنوان بهترین راه‌حل برای تنظیم مقررات فناوری نانو، می‌تواند ضمن کاهش خطرات احتمالی

موجود سبب افزایش تجارت محصولات نانو و نیز توسعه فناوری نانو گردد.

۴- چالش‌های قانونمند کردن نانومواد/ فناوری نانو

موضوع قانونگذاری در حوزه فناوری نانو و درخصوص تعیین آثار احتمالی نانو مواد، هم در سطح ملی و هم در سطح بین‌المللی به علت توسعه فناوری نانو، تغییرات سریع این فناوری نوظهور و چارچوب‌های حقوقی موجود چالش‌هایی را بوجود آورده است. لذا درک موضوع عدم قطعیت علمی و حقوقی و واکنش مناسب قانون‌گذاران به‌ویژه برای صنایع از اهمیت بسیاری برخوردار است.

۴-۱- تغییرات سریع فناوری نانو

تاریخ در حوزه حقوق و فناوری نانو نشان از عدم آمادگی قانون‌گذاران و سیاست‌گذاران درمقابل تغییرات سریع فناورانه دارد. (کازمی آذر، ۱۳۹۸: ۲۳) درحال حاضر تمرکز فعلی نظام حقوقی موجود بر نانو مواد ثابت و منفعل است اما پیشرفت‌های آتی شامل نانو مواد فعال^۲ می‌باشد و احتمالاً با سایر فناوری‌های نوین از قبیل فناوری زیستی تقارن خواهد داشت. به گونه‌ای که نسل آینده نانومواد در مسیری توسعه پیدا می‌کند که پیش‌بینی آن سخت است و قانون‌گذاران نیز بایستی مدام دانش خویش را به منظور پوشش حوزه‌های مختلف علمی توسعه دهند. (کازمی آذر، ۱۳۹۸: ۲۲۹-۲۳۰)

۴-۲- عدم قطعیت علمی

عدم قطعیت علمی به‌طور عمده در ارتباط با ارزیابی خطرات یا ریسک‌های نانو مواد می‌باشد. عدم قطعیت‌ها فناوری‌های نانو را احاطه کرده و در چارچوب بحث در مورد «شکاف نانو»، ممکن است عدم قطعیت‌های موجود در فناوری نانو به عنوان دلایل دیگری برای ممانعت از توسعه آن تلقی شود. موضوعات بهداشتی و ایمنی محیط‌زیست (EHS) و بهداشت و ایمنی شغلی (OHS) از نزدیک با فناوری نانو در ارتباط هستند و سمیت برخی از نانو مواد هنوز هم مورد بحث است، بسیار جلوتر از تجاری شدن آنها مباحث پیرامون این فناوری و تاثیر مشکوک آن بر سلامت انسان و محیط زیست مختص به جهان درحال توسعه نیست و باید هم کشور-های درحال توسعه و هم توسعه یافته و هم محققان و هم صنعت از این طریق برای تولید محصولات نانو با طراحی ایمن که خطرات را به حداقل می‌رساند، تلاش کنند. نگرانی در مورد نحوه برخورد با چنین محصولاتی درطول چرخه عمر آنها وجود دارد. مساله دیگر اینست که برخی از کشورهای درحال توسعه از استانداردهای پایین و مقررات ناکافی در مورد پردازش

1 - Passive

2- Active

پسماند (زباله) از نظر اقتصادی سود می‌برند. همراه با نرخ بازیافت ضعیف، مدیریت پسماند عام به طور بالقوه می‌تواند به محیط‌زیست آسیب برساند، درحالی‌که نگرانی‌های زیست‌محیطی پیرامون فناوری نانو ایجاد شده است، همچنین یک مولفه سب‌برای فناوری‌های نانو وجود دارد که راه‌حل‌های دفع پسماند را ارائه می‌دهد و نوید بهینه‌سازی تولید و مصرف انرژی را می‌دهد. (Flament, 2013: 20-21) عدم اطمینان علمی در خصوص مدیریت ارزیابی ریسک و به ویژه در فناوری‌های نوظهور مانند نانو یکی از مهمترین چالش‌ها در سیاست جهانی زیست‌محیطی می‌باشد و بنابراین رویکردهای بین‌المللی موجود برای ارتقاء هماهنگی موثر سیاست نظارتی، کافی نیست (به عبارت دیگر سیستم‌های نظارتی باید با خطرات جدید و ناشناخته سازگار شوند). (Falkner and Jaspers, 2012: 3-5)

۳-۴- عدم قطعیت در مورد منابع علمی و حقوقی

با توجه به اینکه بسیاری از شرکت‌های نوپا در فعالیتهای مرتبط با نانو ورود نمی‌کنند، لذا اگر دولت تمایل به پیشرفت در این حوزه و بهره‌مندی از پتانسیل‌های بالای آن دارد بایستی از نظر منابع مالی و انسانی، سرمایه‌گذاری کند و موضوع ایجاد این منابع برای اجرای چارچوب حقوقی جدید ضرورت دارد. در واقع تصویب قوانین بدون ایجاد ظرفیتهای اجرایی و علمی کافی نبوده و مانعی در توسعه فناوری نانو خواهد بود.

۴-۴- عدم قطعیت حقوقی یا عدم قطعیت در مناسب بودن چارچوب‌های قانونی

جفری اچ. ماتسورا^۱ بر موضوع توسعه قطعیت قانونی تاکید می‌کند و اینکه جلوگیری از ایجاد قوانین جدید در خصوص فناوری نانو می‌تواند قطعیت قانونی را تسهیل کند و تکیه بر نظام‌های قانونی موجود (از جمله قوانین ایمنی، بهداشتی و زیست‌محیطی موجود) در جهت نظارت بر کاربردهای در حال توسعه فناوری نانو، از راه‌های قطعیت قانونی است. قطعیت قانونی می‌تواند با اجرای تاخیری قوانین موجود تا زمانی که احراز اطلاعات موثر در مورد آثار فناوری نانو فراهم شود، توسعه یابد. با توجه به اینکه عدم قطعیت به احتمال زیاد در شرایط عدم وجود اطلاعات کافی است لذا هرچقدر اطلاعات بیشتری در اختیار قرار می‌گیرد، قوانین احتمالاً تغییر می‌یابند. (ماتسورا، ۱۳۹۷: ۲۳۲-۲۳۳)

عدم قطعیت در ارتباط با ظرفیتهای حقوقی نهادهای موجود در این حوزه، حداقل به دلیل ماهیت جدید خطرات و تجربیات محدود نانو مواد که نهادهای قانونی قادر به توسعه آن در این حوزه هستند، غیرقابل انکار است. (کاظمی آذر، ۱۳۹۸: ۲۳۱) عدم قطعیت حقوقی ایجاد شده

¹- green component

²- Jeffrey H. Matsura

توسط فناوری نانو، نشان از عدم واکنش (پاسخگویی) مناسب در برابر خطرات محصولات حاوی نانو و عدم قطعیت در مناسب بودن چارچوب‌های حقوقی موجود دارد.

راهکار: توسعه ظرفیت‌های حقوقی

به نظر می‌رسد عدم سیاست‌گذاری مناسب در بهره‌گیری از پتانسیل‌های بالای فناوری نانو بخصوص در کشورهای در حال توسعه منجر شده تا نیازهای این کشورها توسط این فناوری مرتفع نشود اما در جامعه بین‌الملل این رویکرد وجود ندارد و از ظرفیت‌های بالای نانو در جهت رشد اقتصادی و رفاه بشر بهره گرفته می‌شود. لذا به منظور ایجاد تعادل میان مزایای زیست محیطی و خطرات احتمالی فناوری نانو و نیز بهره‌مندی از ظرفیت‌های موجود نانو، تدوین چارچوب حقوقی منسجم ضروری است. بررسی حقوق داخلی و بین‌المللی نشان دهنده لزوم ایجاد یک رویکرد همگرا و هماهنگ در تصویب قواعد حقوقی داخلی و بین‌المللی در زمینه نانو است.

۵- چالش‌ها در تنظیم مقررات فناوری نانو

با توجه به اینکه یکی از موضوعات مهم در حوزه فناوری نانو «رویکرد استراتژیک برای مدیریت مواد شیمیایی» می‌باشد، براساس این رویکرد بخش اعظم نگرانی‌های مربوط به اثرات نانومواد مهندسی شده آزاد بر EHS (بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست) می‌باشد اما بایستی جنبه‌های اخلاقی، حقوقی و اجتماعی نیز که به طور بالقوه با فناوری نانو در ارتباطند و به علاوه رویکرد-های نظارتی را تحت تاثیر قرار می‌دهند، مورد توجه قرار گیرند. بنابراین به نظر می‌رسد که ایجاد سازوکار قانونی و قانونمند کردن استفاده ایمن از محصولات فناوری نانو، ضروری است. از جمله چالش‌ها می‌توان به این موارد اشاره کرد:

۱- دانش محدودی در مورد سمیت نانو موادی که در طبیعت (در سیستم‌های زنده و حمل و نقل آنها در سیستم‌های محیط‌زیستی) هستند، وجود دارد. ۲- طیف گسترده‌ای از مواد و کاربرد-ها تحت عنوان چتر فناوری نانو قرار دارند. ۳- به علت اختصاصی بودن اطلاعات (ماهیت اختصاصی اطلاعات) در نانو مواد جدید، دستیابی به این اطلاعات دشوار می‌باشد. ۴- عدم وجود دستورالعمل‌ها یا استانداردهای یکپارچه و هماهنگ ۵- مسائل مربوط به طبقه‌بندی نانومواد در مقایسه با دیگر مواد ماکرو (به عنوان مثال تعریف نانو مواد، محرک‌های نظارتی، تمایز در مقایسه با مواد کلان). (Mantovani et al., 2011: 5)

۶- خلاءها در خصوص نانو فناوری نظامی

از آنجایی که نانو فناوری نظامی، یکی از انواع حضور فناوری‌های نوین در فضای مخاصمات مسلحانه تلقی می‌شود لذا توسعه کاربرد نانوفناوری نظامی، موجب آسیب عمده غیرنظامیان و اهداف غیر نظامی شده است به گونه‌ای که رعایت قواعد بین‌المللی بشردوستانه و رعایت تعهدات

بین‌المللی بشر دوستانه به منظور حفاظت از محیط‌زیست در عرصه مخاصمات مسلحانه را اجتناب ناپذیر می‌کند. با توجه به پیشرفت‌های سریع نانو فناوری نظامی و تا زمان تدوین یک معاهده بین‌المللی خاص در این زمینه می‌توانیم قواعد بین‌الملل بشر دوستانه را اعمال کنیم؛ یعنی می‌توان از یک طرف با توسعه اصول حقوق بین‌الملل بشر دوستانه مانند اصول منع آسیب غیر ضروری و منع آسیب به محیط‌زیست و همچنین اصل تفکیک میان نظامیان و غیر نظامیان، کاربرد نانوفناوری نظامی را در فضای مخاصمات مسلحانه به نوعی تنظیم کرد. دذعلیرغم نگرانی‌هایی که درخصوص اثرات بهداشتی و زیست‌محیطی نانو ذرات مهندسی شده (غیر ارگانیک) مورد استفاده در زمینه‌های نظامی وجود دارد، یک معاهده خاص در نظام حقوق بین‌الملل با توجه به توسعه یا استفاده از سلاح‌های نانو وجود ندارد. (Nasu and Faunce, 2010: 53-54)

۱-۶- تعهدات دولت‌ها به بازبینی حقوقی تسلیحات جدید

دولت‌های متعاهد به پروتکل الحاقی اول ۱۹۷۷ به کنوانسیون‌های چهارگانه ژنو ۱۹۴۹، به موجب ماده ۳۶ متعهد شدند که فرآیند تحقیق، توسعه، تملک و بکارگیری سلاح‌ها، وسایل و شیوه‌های جدید جنگی را همسو با تعهدات حقوق بین‌المللی خود ادامه دهند. به اعتقاد کمیته بین‌المللی صلیب سرخ در تفسیر پروتکل‌های الحاقی، در ماده ۳۶ پروتکل الحاقی اول، هم می‌تواند شامل سلاح‌ها به «وسایل و شیوه‌ها» عبارت مفهوم موسع گردد و هم شامل روش‌هایی که آنها را به کار می‌برند. به عبارت دیگر، استفاده انجام شده از یک سلاح می‌تواند فی نفسه و یا تنها به موجب وضعیت‌های خاص غیرمشروع باشد. برای مثال سموم ماهیتاً غیرمشروع می‌باشند. از این‌رو سلاحی که دارای دقت بالایی است می‌تواند به طور هدفمند علیه جمعیت غیرنظامی استفاده شود. مورد اخیر سلاحی نیست که ممنوع شود، بلکه روش و شیوه استفاده از آن ممنوع می‌شود. (شجاع، ۱۳۸۸: ۲۵۱)

۲-۶- چالش عدم وجود سازوکار موثر به منظور استفاده صلح آمیز دولت‌ها از نانوفناوری

نظامی

ترویج فرهنگ صلح که با حفظ محیط‌زیست نیز در ارتباط است، می‌تواند بسیار تاثیرگذار باشد؛ البته این نوع آموزش بایستی برای کلیه اقشار و در تمامی سطوح بویژه متخصصان فناوری نانو صورت گیرد.

۳-۶- از منظر حقوق بین‌الملل محیط‌زیست

پرداختن به مبحث نانوفناوری نظامی از منظر حقوق بین‌الملل محیط‌زیست مستلزم بررسی قواعد حاکم بر حقوق بین‌الملل بشر دوستانه می‌باشد که به نوعی با هم در ارتباطند. می‌توان گفت که در راستای اجرای مطلوب‌تر ماده ۳۶ پروتکل اول الحاقی ۱۹۷۷ به کنوانسیون‌های

چهارگانه ژنو توسط دولت‌ها و با توجه به آثار مخرب زیست‌محیطی و انسانی ناشی از بکارگیری نانو مواد مهندسی شده در تولید یا توسعه تسلیحات مدرن حاوی نانو و به منظور حفاظت از محیط‌زیست، ضروری است تا استفاده از این نوع مواد کاهش پیدا کرده و یا به حداقل برسد و نیز بکارگیری نانومواد ارگانیک جایگزین شود.

۴-۶- عدم تعیین مرز دقیق قانونی ملی و بین‌المللی میان موارد مختلف کاربرد نانوفناوری

نظامی

این موضوع خاصه راجع به نانومواد و نانوحسگرها در خدمات غیرنظامی و قابل دسترس شدن این نوع کاربرد نانو فناوری در خدمت گروه‌های غیرمسئول از جمله تروریست‌ها به‌ویژه به دلیل کارکردهای دوگانه نانوفناوری نظامی اهمیت دارد. چنانچه حقوق دانانی مانند هاوارد^۱ پیشنهاد کرده‌اند که حداقل در مورد تسلیحات حاوی نانوفناوری کشتار جمعی باید یک معاهده بین‌المللی مشابه معاهده فضای ماورای جو ۱۹۷۶ که کاربرد هرگونه تسلیحات کشتار جمعی را از جمله تسلیحات نانوفناوری کشتار جمعی ممنوع می‌کند، برای محیط درون جو زمین نیز منعقد و تصویب شود به گونه‌ای که کاربرد هرگونه تسلیحات کشتار جمعی اعم از هسته‌ای، شیمیایی و بیولوژیکی با استفاده از فناوری نانو در فضای داخل جو ممنوع شود. (تدینی، کازرونی، ۱۳۹۵: ۲۹۴-۲۹۵) همچنین کاربردهای غیرمشموع فناوری نظامی در برابر چالش دیگری قرار می‌گیرند که آن، ضرورت نظامی است. برای مثال اگر چه سیلیکون دی اکسید برای محیط زیست مضر است اما کاربرد آن برای ماشین‌آلات نظامی سبب مقاومت بیشتر و مصرف کمتر سوخت آنان می‌شود که با توجه به شرایط جنگی می‌تواند برای بکارگیرنده آن مفید باشد. این موضوع لزوم بازنگری در اسناد بنیادین بین‌المللی بشردوستانه و معاهدات مربوطه از جمله کنوانسیون تسلیحات بیولوژیک را اجتناب ناپذیر می‌کند. (همان: ۲۹۰)

۵-۶- ضرورت تدوین یک معاهده در حوزه نانوفناوری نظامی

کنوانسیون تسلیحات شیمیایی (CWC)^۲ و کنوانسیون تسلیحات بیولوژیکی (BWC)^۳ در ارتباط با فناوری نانو کافی نیستند و نمی‌توانند به نحو مطلوبی با پیشرفت‌های جدید این فناوری نوظهور سازگاری پیدا کنند و یا اصلاح گردند. از آنجایی که توسعه و پیشرفت فناوری نانو غیر قابل پیش بینی است لذا به سادگی با اصلاح قانون رعایت نمی‌شوند. می‌توان استدلال کرد که هر دو به عنوان کنوانسیون‌های تسلیحات حتی در مورد سلاح‌های بیولوژیکی و شیمیایی کاملاً بی اثر هستند. علاوه براین، به دلیل اینکه بسیاری از عوامل بیولوژیکی در حال

1- Howard

2- The Chemical Weapons Convention

3- The Biological Weapons Convention

استفاده دوگانه هستند و ایجاد یک رژیم تأیید و رسیدگی (بازبینی) برای BWC اگر غیرممکن نباشد، دشوار است. رویدادهای اخیر نشان می‌دهد که BWC در ممنوعیت سلاح‌های بیولوژیکی بی اثر است. BWC حتی نمی‌تواند اعضای خود را که به شدت مظنون به نقض آن هستند، مجبور به اجرا کند. در حالیکه CWC معاهده تسلیحاتی قوی‌تر و کامل‌تر از BWC است اما هنوز دارای نقص‌های بسیاری است و مفسران نگرانی‌هایی درباره موضوع توانایی کافی CWC به منظور کاهش تهدید سلاح‌های شیمیایی مطرح کرده‌اند. اولین نگرانی اینست که CWC گروه‌های تروریستی را در بر نمی‌گیرد؛ لذا آنها در توانایی خود برای تولید سلاح‌های شیمیایی یا بیولوژیکی محدود نشده‌اند. نگرانی دوم اینست که CWC در مورد کشورهایی که مقررات این معاهده را تصویب نکرده‌اند، اعمال نمی‌شود. چنین کشورهایی می‌توانند سلاح‌های شیمیایی تولید و بفروشند بدون اینکه فعالیت‌هایشان کنترل شود. نگرانی سوم و سرانجام اینکه اجرای آن نمی‌تواند به طور کامل تضمین شود، زیرا نیروی نظامی مجاز به انجام این کار نیست؛ همینطور در صورت ترک عضویت معاهده با تحریم‌های اقتصادی به عنوان بزرگترین مجازات آنها. اکثر کاربردهای فناوری نانو نمی‌توانند زیر عنوان «موادشیمیایی سمی و پیش‌سازهای (مواد اولیه) آنها» در CWC قرار گیرند. سمی بودن موادشیمیایی قوی‌ترین بحث برای پوشش فناوری نانو تحت CWC است که جهت مواردی از قبیل نانومیکروب‌ها و نانوادمکش‌ها استفاده می‌شود. با این حال، به دلیل مبهم بودن کلمه «شیمیایی»، هر کشوری می‌تواند استدلال کند که فناوری نانو تحت پوشش این اصطلاح نیست و لذا ممنوع نمی‌باشد. به دلیل این ابهام CWC نباید به عنوان یک برنامه نظارتی برای فناوری نانو اعمال شود. دوم لیست اهداف مجاز به عنوان استثناء تحت CWC تقریباً هر نوع استفاده از فناوری نانو را از پیش تعیین می‌کند. حتی کاربردهایی که از نزدیک شبیه سلاح‌های شیمیایی یعنی نانو میکروب‌ها و نانو آدم‌کش‌ها هستند ممکن است تحت یک یا چند مورد از این کاربردهای مجاز طبقه بندی شوند. از آنجا که نه BWC و نه CWC آنطور که باید موثر نیستند، این احتمال وجود دارد که هریک از این معاهدات اصلاح شوند. (Pinson, 2004: 302-304) مضافاً اینکه فهرست موادشیمیایی سمی و مواد اولیه آنها از زمانی که کنوانسیون سلاح‌های شیمیایی در سال ۱۹۹۷ به اجرا گذاشته شد، توسط این کنوانسیون به روزرسانی نشده است. (قاسمی فرد و آذرپندار، ۱۳۹۶: ۱۱)

الف) ضرورت یک معاهده جدید

استفاده از مقررات و معاهدات موجود در حال حاضر به دلیل ماهیت منحصر بفرد فناوری نانو موفقیت‌آمیز نیست. در حالیکه مقررات و معاهدات موجود ممکن است برای بدترین اشکال استفاده کافی باشد، چیزی لازم است تا همه فناوری نانو را پوشش دهد به دلیل اینکه امکانات

(احتمالات) متفاوت زیادی برای استفاده نامناسب از فناوری نانو وجود دارد. تنظیم مقررات فناوری نانو به دلیل ۳ نوع مشخصات منحصر بفرد دشوار خواهد بود. ویژگی‌ها: نامرئی، میکرو حرکت و خود تکثیر. ۳ حوزه مهم که در آن تنظیم مقررات فناوری نانو بسیار دشوار خواهد بود نظارت، مالکیت و کنترل هستند. این حوزه‌ها نیاز بیشتری به تمرکز سیاست‌های نظارتی دارند. (Pinson, 2004: 304-305)

ب) چگونگی تنظیم معاهده

از آنجایی که فناوری نانو در حال حاضر مورد استفاده و در حال توسعه است، خیلی دیر شده است تا به طور کلی ممنوع شود؛ حتی اگر چنین کاری مطلوب باشد که نخواهد بود. گفته می‌شود با وجود «اصل احتیاطی» حقوق بین‌الملل ممکن است دوباره به ممنوعیت فناوری نانو نیاز باشد. اگرچه اصل احتیاط خواستار ممنوعیت کامل فناوری است، اما اگر ۴ معیار برآورده شود این ممنوعیت قابل رفع است: ۱- طرفداران این فناوری بار اثبات ایمنی آن را بر دوش بکشند. ۲- همه گزینه‌ها از جمله بی‌اثر بودن، باید کاملاً در نظر گرفته شود. ۳- توسعه دهندگان فناوری وظیفه جلوگیری از آسیب را برعهده دارند. ۴- روند توسعه باید باز (علنی، صریح) و غیررسمی باشد. اصل احتیاط می‌تواند در مورد فناوری نانو اعمال شود زیرا وقتی فناوری به کار می‌رود خطر آسیب به محیط‌زیست را به همراه دارد. درجایی که برخی از مقررات وجود داشته باشد، ملاک میانه مطلوب خواهد بود. یک رژیم نظارتی متعادل باید بیشتر روی جلوگیری از کاربردهای مخرب عمدی نسبت به جلوگیری از حوادث تمرکز کند. (Pinson, 2004: 306-309) بنابراین در رژیم نظارتی جدید بایستی کلیه کاربردهای احتمالی متصور در نظر گرفته شود و چنانچه از کاربردهای مضر فناوری نانو جلوگیری شود می‌توان از کاربردهای سودمند بهره گرفت و در جهت توسعه مسئولانه این فناوری نوین قدم برداشت. رژیم نظارتی جدید بایستی قبل از اینکه فناوری نانو به طور گسترده و بدون ضابطه‌مند شدن توسعه یابد، تدوین گردد و همچنین باید نواقص و شکاف‌های موجود در معاهدات ذکر شده را برطرف نماید تا بتواند به نحو مطلوبی فناوری نانو را کنترل کرده و سبب توسعه پایدار و مسئولانه این فناوری در هر زمان (صلح، جنگ یا مابین آنها) و هر مکانی شود و نیز به طور عام قابل اعمال باشد. البته برای اجرای مطلوب‌تر کنوانسیون مذکور می‌توان سازمانی را تاسیس کرد که بتواند به طور موثر نظارت بر حسن اجرا داشته باشد.

۷- چالش‌های هماهنگ سازی بین‌المللی برای تنظیم مقررات فناوری نانو

محققان و پژوهشگران نظارتی، گزینه سازگاری یا هماهنگ سازی بین‌المللی را برای تنظیم مقررات فناوری نانو مطرح کرده‌اند. به منظور هماهنگی برای تنظیم مقررات فناوری نانو با

توجه به استدلال‌های انجام شده؛ بعید به نظر می‌رسد که بزودی از طریق اعمال مقررات رسمی بین‌المللی مانند موافقت‌نامه‌های بین‌المللی سنتی موجود (به‌ویژه موافقت‌نامه‌های زیست-محیطی) صورت گیرد. با این حال رویکردهای حاکمیت با رسمیت کمتر هنوز ممکن است نوید بخش ارتقاء هماهنگی بین‌المللی، در صورت فقدان هماهنگ‌سازی، جهت تنظیم مقررات فناوری نانو باشد.

دو نوع استدلال کلی در برابر رویکردهای نظارتی بین‌المللی فناوری نانو وجود دارد: هماهنگی بین‌المللی ممکن است مطلوب نباشد و یا ممکن است امکان‌پذیر نباشد. در خصوص موانع مطلوبیت می‌توان به این موضوع اشاره کرد که مقررات ملی یا محلی را می‌توان متناسب با سطح پیشرفت فنی و اقتصادی و ترجیحا اجتماعی هر حکومت تنظیم کرد. از سوی دیگر موافقت‌نامه‌های بین‌المللی سنتی (به‌ویژه توافق‌نامه‌های زیست‌محیطی خاص) مانند یک توافق‌نامه فناوری نانو بالقوه که خطرات ناشی از فناوری را بررسی می‌کند، غالباً روی مشکلات نسبتاً محدودی تمرکز می‌کند که خطرات اساسی را نشان می‌دهد. نکته قابل توجه در کنوانسیون استکهلم در خصوص آلاینده‌های آلی پایدار، این است که این کنوانسیون در ابتدا تولید و استفاده از ۱۲ ماده را ممنوع اعلام کرد که به طور گسترده به عنوان سمی، پایدار و تجمع‌پذیر در نظر گرفته می‌شدند که همه کشورهای شرکت‌کننده آمادگی ممنوعیت آن را نداشتند. چون که روی مجموعه (دسته) محدودی از عوامل بسیار خطرناک تمرکز می‌کنند. این موضوع با اکثر قوانین ملی محیط‌زیست که مقادیر (سطح) قابل قبولی را برای بیشتر آلاینده‌ها به جای ممنوع کردن کامل آنها تعیین می‌کند، مغایرت دارد. ترکیبی از این حوزه محدود و سخت‌گیری اساسی در موافقت‌نامه‌هایی مانند استکهلم احتمالاً هزینه و مشکل در مذاکرات موافقت‌نامه‌های الزام‌آور بین‌المللی را منعکس می‌کند. سایر موافقت‌نامه‌های بین‌المللی محیط‌زیستی تمرکز خود را به حرکت فرامرزی آلاینده‌ها در هوا، آب یا مواد جامد قابل حمل، محدود می‌کنند. این مثال‌ها حاکی از آن است که کنوانسیون‌های بین‌المللی سنتی و رسمی کاربرد (قابلیت اجرا) محدودی دارند به عنوان مدل‌هایی برای هماهنگی جهت تنظیم مقررات فناوری نانو حداقل در کوتاه مدت. (Abbott et al., 2010: 7-10) همچنین با توجه به وجود موانع سیاسی و عملی در مذاکرات معاهدات، به نظر می‌رسد متعهد کردن کشورها به چنین فرآیندهای سنگینی جهت بررسی خطرات فرضی محصولات آینده نانو (با توجه به اینکه هنوز خسارات مشخصی وارد نشده) و نیز وضع ممنوعیت یا محدودیت‌های شدید در خصوص کاربردهای شناخته شده فناوری نانو کار دشواری باشد. (Ibid: 10) بنابراین به طور خلاصه رویکردهای دستیابی به هماهنگ‌سازی فراملی جهت تنظیم مقررات فناوری نانو شامل:

۱- سازوکارهای کوتاه مدت (که با ترتیبات غیررسمی آغاز می‌شود) برای هماهنگ سازی بین‌المللی از قبیل: ۱- افزایش دانش فناوری نانو و به اشتراک گذاری آن ۲- ارزیابی خطرات و مزایای آن، اجرای مطلوب مقررات موجود و در صورت لزوم اصلاح مقررات یا تکمیل آن ۳- گفتگوی فرامرزی (گفتگوی میان دانشمندان، شرکت‌های تجاری و تنظیم‌کنندگان مقررات ملی) ۴- سازمان‌های تنظیم استاندارد ۵- قوانین خصوصی عمل (شامل یک کد (قانون یا دستورالعمل) برای استفاده و بررسی ایمن موادشیمیایی در طول چرخه محصول. تنظیم این قوانین بر مبنای داوطلبانه بوده که توسط هنجارهای مسئولیت حرفه‌ای یا اجتماعی شناخته شده است) ۶- نهادهای خبره مستقل (متشکل از کارشناسان فراملی) جهت نظارت بر توسعه فناوری نانو به همراه اثرات زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی آن.

۲- رویکردهای میان مدت: کنوانسیون چارچوب که شامل ارتقاء تحقیقات و به اشتراک گذاری اطلاعات و پروتکل‌های وابسته می‌باشد. البته به شرط اینکه ضرورت ایجاد مقررات اساسی بوجود آید. هدف کلی از تدوین این موافقتنامه تنظیم مقررات مناسب بوده و نه مقررات الزام‌آور سختگیرانه (Abbott et al., 2010: 26) از این رو، هماهنگ سازی فراملی جهت تنظیم مقررات فناوری نانو با تدوین یک کنوانسیون چارچوب در میان مدت امکانپذیر و مطلوب می‌گردد. با توجه به اینکه به طور قطع مشخص نمی‌باشد کدام یک از اشکال خاص یا کاربرد-های فناوری نانو خطرات قابل توجهی بر روی سلامت، ایمنی و یا محیط‌زیست دارند لذا در هر دو مرحله بر جمع‌آوری اطلاعات مربوطه و نیز به اشتراک گذاری آنها و همچنین نظارت حداکثری متمرکز می‌شود.

مبحث سوم- بررسی خلاءهای حقوقی فناوری نانو در حقوق ایران و راهکارهای حقوقی آن

۱- خلاء زیرساخت‌های قانونی

تعدد سیاست‌ها و قوانینی که به طور مستقیم یا غیر مستقیم در حوزه فناوری‌های نوظهور در کشورمان تصویب شده‌اند نشان دهنده توجه سیاست‌گذاران به این مقوله می‌باشد. جایگاه فناوری از جمله فناوری نانو در اسناد کلان بالادستی از جمله قانون اساسی (بندهای ۴ و ۱۳ از اصل سوم و بند ۷ از اصل ۴۳ قانون اساسی)، سند چشم‌انداز ۱۴۰۴، سیاست‌های کلی نظام، نقشه جامع علمی کشور و قوانین برنامه‌ای توسعه (از جمله قوانین برنامه پنجم و ششم توسعه) بررسی شده است. همچنین برای دستیابی به جایگاه نخست در منطقه در سال ۱۴۰۴ در این حوزه، براساس سند چشم‌انداز ۲۰ساله کشور بایستی اقدامات نظارتی و اجرایی مطلوبی صورت گیرد، اگرچه موضوع زیرساخت‌های قانونی مناسب جهت اجرای سیاست‌ها و قوانین موجود از اهمیت بسیاری برخوردار است. می‌توان گفت که توسعه فناوری نانو در کشورمان همانند سایر

کشورها، رویکردها و راهکارهای جدیدی را در جهت حل مسائل اساسی بویژه بحران‌های زیست محیطی ارائه می‌کند. لذا با توجه به اهمیت توسعه فناوری، پرداختن به نظام قوانین و مقررات برای انطباق کشور با تغییرات سریع فناورانه ضروری است. همچنین شناسایی خلاءهای قانونی و تقویت سازوکارها به‌ویژه زیر ساخت‌های قانونی مناسب برای توسعه پایدار فناوری نانو در کشور از اهمیت بسیاری برخوردار می‌باشد و بایستی مورد توجه نهادهای قانونگذاری قرار گیرد.

این در حالی است که با وجود ایجاد کارگروه‌های تخصصی در این حوزه به‌ویژه در شبکه‌های ایمنی نانو و کمیته‌های فنی متناظر استانداردسازی، عدم وجود سازوکارهای حقوقی خاص به عنوان مانعی در تلاش متخصصان این حوزه در ایمنی زیست‌محیطی نانو مواد محسوب می‌شود. (کاظمی آذر، ۱۳۹۷: ۱۶۰) همچنین علی‌رغم اینکه کشورما از جمله کشورهای پیشرو در خصوص برچسب‌گذاری محصولات حاوی نانو به شمار می‌رود و طرح استفاده از برچسب نانو از جمله برنامه‌هایی است که در مورد همه محصولات تولید داخل بکار می‌رود اما الزامی شدن و اجرای مطلوب این طرح مستلزم تدوین استانداردهای لازم و ایجاد زیرساخت‌های قانونی می‌باشد.

با توجه به تولید حجم بالایی از پسماندهای جدید نانو که در نتیجه توسعه سریع این فناوری و محصولات آن به‌وجود آمده است، مدیریت زیست‌محیطی نانومواد و نانو پسماندها را به عنوان یکی از چالش‌های مهم در سطح ملی (و بین‌الملل) مطرح کرده است. هرچند استاندارد‌هایی از قبیل استانداردهای محیط‌های کاری، روش‌های تولید بی‌خطر، حمل و نقل ایمن و روش‌های دفع ایمن پسماندهای نانو تدوین شده، اما به نظر می‌رسد به دلیل نبود توجه کافی به زیر ساخت‌های قانونی دفع و تصفیه نهایی پسماندهای نانو، اجرای این استانداردها عملاً صورت نپذیرفته است. (دفتر مطالعات ارتباطات و فناوری‌های نوین مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۶: ۱۹-۲۰) متأسفانه در حال حاضر قوانین الزام‌آور در حوزه محیط زیست وجود ندارد و به عنوان مثال عدم وجود قوانین در خصوص پسماندها (تصفیه پسماندهای حاوی نانو) و به روز نبودن ابزارها سبب شده تا استانداردهای موجود اثربخشی لازم را نداشته باشند. عدم وجود نظارت کافی بر عملکرد کارخانجات، عدم رعایت استانداردها، غیر موثر بودن مجازات متخلفان و مهمتر از همه اینها عدم آشنایی سیاست‌گذاران و قانون‌گذاران با ظرفیت بالای فناوری‌های نوین از قبیل فناوری نانو در جهت حل معضلات زیست‌محیطی سبب گردیده که نه تنها ورود آلاینده‌های صنعتی و آلی به محیط‌زیست کنترل نشود بلکه از ظرفیت‌ها و پتانسیل موجود نیز برای رفع مشکلات به خوبی بهره‌برداری نشود. لذا به نظر می‌رسد با توجه به افزایش مسائل

زیست‌محیطی در عصر کنونی اتخاذ راه‌حل‌های فناورانه توسط نظام قانونگذاری کشور بیش از پیش مورد نیاز باشد (دفتر مطالعات ارتباطات و فناوری‌های نوین مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۵: ۱۳)

۲- عدم وجود قوانین خاص (سخت) در حوزه فناوری نانو

دولت‌ها موظفند علاوه بر تدوین استراتژی ملی و تصویب چارچوب سازمانی برای فناوری نانو، شرایط قانونی تحقیق و توسعه را مشخص کنند. (مظاهری اسدی و غلامی قوام آباد، ۱۳۸۹: ۵۷) تا به امروز در نظام حقوقی ایران قوانین خاصی در حوزه فناوری نانو و در خصوص ایمنی زیست‌محیطی محصولات نانو تدوین نشده است. در سال‌های اخیر تمرکز سیاست‌گذاران و نهاد-های عرصه فناوری نانو بر تدوین استانداردهای خاص فناوری نانو و سنجش ابعاد فنی نانو مقیاس بوده است. در فقدان قوانین خاص، کمیته‌ها و همچنین کارگروه‌های تخصصی فناوری نانو جهت ایمنی محصولات نانومواد، تدوین آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های خاص این فناوری نوظهور را در دستور کار خود قرار داده‌اند. (کاظمی آذر، ۱۳۹۸: ۲۳۸-۲۳۹) به عنوان مثال، در خصوص پسماند نانو در کشورمان با توجه به رشد روزافزون صنایع و افزایش میزان محصولات حاوی نانو، حجم پسماندهای خطرناک حاوی نانو رو به گسترش خواهد بود که می‌تواند سبب بروز بحران‌های زیست‌محیطی گردد و لذا ضرورت دارد اقدامات لازم در خصوص مدیریت صحیح زیست‌محیطی پسماندهای نانو و نیز استفاده از فناوری پاک در صنایع، اتخاذ شود تا میزان تولید پسماندهای خطرناک نانو به حداقل برسد. چنانچه در قوانین و مقررات زیست‌محیطی ایران، مقرراتی (خاص) در خصوص پسماندهای نانو به‌ویژه در قانون مدیریت پسماندها مصوب سال ۱۳۸۳، اعمال نشده است و حتی در فهرست انواع پسماندهای ویژه (طبق جدول شماره ۱ موضوع ماده ۱۹ آیین‌نامه اجرایی قانون مدیریت پسماند) پسماندهای نانو ذکر نشده است و لذا مشمول قانون مدیریت پسماندها نمی‌شود. بنابراین، این موضوع می‌تواند به عنوان یک خلاء حقوقی محسوب شود و نتیجتاً ضرورت دارد تا متناسب با پیشرفت‌های حاصل شده در حوزه فناوری نانو، قوانین، دستورالعمل‌ها و استانداردهای مورد نیاز جهت صنایع نانو مواد تکمیل و یا بازنگری شوند. (از جمله تدوین ضوابط مدیریت پسابهای صنایع نانو مواد)

راهکار: ضرورت اصلاح در حقوق محیط زیست

باومن و هاج در حوزه قوانین نظارتی ۶ موضوع از جمله حقوق محیط‌زیست را پیشنهاد می‌کنند که مولفه‌های لازم برای تدوین قوانین خاص (سخت) داخلی در حوزه فناوری نانو را مشخص کرده‌اند:

۱- حقوق محیط‌زیست؛ به منظور حمایت و حفاظت از محیط زیست؛ موضوعات جلوگیری از انتشار زیست‌محیطی نانو مواد (کنترل یا جلوگیری از انتشار نانو مواد به محیط‌زیست)، کنترل مواد شیمیایی جدید که نانو مواد را نیز در برمی‌گیرد، حمل و نقل ایمن نانو مواد نیاز به تدوین قوانین خاص (سخت) و منسجم در این حوزه می‌باشد. این موضوع در حالی است که با وجود ایجاد کارگروه‌های تخصصی در این حوزه به‌خصوص در شبکه‌های ایمنی نانو و کمیته‌های فنی متناظر استانداردسازی، فقدان سازوکارهای حقوقی خاص، مانعی در مسیر تلاش متخصصان این حوزه در ایمنی زیست‌محیطی نانو مواد گردیده است.

۲- ایمنی محصولات مصرفی؛ طبق نظرسنجی به‌عمل آمده از پژوهشگران آمریکایی، نظارت بر مخاطرات احتمالی کاربرد فناوری نانو در حوزه‌های محیط‌زیست مرتبط با خطرات زیست‌محیطی و بهداشت عمومی، بیشترین اهمیت را دارند. آنچه ممکن است تحت عنوان مثلا تجاوز به حریم خصوصی، استفاده از فناوری نانو در تسلیحات نظامی و آثار اجتماعی اقتصادی مطرح شوند در اولویت‌های بعدی قرار دارند. جلب اعتماد عمومی برای حل و فصل و مدیریت خطرات بالقوه فناوری نانو و ارائه روش‌های قانونمند جهت شناسایی خطرات و پیامدهای مضر محصولات حاوی نانو بر سلامت عمومی از طریق تدوین چارچوب‌های حقوقی سخت (Hard law) اهمیت بسیاری در توسعه این حوزه خواهد داشت.

۳- بهداشت و ایمنی محیط شغلی؛ در حال حاضر به علت جدید بودن ظهور فناوری نانو، اطلاعات کمی در خصوص معیارهای پیش‌بینی خطرات محیط شغلی و کنترل ایمنی خطرات وجود دارد و بیشتر اطلاعات موجود در مورد آثار نانو مواد بر ایمنی محیط شغلی (استنشاق، پوستی و گوارش) نیز به مطالعات بر روی حیوانات محدود شده است. با توجه به اینکه اطمینان از ایمن بودن محیط کارنانو سبب تشویق فعالیت سرمایه‌گذاران و محققان و کارکنان می‌گردد لذا توسعه فناوری نانو نیاز به ایجاد (تصویب) قانونی در مورد ایمنی محیط شغلی دارد که کنترل مهندسی، کنترل مدیریتی، تجهیزات حفاظت فردی و مدیریت خطرات مرتبط با نانو مواد از سوی مدیران و کارفرمایان را مقرر نماید. (Bowman and Hodge, 2007: 10-13)

مشکل اساسی که در حفظ محیط‌زیست در برابر نانو مواد وجود دارد، وجود دانش چند تکه (ناهماهنگ و تکمیل نشده) درباره انتشار نانو مواد به محیط‌زیست، رفتار و اثرات زیست‌محیطی آنها است. این بدان معناست که پایه علمی کافی برای تصمیم‌گیری به منظور تعیین محدودیت در سطح قانونی وجود ندارد. انتظار می‌رود تا آن زمان از رویکرد «مورد به مورد» برای تصمیم‌گیری در بسیاری از مناطق استفاده شود. می‌توان فرض کرد که تاکنون تنها تعداد کمی از نانو مواد

سنتز شده (مصنوعی) وارد محیط‌زیست تا حد بیشتری می‌شوند و انتظار می‌رود این حجم افزایش یابد. بنابراین نیاز فوری وجود دارد برای اطمینان از اینکه ورود نانومواد به محیط‌زیست در کمترین مقدار ممکن صورت می‌گیرد. (German Advisory Council on the Environment, 2011: 7)

نتیجه‌گیری

فناوری نانو همانند سایر فناوری‌های نوظهور ابعاد دوگانه دارد؛ از سویی کاربردهای متنوع و مزایای بسیار به‌ویژه در حوزه محیط‌زیست دارد و از سویی دیگر آثار مخربی در محیط‌زیست داشته و ابهامات و چالش‌های بسیاری در حوزه حقوقی و بخصوص حقوق محیط‌زیست ایجاد کرده است. با تغییرات مواد در مقیاس نانو شناسایی، ارزیابی و نیز کنترل ریسک‌های بهداشتی، ایمنی و زیست‌محیطی نانو مواد با چالش‌هایی همراه است. فناوری نانو با چالش‌های بسیاری در ساختار و کاربردهای آن و در فرآیند تولید محصولات مواجه است. از این‌رو قانونمندان در فناوری نانو از طریق نظام حقوقی منسجم و پویا در جهت توازن میان مزایای زیست‌محیطی فناوری نانو و ریسک‌های احتمالی آن ضرورت دارد. حقوق بین‌الملل محیط‌زیست به عنوان بخشی از کل حاکمیت جهانی محیط‌زیست، به دنبال آن است که از نسل‌های آینده محافظت کند. چالش اساسی برای دولت‌ها و سایر ذی‌نفعان و بازیگران این خواهد بود که با تغییرات سریع فناوری نانو هماهنگ و همگام باشند. در حال حاضر تقریباً در هیچ کشوری از جهان قانون جامع و خاصی برای فناوری نانو تصویب نشده است. امروزه صرفاً قوانین و مقررات جزئی در خصوص محیط‌زیست، بهداشت حرفه‌ای، برچسب‌زنی محصولات، موادشیمیایی، مراقبت‌های بهداشتی و... وجود دارد. نهادهای سیاست‌گذاری، قانون‌گذاری و نظارتی باید نقش مهمی در رفع این چالش‌ها به ترتیب در سطوح قانون‌گذاری، نظارتی و اجرایی ایفاء کنند. یکی از رویکردهای مهم در حقوق بین‌الملل محیط‌زیست، تدوین کنوانسیون چارچوب به عنوان یک ابزار حقوقی با ارزش در شرایط عدم قطعیت علمی و فنی است. لذا با توجه به اینکه یکی از ویژگی‌های منحصر به‌فرد معاهدات بین‌المللی زیست‌محیطی، بهره‌برداری از نظام کنوانسیون - چارچوب می‌باشد و حقوق بین‌الملل محیط‌زیست نیز اغلب جنبه پیشگیرانه دارد، می‌توان تدوین کنوانسیون چارچوب در سطح بین‌الملل (درمیان‌مدت) را در جهت توسعه ظرفیت‌های حقوقی به عنوان راهکار در نظر گرفت. در مجموع، تنظیم مقررات مربوط به فناوری نانو از نظر هماهنگی بین-المللی بهتر است در دو مرحله صورت گیرد: در مرحله اول (کوتاه‌مدت) تدوین یک یا چند قانون عمومی یا خصوصی (soft law) احتمالاً توسط بازیگران دولتی یا غیردولتی. در مرحله دوم (میان مدت) توسط ایجاد یک رژیم حقوقی بین‌المللی مانند تدوین یک کنوانسیون چارچوب در حوزه

فناوری نانو/ نانومواد. کنوانسیون جامع نانوفناوری و پروتکل احتمالی آن بایستی سیستم‌های قانونی و اجرایی خاصی را ایجاد کرده و مجموعه گسترده‌ای از موضوعات که در نتیجه توسعه سریع فناوری نانو و پراکندگی‌های نانو مواد تولید شده (به‌ویژه مهندسی شده) ایجاد شده‌اند را بررسی کند. همچنین تشکیل یک نهاد بین‌المللی در این حوزه به منظور همکاری‌های بین‌المللی موثر در جهت توسعه قوانین و مقررات مرتبط با فناوری نانو و نیز نظارت بر اجرای مطلوب کنوانسیون مذکور ضرورت دارد. از این رو پیشنهاد می‌شود با توجه به اینکه ابعاد حقوقی فناوری‌های نانو کاملاً مشخص نیست و تاکنون به تأثیرات مشخص شاخص‌ها و ملاحظات زیست محیطی فناوری‌های نانو دست پیدا نکرده‌اند بهتر است کشورها ابتدا از طریق حقوق نرم و غیرالزام‌آور و از طریق یک کنفرانس اقدام نمایند. شاید بهترین راه‌حل در تعیین کنفرانس‌های بین‌المللی و صدور بیانیه‌هایی که در حوزه نرم معنا و مفهوم داشته باشد، تجلی پیدا کند.

سیاست تقنینی فعلی ایران با توجه به پیشرفت سریع فناوری نانو قادر به پاسخگویی چالش‌های حقوقی و اجرایی موجود در این حوزه نمی‌باشد و توجه به تدوین قوانینی برای بکارگیری ایمن فناوری نانو و جلوگیری از مخاطرات احتمالی که بالقوه سلامت انسان و محیط‌زیست را تهدید می‌کند، ضرورت دارد. مضافاً در خصوص پسماندهای خطرناک نانو و مدیریت و دفع ایمن آنها مقرراتی در قوانین زیست‌محیطی به آنها اختصاص داده نشده است. به علاوه ارزیابی و کنترل زیست‌محیطی نانو مواد مستلزم وجود قوانین و مقررات خاص است که میان مزایای زیست‌محیطی و ریسک‌های احتمالی آن تعادل ایجاد شود. لذا تدوین قانون ایمنی فناوری نانو برای نظارت و ارزیابی موثر و نیز رفع خلاءهای قانونی کشور و اجرایی کردن آن ضروری می‌باشد، به‌ویژه اینکه ایران به عنوان یکی از کشورهای پیش‌رو در این حوزه محسوب می‌شود. از این رو پیشنهاد می‌گردد یک کمیسیون هماهنگی بررسی ابعاد فناوری‌های نانو در حوزه محیط‌زیست مرکب از دستگاه‌های متولی (از جمله سازمان حفاظت محیط‌زیست، سازمان ملی استاندارد ایران، وزارت بهداشت، وزارت جهاد کشاورزی، وزارت صنعت) تشکیل شود. با توجه به عدم کارایی لازم کمیته استاندارد سازی فناوری نانو، لذا ابعاد حقوقی از طریق کمیسیون هماهنگی مذکور، پیگیری شود. کمیسیون پیشنهادی یک قانون ملی را فراهم کند که از طریق دستگاه‌های عضو این کمیسیون به هیات دولت ارائه شود و سپس به صورت لایحه به مجلس تقدیم گردد.

منابع فارسی

اکتب

- حامد برومند و شیوا کیانی (۱۳۹۵)، مسئولیت مدنی ناشی از زیان‌های فناوری نانو، تهران: انتشارات کتاب آوا
- شکوری حاجلاری، آرزو (۱۳۹۵)، عرضه فرآورده‌های نانو و مسئولیت حقوقی آن، تهران: انتشارات راشدین
- کاظمی آذر، شهریار (۱۳۹۸)، ابعاد حقوقی نانوتکنولوژی در حقوق بین‌الملل، تهران، انتشارات خرسندی
- ماتسورا، جفری اچ (۱۳۹۷)، حقوق نانوتکنولوژی و سیاست جهانی، ترجمه و تحقیق: محسن عبدالهی، شهریار کاظمی آذر، تهران: انتشارات خرسندی

مقالات

- رزاقی پور خانی، فاطمه (۱۳۸۹)، کاربرد نانوتکنولوژی در حفاظت از محیط زیست، چهارمین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست
- شجاع، جواد (۱۳۸۸)، درآمدی بر کاربردهای نظامی فناوری نانو از نگاه حق بر زندگی در صلح، مجله حقوقی بین‌المللی، نشریه مرکز امور حقوقی بین‌المللی معاونت حقوقی و امور مجلس ریاست جمهوری، سال ۲۶، شماره ۴۰
- عباس تدینی و سید مصطفی کازرونی (۱۳۹۵)، کاربردهای نظامی فناوری نانو از منظر حقوق بین‌الملل بشر دوستانه، مجله حقوقی بین‌المللی، شماره ۵۴
- علی قاسمی فرد، احمدرضا آذرپندار (۱۳۹۶)، پیش‌بینی خطر اشاعه سلاح‌های بیولوژیکی مبتنی بر فناوری نانو: چالش‌های رژیم بین‌المللی کنترل تسلیحات، ماهنامه پژوهش ملل، دوره دوم، شماره ۱۸
- مریم لشکری زاده، مریم اسحق (۱۳۹۵)، بررسی اثر نانوتکنولوژی بر محیط‌زیست، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره هجدهم، شماره ۱
- مهناز مظاهری اسدی و آزاده غلامی قوام آباد (۱۳۸۹)، نانو تکنولوژی، مخاطرات بهداشتی و محیط‌زیستی، فصلنامه راهبرد، سال نوزدهم، شماره ۵۵
- مریم میربخش و همکاران، آثار احتمالی نانو ذرات بر محیط‌زیست و سلامت، اولین همایش ملی استاندارد و ایمنی در فناوری نانو، موسسه تحقیقات شیلات ایران پژوهشکده میگوی کشور - بوشهر

اسناد

- معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی، دفتر مطالعات ارتباطات و فناوری‌های نوین مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی (۱۳۹۶)، **ملاحظات پیرامون پیاده سازی استاندارد-های ایمنی زیستی در حوزه فناوری نانو**، شماره ۱۵۴۷۳
- معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی، دفتر مطالعات ارتباطات و فناوری‌های نوین مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی (۱۳۹۵)، **راهبرد مجلس دهم نقش فناوری در حل مسائل اساسی ایران**، شماره ۱۴۸۵۱

پایان نامه

- کاظمی آذر، شهریار (۱۳۹۷)، **نانو تکنولوژی و حقوق تجارت بین‌الملل**، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته حقوق بین‌الملل، دانشکده حقوق، دانشگاه شهید بهشتی

English Resources

Books

- Matsura, Jeffrey H. (2006), **Nanotechnology Regulation and Policy Worldwide**, Artech House Publishers

Articles

- Abbott, Kenneth W., Sylvester, Douglas J., Marchant, Gary E. (2010), **Transnational Regulation of Nanotechnology: Reality or Romanticism?**, Last revised: 9 Jan 2014
- Bowman, Diana M., Hodge, Graeme A. (2007), **A Small Matter of Regulation: An International Review of Nanotechnology Regulation**, The Columbia Science and Technology Law Review
- Corley, Elizabeth A., Kim, Youngjae, Scheufele, Dietram A. (2012), **Public Challenges of Nanotechnology Regulation**, Published by: American Bar Association. 52 Jurimetrics. Vol. 52, No. 3
- Devi, K. Syamala, Alakanandana. A and Lakshmi, V. Vijaya (2018), **Impacts of Nano Technology on Environment - A Review**, Asia Pacific Journal Of Research, Vol: I. Issue LVIV
- Falkner, Robert, Jaspers, Nico (2012), **Regulating nanotechnologies: risk, uncertainty and the global governance gap**, Global environmental politics, 12 (1), The London school of economics and political science
- Nasu, Hitoshi, Faunce, Thomas (2010), **Nanotechnology and the International Law of Weaponry: Towards International Regulation of Nano Weapons**, Journal of Law, Information and Science, Vol. 20
- Pinson, Robert D. (2004), **Is Nanotechnology Prohibited by the Biological and Chemical Weapons Conventions**, Berkeley Journal of International Law. - Vol. 22, Issue 2

-RAKHLIN,MAKSIM(2008), **Regulating Nanotechnology: A Private-Public Insurance Solution**, DUKE LAW & TECHNOLOGY REVIEW, No. 2

Documents

- Drexler,Eric,Pamlin,Dennis(2013), **Nano-solutions for the 21st Century** , Unleashing the fourth technological revolution
- Flament,Guillaume(2013), **Closing the Gap: The Impact of Nanotechnologies on the Global Divide**, NIA (Nanotechnology Industries Association) Report
- German Advisory Council on the Environment (SRU)(2011), **Precautionary Strategies For Managing Nanomaterials**, Summary for policy makers
- Kolodziejczyk,Bartlomiej,Carnegie Mellon University and IUCN CEM (2016), **Nanotechnology, Nanowaste and Their Effects on Ecosystems: A Need for Efficient Monitoring, Disposal and Recycling**
- Mantovani,Elvio,Porcari,Andrea,Italian Association for Industrial Research (AIRI/ Nanotec IT)(2011),**Developments In Nanotechnologies Regulation & Standards**, Published under the Observatory Nano project as deliverable D 6.2.3 for Work Package 6(WP6)
- Nielsen,Elizabeth(2008), **Nanotechnology and Its Impact on Consumers**, Report to the Consumer Council of Canada
- The Center for International Environmental Law (CIEL)(2009), **Addressing Nanomaterials As an Issue of Global Concern**

