مجله حقوقی بین‌المللی/ شماره ۵۴/ بهار ـ تابستان ۱۳۹۵/ صفحات ۳۰۶ ـ ۲۵۷

کاربردهای نظامی فناوری نانو از منظر حقوق بین‌الملل بشردوستانه

عباس تدینی*

سیدمصطفی کازرونی**

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۶/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۳

چکیده

نانوفناوری نظامی، یکی از انواع حضور فناوری‌های نو در فضای مخاصمات مسلحانه تلقی می‌شود. اگرچه فلسفه اولیه توسعه نانوفناوری در صنایع نظامی برای استفاده در نبردهای شهری تنظیم شده بود، با تأثیر فزاینده آن بر تمامی جنبه‌های علوم و صنایع نظامی، اینک در تمامی انواع مخاصمات مسلحانه به‌کار می‌رود. بدون شک، این توسعه کاربرد نانوفناوری نظامی در سالیان گذشته، موجب تلفات عمده غیرنظامیان و اهداف غیرنظامی شده است به‌گونه‌ای که رعایت قواعد بین‌المللی بشردوستانه را اجتناب‌ناپذیر می‌کند. بااین‌حال، چالش‌ها و خلأهای عمده‌ای مطرح است مانند اینکه چگونه می‌توان اصول مسلم حقوق بین‌الملل بشردوستانه را با استفاده از نانوفناوری نظامی در صحنه مخاصماتی تطبیق داد؟ یا اینکه آیا هم‌اکنون قواعدی در حقوق بین‌الملل، برای محدودکردن کاربرد نانوفناوری نظامی وجود دارد؟ نتیجه تحقیق حاضر بدین صورت است که اگرچه اینک معاهده خاص بین‌المللی در زمینه کاربرد نانوفناوری نظامی در عرصه مخاصماتی وجود ندارد، از یک‌سو می‌توان با توسعه اصول حقوق بین‌الملل بشردوستانه، چون اصل عدم تفکیک میان رزمندگان و غیررزمندگان و اصول منع آسیب غیرضروری و منع آسیب به محیط‌زیست و از سوی دیگر، با اتکا به محدودسازی ارادی، کنترل پیشگیرانه و حقوق نرم به تنظیم کاربرد نانوفناوری نظامی در فضای مخاصماتی و به تبع آن، احترام بیشتر دولت‌ها به اصول حقوق بین‌الملل بشردوستانه در فضای مخاصماتی پرداخت.

* عضو هیئت علمی دانشکده حقوق‌وعلوم‌سیاسی دانشگاه شیراز tadayoni@shirazu.ac.ir

** نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد حقوق بین‌الملل دانشکده حقوق‌وعلوم‌سیاسی دانشگاه شیراز
mostafakazeroni@yahoo. com

واژگان کلیدی
نانوفناوری نظامی، حقوق بین‌الملل بشردوستانه، اصل منع آسیب غیرضروری، اصل منع آسیب به محیط‌زیست، اصل تفکیک

مقدمه

نانوفناوری یکی از رشته‌های نوین است که با کمک علومی مانند مهندسی، پزشکی و حصول بهره‌وری بیشتر و صرف انرژی کمتر، موجب توسعه پایدار نظام اقتصادی کشورها شده است. طبق برآورد دانشگاه صنعتی سلطنتی مهندسی انگلستان، نانوفناوری از توان ایجاد تغییر بنیادین در بسیاری از زمینه‌ها ازجمله صنایع نظامی، فناوری اطلاعات، پزشکی و مسائل مربوط به پزشکی برخوردار است.[۱] انجام پژوهش در حوزه فناوری و علم نانو چنان اهمیتی دارد که امریکا طی سال‌های مختلف، بودجه‌های تحقیقاتی هنگفتی را بدان اختصاص داده است، به‌گونه‌ای که بودجه تحقیقاتی حوزه نانوفناوری این کشور در سال ۲۰۰۲ حدود ۵۷۰ میلیون دلار بود.[۲] سرعت رشد نانوفناوری در دهه‌های اخیر، به‌قدری بوده است که امروزه در کنار زیست‌فناوری، از فناوری اطلاعاتی و علوم شناختی، به‌عنوان فناوری‌های نوظهور یاد می‌شود.[۳] در سالیان گذشته، برخی نهادهای بین‌المللی چون یونسکو، نسبت به سرعت رشد سرسام‌آور کاربرد نانوفناوری در عرصه‌های نظامی توسط دولت‌ها هشدار داده‌اند.[۴] در بین نیروهای سه‌گانه دریایی، هوایی و زمینی باید عمده کاربرد نانوفناوری نظامی را در فناوری‌های مرتبط با تولید و توسعه ادوات و تجهیزات موردنیاز نیروی هوایی کشورها دانست.

استفاده از نانوفناوری نظامی در تولید و توسعه تجهیزات نظامی،کاربرد دوگانه دارد، بدین معنا که درحالی‌که می‌تواند برای نمونه در حس‌گرهای سامانه‌های بازرسی و تأیید تسلیحات به‌منظور کاهش امکان انحراف دولت‌ها از تعهدات بین‌المللی به‌موجب کنوانسیون‌های ذی‌ربط مانند کنوانسیون منع تسلیحات شیمیایی به‌کار برده شود، قابلیت کاربرد در بهبود عملکرد بدافزارهای سایبری به‌منظور حمله به تأسیسات حساس یک کشور را نیز دارد و این مقاله نیز بر همین کاربرد سوء از نانوفناوری نظامی با توجه به قواعد بین‌المللی بشردوستانه متمرکز خواهد شد. از

---

۱. معاونت پژوهش و تولید علم، «نقد و تحلیل کتاب نانوفناوری و جنگ‌های مدرن: ظرفیت‌ها و موانع»، *فصلنامه نگرش راهبردی*، شماره ۸۹ و ۹۰، فروردین و اردیبهشت ۱۳۸۷، ص ۲۶۲.

۲. عرفان‌منش، محمدامین و فرشته دیدگاه؛ «بررسی سهم کشورهای جهان از تولید علم در حوزه علوم و فناوری نانو در پژوهش‌های بین‌المللی (پایگاه آی.اس.ای)»، *فصلنامه اطلاع‌شناسی*، شماره ۳۰، زمستان ۱۳۸۹، ص ۵.

3. Hays, Sean A., Scott Robert, Jason; Miller, Clark A. and Bennett, Ira, *Nanotechnology, the Brain, and the Future*, Springer Science & Business Media, 2012, p. 293.

4. Maclurcan, Donald and Radywyl, Natalia, *Nanotechnology and Global Sustainability*, CRC Press, 2011, p. 72.

یک طرف، به‌کارگیری نانوفناوری نظامی در صحنه مخاصمات در چارچوب جنگ‌های پسامدرن یا فضیلت‌مند طبقه‌بندی می‌شود که عمدتاً از ابزار به‌جای انسان استفاده می‌شود[۵] و از طرف دیگر، استفاده از نانوفناوری نظامی در صحنه مخاصمات، ماهیت آن‌ها را به مخاصمات نامتقارن تبدیل کرده است به‌گونه‌ای که قابلیت طرفین تخاصم به‌هیچ‌وجه با هم سنخیت ندارد و نبود سند الزام‌آور بین‌المللی که استفاده از نانوفناوری را به‌صورت خاص برای اهداف نظامی تنظیم نماید،[۶] مشکلات را تشدید می‌کند. در کنار خلأ قانونی در به‌کارگیری نانوفناوری نظامی، قطع یقین تا تدوین معاهده خاص بین‌المللی در این حوزه، قواعد بین‌الملل بشردوستانه، سد محکمی در استفاده بی‌حد و حصر از این فناوری در عرصه مخاصمات تلقی می‌شود به‌گونه‌ای که بحث راجع به آن، چنان در سال‌های اخیر تشدید یافته که برخی، سلاح‌های مبتنی بر نانوفناوری را مجرمان دوران جدید خوانده‌اند.[۷] ضرورت توجه به رعایت قواعد بین‌المللی بشردوستانه در به‌کارگیری نانوفناوری نظامی، همان گونه که دیوان بین‌المللی دادگستری در نظر مشورتی خود راجع به تهدید یا توسل به سلاح‌های هسته‌ای تصریح می‌نماید که «اگر کاربرد فرضی سلاحی، الزامات حقوق بشردوستانه را تأمین نکند، تهدید به چنین کاربردی نیز مغایر حقوق خواهد بود»[۸] نیز قابل بحث است چرا که اگر با توسل به اصول حقوق بین‌الملل بشردوستانه، چون اصل تفکیک، اصل منع آسیب غیرضروری، اصل تناسب و اصل منع آسیب به محیط‌زیست بتوان ممنوع‌بودن کاربرد تسلیحات برخوردار از فناوری نانو را اثبات کرد، تهدید به کاربرد آن نیز غیرقانونی خواهد بود. این امر، به‌ویژه با این اظهارنظر که تأثیرات سوء ناشی از به‌کارگیری تسلیحات حاوی نانوفناوری بر انسان و محیط‌زیست، برخلاف سلاح‌های سنتی نمی‌تواند بر مبنای کنوانسیون‌هایی چون پروتکل سوم (تسلیحات آتش‌زا) کنوانسیون برخی سلاح‌های متعارف یا پروتکل لاهه ۱۹۲۵ ممنوع شود، تشدید می‌شود.[۹] به‌کارگیری نانوفناوری نظامی در صحنه مخاصمات، موقعیت رزمندگان را از مباشر به سبب کاهش داده است که همین امر، اجرای قواعد بین‌الملل بشردوستانه را با چالش عمده مواجه کرده است. مطمئناً همین چالش‌ها و خلأها موجب شده

---

۵. ساعد، نادر؛ «چالش‌های فراروی حقوق بشردوستانه در جنگ پست‌مدرن»، *فصلنامه سیاست دفاعی*، شماره ۶۶ بهار ۱۳۸۸، ص ۵۴.

6. Faunce, Thomas, "Nanotechnology for a Sustainable World: Global Artificial Photosynthesis as Nanotechnology's Moral Culmination, *Edward Elgar Pub*, 2012, p. 147.

7. Backstrom, Alan, Henderson, Ian, "New Capabilities in Warfare: an Overview of Contemporary Technological Developments and the Associated Legal and Engineering Issues in Article 36 Weapons Reviews", *International Review of Red Cross*, vol. 94 No. 886, Summer 2012, p. 484.

۸. البرزی ورکی، مسعود؛ «نقد و بررسی نظر مشورتی دیوان بین‌المللی دادگستری راجع به تهدید یا توسل به سلاح‌های هسته‌ای»، *مجله حقوقی بین‌المللی*، شماره ۳۱، پاییز ۱۳۸۳، ص ۱۷.

9. Nasu, Hitoshi, "Nanotechnology and the Law of Armed Conflict", in *New Technologies and the Law of Armed Conflic*t, Springer Publication, 2014, p.147.

است که در شماری از اسناد بالادستی دفاعی بین‌المللی در سالیان اخیر، ازجمله سند مفهوم راهبردی سال ۲۰۱۰ سازمان آتلانتیک شمالی (ناتو)، به استفاده از فناوری‌های نوین و نوظهور در صحنه مخاصمات ازجمله سلاح‌های حاوی نانوفناوری با دیده تردید نگریسته شود.[۱۰] مقاله حاضر در قالب سه بخش، تعریف، تقسیم‌بندی و کاربرد نانوفناوری نظامی، نانوفناوری نظامی و قواعد بشردوستانه و چالش‌ها و خلأها در زمینه نانوفناوری نظامی در حقوق بین‌الملل بشردوستانه را بحث و بررسی کرده است.

۱. تعریف، تقسیم‌بندی، کاربرد و آثار نانوفناوری نظامی

نانوفناوری نظامی یکی از انواع علوم نانوفناوری است که تاکنون تأثیرات شگرفی بر پیشرفت و تبدیل علوم نظامی به‌ویژه در چند دهه اخیر گذاشته است. بدون شک، شناخت نحوه تطبیق نانوفناوری نظامی با قواعد بین‌المللی، بدون بررسی کامل و جامع کلی آن، امکان‌پذیر نیست. بنابراین در بخش اول، تحت عنوان تعریف، تقسیم‌بندی، کاربرد و آثار نانوفناوری نظامی در سه بخش تعریف و تقسیم‌بندی آن، کاربرد و آثار آن بر انسان و محیط‌زیست، به این موضوع پرداخته می‌شود.

۱ـ۱. تعریف و تقسیم‌بندی نانوفناوری نظامی

پیش از آغاز بحث راجع به نانوفناوری نظامی، باید خود نانوفناوری را تعریف کرد تا سپس در پرتو آن بتوان نانوفناوری نظامی را که یکی از زیرشاخه‌های آن است تعریف کرد. در هیچ‌یک از اسناد بین‌المللی، تعریفی از نانوفناوری نشده است[۱۱] و تنها تعریف رسمی موجود، آن است که کمیته فنی نانوفناوری سازمان بین‌المللی استانداردسازی[۱۲] ارائه داده است.[۱۳] از موانع اساسی که تاکنون، تعریف حقوقی عام جهانی از نانوفناوری را با چالش عمده مواجه کرده است گستردگی محدوده استفاده و سرعت رشد بالای آن است.[۱۴] با وجود این، تعاریف مقبولی از نانوفناوری در دکترین رشته‌های مختلف بیان شده است؛ ازجمله، برخی نانوفناوری را علم تراتب اتم‌ها برای تشکیل

10. The 2010 North Atlantic Treaty Organization New Strategic Concept Paper, p. 11.

11. Nasu, Hitoshi, *op. cit*., p. 145.

12. The International Organization for Standardization (ISO) Technical Committee on Nanotechnology (TC229).

13. Pelley, Jennifer and Saner, Marc, "International Approaches to the Regulatory Governance of Nanotechnology", *Carleton University School of Public Policy and Administration*, April 2009, p. 2.

14. Auffan, Mélanie *et al*., "Towards a Definition of Inorganic Nanoparticles from an Environmental, Health and Safety Perspective", 4 *Nature Nanotechnology* 2009, p. 634.

ساختارهای مولکولی جدید و ایجاد مواد نو می‌دانند.[۱۵] برخی هم آن را شاخه‌ای از علوم که هدف نهایی‌اش کنترل تک‌تک اتم‌ها و مولکول‌ها است می‌دانند تا بتوان به کمک آن، تراشه‌های رایانه‌ای و سایر ادوات را تولید کرد که هزاران بار کوچک‌تر از ادوات فعلی باشند.[۱۶] با وجود همهٔ این تعاریف، به نظر می‌رسد که جامع‌ترین تعریف موجود از نانوفناوری، تعریف *ابتکار ملی نانوفناوری امریکا* باشد که از نظر آن، در هر تعریف از نانوفناوری باید سه تعریف روبه‌رو گنجانده شود: ۱. توسعه فناوری و تحقیقات در سطوح اتمی، مولکولی یا ماکرومولکولی در مقیاس اندازه ۱ تا ۱۰۰ نانومتر؛ ۲. خلق و استفاده از ساختارها و ابزار و سامانه‌هایی که به‌خاطر اندازه کوچک یا حد میانه آن‌ها، خواص و عملکرد نوینی دارند؛ ۳. توانایی کنترل یا دستکاری در سطوح اتمی.[۱۷] نانوفناوری علی‌رغم برهم‌زدن نظم در علومی مانند شیمی، فیزیک کاربردی، مکانیک و مهندسی برق،[۱۸] ازجمله شاخه‌های علوم پایه محسوب شده و به‌صورت عمده در سه دسته نانوفناوری مرطوب، خشک و محاسبه مطالعه می‌شود.[۱۹] نانوفناوری نظامی نیز به‌عنوان یکی از بخش‌های نانوفناوری به‌صورت عمده به دو بخش نانوفناوری نظامی ساختاری و مولکولی تقسیم می‌شود. نانوفناوری نظامی، ابزار یا شیوه‌هایی است که خواه از طریق کاربرد فناوری نانوفناوری یا از طریق اثرات در مقیاس نانو به‌منظور آسیب به انسان یا محیط‌زیست، تعبیه یا استفاده شود.[۲۰] نانوفناوری نظامی در عرصه مدیریت علوم دفاعی، معمولاً تحت دسته‌بندی C41SR[۲۱] به‌منظور خودمختارنمودن ابزار نظامی خود مطرح می‌شود. کاربرد نانوفناوری در عرصه نظامی، بسیار وسیع است و از تسلیحات کشتار جمعی مانند امکان ساخت نسل چهارم تسلیحات هسته‌ای تا تسلیحات

---

۱۵. سلطانی، علی‌محمد و سیدسپهر قاضی نوری؛ «به‌کارگیری ماتریس TOWS در استخراج استراتژی‌های ملی نانوتکنولوژی در ایران»، در مجموعه مقاله‌های همایش علمی ـ کاربردی نانوتکنولوژی، انقلاب صنعتی آینده، جلد اول، مجموعه مقاله‌های بخش سیاست‌گذاری، علوم پایه، نانوتیوب، علوم زیستی، دفتر همکاری‌های فناوری ریاست جمهوری، ۱۳۸۰، پژوهه، ص ۱.

۱۶. شجاع، جواد؛ «درآمدی بر کاربردهای نظامی فناوری نانو از نگاه حق بر زندگی در صلح»، *مجله حقوقی بین‌المللی*، شماره ۴۰، بهار و تابستان ۱۳۸۸، ص ۲۳۷.

۱۷. کنعانی، محمدهاشم؛« نانوتکنولوژی: کاربردها و چالش‌ها»، *مجله اطلاع‌یابی و اطلاع‌رسانی*، شماره ۴، بهمن ۱۳۸۶، ص ۶۸.

۱۸. آشوری، ایران؛ «معرفی: نانوتکنولوژی چیست؟»، *مجله کتاب ماه علوم و فنون*، شماره ۱۰۱، اردیبهشت ۱۳۸۷، ص۷۰.

۱۹. برای اطلاعات بیشتر راجع به نانوتکنولوژی مرطوب، خشک و محاسبه، ن.ک:

20. Nasu, Hitoshi and Faunce, Thomas, "Nanotechnology and the International Law of Weaponry: Towards International Regulation of Nano Weapons", *Journal of Law, Information and Science*, vol. 20, 2009/2010, pp. 21-22

۲۱. در مباحث فرماندهی علوم نظامی، فرآیند تحولات از فرماندهی و کنترل یا C2 به فرماندهی، کنترل، ارتباطات و اطلاعات یا c3I و هم‌اکنون به فرماندهی، کنترل، ارتباطات، رایانه، اطلاعات و تعامل میان کاربران رایانه‌ها با خود و با رایانه‌ها یا C412 متحول شده است. در مبحث حاضر نیز استفاده از C4 1SR دقیقاً به همین معنای اخیر است.

متعارف و حتی البسه نظامی را در بر می‌گیرد اما به دلیل پوشیدگی اسرار نظامی دولت‌ها نمی‌توان با یقین از این گسترهٔ تأثیر صحبت کرد. اگرچه در تقسیم‌بندی‌های سنتی از تسلیحات به کشتارجمعی و متعارف، تنها دو معیار قدرت تخریبی و حجم تلفات و پیامدها را مبنا قرار می‌دادند،[۲۲] با حضور فناوری نانو در عرصه ساخت تسلیحات، باید ویژگی سری‌بودن را نیز بر دو معیار فوق‌الذکر افزود.[۲۳] این گستردگی کاربرد نظامی فناوری نانو در عرصه تولید تسلیحات، به‌ویژه تسلیحات کشتارجمعی، آن‌چنان شدید بوده که برخی اصطلاح «تسلیحات انقراض جمعی»[۲۴] را به‌جای «تسلیحات کشتارجمعی» برای تسلیحاتی که در آن از فناوری نانو استفاده شده است اختیار کرده‌اند.[۲۵]

۱ـ۲. کاربردهای عمده نظامی فناوری نانو

فناوری نظامی نانو را می‌توان در قالب فناوری‌های با کاربرد دوگانه در عرصه مخاصمات تقسیم‌بندی کرد. ازاین‌رو می‌توان کاربرد نظامی نانو را در قالب دو دستهٔ مشروع و غیرمشروع جای داد.

کاربردهای مشروع فناوری نظامی نانو عمدتاً در کاربردهای پشتیبانی و لجستیکی این فناوری مشهود است به‌گونه‌ای که این کاربردها جنبه آفندی ندارند بلکه بیشتر برای حفاظت از سربازان خودی، تحرک‌پذیری بیشتر وسایل نقلیه نظامی یا مقاومت بیشتر ادوات زرهی در برابر حرارت استفاده می‌شوند. ازجمله می‌توان به کاربرد نانوفناوری در تولید مواد و عناصر پرتوزا که از قابلیت بالاتری در احتراق، پیش‌رانش و انفجار نسبت به مواد و عناصر عادی پرتوزا برخوردارند یا در پودرهای فلزات مانند آلومنییوم که به‌عنوان عایق برای تجهیزات نظامی به‌کار می‌روند اشاره کرد.[۲۶] کاربرد نظامی نانوفناوری در نانوحس‌گرها، یکی دیگر از کاربردهای مشروع نانوفناوری نظامی محسوب می‌شود که همراه با گسترش تمایل دولت‌ها برای کوچک‌کردن حس‌گرهای موجود در تجهیزات و تسلیحات نظامی، رشته‌ای نوین به نام میکروتکنولوژی به وجود آورد.[۲۷] نانوحس‌گرها که اندازه‌شان از ۱۰۰ نانومتر فراتر نمی‌رود بر مبنای نانومواد و نانوسیستم‌ها، انقلابی نوین در عرصه امنیت فضای مخاصماتی برای طرف متخاصم استفاده‌کننده از آن ایجاد

۲۲. در زمینه این دو معیار، ن.ک: ممتاز، جمشید و امیرحسین رنجبریان؛ *حقوق بین‌الملل سلاح‌های کشتارجمعی*، میزان، ۱۳۸۷، صص۲۰ـ۲۳.

23. Altmann, Jürgen and Gubrud, Mark A., "Military, Arms Control, and Security Aspects of Nanotechnology", D. Baird, A. Nordmann & J. Schummer (eds.), in: *Discovering the Nanoscale*, Amsterdam: IOS Press, 2004, p. 4.

24. "Weapon of Mass Extinction"

25. Http://www.permanent.com/human-extinction-biotechnology-nano.html, p.1 (last visited 11/9/2014)

26. Nasu, Hitoshi, *op. cit*., p. 146.

27. Krishna, Kant, *Computer-Based Industrial Control, 2/e*, PHI Learning Pvt. Ltd., 2010, p. 110.

کرده‌اند به‌گونه‌ای که قابلیت شناسایی و ردیابی عناصر و تجهیزات نظامی دشمن را به طرز مطمئن و سریع برای طرف به‌کارگیرندهٔ آن فراهم ساخته است.[۲۸] از نانوحس‌گرها عمدتاً در سامانه‌های راداری برای بهبود «پوشش‌دادن مناطقی که در شعاع عملکرد آن‌ها قرار دارند، کشف و رهگیری مواد رادیواکتیو یا شیمیایی، فراهم‌کردن امکان ارتباط در زنجیره ارتباطی، مشخص‌کردن اهداف موردنظر برای سایر یگان‌ها و واحدها برای آتشباری و کمک به کنترل جمعیت‌ها با هدایت آن‌ها به سوی مسیری مشخص»[۲۹] استفاده می‌شود. از عمده‌ترین حس‌گرهای نانو در تجهیزات نظامی، *نانوکریستال‌های نیمه‌عملگرا*[۳۰] هستند که برای تشخیص مولکول‌های یک جسم هدف به‌کار برده می‌شوند.[۳۱] مهم‌ترین طرح تحقیقاتی کنونی بین‌المللی در زمینه نانوحس‌گرها، طرح *نانوسکور*[۳۲] بر مبنای هفتمین برنامه بنیادین تحقیقات و توسعه اتحادیه اروپایی است که به‌منظور توسعه سامانه‌هایی که بتوانند به‌صورت گسترده به هشدار زودرس و سم‌زدایی مواد خطرناک هوایی بپردازد طراحی شده است.[۳۳] در اینجا به چند نمونه عمده کاربرد نانوفناوری نظامی در عرصه تولید تسلیحات که می‌تواند در برخی موارد، غیرمشروع باشد پرداخته می‌شود. اگرچه ممکن است چنین به نظر برسد که کاربردهای غیرمشروع فناوری نظامی نانو در صحنه مخاصمات، عمدتاً در تسلیحات کشتارجمعی باید منعکس باشد، فی‌الواقع نفوذ فناوری نظامی نانو در هریک از تسلیحات کشتارجمعی و متعارف، تمایز بین آن‌ها را بسیار مشکل و آن‌ها را به یکدیگر نزدیک‌تر کرده است چه آنکه دستکاری و طراحی مولکول‌های واجد ویژگی‌های خاص در مواد نظامی، منجر به ساخت تسلیحات، چه متعارف و چه کشتارجمعی می‌شود که می‌تواند به غیرنظامیان و حتی نظامیان، آسیب و تلفات عمده‌ای برساند.[۳۴]

الف. نانوفناوری نظامی و تسلیحات متعارف

یکی از کاربردهای عمده نانوفناوری نظامی در عرصه تولید و توسعه، سلاح‌های کوچک و سبک ساخته‌شده از ترکیب‌های نانوفیبری است که وزن این تسلیحات را کاهش و قابلیت تحرک‌پذیری

28. Bonča, Janez; Kruchinin, Sergei, *Nanotechnology in the Security Systems*, Springer, 2015, p. 232.

۲۹. افتخاری، اصغر و مهدی کامکار؛ «جنگ‌های آینده و فناوری پیشرفته (اولویت‌بندی نسل بعدی توانمندی‌ها)»، *فصلنامه نگرش راهبردی*، شماره ۸۹ و ۹۰، فروردین و اردیبهشت ۱۳۸۷، ص ۱۹۷.

30. Semiconducting Nano Crystal

31. Kosal, Margaret, "Applying Nanotechnology to Revolutionary Chemical and Biological Countermeasures", *op. cit.*, p. 29.

32. Nanosecure

33. Tenth Nanoforum Report; "Nanotechnology and Civil Security", June 2007, p. 2. Also available on: http://www.nanowerk.com/nanotechnology/reports/reportpdf/report72.pdf (last visited: 21/12/2014).

34. Faunce, Thomas, *op. cit.*, p. 145.

آن را افزایش داده است.[۳۵] یکی از مهم‌ترین موافقت‌نامه‌هایی که به‌صورت غیرمستقیم به کاربرد نانوفناوری نظامی در عرصه تولید و کاربرد تسلیحات متعارف می‌پردازد، موافقت‌نامه *واسنار* با عضویت ۴۱ دولت برای کنترل صادرات تسلیحات متعارف و کالاها و فناوری‌های دوگانه است که از طریق ترغیب به ایجاد شفافیت و مسئولیت گسترده‌تر در انتقال تسلیحات متعارف و کالاها و فناوری‌های دوگانه در صدد پیشگیری از بی‌ثبات‌سازی اوضاع و ارتقای صلح و ثبات منطقه‌ای و بین‌المللی است. اگرچه این موافقت‌نامه تاکنون قواعد خاصی راجع به نانوفناوری نظامی نداشته، فهرستی موسوم به «فهرست کنترل» کالاها، فناوری‌ها و نرم‌افزارهای جنگی که به‌عنوان «کالاها و فناوری‌های نظامی دوگانه» محسوب می‌شود به دست می‌دهد. هر دولت عضو باید بر مبنای فهرست کنترل موافقت‌نامه واسنار و همچنین سیاست‌های دفاعی و امنیتی ملی خود، از این کالاها و فناوری‌های دوگانه، به روشی استفاده نکند که با اهداف و موضوع موافقت‌نامه واسنار در تعارض باشد. از سوی دیگر، در دهمین اجلاس سالیانه در ۵ و ۶ دسامبر ۲۰۰۶، اعضا تصمیم گرفتند که سند «*بهترین راهکارها به‌منظور اجرای انتقال غیرملموس کنترل فناوری*» را تصویب کنند. اگرچه این سند، غیرالزام‌آور بوده و قواعدی راجع به کاربرد فناوری نظامی نانو در تسلیحات متعارف ندارد، رعایت قواعد آن به‌صورت غیرمستقیم می‌تواند بر کاربرد فناوری نظامی نانو در تسلیحات متعارف، مؤثر باشد.

ب. نانوفناوری و تسلیحات هسته‌ای

برخلاف سایر تسلیحات، نانوفناوری نظامی نتوانسته در زمینه تسلیحات هسته‌ای، به‌جز در زمینه سامانه‌های راهنمایی، امنیت، مسلح‌کردن و خنثی‌کردن هسته‌ای، نسبت به نمونه‌های قبلی این سلاح‌ها تغییرات بنیادین به‌وجود آورد.[۳۶] طرفداران کاربرد نانوفناوری نظامی در تولید و توسعه سلاح‌های هسته‌ای بر دو معیار قابلیت حمل و انتشار این تسلیحات در صحنه مخاصمات و مؤثرتر عمل‌کردن آن‌ها به‌منظور کاهش تلفات غیرنظامی ناشی از کاربرد احتمالی تسلیحات هسته‌ای تکیه کرده‌اند.[۳۷] در ذیل می‌توان بر مبنای تقسیم‌بندی *آلتمن*، عمده استفاده از نانوفناوری در صنایع نظامی هسته‌ای را در تولید و توسعه سه وسیله هسته‌ای دانست:

۱. سامانه‌های کمکی:[۳۸] سلاح‌های هسته‌ای، امکانات پیچیده‌ای برای هدایت، ایمنی، امنیت و ترکیب‌شدن دارند که شامل حس‌گرها، قفل‌های مکانیکی، مدارهای الکترونیکی و الکتریکی و

35. Lele, Ajey, *Strategic Technologies for the Military: Breaking New Frontiers*, SAGE Publications India, 2009, p. 128.

36. Lele, Ajey, *op. cit*., pp. 128-29.

37. Brune, Harald *et al*, *Nanotechnology: Assessment and Perspectives*, Springer Science & Business Media, 2006, p. 367.

38. Auxiliary Systems

غیره می‌شود. فناوری نانو، کوچک‌سازی بیشتر و یکپارچگی بهتر چنین حس‌گرهایی را با عوامل قفل نوری و الکترونیکی تسهیل می‌کند.[۳۹]

۲. مدل‌سازی رایانه‌ای سلاح‌های هسته‌ای:[۴۰] در عصر حاضر و با توجه به توسعه ابررایانه‌ها، از این ابزار در فرآیندهای مختلف نظامی هسته‌ای به‌ویژه شبیه‌سازی‌های سلاح‌ها و فرآیندهای هسته‌ای استفاده می‌شود. مدل‌سازی رایانه‌ای سلاح‌های هسته‌ای به معنای به‌کارگیری ابررایانه‌ها ـ که در آن از تراشه‌های نانو استفاده شده است ـ به‌منظور شبیه‌سازی استفاده از سلاح‌های هسته‌ای در رخداد هسته‌ای مانند زمستان هسته‌ای،[۴۱] از زمان انبار تا اصابت آن به هدف است.[۴۲]

۳. سلاح‌های هسته‌ای بسیار کوچک،[۴۳] مخرب‌ترین نوع کاربرد نانوفناوری در صنایع نظامی هسته‌ای در تولید و توسعه سلاح‌های هسته‌ای کوچک است. در بخش‌های بعد به این تقسیم‌بندی بیشتر توجه خواهد شد.

ج. نانوفناوری نظامی و تسلیحات بیولوژیک

سلاح‌های بیولوژیک مانند ویروس‌های مولد کوریو منتژیت و اوریون و باکتری‌های مولد دیفتری، ذات‌الریه و سل و عفونت‌های قارچی مانند کریپتوکوکوز و آمیب مولد اسهال و مالاریا، علاوه بر اینکه تهدیدی برای افراد غیرنظامی است و می‌تواند موجب گرفتاری غیرعمدی آنان شود، چنان شدتی دارد که منابع و تجهیزات بهداشتی را اشباع می‌کند و باعث تغییرات پایا و غیرقابل‌پیش‌بینی در محیط انسان می‌شود و اثرات احتمالی آن به‌خاطر تأثیر عوامل پیچیده و شدیداً متغیر هواشناسی، فیزیولوژیک و زیست‌محیطی تا حد زیادی ناشناخته است.[۴۴] ارتباط نانوفناوری نظامی و زیست‌فناوری در تولید وسایل، شیوه‌های مبتنی بر نانوفناوری تحویل تسلیحات، سلاح‌های بیوشیمیایی جدید مبتنی بر نانوفناوری، نانوذرات و نانومواد با خاصیت

---

۳۹. شجاع؛ *همان*، ص ۲۴۳.

40. Computer Modeling of Nuclear Weapons

۴۱. زمستان هسته‌ای از عواقب اقلیمی احتمالی جنگ هسته‌ای است. هوای بسیار سرد و کاهش نور خورشید از پیامدهای محتمل و پیش‌بینی‌شده جنگ هسته‌ای است. استفاده از سلاح‌های هسته‌ای، منجر به وقوع زمستان هسته‌ای می‌شود، بخصوص اگر هدف سلاح هسته‌ای، منطقه‌ای قابل آتش‌سوزی مانند یک شهر باشد. برای اطلاعات بیشتر، ن.ک:
http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_winter, p. 1 (8/9/2014).

42. http://www.washingtonpost.com/national/national-security/supercomputers-offer-tools-for-nuclear-testing-and-solving-nuclear-mysteries/2011/10/03/gIQAjnngdM_story.html, p.1 (last visited: 13/11/2014).

43. Very Small Nuclear Weapons

۴۴. ممتاز، جمشید؛ *حقوق بین‌الملل سلاح‌های کشتارجمعی*، ترجمه و تحقیق: امیرحسین رنجبریان، میزان، ۱۳۹۰، ص ۲۲.

سمی‌بودن به نحو چشمگیری ملاحظه می‌شود.[۴۵] می‌توان نانوزیست‌فناوری را اصلی‌ترین حوزه‌ای دانست که نانوفناوری نظامی در آن به پیشرفت قابل‌ملاحظه‌ای دست یافته است. نانوزیست‌فناوری به دو شکل عمدهٔ مشروع و غیرمشروع بر تجهیزات نظامی اثر گذاشته است. در زمینه مشروع، بارزترین برنامه بین‌المللی نظامی موجود، *برنامه دانش نانو برای صلح و امنیت*[۴۶] است که در چارچوب آن، از نانوزیست‌فناوری برای تولید و توسعه ابزار نظامی تشخیص و سم‌زدایی عوامل تهدیدکننده بیولوژیک همچون تولارمیا[۴۷] و باسیلوس آنتراسیس[۴۸] استفاده می‌شود. همچنین از نانوزیست‌فناوری برای پاک‌سازی آلودگی محیط‌زیست صحنه مخاصمات از طریق نانوذرات استفاده می‌شود.[۴۹] فقدان نظارت بر کنوانسیون منع تسلیحات بیولوژیک به‌عنوان عامل اصلی در نظارت بر فعالیت‌های بیولوژیک نظامی ازجمله در زمینه نانوزیست‌فناوری محسوب می‌شود تا مشخص کند که آیا قصد دولت‌ها از توسعه نانوزیست‌فناوری، مشروع است یا نه. البته در این زمینه، سازوکارهایی چون دبیرکل ملل متحد پیش‌بینی شده است که در بخش مربوط به خلأها و چالش‌های ناشی از کاربرد نظامی فناوری نانو با توجه به قواعد بین‌المللی بشردوستانه بررسی می‌شود.

۱ـ۳. آثار نانوفناوری نظامی بر بدن انسان و محیط‌زیست

آثار نانوفناوری نظامی بر بدن انسان و محیط‌زیست، یکی از موضوعات مهم، به‌ویژه در حقوق بین‌الملل بشردوستانه است که هدف اصلی قواعد آن، حمایت از غیرنظامیان و اهداف غیرنظامی است. شاید بتوان از عرصه مطالعاتی نانوفناوری نظامی که در مدیریت ریسک مطرح می‌شود به خطرپذیری عمده استفاده از این فناوری پی برد.[۵۰] بااین‌حال، ماهیت «دگرگون‌شوندهٔ»[۵۱] انواع وسایل نانوفناوری نظامی در عرصه مخاصمات، تحقیقات مستدل و جامع در این‌باره را با مشکل روبه‌رو کرده است.[۵۲] اما همین تحقیقات اندک که عمده توجهش بر نانوذرات و خطرات تماس با

45. Kosal. E, Margaret, "Anticipating the Biological Proliferation Threat of Nanotechnolgy: Challenges for International Arms Control Regimes", p. 163.

46. The NATO Science for Peace and Security Science

47. Francisella Tularensis (Tularemia)

48. Bacillus Anthracis

49. Plows, Alexandra and Reinsborugh, Michael, "Nanobiotechnology and Ethics: Converging Civil Society Discourses", 2008, p. 138.

50. UNESCO's Report (SHS-2006/WS/10 REV. 2) on "The Ethics and Politics of Nanotechnology", 2006, p. 14.

51. Transformative

52. Selgelid, Michael J. and Rappert, Brian, *On the Dual Uses of Science and Ethics: Principles, Practices, and Prospects*, ANU Press, 2013, p.16.

مواد نانوفناوری نظامی است[۵۳] نیز اثبات می‌کند که اجزای کوچک نانو می‌تواند به بدن انسان و محیط‌زیست رسوخ کند.[۵۴] در زمینه تهدیدهای سلامت و محیط‌زیست، بیشترین مطالعه روی نانولوله‌های کربنی که امروزه کاربرد تجاری دارند، انجام شده است.[۵۵] امروزه در زمینه آثار مضر کاربرد فناوری نانو، ازجمله فناوری نظامی آن بر انسان و محیط‌زیست، رشته مستقلی به نام نانوسم‌شناسی[۵۶] به وجود آمده است که برای اولین بار در سال ۲۰۰۴ *دونالدسون آن را* معرفی کرد.[۵۷] از دیدگاه نانوسم‌شناسی، خطرهای اصلی نانوفناوری به ذراتی مربوط می‌شود که در مواد دیگر به‌صورت ثابت و محکم جای نگرفته‌اند و این وضعیت، معمولاً در مرحله ازبین‌بردن (بازیافت، سوزاندن) کالاهایی که در آن، نانوذرات وجود دارد ایجاد می‌شود.[۵۸] نانومواد مهندسی‌شده و غیرارگانیک ازجمله نانوتیوب‌ها و نانوذرات، به دلیل قابلیت آزادشدن آسان‌تر از سایر کاربردهای نظامی نانوفناوری برای طبیعت خطرناک‌تر است. نانوذرات موجود در تجهیزات نظامی، قابلیت فرسایش داشته و ممکن است نظامیان و غیرنظامیان در عرصه مخاصماتی آن را استنشاق کنند.[۵۹] همچنین این ذرات بسیار ریز می‌توانند بدون هیچ مانعی از سد سامانه دفاعی بدن نیز عبور کرده و به دیگر آلاینده‌های خطرناک در آب یا هوا متصل شده یا به آن واکنش نشان داده و درنتیجه، ورود آن را به بدن انسان، آسان‌تر سازند.[۶۰] اثبات شده است که از بین نانوذرات نیز، نانوذرات مهندسی‌شده ازجمله فولرن‌ها از بقیه برای محیط‌زیست و انسان خطرناک‌تر است. ازجمله در تحقیقی که در سال ۲۰۰۴ انجام شد، نشان داده شد که تماس با فولرن‌ها می‌تواند موجب آسیب گسترده مغزی و تغییر رفتار ژن‌ها در نوعی از ماهی‌های خاردار جوان شود،[۶۱] چرا که اولاً، این نوع نانوذرات از زمره نانوذرات غیرارگانیک بوده که در ساخت آن، از فلز و سایر اکسیدها (به‌ویژه سیلیکون دی‌اکسید، تیتانیوم دی‌اکسید و آلومنییوم دی‌اکسید) استفاده شده و به دلیل صرفه اقتصادی، هم در صنایع نظامی و هم غیرنظامی از مقبولیت

53. UNESCO's Report, *op. cit.*, p. 14.

54. Altmann, Jürgen, *Military Nanotechnology: Potential Applications and Preventive Arms Control*, Routledge, 2007, p. 4.

۵۵. مظاهری اسدی، مهناز و آزاده غلامی قوام‌آباد؛« نانوتکنولوژی، مخاطرات بهداشتی و محیط‌زیستی»، *فصلنامه راهبرد*، شماره ۵۵، تابستان ۱۳۸۹، ص ۳۸.

56. Nanotoxicology

57. Monteiro-Riviere, Nancy A.; Lang Tran, C., *Nanotoxicology: Characterization, Dosing and Health Effects*, CRC Press, 2007, p.1.

۵۸. جان‌فشان، بیتا؛ «نانوتکنولوژی: فرصت‌ها و ریسک‌ها: بیمه‌پذیری فناوری‌های نوظهور»، *ماهنامه تازه‌های جهان بیمه*، شماره ۹۳، اسفند ۱۳۸۴، ص۵۰.

59. http://crnano.typepad.com/crnblog/2005/03/military_uses_o.html, p. 2 (last visited: 21/12/2014).

۶۰. مظاهری اسدی و غلامی قوام‌آباد؛ *همان*، ص۴۴.

61. Theodore, Louis and Kunz, Robert G., *Nanotechnology: Environmental Implications and Solutions*, John Wiley & Sons, 2005, p. 99.

بیشتری برخوردار است.[۶۲] ثانیاً، ذرات اکسید روی و دی‌اکسید تیتانیوم در این نوع ذرات باعث تولید رادیکال‌های آزاد در سلول پوستی شده و به DNA آسیب می‌رساند. این آسیب به DNA موجب جهش می‌شود و تغییراتی در ساختمان پروتئین به‌وجود می‌آورد که ممکن است باعث سرطان و تومور شود.[۶۳] این‌گونه نگرانی‌ها در سالیان گذشته به‌ویژه درمورد نانوذرات موجب شده است که دولت‌ها از مؤسسات دولتی و غیردولتی صنعتی (ازجمله نظامی) و غیرصنعتی بخواهند تا موضوع سلامت و ایمنی زیست‌محیطی نانو را بررسی کرده و خطر آن را به حداقل برسانند.[۶۴] درمورد کاربرد نانومواد در تولید تسلیحات حاوی نانوفناوری که برای مستحکم‌تر و سبک‌ترشدن این تسلیحات به‌کار می‌رود باید گفت که از لحاظ علمی، جذب نانوفیبری این مواد از طریق پوست انسان و واردشدن به چرخه غذایی از طریق ورود به محیط‌زیست به دلیل قابلیت جداشدن آن از تجهیزات به‌کاررفته در آن به اثبات رسیده است. از دیگر کاربردهای مضر نانوفناوری نظامی بر محیط‌زیست، استفاده از موادی به نام سلول‌های مصنوعی خون (رسپیروسایتز) در ساخت تجهیزات حاوی نانوفناوری نظامی است که از طریق آن، عملکرد کاربر آن به‌مراتب افزایش می‌یابد که در تحقیقی که شورای امریکایی دانشگاه سازمان ملل متحد با عنوان *«آلودگی بالقوه محیط‌زیستی و خطرات سلامتی ناشی از استفاده‌های احتمالی نظامی از نانوفناوری»*[۶۵] در فاصله سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰ انجام داد، بر مضربودن آن صحه گذاشته شد. همچنین بر مبنای این تحقیق، گیرنده‌های کوچک ردیابی که از حس‌گرهای نانو استفاده می‌کنند منجر به سندروم مزمن خستگی می‌شود که آثار سوئی چون ضعف، خستگی بدن و درنهایت، مرگ برای کاربر آن دارد.[۶۶] برای نمونه می‌توان به نانوذرات کوارتز اشاره کرد که بر مبنای تحقیق *سیتون* (۱۹۹۵) منجر به تصلب بافت ریوی می‌شود.[۶۷] تحقیقات سم‌شناسی ثابت کرده است که قرارگرفتن کوتاه‌مدت در معرض نانوذرات کوارتز، موجب تورم ریوی، نابودی سلول‌ها و وجود تومور در موش‌ها شده است.[۶۸] یکی دیگر از کاربردهای مضر نانوفناوری در صنایع نظامی، استفاده از پنبه نسوز یا آزبست است. تأثیر این ماده به‌طور طبیعی بر کارگران معدن اثبات شده

62. De la Fuente, Jesus M. and Grazu, V., *Nanobiotechnology: Inorganic Nanoparticles v. Organic Nanoparticles*, Elsevier, 2012, p. 13.

۶۳. مظاهری اسدی و غلامی قوام‌آباد؛ *همان*، صص ۴۶ و ۴۷.

۶۴. جوانمردی، محمد و دیگران؛ «رتبه‌بندی حوزه‌های مختلف ریسک زیست‌محیطی و سلامت انسان در فناوری نانو با استفاده از روش Topsis و AHP در محیط فازی»، *فصلنامه مدیریت شهری*، شماره ۳۱، بهار و تابستان ۱۳۹۲، ص ۳۳۶.

65. "Potential Environmental Pollution and Health Hazards Resulting from Possible Military Uses of Nanotechnology".

66. http://crnano.typepad.com/crnblog/2005/03/military_uses_o.html, p. 2 (last visited 21/12/2014).

67. Hull, Matthew and Bowman, Diana, *Nanotechnology Environmental Health and Safety: Risks, Regulation, and Management*, William Andrew, 2014, p. 93.

68. Ramachandran, Gurumurthy, *Assessing Nanoparticle Risks to Human Health*, William Andrew, 2011, p. 28.

است به‌گونه‌ای که با آزادسازی گاز آن، احتمال ابتلا به بیماری‌های ریوی تشدید می‌شود.[۶۹] بااین‌حال، گفته شده است که تأثیرات سوء نانوفیبرهای پنبه‌نسوز بر انسان به انحلال‌پذیری[۷۰] آن‌ها بستگی دارد.[۷۱] بنابراین، انواعی از نانوفیبرهای پنبه نسوز که قابلیت انحلال آسان‌تری دارد، انسان را بیشتر در معرض خطر قرار می‌دهد.[۷۲] البته در این خصوص، اسناد و گزارش‌هایی نیز وجود دارد. ازجمله می‌توان به سند نهایی *هفتمین برنامه بنیادین تحقیقات و توسعه* ۲۰۰۷ اتحادیه اروپایی اشاره کرد که در آن از تأثیرات سوء نانوفناوری نظامی بر انسان و محیط‌زیست ابراز نگرانی و بیان شده که استفاده مخفیانه از این فناوری‌ها در ساخت تسلیحات نوین نباید مانع از اطلاع‌رسانی راجع به آثار سوء آن شود.[۷۳] گزارش *جیل اوانس*، عضو پارلمان اروپا در سال ۲۰۱۰ درمورد طرح قانونی برای ممنوعیت به‌کارگیری نانومواد در تجهیزات برقی و الکترونیکی به کمیته‌های محیط‌زیست، بهداشت بشری و امنیت غذایی پارلمان اروپا اشاره کرد که بیان می‌دارد: «ابهامات علمی درمورد امنیت نانومواد بر سلامت و محیط بشری وجود دارد. هیچ تعریف مقبول بین‌المللی از نانومواد‌ها و دستورالعمل‌های فنیِ نحوه به‌کارگیری آن در جامعه بین‌المللی وجود ندارد. شواهد علمی بسیاری وجود دارد که برخی از انواع نانوتیوپ‌های کربنی می‌تواند به مانند پنبه نسوز عمل کرده و بنابراین تأثیرات شدیدی بر سلامت بشر داشته باشد. این نگرانی درمورد ذرات نانوسیلور نیز که دارای تأثیرات سوئی بر ارگانیسم‌های زمینی، خاکی و آبی است، وجود دارد.[۷۴] بنابراین همان‌گونه که مشخص شد، عمده موارد آسیب‌زنندهٔ کاربرد فناوری نانو بر انسان و محیط‌زیست در تولید، تجهیز و توسعه ادوات و تجهیزات نظامی، ناشی از نانومواد غیرارگانیک و مهندسی‌شده است.

درمقابل، کاربرد نانوذرات ارگانیک در فناوری‌ها و تجهیزات نظامی، قابلیت آسیب‌زایی بسیار کمتر، اما هزینه بالاتر نسبت به نانوذرات غیرارگانیک، چه بر محیط‌زیست و چه انسان دارد.[۷۵] بنابراین باید توجه داشت که عمده خسارت‌های زیست‌محیطی و انسانی کاربرد نانوفناوری

69. http://crnano.typepad.com/crnblog/2005/03/military_uses_o.html, p. 2 (last visited: 21/12/2014).

70. Solubility

71. Mansoori, G. Ali; George, Thomas F. Assoufid, Lahsen and Zhang, Guoping, *Molecular Building Blocks for Nanotechnology: From Diamondoids to Nanoscale Materials and Applications*, Springer Science & Business Media, 2007, p. 212.

72. *Ibid*., p. 212.

73. Allhoff, Fritz and Lin, Patrick, *Nanotechnology & Society: Current and Emerging Ethical Issues*, Springer Science & Business Media, 2008, p. 199.

74. Evans, J., "Draft Report Amendments 197 - 339: Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in electrical and Electronic Equipment (Recast)", European Parliament, Committee on the Environment, Public Health and Food Safety, 19 March 2010, available at:http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do? pubRef=-//EP//NONSGML+COMPARL+PE 439. 897+01+DOC+PDF+V0//EN&language=EN .

75. De la Fuente, Jesus M. and Grazu, V., *op. cit*., p. 13.

نظامی، ناشی از فناوری غیرارگانیک درمورد نانو است. در کنار نانوذرات و نانوتیوب‌ها، نانومواد نیز به دلیل دربرداشتن مواد شیمیایی برای انسان و طبیعت، مضر است. بااین‌حال، خطرات سلامتی و زیست‌محیطی آن، بسته به ارتباطات مقدار ـ واکنش و سطح تماس با آن مواد متغیر است.[۷۶] در حال حاضر، برای کم‌کردن آسیب محیط‌زیستی و انسانی نانوفناوری و ازجمله نانوفناوری نظامی در کشورهای پیشرفته، رشته‌ای به نام *نانوفناوری معکوس*[۷۷] به‌وجود آمده است که در صدد است تا با کاهش استفاده از نانوذرات غیرارگانیک در وسایل و ادوات، ازجمله نظامی، استفاده از آن را در فضای مخاصماتی، منطبق با قواعد بین‌المللی بشردوستانه کند.

۲. تسلیحات حاوی فناوری نانو و قواعد بین‌الملل حقوق بشردوستانه

استناد به قواعد بین‌الملل بشردوستانه در کاربرد تسلیحات حاوی فناوری نانو از دو منظر اهمیت دارد؛ نخست ازآنجاکه تسلیحات حاوی فناوری نانو، قابلیت آسیب‌رساندن به رزمندگان و غیررزمندگان در عرصه مخاصمات، از ناتوان‌سازی موقت تا حتی مرگ را دارد و به عبارت دیگر، تأثیرات سوء انسانی دارد، قواعد بین‌المللی بشردوستانه به‌صورت سنتی برای به‌حداقل‌رساندن این تأثیرات سوء به‌کار گرفته می‌شود. دوم اینکه با توجه به مطالب مطروحه در بخش‌های پیشین که درمورد خلأ حاکم بر کاربرد تسلیحات حاوی فناوری نانو با توجه به نبود سند معاهداتی بین‌المللی خاص اشاره شد، قواعد بین‌المللی بشردوستانه می‌تواند تا حدودی فضای مناسبی برای رفع این خلأ فراهم کند.

التزام دولت‌ها در زمینه توجه به آثار مختلف ناشی از کاربرد تسلیحات حاوی فناوری نانو از منظر حقوق بین‌الملل بشردوستانه از سه نوع تعهد آن‌ها در این راستا یعنی اصل انسانی‌بودن، محدودیت در به‌کارگیری هر نوع تسلیحات و روش و شیوه جنگی و همچنین تعهد آن‌ها به‌موجب ماده ۳۶ پروتکل اول الحاقی مبنی‌بر توجه به قواعد حقوق بین‌الملل بشردوستانه در کلیه مراحل مطالعه، به‌کارگیری و تحصیل انواع تسلیحات ناشی می‌شود. درمورد تعهد اول، یعنی اصل انسانی‌بودن، باید به مقدمه پروتکل دوم الحاقی ۱۹۷۷ اشاره کرد که مقرر می‌دارد که فرد انسانی در صورت فقدان وجود قواعد لازم‌الاجرا باید تحت حمایت اصول انسانیت و اوامر وجدان عمومی قرار گیرد.[۷۸] همچنین در این زمینه می‌توان به رأی مشورتی صادره دیوان بین‌المللی دادگستری در قضیه تهدید یا استفاده از تسلیحات هسته‌ای اشاره کرد که پس از ذکر لزوم توجه دولت‌ها به اصل انسانی‌بودن در زمینه به‌کارگیری انواع تسلیحات (ازجمله تسلیحات حاوی فناوری نانو) بیان

76. Hull, Matthew and Bowman, Diana, *op. cit.*, p. 93.

77. Inverse Nanotechnology

۷۸. بیگدلی، محمدرضا؛ «نگرشی بر مسئولیت بین‌المللی ناشی از نقض حقوق بشر و حقوق بشردوستانه»، *فصلنامه پژوهش حقوق عمومی*، شماره ۱۳، زمستان ۱۳۸۳، ص ۸.

می‌کند که عملاً عدم توجه کافی دولت‌ها به این اصل در به‌کارگیری انواع تسلیحات، ناشی از دو نقیصه عمده یعنی عدم تعیین معیار دقیق ممنوعیت روش‌ها و ابزار جنگی در مخاصمات مسلحانه و متغیربودن شرایط مخاصماتی است: «شرط *مارتنز*، مجوز تلقی اصول انسانی‌بودن و اوامر وجدان عمومی را به‌عنوان اصول حقوق بین‌الملل می‌دهد، درحالی‌که معنای دقیق معیاری را که به‌وسیله این اصول حقوق بین‌الملل باید در پرتو شرایط متغیر مشخص شود رها می‌کند. این شرایط، دربردارنده تغییرات در روش‌ها و ابزار جنگی و دورنما و سطح تحمل جامعه بین‌المللی است. این اصول، ثابت خواهد ماند اما ممکن است اثر عملی آن، پیوسته در حال تغییر باشد و ممکن است در یک زمان، توجیه‌کنندهٔ یک روش جنگی و در زمان دیگر، ممنوع‌کنندهٔ آن باشد».[۷۹] بر مبنای سند راهنمای کمیته بین‌المللی صلیب سرخ راجع به تسلیحات، روش‌ها و شیوه‌های نوین، دولت‌ها باید بر اساس اصل انسانی‌بودن، از طریق اعمال و اجرای قوانین لازم‌الاجرای نظارت بر تسلیحات حاوی فناوری نانو، دو *سازوکار دائم* و *ضروری* برقرار کنند. دومین الزام دولت‌ها در زمینه به‌کارگیری تسلیحات حاوی نانوفناوری از منظر حقوق بین‌الملل بشردوستانه، تعهدشان به محدودیت به‌کارگیری هر نوع تسلیحات و شیوه و روش جنگی است که در ماده ۳۵ پروتکل اول الحاقی ۱۹۷۷ کنوانسیون‌های چهارگانه ژنو ۱۹۴۹ درج شده است. این اصل، این نتیجه عملی را نیز به همراه خواهد داشت که همان گونه که در رأی مشورتی دیوان بین‌الملل دادگستری راجع به تهدید یا توسل به سلاح‌های هسته‌ای مشهود است، قواعد بین‌الملل بشردوستانه به «کلیه اشکال جنگ و کلیه انواع تسلیحات، چه تسلیحات گذشته، چه تسلیحات کنونی و چه تسلیحات آینده»[۸۰] تسری پیدا می‌کند. ازاین‌رو، نبود قواعد بین‌الملل بشردوستانه در زمان تولید، توسعه و کاربرد تسلیحات حاوی فناوری نانو، مانع از آن نمی‌شود که قواعد حقوق بین‌الملل بشردوستانه بر تسلیحات حاوی فناوری نانو، اعمال شوند[۸۱] چرا که برخلاف استدلال قاضی *بجاوی* در رأی مشورتی دیوان، راجع به تهدید یا توسل به سلاح‌های هسته‌ای مبنی‌بر آنکه «آنچه ممنوع نشده است، ضرورتاً مجاز است»، باید گفت که عدم منع صریح تسلیحاتی در معاهده یا عرف، نمی‌تواند دلیل جواز آن بوده باشد زیرا اصول حقوق بشردوستانه، عامل محدودکننده قانونی است.[۸۲] نهایتاً دولت‌ها به‌موجب ماده ۳۶ پروتکل اول

79. Meron, Theodor, "The Martens Clause, Principles of Humanity, and Dictates of Public Conscience", *The American Journal of International Law*, vol. 94, No. 1, p. 78.

۸۰. البرزی ورکی؛ *همان*، ص۵۳.

81. ICRC, "International Humanitarian Law and the Challenges of Contemporary Armed Conflicts" Document prepared by the International Committee of the Red Cross for the 30th International Conference of the Red Cross and Red Crescent, Geneva, Switzerland, 26–30 November 2007; *International Review of the Red Cross*, vol. 89, No. 867, September 2007.

۸۲. البرزی ورکی؛ *همان*، ص ۱۶.

الحاقی ۱۹۷۷ ـ که امروزه قاعده عرفی بین‌المللی شده است و دول غیرعضو پروتکل اول الحاقی را نیز ملزم می‌کند ـ متعهدند تا در بعضی یا تمامی شرایط در مطالعه، به‌کارگیری و تحصیل انواع تسلیحات حاوی فناوری نانو، قواعد حقوق بین‌الملل بشردوستانه را مراعات کنند.[۸۳] مکمل این تعهد، بند ۲ ماده ۵۷ پروتکل اول الحاقی است که بر مبنای آن، در هریک از مراحل فوق‌الذکر مطالعه، تحصیل و به‌کارگیری تسلیحات حاوی فناوری نانو، دولت‌ها باید به‌منظور جلوگیری و به‌حداقل‌رساندن آسیب به غیرنظامیان و اهداف غیرنظامی، پیش‌بینی‌های لازم را بکنند. این سه نوع تعهد (اصل انسانی‌بودن، اصل محدودیت و اصل رعایت قواعد بین‌الملل بشردوستانه در کلیه مراحل مطالعه یا استفاده سلاح)، دولت‌ها را ملزم می‌کند که به انواع آثار به‌کارگیری تسلیحات حاوی فناوری نانو توجه کنند. پس از پرداختن به الزام دولت‌ها در زمینه توجه به قواعد بین‌الملل بشردوستانه در زمینه به‌کارگیری انواع تسلیحات حاوی فناوری نانو، اینک باید از منظر سه اصل بنیادین حقوق بین‌الملل بشردوستانه، یعنی اصل منع آسیب غیرضروری و زاید، اصل منع آسیب به محیط‌زیست و اصل تفکیک میان رزمندگان و غیررزمندگان، به آثار سوء به‌کارگیری تسلیحات حاوی فناوری نانو نیز پرداخت. در بخش مربوط به آثار فناوری نظامی نانو بر بدن انسان و محیط‌زیست، به بخشی از این آثار اشاره شد. اکنون با توجه به همان مطالب به بررسی آثار از منظر قواعد بین‌الملل بشردوستانه پرداخته می‌شود.

۲ـ۱. تسلیحات حاوی فناوری نانو و اصل منع آسیب غیرضروری

در نخستین بخش این قسمت، موضوع کاربرد تسلیحات حاوی فناوری نانو از منظر اصل منع آسیب غیرضروری و زاید مطرح می‌شود. در قسمت اول به موضوع اصل منع آسیب غیرضروری با تأکید بر فناوری نظامی نانو پرداخته شده و در قسمت دوم به معیار و نظریات موجود در حقوق بین‌الملل بشردوستانه برای سنجش وضعیت رعایت اصل منع آسیب غیرضروری ناشی از تسلیحات حاوی فناوری نانو پرداخته می‌شود.

الف. اصل منع آسیب غیرضروری با تأکید بر فناوری نظامی نانو

اصل منع آسیب غیرضروری و زاید به‌عنوان اصل قابل اعمال بر مخاصمات مسلحانه بین‌المللی و داخلی ازجمله اصول عرفی حقوق بین‌المللی تلقی می‌شود که استفاده از ابزار و روش‌های جنگی را که از قابلیت آسیب غیرضروری یا زاید برخوردار باشند یا انتظار برود که چنین قابلیتی را داشته

83. Lawand, Kathleen, "Reviewing the Legality of New Weapons, Means and Methods of Warfare", *International Review of the Red Cross*, vol. 88, No. 864, December 2006, p. 925.

باشند، ممنوع می‌کند.[۸۴] این اصل، علاوه بر اعلامیه‌های *سن‌پیترزبورگ* و *لاهه* (ماده ۲۲)، در پروتکل اول الحاقی کنوانسیون‌های چهارگانه ژنو (بند (ث) ماده ۲۳) و قاعده ۴۴ دستورالعمل *تالین* راجع به جنگ‌های سایبری نیز مقرر شده است.[۸۵] بااین‌حال، صرف آسیب سلاح به جمعیت غیرنظامی، موجب ممنوع‌ساختن آن در صحنه مخاصمات نشده، بلکه همان گونه که در رأی مشورتی دیوان بین‌المللی دادگستری درمورد استفاده یا تهدید به استفاده سلاح‌های هسته‌ای بیان شده است باید سلاح مزبور، «آسیب گسترده‌تر از آنچه برای تحقق اهداف مشروع نظامی اجتناب‌ناپذیر باشد»[۸۶] وارد کند. در قضیه *تادیچ* در دیوان کیفری بین‌المللی برای یوگسلاوی سابق، مبنای رعایت اصل مزبور، اصول «انسانیت و وجدان مشترک»، توصیف شد.[۸۷] تسلیحات نوین، همچون تسلیحات حاوی فناوری نانو، اصول حقوق بین‌الملل بشردوستانه، به‌ویژه اصل منع آسیب غیرضروری و زاید را به چالش کشیده است. بنابراین، پیشنهادهای مختلفی به‌منظور مقابله با این چالش بر مبنای اصل منع آسیب غیرضروری و زاید ارائه شده است، ازجمله اینکه در بیانیه پایانی بیست‌وهشتمین نشست کمیته بین‌المللی صلیب سرخ و هلال احمر بین‌المللی در سال ۲۰۰۳ مقرر شد: «در پرتو تحولات سریع فناوری تسلیحات و به‌منظور محافظت از غیرنظامیان در برابر آثار غیرقابل تفکیک‌آمیز این تسلیحات و نیز جنگجویان در برابر آسیب غیرضروری و تسلیحات ممنوعه، تمامی تسلیحات، شیوه‌ها و روش‌های جنگی نوین ـ ازجمله نانوفناوری نظامی ـ باید تابع فرآیند بازرسی سخت و چندبُعدی باشند».[۸۸] همچنین در این اجلاس مقرر شد تا کلیه دولت‌ها اطلاعات راجع به فرآیندها و سازوکارهای نظارت بر استفاده از فناوری‌های نو در تسلیحات ازجمله نانوفناوری نظامی را مبادله کنند. در بند ۱۴ سند نهایی اجلاس بازنگری کنوانسیون راجع به برخی تسلیحات متعارف در نوامبر ۲۰۰۶ نیز تعهد مشابهی ذکر شد. علاوه بر تشدید بازرسی در زمینه تسلیحات حاوی نانوفناوری، عده‌ای نیز تسری و توسعه قواعد موجود را

84. ICRC's Rule 70. "Weapons of a Nature to Cause Superfluous Injury or Unnecessary Suffering", p. 1, also can be found on: https://www.icrc.org/customary-ihl/eng/docs/v1_rul_rule70.

۸۵. گرچه اصل منع آسیب غیرضروری و زاید، تنها در پروتکل اول الحاقی کنوانسیون‌های چهارگانه ژنو پیش‌بینی شده است، بر مبنای تحقیق کمیته بین‌المللی صلیب سرخ، راجع به قواعد بین‌المللی عرفی بشردوستانه، این اصل، هم در مخاصمات مسلحانه داخلی و هم بین‌المللی قابلیت اعمال دارد. برای اطلاعات بیشتر، ن.ک:

Crowe, Jonathan; Scheuber, Kylie Weston, *Principles of International Humanitarian Law*, Edward Elgar Publishing, 2013, p. 51.

86. ICJ, Nuclear Weapons Case, Advisory Opinion, para, 238.

87. ICTY, *The Prosecutor v. Dusko Tadić Aka*, Decision on the Defense Motion for Interlocutory Appeal on Jurisdiction, Appeal on Jurisdiction, Appeals Chamber, 2 October 1995, Case No. IT-94-1-1-AR72, para. 119.

88. Declaration Agenda for Humanitarian Action Resolutions adopted in 28th International Conference of the Red Cross and Red Crescent Geneva, 2-6 December 2003, Final Goal 2. 5. Also can be found on the following link: http://www.icrc.org/eng/assets/files/other/icrc_002_1103.pdf (last visited: 25/12/2014).

بر تسلیحات حاوی نانوفناوری با توجه به اصل منع آسیب غیرضروری و زاید، خواستار شده‌اند. استفاده از نانوفناوری در صحنه مخاصماتی، پیش از این به‌صورت غیرمستقیم از طریق معاهدات کنترل تسلیحاتی چون تسلیحات بیولوژیک، تسلیحات شیمیایی، قطعات غیرقابل ردیابی، مین‌های ضدنفر، بقایای انفجاری جنگی و مهمات خوشه‌ای محدود شده بود. بنابراین اگر نانوفناوری نظامی به‌عنوان فناوری برای توسعه این تسلیحات به‌کار گرفته شود می‌توان کاربردش را ممنوع کرد. برای نمونه می‌توان با استفاده از نانوفناوری نظامی، لیزرهایی را تولید کرد که بسیار قدرتمندتر از نمونه‌های قبلیِ شناخته‌شده است. همچنین بر اساس اسناد بین‌الملل، در برخی از نقاط، چون جنوبگان و کره ماه نیز کاربرد هرگونه تسلیحات ازجمله نانوفناوری نظامی ممنوع است. حتی می‌توان به‌موجب کنوانسیون ناظر بر ممنوعیت یا محدودیت استفاده از برخی سلاح‌های متعارف مصوب ۱۹۸۰، کاربرد برخی انواع سلاح‌های متعارف نانوفناوری در عرصه مخاصمات را که بی‌نهایت، اصل منع آسیب غیرضروری و زاید را نقض می‌کند، منع کرد.[۸۹] بر مبنای رویکرد اخیر و بر اساس اصل منع آسیب غیرضروری و زاید، استفاده از نانوفناوری در تسلیحات شیمیایی و بیولوژیک به‌صورت مطلق، و در تسلیحات متعارف به‌صورتی‌که ماهیت آن را به‌نحوی‌که آسیب‌زنندگی غیرضروری و زاید آن را افزون بر استفاده‌های متعارف کند، در صحنه مخاصمات ممنوع است. تطبیق سلاح‌های حاوی نانوفناوری با اصل منع آسیب غیرضروری از جهات عینی نیز مهم است، چه آنکه اگرچه استفاده از بمب‌های حاوی نانوفناوری چون تنگستن توسط رژیم صهیونیستی در جنگ ۲۲ روزه غزه، آثار ناگهانی، زیان‌بار و حتی مرگ‌بار در محل انفجار دارد، طبق قواعد حقوق بین‌الملل بشردوستانه ممنوع نیست. بااین‌حال، درصورتی‌که مشخص شود که چنین سلاح‌هایی، زخم‌های زائد و رنج غیرضروری ایجاد می‌کند یا کاربردش ناقض مفاد پروتکل الحاقی اول به کنوانسیون‌های سلاح‌های متعارف (۱۹۸۰) است، نه‌تنها کاربردش علیه غیرنظامیان ممنوع است، بلکه طرفین مخاصمه، مجاز به استفاده از آن علیه نظامیان نیز نیستند.[۹۰]

ب. معیار و نظریات در حقوق بین‌الملل بشردوستانه برای سنجش وضعیت رعایت اصل منع آسیب غیرضروری تسلیحات حاوی فناوری نانو

معیار اصلی که برای اندازه‌گیری میزان ضروری ایجاد درد و رنج به‌کار می‌رود، تناسب است؛ به

۸۹. شریفی طرازکوهی، حسین؛ *حقوق بشردوستانه بین‌المللی*، میزان، ۱۳۹۰، ص ۱۲۷.

۹۰. حسینی اکبرنژاد، حوریه؛ «جنگ علیه حقوق جنگ؛ ارزیابی نبرد ۲۲ روزه غزه از نگاه حقوق بین‌الملل بشردوستانه»، *مجله حقوقی بین‌المللی*، شماره ۴۰، بهار و تابستان ۱۳۸۸، ص ۱۱۰.

این معنا که میزان صدمات و خسارات سلاح باید با منفعت نظامی آن، تناسب داشته باشد.[۹۱] در کنار تناسب، کمیته بین‌المللی صلیب سرخ، ضرورت نظامی را نیز یکی دیگر از معیارهای تبعیت یک نوع خاص از تسلیحات اعلام کرده است.[۹۲] بااین‌حال، همان گونه که برخی اظهار کرده‌اند ممنوعیت تسلیحات، بر این مبنا مبهم بوده و اساساً دولت‌ها را در تصمیم‌گیری نسبت به اینکه آیا از سلاحی بخصوص، بدین سبب که بنا به صلاحدید آنان، فاقد یا صاحب آن اثر ممنوع است، آزاد می‌گذارد.[۹۳] ازاین‌رو صاحب‌نظران و کمیته بین‌المللی صلیب سرخ، دو دسته دیدگاه‌های نظری و عملی ارائه کرده‌اند که در ادامه به آن پرداخته خواهد شد. از لحاظ نظری، تاکنون دو دیدگاه عینی و ذهنی از سوی صاحب‌نظران در زمینه کاربرد تسلیحات جدید در صحنه مخاصمات، ازجمله تسلیحات با فناوری نانو با توجه به اصل منع آسیب زاید یا غیرضروری مطرح شده است. در دیدگاه ذهنی، به‌عنوان رویکرد غالب در تعبیه و تنظیم تسلیحات جدید باید میزان آسیب یا صدمه‌ای که با به‌کارگیری آن بر طرف متخاصم متقابل (خواه در حین یا پس از آن) تحمیل می‌شود با ضرورت نظامی که متضمن استفاده از آن در موقعیت خاص است متعادل باشد درحالی‌که در رویکرد عینی باید به آسیبی که به‌کارگیری تسلیحات در طول مدت جنگ ایجاد می‌کند توجه کرد. بنابراین در این دیدگاه، به آسیب‌های پساجنگی تسلیحات توجهی نمی‌شود. با استفاده از همین نکته در اینجا باید تمایز ظریفی میان آسیب با صدمه در اسناد حقوق بین‌الملل بشردوستانه قایل بود؛ بدین معنا که صدمه، تنها شامل خسارت‌های فیزیکی کوتاه‌مدت به محیط‌زیست یا انسان است، درحالی‌که آسیب، متضمن خسارت طولانی‌مدت است و آنچه در تمامی متون بین‌المللی بشردوستانه نیز منع شده است آسیب غیرضروری یا زاید است و نه صدمه ضروری یا زیاد. با دانستن این نکته می‌توان پی برد که بسیاری از تسلیحات نوین، فناوری‌هایی دارد که تأثیرات سوء آن را محدود به زمان جنگ نکرده و بالعکس، عمده این تأثیرات، پس از پایان جنگ رخ می‌دهد. در کنار این موضوع، از لحاظ عملی نیز برخی نهادها به‌ویژه کمیته بین‌المللی صلیب سرخ، معیارهایی پیشنهاد کرده‌اند. این کمیته در باب ارزیابی قانونی‌بودن تسلیحات نوین، ازجمله تسلیحات حاوی نانوفناوری با توجه به اصل منع آسیب غیرضروری و زاید گفته است که طرفین متخاصم نه‌تنها نباید طراحی و خصوصیات یک نوع از تسلیحات، بلکه شیوه استفاده از آن را مدنظر قرار دهند چرا که مجموع طراحی، خصوصیات و شیوه استفاده از یک نوع تسلیحات، موجب آسیب غیرضروری یا زاید یا عدم آن در صحنه مخاصمات می‌شود. از

۹۱. زمانی، سیدقاسم و سیدرضا رفیعی؛ «کاربرد سلاح‌های حاوی اورانیوم ضعیف‌شده از منظر حقوق بشردوستانه بین‌المللی»، *مجله حقوقی بین‌المللی*، شماره ۴۹، پاییز ـ زمستان ۱۳۹۲، ص ۴۳.

92. https://www.icrc.org/customary-ihl/eng/docs/v1_cha_chapter20_rule70, p. 2 (last visited 25/12/2014).

۹۳. ساعد، نادر؛ *حقوق خلع سلاح و حاکمیت دولت‌ها*، خرسندی، ۱۳۸۸، ص ۶۳.

سوی دیگر، طرفین باید همه عوامل نظامی، فنی، بهداشتی و زیست‌محیطی را در ارزیابی رعایت اصل آسیب غیرضروری یا زاید در نظر بگیرند. کمیته بین‌المللی صلیب سرخ، خود در تبیین این امر که استفاده از چه نوع تسلیحاتی باعث آسیب غیرضروری به انسان می‌شود، هشت معیار را مشخص می‌کند:

۱. اندازه و ابعاد آسیب مورد انتظار از استفاده یک نوع سلاح در فضای مخاصماتی علیه هدف خاص؛

۲. میزان تلفات احتمالی قربانیان در هنگام استفاده از یک نوع سلاح در فضای مخاصماتی علیه هدف خاص؛

۳. اینکه آیا استفاده از یک نوع تسلیحات، موجب آسیب یا ناتوانی یا ازکارافتادگی جسمی به انسان که خاص آن نوع سلاح باشد، می‌شود یا نه؟

۴. اینکه آیا تمامی شواهد علمی مرتبط با اثرات قابل پیش‌بینی استفاده از آن تسلیحات بر انسان، جمع‌آوری شده است؟

۵. سازوکار آسیب مورد انتظار استفاده از آن تسلیحات بر سلامت قربانیان چگونه است؟

۶. در زمانی که آن نوع تسلیحات در فضای مخاصماتی استفاده می‌شود، تلفات میدانی مورد انتظار به چه میزان است و آیا حجم آن بالا است؟

۷. آیا استفاده از آن تسلیحات در فضای مخاصماتی، هیچ‌گونه تغییر قابل پیش‌بینیِ بلندمدتی بر روان و جسم قربانیان ایجاد کرده است؟

۸. اینکه آیا تأثیرات سوء ناشی از استفاده از آن تسلیحات، به‌وسیله متخصصان بهداشتی تشخیص داده و تحت شرایط میدانی نبرد، قابل مدیریت بوده و در تأسیسات پزشکی نسبتاً مجهز قابل درمان بوده است؟[۹۴]

در باب دیدگاه‌های مطرح‌شده می‌توان چنین کاربرد تسلیحات حاوی فناوری نانو را از منظر قواعد بین‌المللی بشردوستانه ارزیابی کرد: نمی‌توان با توجه به کاربردهای فزاینده و متعدد نانوفناوری در تولید و توسعه تجهیزات نظامی، همه آن‌ها را بر مبنای اصل منع آسیب غیرضروری و زاید، ممنوع کرد و بلکه در هر مورد با توجه به شرایط موجود در صحنه مخاصمات، تناسب و اصل ضرورت به ارزیابی آن نوع خاص از تسلیحات حاوی فناوری نانو پرداخت اما تقریباً شواهد کافی و مستدل وجود دارد که کاربرد برخی از انواع نانوفناوری در تجهیزات نظامی برای انسان با اصل منع آسیب غیرضروری و زاید در تغایر است. برای نمونه می‌توان به نانومواد غیرارگانیک در ساخت فیبرهای پنبه نسوز که به ریه انسان آسیب می‌رساند[۹۵] یا به برخی از

94. https://www.icrc.org/eng/assets/files/other/icrc_002_0902.pdf, pp. 18-19 (last visited: 9/9/2014).

95. Lin, Patrick, "Nanotechnology Bound: Evaluating the Case for More Regulation", in NanoEthics, *Springer Publication*, 2007, p. 106.

اجزای نانومواد ازجمله تیتانیوم دی‌اکسید که کاربرد بسیار متنوعی در ساخت تجهیزات و ادوات نظامی نیز دارد اشاره کرد که ثابت شده است خاصیت سرطان‌زا دارد؛[۹۶] یا سیلیکای نانومقیاس، اکسید فلز و مواد فلزی که بر مبنای تحقیقات *ویتزمن و مونتیرو ـ ریوره*[۹۷] در سال ۲۰۰۶، بر سلول‌های ریوی انسان، اثر سوء گذاشته و سرطان ریه را در افرادِ در معرض تماس با آن، تشدید کرده است.[۹۸] اثرات سمی برخی از نانومواد، همچون تیتانیوم دی‌اکسید برای انسان در صورت قرارگرفتن در معرض تابش شدید نور آفتاب، تشدید هم می‌شود.[۹۹] رویکردهای عملی در زمینه کاربرد نظامی نانومواد غیرارگانیک در تولید و توسعه و کاربرد بمب‌های تانگستن و دایم رژیم صهیونیستی در باریکه غزه نیز اثبات‌کننده این ادعا است، به‌طوری‌که گزارش‌ها نشانگر آن است که بین کاربرد بمب‌های تنگستن توسط رژیم صهیونیستی و افزایش سرطان و همچنین، زایش نارس نوزادان در باریکه غزه، ارتباط مستقیم وجود دارد.[۱۰۰] در بندهای ۹۰۷ و ۹۰۸ گزارش مأموریت حقیقت‌یاب سازمان ملل متحد درمورد جنگ غزه در سال ۲۰۰۹ موسوم به گزارش *گلدستون* نیز به آثار سوء ناشی از کاربرد بمب‌های دایم و تنگستن اشاره شده است. ازجمله در بخشی از بند ۹۰۷ گزارش مزبور درمورد اثرات بمب‌های تنگستن بر انسان، تصریح شده است: «پودر تنگستن می‌تواند هر چیزی را که بدان اصابت می‌کند، از بین ببرد. به‌طورکلی، تأثیر چنین تسلیحاتی (در مقایسه با دیگر پرتابه‌ها) باعث ایجاد زخم‌های بسیار عمیق در شعاع نسبتاً محدود از ناحیه (اصابت) ترکش می‌شود. چون قطعات کوچک سنگین فلزی (تنگستن) می‌تواند بافت نرم و استخوان (قربانیان) را پاره کند، ممکن است ریه‌های قربانیان از بدن جدا شده و قطعات آلیاژ تنگستن در بدنشان فرو رود».[۱۰۱] در بخشی از بند ۹۰۸ همین گزارش نیز ضمن ابراز نگرانی شدید از قربانیان حملات با بمب‌های دایم رژیم صهیونیستی درمورد بمب‌های تنگستن، تصریح شده است که:«قطعات آلیاژ تنگستن، مشکوک به سرطان‌زایی هستند و همچنین آن‌چنان کوچک‌اند که نمی‌توانند از بدن بیمار، خارج شوند».[۱۰۲] بدن افرادی که در معرض اصابت

96. Lansdown, Alan B. G., *The Carcinogenicity of Metals: Human Risk through Occupational and Environmental Exposure*, Royal Society of Chemistry, 2013, p. 338.

97. Witzmann and Monteiore-Riviere

98. Chou, Hsun-Wen, *Nanotoxicology: From Nano Titanium Dioxide Particle Size Effect on Ceriodaphnia Dubia to Death Mechanism*, ProQuest, 2008, p. 39.

99. Dana, David A., *The Nanotechnology Challenge: Creating Legal Institutions for Uncertain Risks*, Cambridge University Press, 2011, p. 286.

100. http://www.globalresearch.ca/the-devastating-consequences-of-israeli-weapons-testing/23686, p. 1 (last visited: 22/1/2015).

101. United Nations General Assembly's Report of the United Nations Fact-Finding Mission on the Gaza Conflict (A/HRC/12/48), adopted on 25 September 2009, p. 197, para. 907. Also available on the following link: http://www2.ohchr.org/english/bodies/hrcouncil/docs/12session/A-HRC-12-48.pdf. (last visited: 19/1/2015).

102. *Ibid*., p. 198, para. 908.

ترکش‌های بمب‌های دایم کربنی قرار می‌گیرند، بدون آنکه سوخته شده باشد، کاملاً سیاه شده و دچار ذوب‌شدن اعضای بدن، جراحات و بریدگی‌های عمیق یا پارگی‌های داخلی در ناحیه شکم می‌شود که به مرگ آن‌ها منتهی می‌شود و کسانی که در معرض آن قرار بگیرند با موج انفجار شدیدی تکه‌تکه می‌شوند.[۱۰۳] مجموع این بحث‌ها نشانگر آن است که باید کاربرد نظامی نانومواد غیرارگانیک ـ که در تولید، توسعه و کاربرد بمب‌های تنگستن و دایم رژیم صهیونیستی استفاده می‌شود ـ در تولید و توسعه ادوات و تجهیزات نظامی در کشورها به دلایل اثبات آثار سوء آن بر انسان، به حداقل برسد و سرمایه‌گذاری صنایع نظامی بر نانومواد ارگانیک افزایش یابد تا تلفات غیرنظامی و حتی نظامی کاهش یابد و به تبع آن، اصل منع آسیب غیرضروری و زاید در حقوق بین‌الملل بشردوستانه، بهتر اجرا شود.

۲ـ۲. تسلیحات حاوی فناوری نانو و اصل منع آسیب به محیط‌زیست

اصل منع آسیب به محیط‌زیست، یکی دیگر از اصولی است که باید در ارزیابی آثار کاربرد تسلیحات حاوی فناوری نانو بررسی شود. با پیشرفت فناوری در قرن حاضر، ظرفیت و قابلیت‌های تخریب محیط‌زیست از جانب بشر افزایش یافته است، به‌طوری‌که محیط‌زیست به صحنه درگیری‌ها مبدل شده است.[۱۰۴] محیط‌زیست، طبق نوآوری پروتکل اول الحاقی در زمره اموال غیرنظامی قرار گرفته و از حمایت خاص برخوردار است.[۱۰۵] اصل منع آسیب به محیط‌زیست محیط‌زیست در عرصه مخاصمات، خود از تعهد دولت‌ها به اجتناب از ایجاد آسیب به محیط‌زیست، فراتر از مرزهای خود و اصل احترام کلی به محیط‌زیست نشأت می‌گیرد.[۱۰۶] در رویه قضایی بین‌المللی نیز به اهمیت این اصل اشاره شده است، کما اینکه دیوان دائمی دادگستری بین‌المللی در قضیه کارخانه *کورزوف* در رابطه با اصل منع آسیب به محیط‌زیست تصریح دارد: «این اصل، یک اصل حقوق بین‌الملل و حتی مفهوم عمومی حقوقی بوده که هرگونه نقض تعهد آن، مستلزم تعهد به جبران خسارت است».[۱۰۷] در قضایای *تریلر اسملتر* و تنگه *کورفو* نیز به اصل حفاظت از محیط‌زیست بدین عنوان که نقض منجر به مسئولیت

---

103. http://javanonline.ir/fa/mobile/660163, p. 1 (last visited: 31/12/2014).

۱۰۴. موسوی ثابت، سیدرضا؛ «لزوم حمایت از محیط‌زیست در مخاصمات مسلحانه»، در مجموعه مقالات *اسلام و حقوق بین‌الملل بشردوستانه*، مرکز مطالعات تطبیقی اسلام و حقوق بشردوستانه بین‌المللی با همکاری نشر میزان، ۱۳۹۲، ص ۷۷۶.

۱۰۵. ضیایی بیگدلی، محمدرضا؛ *حقوق بین‌الملل بشردوستانه*، چاپ دوم، گنج دانش، ۱۳۹۲، ص ۱۴۹.

106. https://www.icrc.org/eng/resources/documents/misc/57jmau.htm, pp. 1-2 (last visited: 22/1/2015)

107. PCIJ's Case Concerning the Factory at Chorzow (Claim for Identity) (The Merits) Ser. A. No. 17(1928).

بین‌المللی دول خاطی می‌شود استناد شده است.[۱۰۸] تعهدات بین‌المللی بشردوستانه زیست‌محیطی دولت‌ها در راستای حفاظت از محیط‌زیست در عرصه مخاصمات به‌صورت کلی در بند ۳ ماده ۳۵ و ماده ۵۵ پروتکل اول الحاقی ۱۹۷۷، ماده ۱ کنوانسیون ممنوعیت استفاده از فنون تغییردهنده محیط‌زیست برای اهداف نظامی و هر هدف خصمانه دیگر و بند ۲ ماده ۸ اساسنامه دیوان کیفری بین‌المللی درج شده است.[۱۰۹] بااین‌حال، ایراد اساسی این‌گونه تعهدات حفاظت از محیط‌زیست در عرصه مخاصمات، همان‌گونه که در رأی صادره دیوان بین‌المللی دادگستری در قضیه تهدید به استفاده یا استفاده از سلاح هسته‌ای مشهود است آن است که هنوز قاعده عرفی بین‌المللی نشده است.[۱۱۰] بنابراین کشورهای غیرعضوِ این معاهدات را ملزم به رعایت قواعد بین‌الملل بشردوستانه در این زمینه نمی‌کند. جدا از ایراد عدم تبدیل اصل منع آسیب به محیط‌زیست به قاعده عرفی بین‌المللی، هدف کلی اصل حفاظت از محیط‌زیست در عرصه مخاصمات در حقوق بین‌الملل بشردوستانه، نه کاهش یا پیشگیری از آسیب به محیط‌زیست به‌صورت‌کلی، بلکه بیشتر برای حفاظت از محیط‌زیست محل سکونت جمعیت غیرنظامی بوده است.[۱۱۱] بااین‌حال، همان گونه که درمورد اصل منع آسیب غیرضروری و زاید مورد توجه قرار گرفت، امروزه باید به دنبال توسعه اصل حفاظت از محیط‌زیست و به تبع آن، اصل منع آسیب به محیط‌زیست بود؛ همان‌گونه که در نظر مشورتی دیوان بین‌المللی دادگستری راجع به تهدید یا توسل به سلاح‌های هسته‌ای قابل درک است که دیوان از یک‌سو، با تثبیت اصل انصاف بین‌النسلی و حقوق نسل‌های آینده، خسارت‌های طولانی‌مدت، شدید و جدی به محیط‌زیست را در طول مخاصمات، منافی اصل منع آسیب به محیط‌زیست دانسته است و از سوی دیگر، روش مناسب برخورد با ملاحظات زیست‌محیطی کاربرد انواع تسلیحات در مخاصمات مسلحانه را این دانسته است که به‌عنوان عنصری تلقی شوند که در ارزیابی مطابقت اقدامات (نظامی) با اصول ضرورت و تناسب قابل اعمال در مخاصمات مسلحانه دخیل‌اند.[۱۱۲] اما راجع به آثار سوء بلندمدت به‌کارگیری تسلیحات نانوفناوری بر محیط‌زیست در حقوق بین‌الملل بشردوستانه، چند مشکل عمده وجود دارد: ۱. رویه قضایی بین‌المللی خاصی نسبت به توجه به آثار بلندمدت به‌کارگیری

108. Hildering, Antoinette, *International Law, Sustainable Development and Water Management*, *Eburon Uitgeverij B. V.*, 2004, p. 160.

109. Montini, Massimiliano; Bogdanovic, Slavko, "Environmental Security in South-Eastern Europe: International Agreements and Their Implementation", *Springer Science & Business Media*, 2011, p. 119.

۱۱۰. شافع، میرشهبیز؛ «رأی مشورتی دیوان بین‌المللی دادگستری در خصوص تهدید به استفاده یا استفاده از سلاح‌های هسته‌ای»، *فصلنامه حقوق* دانشگاه تهران، شماره ۴۱، پاییز ۱۳۷۷، ص ۱۳۵.

111. https://www.icrc.org/customary-ihl/eng/docs/v1_rul_rule43, p. 2. (last visited: 21/10/2014).

۱۱۲. ادیت براون، ویس؛ «حفاظت از محیط‌زیست و حقوق نسل‌های آینده در پرتو رأی مشورتی ۱۹۹۶ دیوان بین‌المللی دادگستری»، *فصلنامه سیاست خارجی*، شماره ۵۹، پاییز ۱۳۸۰، ص ۸۵۶.

تسلیحات ازجمله نانوفناوری نظامی بر صحنه مخاصمات وجود ندارد یا در صورت وجود، به‌صورت مشخص، توسعه پیدا نکرده است؛ کما اینکه در رأی دیوان بین‌المللی دادگستری در قضیه مشروعیت تهدید با کاربرد تسلیحات هسته‌ای، به اصل تناسب اشاره شده است؛ بدین صورت که دیوان مقرر می‌دارد: «دولت‌ها باید در هنگام ارزیابی هدف مشروع نظامی، ملاحظات زیست‌محیطی را که همان اصل تناسب و ضرورت نظامی است مدنظر قرار دهند».[۱۱۳] اما مشخص نشده است که دولت‌ها تا چه میزان ملزم‌اند ملاحظات بلندمدت زیست‌محیطی را در حملات خود ـ ازجمله نانوفناوری نظامی ـ ملاک قرار دهند. ۲. توجه به آسیب گسترده، شدید و بلندمدت محیط‌زیستی تسلیحات ازجمله تسلیحات حاوی نانوفناوری، تنها در ارتباط با محیط‌زیست مجاور جمعیت بشری مدنظر بوده است و محیط‌زیست، خود به‌عنوان موجودیت واحد و مستقل و منفک از انسان، موردنظر نیست. در این معنا، هدف‌قراردادن محیط‌زیست، موضوع تبعی خواهد بود که محدوده اجرایی بند ۱ ماده ۵۵ پروتکل اول الحاقی ۱۹۷۷ را بسیار محدود می‌کند. ۳. اگرچه ثابت شده که برخی انواع کاربردهای نظامی فناوری نانو، همچون نانومواد غیرارگانیک، برای محیط‌زیست مضر است، در این زمینه تحقیقات جامع صورت نپذیرفته است به‌طوری‌که در نبود دلایل قاطع علمی بر وجود تأثیرات شدید، بلندمدت و گسترده بر محیط‌زیست، نمی‌توان به‌صورت قاطع، از ممنوعیت به‌کارگیری تسلیحات نانوفناوری سخن گفت. البته در این زمینه نیز مانند تأثیر سوء نانوفناوری نظامی بر انسان، باید گفت که کاربرد نانومواد غیرارگانیک و مهندسی‌شده ـ که بیشترین تحقیقات مربوط به نانوسم‌شناسی بر روی آن انجام شده است، در صحنه مخاصمات، عمده‌ترین قابلیت تخریب محیط‌زیست را دارد. در تأیید نظر اخیر، در سال‌های اخیر، برخی تحقیقات علمی درمورد ابزارهایی به نام نانوتیوپ نشان می‌دهد که این ابزار به دلیل قدرت فوق‌العاده و رسانایی الکترونیک می‌تواند در دستگاه گوارش حیوانات، جمع شده و به‌مرور، منجر به خفگی و از طریق آن، وارد چرخه حیات طبیعت شود. با وجود این واقعیت راجع به نانومواد غیرارگانیک و مهندسی‌شده، به دلیل آزادسازی مواد نانو در آب یا در هوا، امکان بیان تمامی خطرات بلندمدت زیست‌محیطی این مواد وجود ندارد. برای حل این مشکل، یعنی سکوت قواعد بین‌الملل بشردوستانه نسبت به آثار بلندمدت ناشی از به‌کارگیری تسلیحات حاوی نانوفناوری می‌توان از شق (ب) بند ۵ ماده ۵۱ که دید گسترده‌تری از خسارات نسبت به محیط‌زیست فراهم می‌کند، استفاده کرد.

محیط‌زیست در قواعد بین‌الملل بشردوستانه به دو صورت قواعد کلی و برخی قواعد خاص، حمایت می‌شود. از جهت قواعد کلی، طرفین در به‌کارگیری انواع تسلیحات و شیوه‌های جنگی

113. Greenwood, Christopher; The Advisory Opinion on Nuclear Weapons and the Contribution of the International Court to International Humanitarian Law, *International Review of the Red Cross*, No. 316, 1997, p. 65.

آزاد نبوده و تنها درصورتی‌که محیط‌زیست، هدف نظامی شود می‌توانند به آن حمله کنند.[۱۱۴] از سوی دیگر، در هرگونه هدف‌گیری محیط‌زیست، باید معیار تناسب رعایت شود که در صورت عدم رعایت آن و ایراد خسارت شدید، بلندمدت و گسترده به محیط‌زیست، بر مبنای اساسنامه دیوان بین‌الملل کیفری به جنایت جنگی می‌انجامد.[۱۱۵] در هرگونه بررسی راجع به تعارض استفاده استفاده از سلاح‌های حاوی نانوفناوری با اصل منع آسیب به محیط‌زیست از نظر دیوان باید به سه اصل ضرورت، تناسب و شدت توجه شود. علاوه بر دیوان بین‌المللی دادگستری، کمیته بین‌المللی صلیب سرخ نیز راجع به معیار شناسایی تسلیحات مغایر با رعایت اصل حفاظت از محیط‌زیست، پنج معیار را مشخص کرده است که در فقدان آن، می‌توان استفاده از یک نوع تسلیحات را در فضای مخاصماتی غیرقانونی دانست:

۱. آیا تحقیقات علمی راجع به تأثیرات استفاده از یک نوع تسلیحات بر محیط‌زیست انجام گرفته و ارزیابی شده است؟

۲. میزان و نوع خسارت مورد انتظار به محیط‌زیست، چه مستقیم و چه غیرمستقیم، ناشی از استفاده از آن تسلیحات باید چگونه باشد؟

۳. خسارت به محیط‌زیست تا چه مدت استمرار دارد؟ آیا از نظر اقتصادی و عملی روشی برای رفع آن خسارت برای نمونه، از طریق بازگرداندن محیط‌زیست خسارت‌دیده به وضعیت اولیه وجود دارد؟

۴. تأثیر مستقیم یا غیرمستقیم آسیب محیط‌زیست بر جمعیت غیرنظامی ناشی از استفاده از آن نوع تسلیحات چیست؟

۵. آیا آن نوع تسلیحات، اختصاصاً برای آسیب یا تخریب محیط‌زیست طبیعی یا تغییرات در آن طراحی و تعبیه شده است؟[۱۱۶]

حال با توجه به این موارد، تسلیحات حاوی نانوفناوری از منظر اصل منع آسیب به محیط‌زیست، بررسی خواهد شد. در ابتدا باید گفت که بسیاری از کاربردهای نظامی فناوری نانو، در مخاصمات، تأثیر مستقیم و کوتاه‌مدت بر محیط‌زیست ندارد.[۱۱۷] ثانیاً، باید بین انواع کاربرد نانوفناوری در عرصه علوم و تجهیزات نظامی، تفکیک کرد، بدین معنا که اگرچه همان گونه که پیش‌تر گفته شد، برخی انواع کاربرد نانوفناوریِ به‌کارگرفته‌شده در انواع تسلیحات، ازجمله نانومواد غیرارگانیک به دلیل داشتن مواد شیمیایی برای طبیعت مضر بوده، خطرات سلامتی و

114. https://www.icrc.org/eng/resources/documents/misc/57jmau.htm

115. https://www.icrc.org/eng/war-and-law/conduct-hostilities/environment-warfare/overview-environment-and-warfare.htm, p. 1 (last visited: 12/9/2014).

116. https://www.icrc.org/eng/assets/files/other/icrc_002_0902.pdf, pp 19-20 (10/9/2014).

117. Altmann, Jürgen, *op. cit*., p. 144.

زیست‌محیطی آن، بسته به ارتباطات مقدار، واکنش و سطح تماس با آن مواد، متغیر است.[۱۱۸] به‌کارگیری نانوفناوری در تولید و توسعه تسلیحات نوین، مانند بمب‌های تنگستن و دایم، گواه این امر است، کما اینکه اگرچه این بمب‌ها در ناحیه محل اصابت، آثار ناچیزی بر جای می‌گذارد، تکه‌های پودرشده آن تا شعاع ۱۰ متری با سرعتی بسیار بالا پرتاب می‌شود، به گونه‌ای که می‌تواند محیط‌زیست منطقه جنگی را در فضای گسترده تغییر دهد.[۱۱۹] همچنین، این مواد غیرارگانیک از طریق ورود به چرخه غذایی با ورود به محیط‌زیست، موجب آلودگی آن می‌شود. از سوی دیگر، برخی از انواع کاربرد نانومواد در علوم نظامی می‌تواند برای حفاظت از محیط‌زیست در عرصه مخاصمات مفید باشد. برای نمونه، «نانوذرات آهن به‌عنوان کاتالیزور باعث تسریع فرآیند اکسیداسیون شده و آلاینده‌های آلی موجود در محیط، مانند تری کلرواتان، تتراکلیرید کربن، دی‌اکسین‌ها و ... را به ترکیبات کربنی ساده‌تر با سمیت کمتر تبدیل می‌کند، یا نانوذرات آهن با ترکیبات آرسنیکی مخلوط شده و باعث حذف ترکیبات آرسنیکی از آب‌های زیرزمینی می‌شود».[۱۲۰] همچنین می‌توان از نانوساختارها برای رنگ‌زدایی از آب آشامیدنی که می‌تواند سرطان‌زا باشد در مناطق جنگی استفاده کرد.[۱۲۱] به نظر می‌رسد در زمینه اصل حفاظت از محیط‌زیست در عرصه مخاصمات هم به همان ترتیب که درمورد اصل منع آسیب غیرضروری و زاید گفته شد، کاربرد نانومواد نظامی غیرارگانیک در تولید و توسعه تسلیحات حاوی فناوری نانو باید به حداقل برسد.

یکی دیگر از مباحث در چارچوب اصل منع آسیب محیط‌زیست را می‌توان اصل احتیاط زیست‌محیطی دانست. اصل احتیاط زیست‌محیطی در قاعده ۴۴ کمیته بین‌المللی صلیب سرخ به این صورت، ذکر شده است: «فقدان قطعیت علمی نسبت به اثرات عملیات نظامی خاص در محیط‌زیست، رافع مسئولیت هریک از طرف‌های درگیری در اعمال اقدامات احتیاطی نخواهد بود».[۱۲۲] هدف اصلی اصل احتیاط زیست‌محیطی، حفاظت از محیط‌زیست و پیشگیری از تخریب و آلودگی آن و تشویق سیاست‌مداران به درنظرگرفتن آثار آسیب‌زای فعالیت‌هایشان بر محیط‌زیست[۱۲۳] بوده و اتخاذ تدابیر احتیاطی در کوتاه‌ترین زمان، علی‌رغم عدم قطعیت و یقین

118. Hull, Matthew and Bowman, Diana, *op. cit*., p. 93.

119. http://www.mehrnews.com/news/2335400/. p. 1 (last visited: 22/1/2015).

۱۲۰. مظاهری اسدی و غلامی قوام‌آباد؛ *همان*، ص ۴۵.

121. http://elmi.basijasatid.ir/?q=node/741,p1(last visit 22/1/2015).

۱۲۲. ضیایی بیگدلی؛ *همان*، ص ۱۵۰.

123. Cameron, James; Abouchar, Juli, "The Precautionary Principle: A Fundamental Principle of Law and Policy for the Protection of the Global Environment", *Boston College International and Comparative Law Review*, vol. 14, Issue. 1, 1991, p. 2.

علمی، قلب اصل احتیاط زیست‌محیطی است.[۱۲۴] بااین‌حال، بررسی جایگاه اصل احتیاط زیست‌محیطی در حقوق بین‌الملل، مشکل است.[۱۲۵] به‌علاوه، نتایج اجرای آن نیز به طرز قابل‌توجهی متغیر است. اصل احتیاط زیست‌محیطی با توجه به عدم قطعیت و یقین علمی درمورد عمده موارد کاربرد نانوفناوری نظامی به‌ویژه نانومواد غیرارگانیک، می‌تواند در تنظیم به‌کارگیری تسلیحات حاوی فناوری نظامی نانو نیز نقش اساسی ایفا کند. نقش اصل احتیاط زیست‌محیطی در کاربرد تسلیحات حاوی فناوری نظامی نانو را می‌توان در چند بُعد در قواعد بین‌الملل بشردوستانه دید: ۱. در ماده ۳۶ پروتکل اول الحاقی ۱۹۷۷ کنوانسیون‌های چهارگانه ژنو: همان‌گونه که پیش‌تر گفته شد، بر مبنای ماده ۳۶ پروتکل اول الحاقی ۱۹۷۷ دولت‌ها باید در تمامی مراحل تولید، توسعه تسلیحات حاوی نانوفناوری، قواعد احتیاطی محیط‌زیستی را مراعات نمایند؛ ۲. در مرحله کاربرد تسلیحات حاوی نانوفناوری: در مرحله کاربرد تسلیحات حاوی نانوفناوری نیز در اسناد بین‌المللی حقوق بشردوستانه، اشاراتی به‌صورت‌کلی مشاهده می‌شود، ازجمله اینکه «هنگام حمله به هدف نظامی باید از روش و ابزاری استفاده شود که با درنظرگرفتن موقعیت نظامی، کمترین آسیب زیست‌محیطی را موجب شود»[۱۲۶] یا «در هدایت عملیات نظامی، باید مراقبت کافی برای در امان‌ماندن محیط‌زیست به عمل آید».[۱۲۷] همان گونه که پیش‌تر گفته شد، اصلی‌ترین دغدغه در زمینه کاربرد نانوفناوری، در تولید و توسعه تجهیزات نظامی در زمینه نانومواد غیرارگانیک است. برای نمونه، استفاده از نانومواد غیرارگانیک در تولید سلاح‌های هسته‌ایِ بسیار کوچک که دارای قدرت انفجار و تخریب محیط‌زیست بالاست، عملاً منجر به نقض اصل احتیاط زیست‌محیطی می‌شود؛ یا اینکه استفاده از نانوذرات غیرارگانیک در پوشش‌های نظامی و جداشدن آن به‌آسانی از این پوشش‌ها و راهیابی‌اش به محیط‌زیست و چرخه حیات در عرصه مخاصمات، می‌تواند حیات محیط‌زیست و جانوران آن را به مخاطره بیندازد.[۱۲۸] مجموع این بحث‌ها نشانگر آن است که از نظر اصل منع آسیب به محیط‌زیست و اصل احتیاط زیست‌محیطی نیز، استفاده از نانومواد غیرارگانیک در تولید و توسعه تجهیزات، ادوات و تسلیحات جنگی ممنوع است.

---

۱۲۴. رمضانی قوام‌آبادی، محمدحسین؛ «بررسی تطبیقی اجرای اصل احتیاط زیست‌محیطی در پرتو آرا و تصمیمات مراجع بین‌المللی»، *فصلنامه پژوهش حقوق عمومی*، شماره ۴۰، سال پانزدهم، پاییز ۱۳۹۲، ص ۱۴۳.

125. O'Riordan, Timothy, *Interpreting the Precautionary Principle*, Routledge, 2013, p. 282.

۱۲۶. حسین‌زکی، ناظر؛ «حمایت از محیط‌زیست در مخاصمات مسلحانه»، در مجموعه مقالات *اسلام و حقوق بین‌الملل بشردوستانه*، مرکز مطالعات تطبیقی اسلام و حقوق بشردوستانه بین‌المللی با همکاری نشر میزان، پاییز ۱۳۹۲، ص ۶۱۶.

۱۲۷. *همان*؛ ص ۶۱۶.

128. American Council for the United Nations University's Millennium Project, "Environmental Pollution and Health Hazards Resulting from Military Uses of Nanotechnolgy", 2004, p. 2.

۲ـ۳. تسلیحات حاوی نانوفناوری و اصل تفکیک

اصل تفکیک نیز تنظیم‌کننده نحوه استفاده از تسلیحات در درگیری‌های مسلحانه است.[۱۲۹] اصل عرفی بین‌المللی تفکیک میان رزمندگان و غیررزمندگان که بر اساس ماده ۴۸ و بند ۲ ماده ۵۲ پروتکل اول الحاقی به‌صورت مطلق،[۱۳۰] هم دول عضو و هم غیرعضو پروتکل مزبور، آن را پذیرفته‌اند،[۱۳۱] تنها هدف‌قراردادن افراد و اهداف نظامی که ماهیت، موقعیت، هدف و استفاده از آن‌ها به‌گونه‌ای باشد که مشارکت مؤثری در انجام اقدامات نظامی به وجود آورند و ازبین‌بردن، اسارت و خنثی‌سازی جزیی یا کلی آن‌ها در شرایط حاکم بر مخاصمات، مزیت نظامی قاطع تلقی می‌شود، مجاز شمرده شده است. در این معنا، درحقیقت، اصل فوق‌الذکر، تکمیل‌کننده مفهوم ضرورت نظامی در حقوق مخاصمات مسلحانه است؛ بدین معنا که اگرچه ضرورت نظامی، هدف‌گیری هر هدفی را که مزیت نظامی داشته باشد توجیه می‌کند، در اجرای این مفهوم باید به اصل تفکیک به معنای مذکور در فوق توجه شود. همچنین، بر مبنای بند ۲ ماده ۵۱ پروتکل اول الحاقی و بند ۲ ماده ۱۳ پروتکل دوم الحاقی، نه‌تنها فعل، بلکه تهدید به فعل خشونت‌آمیز علیه جمعیت غیرنظامی ممنوع است. بااین‌حال، اصل تفکیک با توسعه مخاصمات نامتقارن ـ که مخاصمات برخوردار از نانوفناوری، بخشی از آن است ـ به‌شدت به خطر افتاده است.[۱۳۲] علی‌رغم انتقادات عمده از به‌کارگیری تسلیحات حاوی نانوفناوری، طرفداران کاربرد آن در صحنه مخاصمات، بر یک نکته تصریح دارند که کاربرد تسلیحات حاوی نانوفناوری موجب دقت بیشتر هدف‌گیری تسلیحات نظامی شده، به‌گونه‌ای که برای نخستین بار در تاریخ صنایع نظامی، دو معیار افزایش کمیت و دقت نشانه‌گیری در ساخت تسلیحات رعایت می‌شود.[۱۳۳] همان گونه که در بخش‌های قبلی گفته شد، علت اصل نظری توسعه کاربرد سلاح‌های حاوی نانوفناوری در صحنه مخاصمات، به‌ویژه از ناحیه ایالات متحده امریکا، ایجاد نظریه عملیات تأثیرمحورانه بوده است. این نظریه همراه با توسعه نانوفناوری نظامی در فضای مخاصماتی با اصل تفکیک نیز مرتبط است چرا که ایالات متحده امریکا در پرتو نظریه عملیات تأثیرمحورانه، سعی در گسترش مفهوم اهداف نظامی به اهداف پشتیبانی‌کننده جنگ، یعنی سازوکارهای سیاسی و اقتصادی

۱۲۹. کاسسه، آنتونیو؛ *نقش زور در روابط بین‌الملل*، ترجمه: مرتضی کلانتریان، آگه، ۱۳۷۵، ص ۴۵.

۱۳۰. ماده ۴۸ پروتکل اول الحاقی: «طرفین باید در هر زمانی اهداف نظامی و غیرنظامی را از هم تفکیک کرده و عملیات خود را تنها متوجه اهداف نظامی سازند».

131. Boutruche, Théo, "Current Challenges in the Legal Regulation of the Methods of Warfare", Proceedings of the Bruges Colloquium Technological Challenges for the Humanitarian Legal Framework, 21-22 October 2010, p. 24.

132. Heintschel von Heinegg, Wolff, *International Humanitarian Law Facing New Challenges*, Springer Publishing, 1st Edition, 2007, p. 55.

133. Allhoff, Fritz, Lin, Patrick, Moore, Daniel, *What Is Nanotechnology and Why Does It Matter: From Science to Ethics*, Wiley-Blackwell, 1st ed, 2010, p. 116.

دشمن، علاوه بر نظامی آن دارد و بدین منظور از نگاه دکترین عملیات تأثیرمحورانه، تمامی فضای سرزمین مورد تهاجم می‌تواند عرصه استفاده از نانوفناوری نظامی باشد که این امر، گسترش بیش از حد فضای مخاصماتی و نادیده‌انگاشتن اصل تفکیک را در پی دارد.

درمورد رعایت اصل تفکیک در انواع تسلیحات با فناوری نانو باید همان گونه که قبلاً گفته شد، قائل به تفکیک شد و نمی‌توان حکم کلی صادر کرد، بلکه بسته به مورد، باید تصمیم گرفت. برای نمونه، می‌توان درمورد سامانه‌های کمکی هسته‌ای با استفاده از نانوفناوری نظامی برای تأمین مؤثرتر چرخه سوخت پایدار از نانوفناوری بهره برد و راهبردهای مدیریت هدررفت انرژی هسته‌ای برای زیردریایی‌های نظامی اتخاذ کرد، به‌طوری‌که بتوان امنیت آن و خدمه‌اش را تأمین کرد و از آسیب‌های زیست‌محیطی دریایی زیردریایی‌های هسته‌ای کاست.[۱۳۴] یکی دیگر از کاربردهای حساس نانوفناوری نظامی در این بخش، حفاظت از تأسیسات حساس نظامی است، به‌گونه‌ای که عموماً پس از استفاده از تسلیحات هسته‌ای، انرژی موسوم به *موج الکترومغناطیسی هسته‌ای*[۱۳۵] آزاد می‌شود که می‌تواند تأسیسات حساس ازجمله نظامی را در ورای منطقه انفجار، منهدم کند یا به آن آسیب برساند. استفاده از سامانه‌های هسته‌ای مبتنی بر نانوفناوری نظامی می‌تواند تأثیرات مخرب موج الکترومغناطیسی هسته‌ای را در تأسیسات حساس نظامی به حداقل برساند و موجب رعایت اصل تفکیک شود.[۱۳۶] همچنین از نانوفناوری نظامی در حس‌گرهای ژرمانیوم ـ نوعی فلز ـ برای اندازه‌گیری اشعه گاما پس از وقایع و حملات هسته‌ای استفاده می‌شود.[۱۳۷] همچنین همان طور که پیش‌تر در بخش کاربردهای عمده نانوفناوری توضیح داده شد، یکی دیگر از کاربردهای نانوفناوری در صنایع نظامی هسته‌ای، در زمینه توسعه مدل‌سازی رایانه‌ای، سلاح‌های هسته‌ای است که همان گونه که از نامش پیداست، از یک‌سو، اهداف آموزشی و آشناکردن نیروهای خودی با اثرات سوء ناشی از سلاح‌های هسته‌ای و از سوی دیگر، تفسیر اطلاعات از آزمایش‌های واقعی هسته‌ای و تشخیص و ارزیابی مشکلات موجود در زرادخانه‌های هسته‌ای است.[۱۳۸] بنابراین توسعه نانوفناوری از این لحاظ، ممنوعیت خاصی را از لحاظ اصل تفکیک برنمی‌انگیزد، به‌ویژه آنکه می‌توان با استفاده از این شبیه‌سازی‌ها، ضعف سلاح‌های هسته‌ای را در فرآیند تولیدی آنان برطرف کرد که چون هم‌اکنون با توجه به رأی مشورتی دیوان بین‌المللی دادگستری در قضیه استفاده یا تهدید به استفاده از سلاح هسته‌ای، خلأ

134. Wolf, Edward L., Medikonda, Manasa, *Understanding the Nanotechnology Revolution*, John Wiley & Sons, 2012, p. 7.

135. Nuclear Electromagnetic Pulse (NEP)

136. Prasad, S. K., *Advanced Nanotechnology*, Discovery Publishing House, 2008, 125.

137. Ngo, Christian, Van de Voorde, Marcel, *Nanotechnology in A Nutshell: From Simple to Complex Systems*, Springer Science & Business Media, 2014, p. 417.

138. Committee on International Security and Arms Control, National Academy of Sciences, *The Future of U. S. Nuclear Weapons Policy*, National Academies Press, 1997, p. 82.

عمده‌ای در استفاده از این تسلیحات در صحنه مخاصمات وجود دارد، می‌تواند بسیار راه‌گشا و در راستای اجرای قواعد بین‌المللی بشردوستانه باشد. بااین‌حال درمورد استفاده از نانوفناوری برای تولید و توسعه سلاح‌های هسته‌ای بسیار کوچک، همچون *دیوی کراکت*[۱۳۹] که به آن، سلاح‌های هسته‌ای تاکتیکی نیز گفته می‌شود، باید نظر دیگر داشت چرا که این تسلیحات را می‌توان نمونه عینی سلاحِ به‌واقع کشتارجمعی در عصر حاضر تلقی کرد و انرژی‌ای که به‌ازای هر جرم ماده هسته‌ای انرژی‌دار آن آزاد می‌شود بیش از ۱۰ میلیون برابر، بیشتر از انفجارات شیمیایی است.[۱۴۰] بنابراین، استفاده از نانوفناوری نظامی در تولید و توسعه سلاح‌های هسته‌ای بسیار کوچک به دلیل عدم قابلیت تفکیک میان رزمندگان و غیررزمندگان در عرصه مخاصمات، ممنوع است.[۱۴۱] از سوی دیگر، درمورد نانوحس‌گرها برای به‌کارگیرندگان آن، که می‌توان بر مبنای ماده ۳۶ پروتکل اول الحاقی در صدد بهبود و رفع آن بود، استفاده از نانوحس‌گرها در تسلیحات نظامی می‌تواند قابلیت تفکیک نظامیان از غیرنظامیان را به طرز فوق‌العاده‌ای اعتلا ببخشد و بدین ترتیب، رعایت اصل تفکیک میان نظامیان و غیرنظامیان و سایر اصول حقوق بین‌الملل بشردوستانه را تضمین کند. با این تفسیر می‌توان کاربرد آن را در صحنه مخاصمات، اصولاً مشروع دانست. اما مواردی از کاربرد تسلیحات حاوی فناوری نانو به‌ویژه در زمینه نانوزیست‌فناوری نیز وجود دارد که به‌شدت ناقض اصل تفکیک است. از بین آن، می‌توان به کاربرد نانوفناوری نظامی در تولید و توسعه دو بمب *تانگستن* و دایم رژیم صهیونیستی اشاره کرد. نقض اصل تفکیک به‌صورت عملی در جریان جنگ ۲۲ روزه رژیم صهیونیستی علیه ساکنین غیرنظامی غزه روی داد که در جریان آن، هواپیماهای این رژیم اشغالگر با فروفرستادن بمب‌های انفجاری موسوم به *بمب‌های تانگستن*[۱۴۲] که از قابلیت تخریب وسیع در فضای کوچک و ایجاد آسیب‌های غیرضروری به غیرنظامیان از طریق سمیت فوق‌العاده آن برخوردار است، مرگ صدها نفر از غیرنظامیان غزه و وقوع جنایات جنگی و جنایات علیه بشریت را محتمل ساخته، کما اینکه در گزارش *ریچارد گلدستون* نیز آمده است.[۱۴۳] تازه‌ترین مورد استفاده از نانوفناوری نظامی در فضای مخاصماتی، ارتکاب جنایت نسل‌کشی رژیم صهیونیستی در طول عملیات *لبه محافظ*[۱۴۴] در ماه‌های اخیر بر ضد مردم بی‌دفاع غزه است که هواپیماهای این رژیم غاصب با فرود

139. Davy Crockett

140. Altmann, Jürgen, *Military Nanotechnology: Potential Applications and Preventive Arms Control*, Routledge, 2007, p. 100.

141. Tannenwald, Nina, *The Nuclear Taboo: The United States and the Non-Use of Nuclear Weapons Since 1945*, Cambridge University Press, 2007, p. 320.

142. Tungsten Bombs

143. See, UN Gaza Report, above n 1, 251–253; Richard Falk, Human Rights Situation in Palestine and Other Occupied Arab Territories: Report of the Special Rapporteur on the Situation of Human Rights in the Palestinian Territories Occupied Since 1967, UN Doc A/HRC/10/20 (11 February 2009).

144. Operation Protective Edge

بمب‌های دایم کربنی[۱۴۵] که در درجه گرمای بسیار بالا منفجر می‌شوند و در مناطق اطراف خود، گرمای شدیدی ایجاد می‌کنند،[۱۴۶] بر فراز غزه، خشم جهانیان را برانگیختند، به‌گونه‌ای که حتی شورای حقوق بشر ملل متحد نیز با محکومیت آن، یک گروه تحقیق را برای بررسی جنایات ارتکاب‌یافته تشکیل داد.[۱۴۷] وضعیت تأثیر ایجاد هشدار، پیش از حملات نانوفناوری بر کاهش مسئولیت بین‌المللی دولِ به‌کارگیرنده آن‌ها ناشی از تخطی اصل تناسب در حقوق بین‌الملل بشردوستانه است. در این مورد باید گفت که با توجه به کاربرد وسیع نانوفناوری نظامی در جنگ‌های نامتقارن و تحمیل تلفات غیرنظامی زیاد بر یکی از اطراف متخاصم، حتی صدور هشدار، پیش از حملات نانوفناوری نیز مانع از تخطی اصل حقوق بین‌الملل بشردوستانه نمی‌شود، به‌گونه‌ای که در اعلامیه اخیر مشترک ۱۴۰ نفر از حقوق‌دانان برجسته بین‌المللی راجع به حمله اخیر رژیم صهیونیستی به غزه، با استفاده از بمب‌های دایم و هل فایر آمده است: «صدور هشدار ازجمله روش به‌اصطلاح پشت‌بام‌زدن رژیم صهیونیستی یا فرستادن پیامک، پنج دقیقه پیش از حمله، آن جنایت را کم نمی‌کند. نمی‌توان به‌طور عامدانه و بدون اثبات ضرورت نظامی، به خانه غیرنظامی حمله کرد چرا که این امر، اصل تناسب را نقض می‌کند. علاوه بر این، چنین هشدارهایی نه‌تنها غیرمؤثر است بلکه حتی می‌تواند منجر به تلفات بیشتری شود و به‌عنوان دستاویزی از پیش‌طراحی‌شده از سوی رژیم صهیونیستی به‌منظور به‌تصویرکشیدن مردمِ مانده در خانه‌هایشان به‌عنوان سپر انسانی باشد».[۱۴۸] مورد دیگر درمورد ارتباط با مواد نظامی نانوفناوری و رعایت اصل تفکیک، این پرسش است که با توجه به اینکه در اماکن نظامی بسیاری از کشورها از نانوتیوب‌های کربنی مانند پنبه نسوز استفاده شده که در صورت اصابت می‌تواند تأثیرات سوء سمی بر محیط‌زیست و بشریت داشته باشد، ممکن است پرسیده شود که آیا ملاک ماده ۵۶ پروتکل اول الحاقی مبنی‌بر عدم امکان هدف‌گیری تأسیسات واجد قدرت تخریب فوق‌العاده به‌عنوان یکی از جنبه‌های اصل تفکیک در حقوق بین‌الملل بشردوستانه در این مورد صدق می‌کند؟ در این خصوص، دو نظر عمده مطرح شده است. نظر نخست، بیانگر این امر است که با بررسی مذاکرات نمایندگان دول حاضر در کنفرانس تصویب پروتکل اول الحاقی، منع هدف‌قراردادن دو تأسیسات عمده سدها و نیروگاه‌های هسته‌ای به دلیل قدرت تخریب‌کنندگی بالای آن‌ها به‌صورت حصری بیان شده است و بنابراین در سایر تأسیسات ازجمله تأسیساتی که

145. Dense Inert Metal Explosives (DIME)

146. http://javanonline.ir/fa/mobile/660163, p. 1 (last visited: 31/12/2014).

147. http://www.alhaq.org/advocacy/topics/gaza/835-briefing-note-ii-the-illegality-of-israels-use-of-dime-weapons, p. 1 (last visited: 5/7/2014).

۱۴۸. متن کامل این اعلامیه در پایگاه مؤسسه حقوق بین‌الملل پارس، قرار داده شده است. برای اطلاعات بیشتر، ن.ک:
http://www.internationallaw.ir/index.php?option=com_content&view=article&id=321:2014-08-05-06-14-42&catid=83&Itemid=560.

در آن از مواد نانوفناوری نظامی استفاده شده است، باید قائل به سکوت و بلکه گاهی تجویز حملات با وجود تلفات عمده غیرانسانی بود.[۱۴۹] درمقابل، دیدگاه تمثیلی‌بودن عبارات سدها و نیروگاه‌های هسته‌ای وجود دارد؛ بدین معنا که هدف‌قراردادن هرگونه تأسیسات، حتی سامانه‌ای که دارای قدرت تخریب‌کنندگی بالایی بر غیرنظامیان باشد ممنوع است.[۱۵۰] به نظر می‌رسد که دیدگاه اخیر که به بُعد تمثیلی اعتقاد دارد درست است زیرا اگر وضعیت سومی، فرضاً زائدات مهمات در حومه شهر که هرگاه مورد هدف واقع شود موجب انفجار شدید، لرزش شهر و تخریب اماکن مسکونی و به تبع آن، ازبین‌رفتن غیررزمندگان شود، دقیقاً ناقض اصل حقوق بشردوستانه می‌شود، برای اینکه متعاقب آن‌ها طی قرون، اشخاصی از آنجا عبور می‌کنند که اولاً، در ردیف رزمنده نبوده و به معنای اخص کلام، غیررزمنده قلمداد می‌شوند و ثانیاً، اصول حقوق بشردوستانه، بالاستمرار و نه منقطع، نسبت به اطراف متخاصم اعمال می‌شود.

مورد دیگر در ارتباط با اصل تفکیک و نانوفناوری نظامی در استفاده از این نوع فناوری در ساخت تسلیحات هوشمند است. اگرچه تاکنون به‌صورت عمده از فناوری نانو در ساخت تسلیحات هوشمند با سامانه قابلیت شناسایی خودکار[۱۵۱] و سامانه قابلیت شناسایی خودمختار[۱۵۲] استفاده نشده است،[۱۵۳] نمی‌توان این امر را نیز انکار کرد که عمده‌ترین نگرانی آینده راجع به کاربرد نظامی فناوری نانو، به تسلیحات هوشمند نانوفناوری و نانوربات‌ها معطوف شده است.[۱۵۴]

به‌کارگیری فناوری نانو در تسلیحات دسته اول بدین صورت است که اگرچه این وسیله است که ضرورت نظامی هدف‌گیری یک شخص یا شیء را ایجاب می‌کند، تصمیم نهایی درمورد رهاسازی مهمات، با انسان است. نمونه بارز آن، موشک‌های ضدهوایی پاتریوت ناتو به‌کارگرفته‌شده در مرز ترکیه و سوریه است. در این نوع تسلیحات، بر مبنای نظریه سبب اقوا از مباشر، باید قائل به حاکمیت قواعد حقوق بین‌الملل بشردوستانه بود. درمقابل، در تسلیحات برخوردار از سامانه قابلیت شناسایی خودمختار ـ که تاکنون در فضای مخاصماتی استفاده نشده

149. See for example: Vanda, Lamm, "Protection of Civilian Nuclear Installations in Time of Armed Conflicts", https://www.oecd-nea.org/law/nlb/nlb-72/029_038.pdf, p. 3.

150. See for example the ICRC Commentary Report in 1987 of article 56. also can be found on the following link:
http://www.icrc.org/applic/ihl/ihl.nsf/Comment.xsp?viewComments=LookUpCOMART&articleUNID=3376730ECD9DF7B1C12563CD0051DD37.

151. Automatic Target Recognition System

152. Autonomous Weapons System

153. Altmann, Jürgen;, *op. cit.*, p. 102.

154. Roco, Mihail C., Bainbridge, William Sims, *Nanotechnology: Societal Implications: I: Maximising Benefits for Humanity; II: Individual Perspectives*, vol. 2, *Springer Science & Business Media*, 2007, p. 136.

است[۱۵۵] ـ تصمیم نهایی برای شلیک، با خود دستگاه است و انسان، هیچ‌گونه نقشی در شلیک ندارد.[۱۵۶] مشکلات به‌کارگیری فناوری نانو نیز درمورد همین دسته تسلیحات اخیر، وجود دارد. در این مورد به نظر می‌رسد که علی‌رغم عدم تسری اصل عدم ایجاد آسیب‌های غیرضروری، می‌توان اصل تفکیک میان رزمندگان با غیررزمندگان را در آن مورد، اجرایی دانست.

۳. چالش‌ها و خلأهای حقوق بین‌الملل بشردوستانه در زمینه به‌کارگیری نانوفناوری نظامی و پیشنهادها در زمینه حل آن

با توجه به آنکه سرعت رشد نانوفناوری نظامی بسیار بالاست، بدیهی است که چالش‌ها و خلأهای گوناگونی در زمینه کاربرد آن ازجمله در زمینه حقوق بین‌الملل بشردوستانه بروز می‌کند. این بخش در پی آن است که به چالش‌ها و خلأها در زمینه کاربرد نانوفناوری نظامی در حقوق بین‌الملل بشردوستانه در قالب دو قسمت بپردازد. همچنین در کنار این چالش‌ها و خلأها پیشنهادهایی برای رفع آن‌ها داده شده است.

۳ـ۱. چالش‌ها و پیشنهادها در کاربرد فناوری‌های نانو نظامی با تأکید بر رعایت قواعد بشردوستانه

الف. چالش نحوه تطبیق قواعد موجود بین‌الملل بشردوستانه با پیشرفت‌های نظامی نانوفناوری

تحقیقات سریع نانوفناوری نظامی، چالش نحوه تطبیق مقررات کنوانسیون‌های بشردوستانه را به‌صورت آشکار، جلوه‌گر است چرا که از یک‌سو به‌آسانی می‌توان «شاهد فقدان فاجعه‌آمیز اجرای قواعد حقوق بشردوستانه»[۱۵۷] بود که «تا حدی ناشی از این تلقی است که اغلب منازعات از نوع منازعات بین‌الدولی کلاسیک نیستند، لذا اجرای حقوق مزبور بی‌وجه می‌نماید».[۱۵۸] از سوی دیگر، با وجود نانوسیستم‌ها، اصولاً حملات نظامی کنونی با اسلحه و نیروی انسانی بی‌معنا خواهد بود. نانوماشین‌ها به‌همراه برنامه‌ریزی رایانه‌ای خواهند توانست فقط با ارسال باکتری دستکاری‌شده و

155. *See*: Asaro, Peter, "On Banning Autonomous Weapon Systems: Human Rights, Automation, and the Dehumanization of Lethal Decision-Making", *International Review of the Red Cross*, No. 886, 2012, p. 688. Also available on the following link: http://www.icrc.org/eng/assets/files/review/2012/irrc-886-asaro.pdf.

156. *Ibid*., p. 690

۱۵۷. دوسوالد، بک، لوییس؛ «اجرای حقوق بشردوستانه بین‌المللی در جنگ‌های آینده» (قسمت اول)، ترجمه: حسین شریفی طرازکوهی، *مجله سیاست دفاعی*، شماره ۳۲و ۳۳، پاییز و زمستان ۱۳۷۹، ص ۸۳.

۱۵۸. *همان*؛ ص ۸۳.

معیوب به منطقه مورد استقرار دشمن، فاجعه‌ای به‌مراتب سهمناک‌تر از بمب شیمیایی به‌وجود آورند و نکته خطرناک‌تر آنکه اگر احتمالاً کنترل رایانه‌ای تکثیر این باکتری‌ها با مشکل مواجه شود، باید در انتظار انقراض نسل بشر بود.[۱۵۹]

کاربردهای غیرمشروع فناوری نظامی در برابر چالش دیگری نیز قرار می‌گیرد که آن، ضرورت نظامی است. برای نمونه، اگرچه سیلیکون دی‌اکسید برای محیط‌زیست مضر است، درعوض، کاربرد آن در ماشین‌آلات نظامی باعث مقاومت بیشتر آنان و مصرف ده درصد کمتر سوخت در این خودروها شده است که با توجه به وجود شرایط محتمل جنگی می‌تواند برای طرف به‌کارگیرنده آن مفید باشد. این تحولات، همان گونه که *بروون و دیگران* ابراز می‌کنند ضرورت بازنگری نه‌تنها در اسناد بنیادین بین‌المللی بشردوستانه، بلکه معاهدات مرتبط مانند کنوانسیون تسلیحات بیولوژیک را اجتناب‌ناپذیر ساخته است.[۱۶۰] این تحقیقات سریع نانوفناوری نظامی، جدا از بُعد حقوقی، بحث‌های راجع به ابعاد اخلاق نظامی به‌کارگیری فناوری نظامی نانو را در عرصه مخاصمات، همچنان که *کمیسیون اخلاق علمی فناوری کبک کانادا*[۱۶۱] بر آن صحه گذاشته است[۱۶۲] توسعه بخشیده است، به‌طوری‌که یکی از بحث‌های نوین مهم علوم نظامی در به‌کارگیری فناوری‌های نوین، چون نانوفناوری نظامی، بحث اخلاق نظامی است.[۱۶۳]

ب. اتخاذ سیاست‌های مختلف در حوزه‌های ملی و بین‌المللی نانوفناوری نظامی در سایه نبود معاهده خاص

نانوفناوری نظامی از حوزه‌های نرم حقوقی، چه در بُعد داخلی و بین‌المللی است که هنوز حتی در سطح داخلی کشورهای پیشرو در این فناوری، قانون خاصی وجود ندارد. برای نمونه، تنها قانون امریکا در زمینه نانوفناوری، قانون کنترل بر مواد سمی است که اساساً راجع به مواد شیمیایی است.[۱۶۴-۱۶۵] به‌علاوه، اعمال سیاست‌های نهادی متعارض در زمینه کاربرد نانوفناوری نظامی،

۱۵۹. لیزل، جان؛ «نانوتکنولوژی، منافع و خطرات»، *مجله مکاتبه و اندیشه*، شماره ۲۵، تابستان ۱۳۸۵، ص ۱۴۲.

160. Brune, Harald *et al*, *op. cit*., p. 367.

161. Commission de la ethique de la science et de la technologie du Quebec

162. Houdy, Philippe, Lahmani, Marcel and Marano, Rancelyne, *Nanoethics and Nanotoxicology*, vol. 4, *Springer Science & Business Media*, 2011, p. 556.

163. Rocci, Luppicini, Handbook of Research on Technoethics, IGI Global, 2008, p. 13.

۱۶۴. از دیگر کشورهای پیشرو در زمینه نانوفناوری نظامی می‌توان به بریتانیا، هند و سوئد اشاره کرد. در کنار دولت‌ها می‌توان به نقش شرکت‌های چندملیتی نظامی مانند *کینتی کیو*، *ب.آ.ای سیستمز*، *اینداستریال نانوتک* و *ریتون*، بخصوص در زمینه حس‌گرهای نظامی اشاره کرد.

165. Lamprou, Anna, "Nanotechnology Regulation: Policies Proposed by Three Organizations for the Reform of the Toxic Substances Control Act", *Centre for Contemporary History and Policy*, Philadelphia (U.S.A), 2010, p. 11.

برخورد واحد بین‌المللی با موارد تخلف‌آمیز را مشکل کرده؛ بدین معنا که درحالی‌که ایالات متحده امریکا و کانادا با توسل به اصل تشابه اساسی،[۱۶۶] با اتخاذ قوانین نسبی در زمینه نانوفناوری نظامی، تنها به دنبال اعمال تحریم‌های بین‌المللی علیه موارد نقض کاربرد آن هستند، اتحادیه اروپا با توسل به اصل احتیاط[۱۶۷] و با وضع قوانین متعدد در زمینه نانوفناوری نظامی، به دنبال پیشگیری از کاربرد تخلف‌آمیز است.[۱۶۸] بااین‌حال، تلاش‌ها به‌منظور مدون‌سازی کاربرد نانوفناوری نظامی در جامعه بین‌المللی به‌ویژه در سطح اتحادیه اروپا ادامه دارد.[۱۶۹] در اتحادیه اروپا، نخستین تلاش‌ها در زمینه مدون‌سازی کاربرد نظامی نانوفناوری از سال ۲۰۰۴ آغاز شد؛ زمانی که کمیسیون اروپا با پذیرش ابلاغیه‌ای تحت عنوان «به سوی راهبرد اروپایی برای نانوفناوری»[۱۷۰] از تمامی دول عضو خواست تا در انواع کاربرد نانوفناوری ازجمله در زمینه نظامی باید مواد ۱۵۲، ۱۵۳و ۱۷۴ معاهده تأسیس اتحادیه اروپا را مبنی‌بر رعایت حقوق بشر، محیط‌زیست و قواعد بشردوستانه مدنظر قرار دهند. در ابلاغیه سال ۲۰۰۵ همین کمیسیون، تحت عنوان «علوم نانو و نانوفناوری: برنامه اقدام برای اروپا در سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۹»، علاوه بر مؤلفه‌های فوق‌الذکر، به توجه به ویژگی امنیت در ساخت، تولید و به‌کارگیری انواع وسایل حاوی نانوفناوری ازجمله نظامی به‌صورت مطلق، چه در زمان صلح و چه حاکمیت عرصه مخاصماتی اشاره شده است. سازمان همکاری و امنیت اروپا نیز در چارچوب دستورالعمل محیط‌زیست خود، کارگروهی راجع به نانومواد تولیدشده تأسیس کرد که بر اساس آن، به‌ویژه در چارچوب برنامه شماره ۳ آن، بسیاری از دولت‌ها توافق کردند تا اطلاعات شفافی را درباره تأثیرات سمی نانومواد در اختیار قانونگذاران داخلی و بین‌المللی قرار دهند. علاوه بر دولت‌ها و سازمان‌های بین‌المللی، سازمان‌های غیردولتی متولی امر در زمینه حقوق بشردوستانه نیز در زمینه ترغیب دولت‌ها به مدون‌سازی نانوفناوری نظامی، گام‌هایی برداشته‌اند. برای نمونه، کمیته بین‌المللی صلیب سرخ در سال ۲۰۰۶ یک *سند راهنما راجع به بررسی تسلیحات، شیوه‌ها و روش‌های جنگی نوین*،[۱۷۱] تهیه و منتشر کرد و همچنین دستورالعمل راجع به حقوق بین‌الملل

166. Substantial Equivalence Principle

167. Precautionary Principle

۱۶۸. البته به‌منظور حل این معضل، اتحادیه اروپا تاکنون موافقت‌نامه اجرایی با بنیاد ملی دانش امریکا، وزارت علوم و فناوری چین و چندین کشور آفریقایی و امریکا لاتین منعقد کرده که البته به‌هیچ‌وجه کافی نبوده است. اقدامات اتحادیه اروپا بر اساس مواد ۱۵۲ (محیط‌زیست)، ۱۵۳ (مصرف‌کنندگان) و ۱۷۴(محیط‌زیست) معاهده اتحادیه اروپا در زمینه نانوفناوری توجیه می‌شود.

169. Breggin, Linda *et al*., "Securing the Promise of Nanotechnologies: Toward Transatlantic Regulatory Cooperation" (2009), pp. 44-47. Also available at: http://www.chathamhouse.org/sites/default/files/public/Research/Energy,EnvironmentandDevelopment/r0909_nanotechnologies.pdf.

170. The Antarctica or Moon Treaties

171. *A Guide to the Legal Review of New Weapons, Means and Methods of Warfare*

قابل‌اجرا بر جنگ‌های هوایی و موشکی تدوین کرد که می‌توان از آن در زمینه مدون‌سازی کاربرد نانوفناوری نظامی بهره برد.

با توجه به نبود معاهده خاص در زمینه کاربرد نانوفناوری نظامی برای مدون‌سازی آن، تاکنون سه نظر عمده از سوی صاحب‌نظران حقوق بین‌الملل ارائه شده است. بر مبنای نظر اول، با توجه به پیشرفت‌های سریع و شگرف نانوفناوری نظامی، امکان مدون‌سازی آن در صحنه مخاصمات وجود ندارد و بنابراین باید از طریق حقوق نرم، نانوفناوری نظامی را تدوین کرد. همچنین بر مبنای این نظریه، از نظر تقسیم‌بندی محتوایی منابع حقوق بین‌الملل، باید حوزه نانوفناوری نظامی را از زمره حوزه حقوق نرم تلقی کرد که از محتوای هنجاری لازم برای ایجاد حقوق و تعهدات لازم‌الاجرا برخوردار نیست.[۱۷۲] نظر دوم، معتقد به بحث کنترل پیشگیرانه تسلیحات حاوی نانوفناوری به‌عنوان مبنای مدون‌سازی نانوفناوری نظامی است که بر مبنای آن، باید در سطح داخلی با تمرکز بر بخش تحقیقات و توسعه نظامی و غیرنظامی نانوفناوری کشورها و در سطح بین‌الملل، با تأکید بر ابزارهایی چون بازرسی و تأیید (عادی و اتهامی) و توسعه صلاحیت نهادهای کیفری بین‌المللی به‌ویژه دیوان کیفری بین‌المللی در صدد پیشگیری از حملات نظامی تسلیحات حاوی نانوفناوری بود.[۱۷۳] نظر سوم، تحت عنوان محدودسازی ارادی، معتقد است که اگرچه با توجه به رشد فزاینده نانوفناوری نظامی، امکان تدوین تعهدات الزام‌آور برای دولت‌ها وجود نداشته، باید مانند کنوانسیون‌های بنیادین سازمان ملل متحد برای تغییرات آب‌وهوایی[۱۷۴] و کنوانسیون بنیادین سازمان بهداشت جهانی برای نظارت بر تنباکو،[۱۷۵] ضمن ایجاد مفاد غیرالزام‌آور، با تأسیس نهادهایی مانند کنفرانس دول عضو کنوانسیون بر روند تدوین مؤثر نانوفناوری نظامی نظارت کرد.

تفاوت نظر اخیر با نظریه اول، تحت عنوان حقوق نرم، در آن است که در این نظریه، بر محدودسازی ارادی دولت‌ها در کاربرد نانوفناوری نظامی تأکید می‌شود. به نظر می‌رسد که در بحث مدون‌سازی نانوفناوری نظامی، جامعه بین‌المللی باید هر سه بحث محدودسازی ارادی، حقوق نرم و کنترل پیشگیرانه تسلیحات نانوفناوری را به‌صورت متوازن دنبال کند.[۱۷۶]

---

172. Abbott, Kenneath. W. and Marchant, Gary. E. and Corley, Elizabeth, *A Soft Law Oversight Mechanisms for Nanotechnology*, JuriMetrics, 2012, pp. 280-285.

173. Altman, Jurgen, *NanoTechnology and Preventive Arms Control*, Deutsche Stiftung Friedensforschung DSF, Universität Dortmund, Germany, 2005, pp. 1-6.

174. United Nations Framework Convention on Climate Change

175. The WHO Framework Convention on Tobacco Control (FCTC)

۱۷۶. البته نهادهای غیردولتی نیز تاکنون طرح‌هایی به‌منظور تدوین نانوفناوری نظامی عرضه کرده‌اند که از آن جمله می‌توان به مباحثه بین‌المللی راجع به تحقیق و توسعه پایدار نانوفناوری (International Dialogue on Responsible Research and Development of Nanotechnology)، اشاره کرد.

چالش به‌کارگیری نانوفناوری نظامی در مخاصمات مسلحانه داخلی و غیربین‌المللی، به‌ویژه در زمینه حمایت از غیرنظامیان نسبت به مخاصمات مسلحانه بین‌المللی مهم‌تر است، چرا که اولاً، «به‌رغم ماده ۳ مشترک کنوانسیون‌های ژنو و پروتکل دوم الحاقی، قواعد تفصیلی حقوق بشردوستانه بین‌المللی، عمدتاً برای منازعات مسلحانه بین‌المللی مقرر شده است».[۱۷۷] ثانیاً، پروتکل دوم الحاقی ۱۹۷۷ به کنوانسیون‌های چهارگانه ژنو، تنها برای طرفین آن الزام‌آور بوده و بالعکس، سایر قواعد بین‌الملل حقوق ژنو از وصف عرفی بین‌المللی برخوردار نیست. البته در سال ۲۰۰۵ به دنبال تحقیقی که کمیته بین‌المللی صلیب سرخ انجام داد، این کمیته دریافت که از ۱۶۱ اصل حقوق بین‌الملل عرفی در مخاصمات مسلحانه بین‌المللی، ۱۴۸ اصل در مخاصمات مسلحانه غیربین‌المللی و داخلی نیز اعمال می‌شود.[۱۷۸] از سوی دیگر، اساسنامه دیوان کیفری بین‌المللی و به‌ویژه ماده ۸ آن، راجع به جنایات جنگی در رابطه با سلاح‌های حاوی نانوفناوری قابل اعمال نیست چرا که این ماده، از «دیگر نقض‌های فاحش قوانین و عرف‌های قابل‌اجرا در منازعات مسلحانه در چارچوب تعیین‌شده در حقوق بین‌الملل»، صحبت می‌کند، درحالی‌که هم‌اکنون، هیچ معاهده یا عرف بین‌المللی در زمینه تدوین کاربرد تسلیحات حاوی نانوفناوری در حقوق بین‌الملل وجود ندارد. با درج بند ۲ ماده ۸ اساسنامه دیوان کیفری بین‌المللی مبنی‌بر امکان بررسی واردکردن تسلیحات نوین در دوره‌های هفت‌ساله بازنگری اساسنامه، امروزه می‌توان اساسی‌ترین رکن برای غیرقانونی‌اعلام‌کردن سلاح‌های حاوی نانوفناوری را دیوان کیفری بین‌المللی دانست. بنابراین باید تا اجلاس بازنگری بعدی دیوان در سال ۲۰۱۷ با روشن‌ساختن خطرات بالقوه سلاح‌های حاوی نانوفناوری، برخی از انواع آن را در زمره سلاح‌های ممنوعه قرار داد. بااین‌حال، تلاش‌ها در این زمینه رو به افزایش است. برای نمونه، *انجمن سلطنتی بریتانیا*[۱۷۹] در سال‌های گذشته، گزارشی منتشر کرد که بر مبنای آن، پیشنهاد شد که پیش از آنکه دولت این کشور بتواند هرگونه قانونگذاری جدیدی در عرصه نانوفناوری ازجمله نانوفناوری نظامی داشته باشد، دو تا پنج سال، تحقیقات دانشگاهی و صنعت درمورد آن انجام شود.[۱۸۰]

۱۷۷. دوسوالد ـ بک، لوییس؛ *اجرای حقوق بشردوستانه بین‌المللی در جنگ‌های آینده*(قسمت دوم)، ترجمه: حسین شریفی طرازکوهی، *مجله سیاست دفاعی*، شماره۳۴، بهار۱۳۸۰، ص ۱۲۶.

178. The Figures are reported in international committee of Red Cross, International Humanitarian Law and the Challenge of Contemporary Armed Conflicts 2012, p. 12.

179. British Royal Society

180. UNESCO's Report, *op. cit.*, p. 16.

۳ـ۲. خلأها و پیشنهادها در کاربرد فناوری‌های نانو نظامی با تأکید بر رعایت قواعد بشردوستانه

۱. نبود سامانه شکایت در موارد نقض حقوق بین‌الملل بشردوستانه با استفاده از سلاح‌های مبتنی بر نانوفناوری در نزد دبیرکل ملل متحد، مانند سلاح‌های شیمیایی یا بیولوژیکی: در ۱۳دسامبر ۱۹۸۲، مجمع عمومی به دبیرکل اجازه داد تا با تعیین تعدادی کارشناس ذی‌صلاح، هرگونه شکایت نسبت به کاربرد تسلیحات شیمیایی یا بیولوژیک را بررسی کند.[۱۸۱] با استفاده از همین شیوه بود که جمهوری اسلامی ایران در ماه مارس ۱۹۸۴، تقاضا کرد که برای بررسی استفاده عراق از تسلیحات شیمیایی، دبیرکل، هیئت حقیقت‌یاب تشکیل دهد. این در حالی است که برای شکایت دولت‌ها نسبت به کاربرد سلاح‌های حاوی نانوفناوری، نظام اختصاصی وجود ندارد. بنابراین پیشنهاد می‌شود هرچه سریع‌تر این نظام بنیان شود.

۲. نبود سازوکار مؤثر و الزام‌آور به‌منظور هدایت دولت‌ها به استفاده صلح‌آمیز از فناوری نانو ازجمله در عرصه نظامی: برای حل این خلأ باید با تأکید بر بند ۴ ماده ۱۵ میثاق بین‌المللی حقوق مدنی و سیاسی که در زمینه تعهد دول عضو به ایفا، محافظت و احترام به منافع ناشی از توسعه همکاری و مبادلات بین‌المللی در زمینه‌های مختلف علوم ازجمله نانوفناوری نظامی است، دول عضو را به سمت فعالیت‌های صلح‌آمیز نانوفناوری سوق داد. این امر در «گزارش ویژه سال ۲۰۰۱ راجع به فناوری‌های نوظهور و آثار آن بر کنترل تسلیحات و عدم تکثیر»[۱۸۲] سازمان آتلانتیک شمالی (ناتو) نیز تأکید شده است.[۱۸۳]

۳. عدم ترسیم مرز دقیق قانونی ملی و بین‌المللی میان موارد مختلف کاربرد نانوفناوری نظامی، خاصه راجع به نانومواد و نانوحس‌گرها در خدمات غیرنظامی مانند علوم مخابراتی و رایانه‌ای و خدمات نظامی و قابل‌دسترس‌شدن نانوفناوری نظامی در خدمت گروه‌های غیرمسئول، ازجمله تروریست‌ها به‌ویژه به دلیل کارکردهای دوگانه نانوفناوری نظامی. درمقابل، افرادی مانند *هاوارد*[۱۸۴] پیشنهاد کرده‌اند که حداقل درمورد تسلیحات حاوی نانوفناوری کشتارجمعی باید یک معاهده بین‌المللی مشابه معاهده فضای ماورای جو ۱۹۷۶ ـ که کاربرد هرگونه تسلیحات کشتارجمعی را ازجمله تسلیحات نانوفناوری کشتارجمعی ممنوع کند ـ برای محیط درون جو زمین نیز منعقد شود به‌گونه‌ای که کاربرد هرگونه تسلیحات کشتارجمعی اعم

181. UNGA Res 37/98 D 'Provisional Procedures to Uphold the Authority of the 1925 Geneva Protocol' [13 December 1982], pp. 2-6.

182. Special Report on Emerging Technologies and Their Impact on Arms Control and Non-Proliferation

۱۸۳. در این گزارش آمده بود «که دولت‌ها و سازمان‌های بین‌المللی ذی‌ربط باید توجه کافی به توسعه نانوفناوری داشته و به همراه دانشمندان در فرآیند صلح‌آمیز این علوم مشارکت داشته باشند». برای اطلاعات بیشتر، ن.ک:
http://www.nato-pa.int/default.asp?SHORTCUT=677, p. 7 (14/4/2014).

184. Howard

از هسته‌ای، شیمیایی و بیولوژیک با استفاده از فناوری نانو در محیط داخل جو ممنوع شود. وی بر اساس همین مبنا پیشنهاد می‌کند که کنوانسیونی تصویب شود با عنوان «*کنوانسیون منع کاوش و مهندسی نانوفناوری در فضای (اتمی ـ مولکولی) داخل جو*»[۱۸۵] که هدفش چنین باشد: «ایجاد بازار جامع و متعالی برای مبارزه با تسلیحات حاوی نانوفناوری کشتارجمعی» و تبیین این پیام که تسلیحات حاوی نانوفناوری کشتارجمعی، «تهدیدی نسبت به همه بشریت و زیست‌بوم زمین است». همچنین، بر مبنای نظریه هاوارد، طرفین چنین کنوانسیون احتمالی باید «متعهد شوند تا تحت هر شرایطی از هرگونه مداخله، حمایت، ترویج هر نوع فعالیت تحت کنترل و صلاحیت‌شان که شامل یا مرتبط با کاوش و مهندسی نانوفناوری در فضای داخل جو باشد اجتناب ورزند». وی همچنین برای اجرای بهتر چنین معاهده احتمالی، تأسیس سازمانی موسوم به *سازمان منع نانوفناوری*[۱۸۶] را پیشنهاد می‌کند.[۱۸۷] بااین‌حال به چند دلیل عمده، چون وجود تفاوت‌های بسیار میان فضای ماورای جو و محیط داخل جو، محدودشدن نظریه هاوارد به تسلیحات کشتارجمعی و عدم تبیین قواعدی راجع به تسلیحات متعارف حاوی نانوفناوری، گستردگی و پیچیدگی بیش از حد فناوری نانو، امکان تدوین رژیم جامع وجود نداشته، بلکه به نظر می‌رسد در غیر از موارد مطروحه باید به‌صورت جداگانه به تدوین و توسعه قواعد بین‌المللی پرداخت. بر همین مبنا، عدم امکان تدوین رژیم حقوقی بین‌المللی جامع راجع به نانوفناوری نظامی، برخی مانند *ساتون* را واداشته تا پیشنهاد کنند که تنها راه ایجاد نظام شفاف بین‌المللی راجع به نانوفناوری نظامی، ایجاد نوعی دیپلماسی موسوم به *نانودیپلماسی*[۱۸۸] بر مبنای همگرایی نقاط تلاقی مشترک حقوق و اخلاق است؛ بدین صورت که دولت‌ها و اشخاص با تبادل، انتقال و تشریک مساعی اطلاعاتی و تدوین مجموعه قواعد رفتاری در زمینه نانوفناوری نظامی می‌توانند در راستای کنترل و نظارت بر روند توسعه و کاربرد نانوفناوری، گام مهم نظامی بردارند.[۱۸۹]

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

185. Treaty on the Prohibition of Nanotechnological Exploration and Engineering of Inner (Atomic and Molecular) Space

186. Organization for the Prohibition of Nanotechnology (OPN)

187. Howard, Sean; "Nanotechnology and Mass Destruction: The Need for an Inner Space Treaty", http://www.acronym.org.uk/dd/dd65/65op1.htm, p. 1 (last visited: 12/11/2014).

188. Nano Diplomacy

189. For more information *see*: Sutton, Victoria, "Military Technologies, Nanotechnology and Law: Using Nano-Science Fiction as An Analytical Tool", (March 1, 2010), *ExpressO*, http://works.bepress.com/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=victoria_sutton, p. 22. (last visited: 18/9/2014).

نتیجه

کاربرد نظامی فناوری نانو در تولید و توسعه ادوات و تجهیزات نظامی در زمره کاربردهای دوگانه نظامی است که هم می‌توان از آن، در کاربردهای مشروع چون مقاوم‌کردن پوشش نظامی رزمندگان یا حس‌گرهای نانو که قابلیت تفکیک میان رزمندگان و غیررزمندگان را افزایش می‌دهند استفاده کرد و هم در کاربردهای غیرمشروع، چون استفاده در ساخت تسلیحات بیولوژیک و هسته‌ای بهره برد. عمده‌ترین عرصه کاربرد نظامی فناوری نانو، در تولید و توسعه تجهیزات و ادوات نظامی بیولوژیک است، به‌گونه‌ای که علم نوینی به نام نانوزیست‌فناوری، مسئول پرداختن به آن است. در سال‌های اخیر، قابلیت دسترسی انواع وسایل نانوفناوری در خدمت عموم بشریت، خطرات تهدیدات نانوفناوری نظامی را به‌عنوان خطر عمدهٔ بالقوه نسبت به صلح و امنیت بین‌المللی در آینده افزایش داده است. این درحالی است که عدم آموزش کافی و مؤثر بسیاری از نیروهای نظامی کشورها برای مقابله با این تهدیدات، خارج‌شدن انحصار فناوری‌های نانو از توان دولتی و انتقال آن به شرکت‌های چندملیتی و ظهور و توسعه گروه‌های غیردولتی چون عملکرد بین‌المللی تروریسم، موجب شده که تلفات و خسارت‌های احتمالی ناشی از استفاده از فناوری مخرب نانو چند برابر شود. امکان به‌کارگیری نانوفناوری در سال‌های گذشته به‌ویژه در قالب نانوذرات سبک برای استفاده در اسلحه‌های نظامی با قدرت تخریب زیاد یا نانوکامپوزیت‌ها برای به‌کارگیری در صنایع هوایی، صنایع دفاعی جهان را به‌ویژه در بخش نظامی هوایی با تحولات شگرف مواجه کرده است. از طرف دیگر، با سرمایه‌گذاری گسترده کشورهای توسعه‌یافته در بخش نانوفناوری مخابرات و افزایش قابلیت‌هایی مانند افزایش سرعت و پهنای باند وسیع شبکه‌های مخابراتی و غفلت از آن در کشورهای درحال‌توسعه، اینک جنگ‌های نوین سایبری رخ می‌دهد. یکی از علل بروز حملات بدافزار *استارکس نت* و *فلیم* به صنایع هسته‌ای و نفتی ایران در سالیان گذشته، همین غفلت از سرمایه‌گذاری بر روی نانوفناوری بوده است. بنابراین نانوفناوری نظامی می‌تواند ابعاد مختلف امنیتی، پدافندی،[۱۹۰] راهبردی و توسعه‌ای را برای یک کشور به همراه داشته باشد که در صورت فقدان آن، خسارات وسیع و جبران‌ناپذیری به‌بار می‌آید. عمده نگرانی‌ها راجع به استفاده از سلاح‌های نانوفناوری در صحنه مخاصمات، قابلیت آن برای تأثیرات سوء بر انسان و محیط‌زیست است. در این زمینه باید استفاده از نانومواد غیرارگانیک و مهندسی‌شده همچون تیتانیوم دی‌اکسید در تولید و توسعه ادوات و تجهیزات

۱۹۰. لزوم توجه به استفاده از فناوری‌های نانو در صنایع نظامی، آن‌چنان واجد اهمیت است که در صحنه مخاصمات، طرف متخاصم متقابل می‌تواند با تولید پالس‌های الکترومغناطیسی با عرض کوتاه و توان‌گذرای بسیار زیاد در صورت عدم حفاظت ابزارهای نظامی در مقابل این حملات، موجب تخریب دائمی یا موقت آن‌ها شود. برای اطلاعات بیشتر در این مورد، ن.ک: محمد ابراهیم‌نژاد؛ *آشنایی با تسلیحات غیرکشنده*، انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر، ۱۳۸۶، ص ۲.

نظامی را که در بسیاری از موارد، سمی‌بودن آن‌ها برای انسان و محیط‌زیست آشکار شده است، به حداقل رساند و به‌جای آن بر نانومواد ارگانیک تکیه کرد. بدون شک، این امر با تعهدات کشورها به‌موجب ماده ۳۶ پروتکل اول الحاقی ۱۹۷۷ کنوانسیون‌های چهارگانه ژنو نیز تطابق بیشتری دارد. در این زمینه تلاش‌هایی در حال انجام است تا رشته نوین به نام نانوفناوریِ معکوس ایجاد شود که در صدد کاهش استفاده از نانومواد غیرارگانیک و مهندسی‌شده در تولید و توسعه تجهیزات مختلف ازجمله نظامی است. در زمینه تطابق نانوفناوری نظامی با اصل تفکیک، نیز باید گفت که نمی‌توان تمامی کاربردهای نظامی فناوری نانو را به‌صورت مطلق بر مبنای اصل تفکیک ممنوع کرد چرا که برخی استفاده‌های آن، همچون حس‌گرهای نانو باعث می‌شود که رعایت اصل تفکیک میان نظامیان و غیرنظامیان در صحنه مخاصمات با دقت بیشتری انجام گیرد، درحالی‌که برخی دیگر از انواع کاربرد آن، چون کاربرد بمب‌های تنگستن توسط رژیم غاصب صهیونیستی، اصل مزبور را به‌وضوح نقض می‌کند. نتیجه پایانی تحقیق حاضر این است که در تمامی موارد تطبیق کاربردهای نظامی فناوری نانو با اصول بین‌المللی حقوق بشردوستانه باید با توجه به ضرورت نظامی، اوضاع‌واحوال خاص حاکم بر مخاصمات مسلحانه و اصل تناسب به‌صورت خاص به بررسی کاربرد نانوفناوری نظامی پرداخت و بدین روی، از صدور حکم ممنوعیت یا مشروعیت مطلق یا کلی نانوفناوری نظامی در صحنه مخاصمات با توجه به اصول حقوق بین‌الملل بشردوستانه احتراز کرد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع:

الف) فارسی

ـ کتاب

- ابراهیم‌نژاد، محمد؛ *آشنایی با تسلیحات غیرکشنده*، انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر، ۱۳۸۶.
- ساعد، نادر؛ *حقوق خلع‌سلاح و حاکمیت دولت‌ها*، خرسندی، ۱۳۸۸.
- شریفی طرازکوهی، حسین؛ *حقوق بشردوستانه بین‌المللی*، میزان، ۱۳۹۰.
- ضیایی بیگدلی، محمدرضا؛ *حقوق بین‌الملل بشردوستانه*، چاپ دوم، گنج دانش، ۱۳۹۲.
- کاسسه، آنتونیو؛ *نقش زور در روابط بین‌الملل*، ترجمه: مرتضی کلانتریان، آگه، ۱۳۷۵.
- ممتاز، جمشید و امیرحسین رنجبریان؛ *حقوق بین‌الملل سلاح‌های کشتارجمعی*، میزان، ۱۳۸۷.
- ممتاز، جمشید؛ *حقوق بین‌الملل سلاح‌های کشتارجمعی*، ترجمه و تحقیق: امیرحسین رنجبریان، میزان، ۱۳۹۰.
- مهاجرانی، میرسعید؛ *تبدیل صنایع نظامی* (مفاهیم، روش‌ها و تجارب عملی)، انتشارات دانشگاه امام حسین(ع)، ۱۳۸۱.

ـ مقاله

- البرزی ورکی، مسعود؛ «نقد و بررسی نظر مشورتی دیوان بین‌المللی دادگستری راجع به تهدید یا توسل به سلاح‌های هسته‌ای»، *مجله حقوقی بین‌المللی*، شماره ۳۱، ۱۳۸۳.
- آشوری، «ایران، معرفی: نانوفناوری چیست؟» *مجله کتاب ماه علوم و فنون*، شماره ۱۰۱، ۱۳۸۷.
- افتخاری، اصغر و مهدی کامکار؛ «جنگ‌های آینده و فناوری پیشرفته (اولویت‌بندی نسل بعدی توانمندی‌ها)»، *فصلنامه نگرش راهبردی*، شماره ۸۹ و ۹۰، ۱۳۸۷.
- ادیت، براون‌ویس؛ «حفاظت از محیط‌زیست و حقوق نسل‌های آینده در پرتو رأی مشورتی ۱۹۹۶ دیوان بین‌المللی دادگستری»، *فصلنامه سیاست خارجی*، شماره ۵۹، ۱۳۸۰.
- بیگدلی، محمدرضا؛ «نگرشی بر مسئولیت بین‌المللی ناشی از نقض حقوق بشر و حقوق بشردوستانه»، *فصلنامه پژوهش حقوق عمومی*، شماره ۱۳، زمستان ۱۳۸۳.
- حسین‌زکی، ناظر؛ «حمایت از محیط‌زیست در مخاصمات مسلحانه»، در مجموعه مقالات کتاب اسلام و حقوق بین‌الملل بشردوستانه، مرکز مطالعات تطبیقی اسلام و حقوق

بشردوستانه بین‌المللی با همکاری نشر میزان، ۱۳۹۲.

- حسینی اکبرنژاد، حوریه؛ «جنگ علیه حقوق جنگ؛ ارزیابی نبرد ۲۲ روزه غزه از نگاه حقوق بین‌الملل بشردوستانه»، *مجله حقوقی بین‌المللی*، شماره ۴۰، ۱۳۸۸.
- جان‌فشان، بیتا؛ «نانوتکنولوژی: فرصت‌ها و ریسک‌ها: بیمه‌پذیری فناوری‌های نوظهور»، *ماهنامه تازه‌های جهان بیمه*، شماره ۹۳، ۱۳۸۴.
- جوانمردی، محمد ودیگران؛ «رتبه‌بندی حوزه‌های مختلف ریسک زیست‌محیطی و سلامت انسان در فناوری نانو با استفاده از روش Topsis و AHP در محیط فازی»، *فصلنامه مدیریت شهری*، شماره ۳۱، ۱۳۹۲.
- دوسوالد ـ بک؛ «اجرای حقوق بشردوستانه بین‌المللی در جنگ‌های آینده (قسمت اول)»، ترجمه: حسین شریفی طرازکوهی، *مجله سیاست دفاعی*، شماره ۳۲ و ۳۳، ۱۳۷۹.
- دوسوالد ـ بک، لوییس؛ «اجرای حقوق بشردوستانه بین‌المللی در جنگ‌های آینده (قسمت دوم)»، ترجمه: حسین شریفی طرازکوهی، *مجله سیاست دفاعی*، شماره ۳۴، ۱۳۸۰.
- رمضانی قوام‌آبادی، محمدحسین؛ «بررسی تطبیقی اجرای اصل احتیاط زیست‌محیطی در پرتو آرا و تصمیمات مراجع بین‌المللی»، *فصلنامه پژوهش حقوق عمومی*، سال پانزدهم، شماره ۴۰، ۱۳۹۲.
- زمانی، سیدقاسم و سیدرضا رفیعی؛ «کاربرد سلاح‌های حاوی اورانیوم ضعیف‌شده از منظر حقوق بشردوستانه بین‌المللی»، *مجله حقوقی بین‌المللی*، شماره ۴۹، ۱۳۹۲.
- ساعد، نادر؛ «چالش‌های فراروی حقوق بشردوستانه در جنگ پست مدرن»، *فصلنامه سیاست دفاعی*، شماره ۶۶، ۱۳۸۸.
- ساعد، نادر؛ «منع مطلق سلاح هسته‌ای: نظم حقوقی در حال گذار»، *فصلنامه سیاست دفاعی*، شماره ۵۸، ۱۳۸۶.
- سلطانی، علی‌محمد و سیدسپهر قاضی‌نوری؛ «به کارگیری ماتریس TOWS در استخراج استراتژی‌های ملی نانو تکنولوژی در ایران»، دفتر همکاری‌های فناوری ریاست جمهوری، در *مجموعه مقاله‌های همایش علمی ـ کاربردی نانو تکنولوژی، انقلاب صنعتی آینده*، جلد اول، مجموعه مقاله‌های بخش سیاست‌گذاری، علوم پایه، نانوتیوب، علوم زیستی، پژوهه، ۱۳۸۰ .
- شافع، میرشهبیز، «رأی مشورتی دیوان بین‌المللی دادگستری در خصوص تهدید به استفاده یا استفاده از سلاح‌های هسته‌ای»، *فصلنامه حقوق* دانشگاه تهران، شماره ۴۱، ۱۳۷۷.
- شجاع، جواد؛ «درآمدی بر کاربردهای نظامی فناوری نانو از نگاه حق بر زندگی در صلح»، *مجله حقوقی بین‌المللی*، شماره ۴۰، ۱۳۸۸.
- عرفان‌منش، محمدامین و فرشته دیدگاه؛ «بررسی سهم کشورهای جهان از تولید علم در

حوزه علوم و فناوری نانو در پژوهش‌های بین‌المللی (پایگاه آی.اس.ای)»، *فصلنامه اطلاع‌شناسی*، شماره ۳۰، ۱۳۸۹.

- کنعانی، محمدهاشم؛ «نانوتکنولوژی: کاربردها و چالش‌ها، مجله اطلاع‌یابی و اطلاع‌رسانی»، بهمن، شماره ۴، ۱۳۸۶.
- لیزل، جان؛ «نانوتکنولوژی، منافع و خطرات»، *مجله مکاتبه و اندیشه*، شماره ۲۵، ۱۳۸۵.
- مظاهری اسدی، مهناز و آزاده غلامی قوام‌آباد؛ «نانوتکنولوژی، مخاطرات بهداشتی و محیط‌زیستی»، *فصلنامه راهبرد*، شماره ۵۵، ۱۳۸۹.
- معاونت پژوهش و تولید علم، «نقد و تحلیل کتاب نانوفناوری و جنگ‌های مدرن: ظرفیت‌ها و موانع»، *فصلنامه نگرش راهبردی*، شماره ۸۹ و ۹۰، ۱۳۸۷.
- موسوی ثابت، سیدرضا؛ «لزوم حمایت از محیط‌زیست در مخاصمات مسلحانه»، در مجموعه مقالات کتاب *اسلام و حقوق بین‌الملل بشردوستانه*، مرکز مطالعات تطبیقی اسلام و حقوق بشردوستانه بین‌المللی با همکاری نشر میزان، ۱۳۹۲.
- میرزایی، سیداحمد؛ «تجربیات جمهوری اسلامی ایران در زمینه‌های دیپلماسی کنترل تسلیحات بیولوژیک»، *فصلنامه سیاست دفاعی*، شماره ۷۵، ۱۳۹۰.

ـ تارنما

- https://www.tebyan.net/newindex.aspx?pid=934&articleID=279518, (last visited: 11/10/2014).
- http://javanonline.ir/fa/mobile/660163, (last visited: 31/12/2014).
- http://www.internationallaw.ir/index.php?option=com_content&view=article&id=321:2014-08-05-06-14-42&catid=83&Itemid=560.
- http://www.mehrnews.com/news/2335400/. p. 1(last visited: 22/1/2015).
- http://elmi.basijasatid.ir/?q=node/741, (last visited: 22/1/2015).

ب) انگلیسی

Books

- Abbott, Kenneath, W. and Marchant, Gary. E. and Corley, Elizabeth, *A Soft Law Oversight Mechanisms for Nanotechnology*, JuriMetrics 2012.
- Allhoff, Fritz; Lin, Patrick; Moore, Daniel, *What Is Nanotechnology and Why Does It Matter: From Science to Ethics*, Wiley, 1st ed, 2010.
- Allhoff, Fritz and Lin, Patrick, Moore, Daniel, *Nanotechnology & Society: Current and Emerging Ethical Issues*, Springer Science & Business Media, 2008.
- Altmann Jürgen and Mark A. Gubrud, "Military, Arms Control, and Security Aspects of Nanotechnology", D. Baird, A. Nordmann & J.

Schummer (eds.), *Discovering the Nanoscale*, Amsterdam: IOS Press, 2004.
- Altman, Jürgen, *NanoTechnology and Preventive Arms Control*, Deutsche Stiftung Friedensforschung DSF, Universität Dortmund, Germany, 2005.
- Altmann, Jürgen, *Military Nanotechnology: Potential Applications and Preventive Arms Control*, Routledge, 2007.
- Bennett-Woods, Deb, *Nanotechnology: Ethics and Society*, CRC Press, 2008.
- Bhushan, Bharat, *Springer Handbook of Nanotechnology*, vol. 1, Springer Science & Business Media, 2004.
- Bonča, Janez; Kruchinin, Sergei, *Nanotechnology in the Security Systems*, Springer, 2015.
- Boutruche, Théo, *Current Challenges in the Legal Regulation of the Methods of Warfare*, Proceedings of the Bruges Colloquium Technological Challenges for the Humanitarian Legal Framework, 21-22 October 2010.
- Brune, Harald *et al*, *Nanotechnology: Assessment and Perspectives*, Springer Science & Business Media, 2006.
- Chou, Hsun-Wen, *Nanotoxicology: From Nano Titanium Dioxide Particle Size Effect on Ceriodaphnia Dubia to Death Mechanism*, ProQuest, 2008.
- Committee on International Security and Arms Control, National Academy of Sciences, *The Future of U.S. Nuclear Weapons Policy*, National Academies Press, 1997.
- Crowe, Jonathan; Scheuber, Kylie Weston, *Principles of International Humanitarian Law*, Edward Elgar Publishing, 2013.
- Dana, David A., *The Nanotechnology Challenge: Creating Legal Institutions for Uncertain Risks*, Cambridge University Press, 2011.
- De la Fuente, Jesus M. and Grazu, V., *Nanobiotechnology: Inorganic Nanoparticles v. Organic Nanoparticles*, Elsevier, 2012.
- Faunce, Thomas, *Nanotechnology for a Sustainable World: Global Artificial Photosynthesis as Nanotechnology's Moral Culmination*, Edward Elgar Pub, 2012.
- Hays, Sean A., Scott Robert, Jason, Miller, Clark A. and Bennett, Ira, *Nanotechnology, the Brain, and the Future*, Springer Science & Business Media, 2012.
- Heintschel von Heinegg, Wolff, *International Humanitarian Law Facing New Challenges*, Springer Publishing, 1st Edition, 2007.
- Hildering, Antoinette, *International Law, Sustainable Development and Water Management*, Eburon Uitgeverij B. V., 2004.
- Houdy, Philippe; Lahmani, Marcel and Marano, Rancelyne, *Nanoethics*

and Nanotoxicology, vol. 4, Springer Science & Business Media, 2011.
- Hull, Matthew and Bowman, Diana, *Nanotechnology Environmental Health and Safety: Risks, Regulation, and Management*, William Andrew, 2014.
- Jha, A. R, *MEMS and Nanotechnology-Based Sensors and Devices for Communications*, CRC Press; 1st ed, 2008.
- Kosal. E, Margaret, *Anticipating the Biological Proliferation Threat of Nanotechnolgy: Challenges for International Arms Control Regimes*.
- Kosal. E, Margaret, "Applying Nanotechnology to Revolutionary Chemical and Biological Countermeasures", in *Nanotechnology for Chemical and Biological Defense*, Springer Publications, 2009.
- Krishna, Kant, *Computer-Based Industrial Control, 2/e*, PHI Learning Pvt. Ltd., 2010.
- Lansdown, Alan B. G., *The Carcinogenicity of Metals: Human Risk through Occupational and Environmental Exposure*, Royal Society of Chemistry, 2013.
- Lele, Ajey, *Strategic Technologies for the Military: Breaking New Frontiers*, SAGE Publications India, 2009.
- Lin, Patrick, "Nanotechnology Bound: Evaluating the Case for More Regulation", in *NanoEthics*, Springer Publication, 2007.
- Maclurcan, Donald and Radywyl, Natalia, *Nanotechnology and Global Sustainability*, CRC Press, 2011.
- Mansoori, G. Ali; George, Thomas F. Assoufid, Lahsen and Zhang, Guoping, *Molecular Building Blocks for Nanotechnology: From Diamondoids to Nanoscale Materials and Applications*, Springer Science & Business Media, 2007.
- Monteiro-Riviere, Nancy A., Lang Tran, C., *Nanotoxicology: Characterization, Dosing and Health Effects*, CRC Press.
- Montini, Massimiliano; Bogdanovic, Slavko, *Environmental Security in South-Eastern Europe: International Agreements and Their Implementation*, Springer Science & Business Media, 2011, p. 119, Press, 2007.
- Nasu, Hitoshi, "Nanotechnology and the Law of Armed Conflict", in *New Technologies and the Law of Armed Conflict*, Springer Publication, 2014.
- Ngo, Christian; van de Voorde, Marcel, *Nanotechnology in a Nutshell: From Simple to Complex Systems*, Springer Science & Business Media, 2014.
- O'Riordan, Timothy, *Interpreting the Precautionary Principle*, Routledge, 2013.
- Pelley, Jennifer and Saner, Marc, *International Approaches to the Regulatory Governance of Nanotechnology*, Carleton University School of Public Policy and Administration, April 2009.

- Plows, Alexandra and Reinsborugh, Michael, "Nanobiotechnology and Ethics: Converging Civil Society Discourses", in *Emerging Conceptual, Ethical and Policy Issues in Bionanotechnolgy*, 2008.
- Prasad, S. K., *Advanced Nanotechnology*, Discovery Publishing House, 2008.
- Ramachandran, Gurumurthy, *Assessing Nanoparticle Risks to Human Health*, William Andrew, 2011.
- Rocci, Luppicini, *Handbook of Research on Technoethics*, IGI Global, 2008.
- Roco, Mihail C., Bainbridge, William Sims, *Nanotechnology: Societal Implications: I: Maximising Benefits for Humanity; II: Individual Perspectives*, vol. 2, Springer Science & Business Media, 2007.
- Selgelid, Michael J. and Rappert, Brian, *On the Dual Uses of Science and Ethics: Principles, Practices, and Prospects*, ANU Press, 2013.
- Tannenwald, Nina, *The Nuclear Taboo: The United States and the Non-Use of Nuclear Weapons Since 1945*, Cambridge University Press, 2007.
- Theodore, Louis and Kunz, Robert G., *Nanotechnology: Environmental Implications and Solutions*, John Wiley & Sons, 2005.
- Wolf, Edward L.; Medikonda, Manasa, *Understanding the Nanotechnology Revolution*, John Wiley & Sons, 2012.

Articles

- Auffan, Mélanie, *et al*., "Towards a Definition of Inorganic Nanoparticles from an Environmental, Health and Safety Perspective", 4 *Nature Nanotechnology*, 2009.
- Asaro, Peter, "On Banning Autonomous Weapon Systems: Human Rights, Automation, and the Dehumanization of Lethal Decision-Making", *International Review of the Red Cross*, No. 886, 2012.
- Backstrom, Alan, Henderson, Ian, "New Capabilities in Warfare: an Overview of Contemporary Technological Developments and the Associated Legal and Engineering Issues in Article 36 Weapons Reviews", *International Review of Red Cross*, vol. 94, No. 886, Summer 2012.
- Breggin, Linda *et al*., "Securing the Promise of Nanotechnologies: Toward Transatlantic Regulatory Cooperation", 2009.
- Cameron, James, Abouchar, Juli, "The Precautionary Principle: A Fundamental Principle of Law and Policy for the Protection of the Global Environment", *Boston College International and Comparative Law Review*, vol. 14, Issue 1, 1991.
- Carrol-Mayer, Moira and Stahl Carsten, Berend, "The Wild West: Nanotechnological Weaponry and the Rule of Law on the Battlefield", 20th BILETA Conference: Over-Commoditized; Over-Centralized; Over-

Observed: the New Digital Legal World? *Queen's University of Belfast*, April 2005.
- Herndon, Robert B., "Operations in Afghanistan: The CJTF-180 Method of Orchestrating Effects to Achieve Objectives", *Field Artillery Journal*, January-February 2004.
- Howard, Sean, "Nanotechnology and Mass Destruction: The Need for an Inner Space Treaty", http://www.acronym.org.uk/dd/dd65/65op1.htm.
- ICRC Editorial, "Science Cannot be Placed above Its Consequence", *International Review of Red Cross*, vol. 94, No. 886, 2012.
- Greenwood, Christopher, "The Advisory Opinion on Nuclear Weapons and the Contribution of the International Court to International Humanitarian Law", *International Review of the Red Cross*, No. 316, 1997.
- Lamprou, Anna, "Nanotechnology Regulation: Policies Proposed by Three Organizations for the Reform of the Toxic Substances Control Act", *Centre for Contemporary History and Policy*, Philadelphia (U.S.A), 2010.
- Lawand, Kathleen, "Reviewing the Legality of New Weapons, Means and Methods of Warfare", *International Review of the Red Cross*, vol. 88 No. 864, 2006.
- Nasu, Hitoshi and Faunce, Thomas, "Nanotechnology and the International Law of Weaponry: Towards International Regulation of Nano Weapons", *Journal of Law, Information and Science*, vol. 20, 2009/2010.
- Pinson, Robert D., "Is Nanotechnology Prohibited by the Biological and Chemical Weapons Conventions", *Berkeley Journal of International Law*, vol. 22, Issue 2, 2004.
- Rifkin, Jeremy and Sale, Kirkpatrick, Bailey, Ronald, "Rebels against the Future: Witnessing the Birth of the Global Antitechnology Movement", *Reason Online*, Feb. 28, 2001, at: http://reason.com/rb/rb022801.html
- Sutton, Victoria, "Military Technologies, Nanotechnology and Law: Using Nano-Science Fiction as An Analytical Tool", 2010.
- Schmitt, Michael N, "Effects-based Operations and the Law of Aerial Warfare", *Washington University Global Studies Law Review*, vol. 5, Issue 2, 2006.
- Vanda, Lamm, "Protection of Civilian Nuclear Installations in Time of Armed Conflicts", https://www.oecd-nea.org/law/nlb/nlb-72/029_038.pdf.

Websites
- http://www.permanent.com/human-extinction-biotechnology-nano.html, (last visited: 11/9/2014).
- http://www.foresight.org/Conference/MNT05/Papers/Gubrud/index.

html, (last visited 04/8/2014).
- http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_winter, (8/9/2014).
- http://www.washingtonpost.com/national/nationalsecurity/supercompute-offertoolsfornucleartestingandsolvingnuclearmysteries/2011/10/03/gIQAjnngdM_story.html, (last visited: 13/11/2014).
- http://crnano.typepad.com/crnblog/2005/03/military_uses_o.html, (last visited: 21/12/2014).
- http://www.alhaq.org/advocacy/topics/gaza/835-briefing-note-ii-the-llegality-f-israels-use-of-dime-weapons, (last visited: 5/7/2014)
- http://crnano.typepad.com/crnblog/2005/03/military_uses_o.html, (last visited: 21/12/2014).
- https://www.icrc.org/customaryihl/eng/docs/v1_cha_chapter20_rule70, last visited 25/12/2014)
- https://www.icrc.org/eng/war-and-law/conduct-hostilities/environmentwarfare/overview-environment-and-warfare.htm, (last visited: 12/9/2014).
- https://www.icrc.org/customary-ihl/eng/docs/v1_rul_rule43, (last visited: 21/10/2014).
- https://www.icrc.org/eng/assets/files/other/icrc_002_0902.pdf, (10/9/2014).
- http://www.nato-pa.int/default.asp?SHORTCUT=677, (14/4/2014).
- http://www.globalresearch.ca/the-devastating-consequences-of-israeli-weapons-testing/23686, (last visited: 22/1/2015).
- https://www.icrc.org/eng/resources/documents/misc/57jmau.htm, (last visited: 22/1/2015).

Documents
- The 2010 North Atlantic Treaty Organization New Strategic Concept Paper.
- National Nanotechnology Initiative– Research and Development Supporting the Next Industrial Revolution– Supplement to the President's FY 2004 Budget, Washington DC, *National Science and Technology Council*, Committee on Technology, Subcommittee on Nanoscale Science, Engineering, and Technology, August 2003; available at nano. gov/nni04_budget_supplement.pdf (17 Nov. 2003).
- UNESCO's Report (SHS-2006/WS/10 REV. 2) on "The Ethics and Politics of Nanotechnology", 2006.
- Tenth Nanoforum Report, "Nanotechnology and Civil Security", June 2007, also available on: http://www.nanowerk. com/nanotechnology/reports/reportpdf/report72.pdf (last visited: 21/12/2014).
- UN Gaza Report, above n 1, 251–253; Richard Falk, Human Rights Situation in Palestine and Other Occupied Arab Territories: Report of the Special Rapporteur on the Situation of Human Rights in the Palestinian Territories Occupied Since 1967, UN Doc A/HRC/10/20 (11 February

2009).
- ICRC, "International Humanitarian Law and the Challenges of Contemporary Armed Conflicts", Document Prepared by the International Committee of the Red Cross for the 30th International Conference of the Red Cross and Red Crescent, Geneva, Switzerland, 26–30 November 2007; *International Review of the Red Cross*, vol. 89 Number 867, September 2007.
- Evans, J., "Draft Report Amendments 197- 339: Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipments (Recast)", *European Parliament, Committee on the Environment, Public Health and Food Safety*, 19 March 2010.
- ICJ, Nuclear Weapons Case, Advisory Opinion, para. 238.
- ICTY, *The Prosecutor v. Dusko Tadić Aka*, Decision on the Defense Motion for Interlocutory Appeal on Jurisdiction, Appeal on Jurisdiction, Appeals Chamber, 2 October 1995, Case No. IT-94-1-1-AR72, para. 119.
- Declaration Agenda for Humanitarian Action Resolutions adopted in 28th International Conference of the Red Cross and Red Crescent Geneva, 2-6 December 2003, Final Goal 2. 5.
- ICRC's Rule 70. Weapons of a Nature to Cause Superfluous Injury or Unnecessary Suffering.
- PCIJ's Case Concerning the Factory at Chorzow (Claim for Identity) (The Merits) Ser. A. No. 17(1928).
- The ICRC Commentary Report in 1987 of article 56.
- Treaty on the Prohibition of Nanotechnological Exploration and Engineering of Inner (Atomic and Molecular) Space.
- International Committee of Red Cross, International Humanitarian Law and the Challenge of Contemporary Armed Conflicts, 2012.
- UNGA Res. 37/98 D, "Provisional Procedures to Uphold the Authority of the 1925 Geneva Protocol", 13 December 1982.
- Special Report on Emerging Technologies and Their Impact on Arms Control and Non-Proliferation.
- United Nations Framework Convention on Climate Change
- United Nation General Assembly's Report of the United Nations Fact-Finding Mission on the Gaza Conflict (A/HRC/12/48), adopted on 25 September 2009.
- The WHO Framework Convention on Tobacco Control (FCT)
- American Council for the United Nations University's Millennium Project, "Environmental Pollution and Health Hazards Resulting from Military Uses of Nanotechnolgy", 2004,
- *A Guide to the Legal Review of New Weapons, Means and Methods of Warfare*