

Nanotechnology and challenges to international humanitarian law: a preliminary legal assessment

نانوفناوری و چالش‌های پیش‌روی حقوق بین‌الملل بشردوستانه:
یک ارزیابی حقوقی مقدماتی^۱

هیتوشو ناتسو

چکیده:

انتظار آن می‌رود که ورود نانوفناوری به حیات مدنی ما و جنگ، اجرا و تفسیر قواعد موجود حقوق بین‌الملل بشردوستانه را تحت تأثیر قرار دهد. این مقاله، چالش‌های پیش‌روی حقوق بین‌الملل بشردوستانه را در اثر کاربرد گسترده‌ی نانوفناوری، در پرتو چهار قاعده‌ی بنیادین حقوق بین‌الملل بشردوستانه مورد تحلیل و ارزیابی قرار می‌دهد: (۱) تعهد به تضمین قانونمندی تسلیحات؛ (۲) تفکیک؛ (۳) تناسب؛ و (۴) احتیاط. سپس این مقاله با تعیین سه حوزه‌ی محل نگرانی برای اعمال حقوق بین‌الملل بشردوستانه، در اثر کاربرد گسترده نانوفناوری، نتیجه‌گیری خود را بیان می‌دارد.

واژگان کلیدی: نانوفناوری، آسیب شدید یا رنج غیرضروری، حفاظت از محیط زیست، اصل تفکیک، تناسب، احتیاط.

^۱ برگردان به فارسی: آرزو به پیک

اثر متقابل پیشرفت فناوری و نیروهای نظامی بر هم یکی از خصایص مستمر در طول تاریخ جنگ است. پیشرفت فناوری می‌تواند نشأت گرفته از ضرورت‌های نظامی بوده و مستقیماً در راستای تأمین ضرورت‌های نظامی باشد. سواى این مورد، پیشرفت فناوری و توسعه‌ی فناوری خارج از حیطه‌ی نظامی نیز عملیات جنگی و انتظارات نظامی را تحت تأثیر قرار داده یا مبرز آن بوده‌اند، گواه این مدعا نوآوری‌های رایانه‌ای و نرم‌افزاری است که منجر به تغییراتی اساسی و گسترده در تاکتیک‌های نظامی ملل توسعه‌یافته شده‌اند.^۲ نانوفناوری عموماً به عنوان نسل نوین فناوری دگرسازی و بازآفرینی قلمداد می‌شود که دارای اثراتی ژرف بر تمامی ابعاد جامعه مدرن است.^۳ انتظار می‌رود که ورود نانوفناوری به حیات مدنی ما و جنگ بر اجرا و تفسیر قواعد موجود حقوق بین‌الملل بشردوستانه اثر گذارده و این پرسش را مطرح نماید که «آیا قواعد حقوق بشردوستانه مزبور در پرتو خصایص ویژه فناوری و نیز با توجه به اثرات بشردوستانه‌ی قابل‌پیش‌بینی که ممکن است داشته باشد، به قدر کافی شفاف و صریح هستند یا نه».^۴

این مقاله، چالش‌های پیش روی حقوق بین‌الملل بشردوستانه در نتیجه کاربرد گسترده مواد ساخته نانوفناوری و سایر کاربردهای بالقوه نانوفناوری را در پرتو آنچه در مقطع کنونی تحقیقات علمی قابلیت تحقق دارد، مورد بررسی قرار می‌دهد.^۵ این بررسی و پژوهش صرفاً می‌تواند جنبه ابتدایی و مقدماتی داشته باشد چرا که قابلیت‌های کامل نانوفناوری هنوز تا کشف کامل فاصله دارد. در این راستا، این مقاله، ابتدا، کاربردهای متعدد

^۲ See generally Peter Dombrowski and Eugene Gholz, *Buying Military Transformation: Technological Innovation and the Defense Industry*, Columbia University Press, New York, 2006; Henry C. Bartlett et al., 'Force planning, military revolutions and the tyranny of technology', in *Strategic Review*, Vol. 24, No. 4, Fall 1996, pp. 28–40

^۳ See e.g., the Center for International Environmental Law (CIEL), *Addressing Nanomaterials as an Issue of Global Concern*, May 2009, p. 1, available at: http://www.ciel.org/Publications/CIEL_NanoStudy_May09.pdf (last visited 30 October 2012).

^۴ International Committee of the Red Cross, *International Humanitarian Law and the Challenges of Contemporary Armed Conflicts*, Report on the 31st International Conference of the Red Cross and Red Crescent, Geneva, 28 November–1 December 2011, p. 36, available at: <http://www.icrc.org/eng/resources/documents/report/31-international-conference-ihl-challenges-report-2011-10-31.htm> (last visited 30 October 2012).

برای یک مطالعه قدیمی تر در مورد تأثیر کلی فناوری بر حقوق بشردوستانه، به طور خاص نک به:

Michael N. Schmitt, 'War, technology and the law of armed conflict', in Anthony M. Helm (ed.), *The Law of War in the 21st Century: Weaponry and the Use of Force*, US Naval War College International Law Studies, Vol. 82, Naval War College, Newport, 2006, p. 137.

^۵ بنابراین، این مقاله به کاربردهای نانو فناوری که در آینده معرفی می‌شوند و در حال حاضر مبتنی بر حدس و گمان‌اند، مانند همگزاران مولکولی جهانی و نانوروبات های خودکار نمی‌پردازد. اگرچه برخی یافته‌های این مقاله ممکن است بر آن‌ها نیز صادق باشند. برای شرح جامعی از کاربردهای ممکن نانوفناوری از نظر علمی، نک:

Jürgen Altmann, *Military Nanotechnology*, Routledge, London, 2006; Jun Wang and Peter J. Dortmans, 'A review of selected nanotechnology topics and their potential military applications', Defence Science and Technology Organisation, Australian Government Department of Defence, 2004, pp. 22–30, available at: <http://www.dsto.defence.gov.au/publications/2610/DSTO-TN-0537.pdf> (last visited 30 October 2012).

نانوفناوری را در ارتباط با جنگ مدرن و با تمرکز ویژه بر حملات نظامی با تسلیحات متعارف معرفی می‌نماید.^۶ سپس، اثر نانوفناوری را بر اعمال چهار قاعده بنیادین حقوق بین‌الملل بشردوستانه بررسی می‌نماید. سپس این مقاله با تعیین سه حوزه محل نگرانی برای اعمال حقوق بین‌الملل بشردوستانه، در اثر کاربرد گسترده نانوفناوری، نتیجه‌گیری خود را بیان می‌دارد.

ارتباط نانوفناوری با جنگ

نانوفناوری حوزه‌ای است علمی که به سرعت در حال تحول بوده و از میان بسیاری از شاخه‌ها از جمله مهندسی، فیزیک کوانتوم، چشم‌پزشکی، شیمی، و زیست‌شناسی گذر کرده و به طور سنتی متضمن دست‌کاری یک ماده در مقیاس اتمی و مولکولی در اندازه‌ای متغیر از ۱ تا ۱۰۰ نانومتر ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) در یک یا بیش از یک بعد بیرونی است.^۷ نانو مواد (ENMs) و نانو ذرات (ENPs) مهندسی‌شده دارای خصوصیات یگانه و ویژه‌ای چون تأخیر در اشتعال، مقاومت در برابر آلودگی، رسانایی الکتریکی فزون‌تر و سختی و استحکام بیشتر با وزنی کمتر هستند که به دلیل کاربرد در طیف گسترده‌ای از محصولات تجاری بازار مشهورند.^۸

با این حال، به موازات این مسائل، نگرانی‌هایی در خصوص خطرناک و سمی بودن این مواد برای سلامت انسان و سیستم‌های زیست محیطی و بیولوژیکی ایجاد شده است.^۹ اگرچه هنوز هیچ‌گونه ادله قطعی و یقینی حاکی از سمی و خطرناک بودن نانوذرات و نانومواد مهندسی‌شده در دسترس نیست، اما در حال حاضر شواهد علمی قانع‌کننده‌ای حاکی از سمی و خطرناک بودن برخی از نانومواد و نانوذرات برای انسان و محیط‌زیست وجود دارد. به عنوان نمونه می‌توان به مواردی چون سمی بودن نانو لوله‌های کربنی چند جداره^{۱۰}، نانومواد نقره‌ای (نقره

^۶ کاربرد نانوفناوری برای سلاح‌های بیولوژیکی، شیمیایی یا هسته‌ای مستلزم بررسی‌های حقوقی جداگانه با رجوع به رژیم‌های معاهداتی مرتبط بوده و بنابراین خارج از تمرکز این مقاله است.

^۷ برای تعاریف مختلف نانوفناوری نک:

European Commission, Commission Recommendation on the definition of nanomaterial, available at: http://ec.europa.eu/environment/chemicals/nanotech/pdf/commission_recommendation.pdf (last visited 30 October 2012); US Environmental Protection Agency (EPA), Nanotechnology White Paper, Office of the Science Advisor, EPA 100/B-07/001, February 2007, p. 5, available at: <http://www.epa.gov/osa/pdfs/nanotech/epananotechnology-whitepaper-0207.pdf> (last visited 30 October 2012).

^۸ پروژه نانوفناوری‌های در حال ظهور در مرکز بین‌المللی وودرو ویلسون برای محققین، به طور منظم، فهرستی از محصولات ساخته‌شده از نانوفناوری را به روز رسانی می‌نماید. که در نشانی زیر در دسترس است:

<http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/> (last visited 30 October 2012).

^۹ See, e.g., US EPA, above note 6, pp. 29–62; UK Department for Environment, Food and Rural Affairs, 'Characterising the potential risks posed by engineered nanoparticles: a second UK government research, report', 2007, available at: <http://www.defra.gov.uk> (last visited 30 October 2012); UK Royal Society & Royal Academy of Engineering, Nanoscience and Nanotechnologies: Opportunities and Uncertainties, 2004, available at: <http://www.nanotec.org.uk/finalReport.htm> (last visited 30 October 2012).

^{۱۰} See, e.g., Massimo Bottini et al., 'Multi-walled carbon nanotubes induce T lymphocyte apoptosis', in *Toxicology Letters*, Vol. 160, 2006, pp. 121–126

نانو)^{۱۱}، نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم^{۱۲}، پودر زینک نانوذرات^{۱۳}، نانوذرات کبالت (فلز لاجورد)^{۱۴}، و نانوذرات نیکل^{۱۵} اشاره نمود. استنشاق نانومواد و نانوذرات مزبور معمولاً منجر به التهاب ریوی و مشکلات قلبی-عروقی می‌شود.^{۱۶} علاوه بر این، مطالعات علمی حاکی از سرطان‌زایی، سمی‌بودن سلولی، و سمی‌بودن ژنی برخی نانومواد و نانوذرات بوده‌اند.^{۱۷} با توجه به قابلیت انتقال وسیع و دوررس نانوذرات پس از انتشار آن‌ها به محیط، تهدیدهای بهداشتی و زیست‌محیطی پیش‌گفته صرفاً محدود به یک مکان نیستند.^{۱۸} ارتباط نانوفناوری به امور نظامی در کاربرد آن به منظور افزایش قابلیت‌های نظامی نهفته است. قابلیت‌هایی چون:

- قابلیت بقای سربازان (برای نمونه، البسه، زره و تجهیزات نظامی سبک‌تر، مستحکم‌تر و مقاوم‌تر در برابر حرارت)؛^{۱۹}

^{۱۱} See, e.g., Maqsood Ahamed, Mohamad S. Alsali and M. K. J. Siddiqui, 'Silver nanoparticle applications and human health', in *Clinica Chimica Acta*, Vol. 411, 2010, pp. 1841–1848; Susan W. P. Wijnhoven et al., 'Nano-silver – a review of available data and knowledge gaps in human and environmental risk assessment', in *Nanotoxicology*, Vol. 3, No. 2, 2009, pp. 109–138.

^{۱۲} See, e.g., Benedicte Trouiller et al., 'Titanium dioxide nanoparticles induce DNA damage and genetic instability in vivo in mice', in *Cancer Research*, Vol. 69, No. 22, 2009, pp. 8784–8789.

^{۱۳} See, e.g., Bing Wang et al., 'Acute toxicity of nano- and micro-scale zinc powder in healthy adult mice', in *Toxicology Letters*, Vol. 161, No. 2, 2006, pp. 115–123.

^{۱۴} See, e.g., Limor Horev-Azaria et al., 'Predictive toxicology of cobalt nanoparticles and ions: comparative in vitro study of different cellular models using methods of knowledge discovery from data', in *Toxicological Sciences*, Vol. 122, No. 2, 2011, pp. 489–501.

^{۱۵} See, e.g., Jodie R. Pietruska et al., 'Bioavailability, intracellular mobilization of nickel, and HIF-1 α activation in human lung epithelial cells exposed to metallic nickel and nickel oxide nanoparticles', in *Toxicological Sciences*, Vol. 124, No. 1, 2011, pp. 138–148.

^{۱۶} See, e.g., Weiyue Feng et al., 'Nanotoxicity of metal oxide nanoparticles in vivo', in Saura C. Sahu and Daniel A. Casciano (eds), *Nanotoxicology: From In Vivo and In Vitro Models to Health Risks*, John Wiley & Sons, West Sussex, 2009, pp. 247–269; Ken Donaldson et al., 'Pulmonary and cardiovascular effects of nanoparticles', in Nancy A. Monteiro-Riviere and C. Lang Tran (eds), *Nanotoxicology: Characterization, Dosing and Health Effects*, Informa Healthcare, New York, 2007, pp. 267–298; Günter Oberdörster et al., 'Nanotoxicology: an emerging discipline evolving from studies of ultrafine particles', in *Environmental Health Perspectives*, Vol. 113, No. 7, 2005, pp. 829–833.

^{۱۷} به طور کلی نک:

Shareen H. Doak et al., 'Genotoxicity and cancer', in Bengt Fadeel et al., (eds), *Adverse Effects of Engineered Nanomaterials: Exposure, Toxicology, and Impact on Human Health*, Elsevier, London, 2012, pp. 243–261; Laetitia Gonzalez, Dominique Lison and Micheline Kirsch Volders, 'Genotoxicity of engineered nanomaterials: a critical review', in *Nanotoxicology*, Vol. 2, No. 4, 2008, pp. 252–273.

^{۱۸} CIEL, above note 2, pp. 11–12.

^{۱۹} موسسه نانوفناوری برای سرباز (آی. اس. ان.) به عنوان مرکزی برای همکاری تحقیقاتی بین ارتش آمریکا و موسسه‌ی فناوری ماساچوست، برای انجام تحقیق مقدماتی و کاربردی به منظور افزایش قابلیت بقای حیات سربازان ایجاد شد. نک:

see the website at: <http://web.mit.edu/ISN/> (last visited 30 October 2012).

- حفاظت از نیروها (به عنوان مثال، استتار پیشرفته^{۲۰}، روکش غیرقابل شناسایی هواپیماها،^{۲۱} ردیاب‌های مواد منفجره^{۲۲}، حسگرهای بیولوژیکی/شیمیایی^{۲۳})؛
- تحرک نیروها (برای مثال، کوچک‌سازی دستگاه‌های ارتباطی^{۲۴} و مخابراتی، افزایش تولید انرژی و ظرفیت ذخیره‌سازی^{۲۵})؛
- قابلیت نفوذ (به عنوان مثال، نانومواد منفجره پرنرزی^{۲۶}، پرتابه‌های اندوده به نانومواد که قابلیت نفوذ به زره دارند^{۲۷})؛ و
- به‌کارگیری انرژی و نیروی متمرکز (برای نمونه، نانو وسایل نقلیه هوایی^{۲۸}، گلوله‌های خودهدایت‌شونده^{۲۹}).

^{۲۰} See, e.g., Andrea Di Falco, Martin Ploschner and Thomas F. Krauss, 'Flexible metamaterials at visible wavelengths', in *New Journal of Physics*, Vol. 12, 2010, p. 113006.

^{۲۱} See, e.g., Haofei Shi et al., 'Low density carbon nanotube forest as an index-matched and near perfect absorption coating', in *Applied Physics Letter*, Vol. 99, 2011, p. 211103.

^{۲۲} See, e.g., I. A. Levitsky, 'Highly sensitive and selective explosive detector based on nanoporous silicon photonic crystal infiltrated with emissive organics', in *IEEE Nanotechnology Magazine*, September 2010, p. 24

^{۲۳} برای بررسی و تحلیل دقیق تر، نک:

Margeret E. Kosal, *Nanotechnology for Chemical and Biological Defense*, Springer, Dordrecht, 2009, pp. 43–52.

^{۲۴} J. Wang and P. J. Dortmans, above note 4, p. 28.

^{۲۵} وزارت دفاع آمریکا، برنامه‌های کاربردی نانوفناوری با منبع قدرت الکتروشیمیایی را به عنوان هدف اساسی تحقیقات نانوفناوری و برنامه توسعه‌ای خود، معرفی کرده است. نک:

US Department of Defense, 'Defense nanotechnology research and development program', 2007, available at: <http://www.fas.org/irp/agency/dod/nano2007.pdf> (last visited 30 October 2012).

^{۲۶} Jefferson D. Raynolds, 'Collateral damage on the 21st century battlefield: enemy exploitation of the law of armed conflict, and the struggle for a moral high ground', in *Air Force Law Review*, Vol. 56, 2005, p. 99 (nano-energetics provide more effective control of blast, relying on nano structured explosives and fuel additives, as well as catalytics and photovoltaics); Andrzej W. Miziolek, 'Nanoenergetics: an emerging technology area of national importance', in *Advanced Materials and Processes Technology Information Analysis Center (AMPTIAC) Newsletter*, Vol. 6, No. 1, 2002, p. 43

^{۲۷} یک فشنگ (مرمی) ضد زره پیشرفته، با استفاده بالقوه از علامت تجاری نانو استیل در آمریکا به ثبت رسیده است.

Daniel James Branagan, 'Layered metallic material formed from iron based glass alloys', The Nanosteel Company, Inc., US Patent 7482065, 21 April 2009, available at: <http://www.freepatentsonline.com/7482065.html> (last visited 30 October 2012).

^{۲۸} «وسایله‌های نقلیه هوایی نانو» هوابردهای خیلی کوچک و فوق العاده سبک وزنی با قابلیت اجرای مأموریت نظامی هستند که به وسیله‌ی کارگزاری پروژه‌های تحقیقاتی وزارت دفاع آمریکا (DARPA)، توسعه یافته‌اند. نک:

William A. Davis, 'Nano air vehicles: a technology forecast', *Blue Horizons Paper*, Center for Strategy and Technology, US Air War College, 2007, available at: http://www.au.af.mil/au/awc/awcgate/cst/bh_davis.pdf (last visited 30 October 2012).

لذا، کاربردهای نظامی نانوفناوری از یک سو به قابلیت‌های تهاجمی و از سوی دیگر به قابلیت‌های دفاعی تسری می‌یابد. حتی کاربردهای ظاهراً دفاعی، چون زره و استتار پیشرفته، دارای برخی مزایا و منافع عملیاتی و تاکتیکی هستند که ممکن است بر تفسیر و اجرای قواعد موجود حقوق بین‌الملل بشردوستانه اثر گذارند.

کاربرد گسترده‌ی فناوری‌های نانو در محصولات تجاری عرضه‌شده به بازار نیز بدان معنی است که عملیات‌های نظامی در جامعه‌ی مدرن ممکن است متضمن هدف‌قرار دادن محصولات ساخته شده از نانوفناوری یا تخریب آن‌ها به عنوان خسارات جانبی باشد. برای مثال، مصالح ساختمانی ممکن است دربرگیرنده محصولات ساخته‌شده از فناوری نانو، چون پوشش عایق حرارتی، رنگ ضدباکتری، و شیشه خودتمیزشونده باشند.^{۳۰} محتمل است که نانومواد فلزی مهندسی‌شده به صورت گسترده در نیروگاه‌های خورشیدی و تجهیزات تصفیه آب، به منظور ارتقای ظرفیت و کارایی آن‌ها به کار رود.^{۳۱} حتی اگر نانومواد به صورتی مستحکم و پایدار در ساختارهای بزرگ‌تر تعبیه شده و لذا جداسازی آن‌ها از دیگر عناصر ساختاری دشوار باشد، همچنان اثرات فیزیکی قوی چون حرکات جنبشی و یا آتش‌سوزی، ممکن است به انتشار اتفاقی نانومواد و نانوذرات خطرناک به محیط بینجامد.^{۳۲} به محض انتشار، نانومواد و نانوذرات ممکن است از راه استنشاق وارد بدن انسان شده و نیز ممکن است وارد محیط زیست شوند و بدین ترتیب با توجه به این احتمال قوی، ممکن است در داخل زنجیره مواد غذایی به حرکت در آمده و در تماس با انسان به حد اعلی برسند.^{۳۳} در حال حاضر، اطلاعات بسیار اندکی در خصوص قابلیت بقای نانومواد و نانوذرات در محیط، تجمع و انباشتگی زیستی، و احتمال تشخیص و پاک‌سازی – بالاخص در رابطه با نانوذرات هوازده‌ای که در معرض تراکم و دگردیسی قرار گرفته‌اند، موجود

^{۳۰} Duncan Blake and Joseph S. Imburgia, “Bloodless weapons”? The need to conduct legal reviews of certain capabilities and the implications of defining them as “weapons”, in *Air Force Law Review*, Vol. 66, 2010, p. 180.

^{۳۱} See, e.g., Sabine Greßler and André Gzásó, ‘Nano in the construction industry’, in *NanoTrust Dossiers*, No. 32, 2012, available at: <http://epub.oew.ac.at/ita/nanotrust-dossiers/dossier032en.pdf> (last visited 1 November 2012).

^{۳۲} See, e.g., Tao Chen et al., ‘Flexible, light-weight, ultrastrong, and semiconductive carbon nanotube fibers for a highly efficient solar cell’, in *Angewandte Chemie International Edition*, Vol. 50, 2011, pp. 1815–1819; OECD, ‘Fostering nanotechnology to address global challenges: water’, 2011, available at: <http://www.oecd.org/dataoecd/22/58/47601818.pdf> (last visited 1 November 2012).

^{۳۳} Grazyna Bystrzejewska-Piotrowska, Jerzy Golimowski and Pawel L. Urban, ‘Nanoparticles: their potential toxicity, waste and environmental management’, in *Waste Management*, Vol. 29, 2009, p. 2592. In fact, Canadian fire services consider released ENMs and ENPs to be serious health hazards. See, Ed Ballam, ‘Nanotechnology spells danger for firefighters’, in *Firehouse.com News*, 24 April 2012, available at: <http://www.firehouse.com/news/10705138/nanotechnology-spells-danger-for-firefighters> (last visited 30 October 2012).

^{۳۴} R. D. Handy and B. J. Shaw, ‘Toxic effects of nanoparticles and nanomaterials: implications for public health, risk assessment and the public perception of nanotechnology’, in *Health, Risk & Society*, Vol. 9, No. 2, 2007, pp. 125–144.

است.^{۳۴} علی‌الخصوص زمانی که نانوذرات و نانومواد وارد هوا یا آب می‌شوند، نمی‌توان خطر خسارات زیست‌محیطی و بهداشتی شدید، گسترده، طولانی‌مدت و دیرپای را به سادگی نادیده گرفت. نگرانی‌های بهداشتی و زیست‌محیطی مربوط به کاربرد نوعی خاص از تسلیحات، مسئله بدیع و یگانه‌ای در رابطه با فناوری‌های نانو در مخاصمات مدرن نیست. به عنوان مثال، در خصوص اثرات غیرمستقیم گرد و غبار فلزی به هرشکلی که ممکن است انتشار یابد، نگرانی‌هایی همواره وجود داشته‌است. نمونه‌ی بارز این مسئله، سندرم جنگ خلیج فارس است که گمان می‌رود در نتیجه قرارگرفتن در معرض مواد شیمیایی سمی منتشره از تسلیحات اورانیوم ضعیف‌شده، ایجاد شده‌باشد.^{۳۵} ادله علمی نیز موید این احتمال هستند که پودر آلیاژهای تنگستن فلز سنگین (HTMA) پرانرژی که از مواد منفجره فلز ساکن متراکم (DIME) انتشار یافته‌باشند، مولد تومور و قادر به ایجاد اثرات ژنوتوکسیک هستند.^{۳۶} یک تفاوت برجسته میان این مواد شیمیایی سمی و نانومواد و نانوذرات این است که تنها کاربرد نظامی این مواد در جنگ‌افزارها نیست، بلکه مهم‌تر از آن، کاربرد غیرنظامی گسترده آن است که احتمال دارد منجر به انتشار وسیع مواد سمی شده و لذا به طور قابل توجهی خطر ابتلا را افزایش می‌دهد.

با عنایت به کاربردهای مفید نانوفناوری، بالاخص در حل مسائل مهم ملی چون امنیت انرژی و آب و نیز منافع فراوان توسعه نانوفناوری برای صنایع و تجارت و اقتصاد، بسیار غیرمحتمل است که قانون‌گذاران ملی، مبادرت به

^{۳۴} Stephen J. Klaine et al., 'Paradigms to assess the environmental impact of manufactured nanomaterials', in *Environmental Toxicology and Chemistry*, Vol. 31, No. 1, 2012, pp. 3–14; Satinder K. Brar, Mausam, Verma, R. D. Tyagi and R. Y. Surampalli, 'Engineered nanoparticles in wastewater and wastewater sludge – evidence and impacts', in *Waste Management*, Vol. 30, 2010, pp. 504–520; CIEL, above note 2; US, EPA, above note 6, pp. 36–41.

^{۳۵} در بدو امر، هیچ ارتباط علی و معلولی یافته نشد. با این حال، شواهد و مدارک علمی اثبات می‌کنند که اثرات خطرناک مواد شیمیایی سمی منتشره در اثر تخلیه سلاح‌های اورانیومی، رو به فزونی است. برای جزئیات نک:

Dan Fahey, 'Environmental and health consequences of the use of depleted uranium weapons', in Avril McDonald, Jann K. Kleffner and Brigit Toebes (eds), *Depleted Uranium Weapons and International Law: A Precautionary Approach*, T. M. C. Asser Press, The Hague, 2008, pp. 29–72; Melissa A. McDiarmid et al., 'Health effects of depleted uranium on exposed Gulf War veterans: a 10-year follow-up', in *Journal of Toxicology and Environmental Health*, Vol. 67, No. 4, 2004, pp. 277–296; The Royal Society Working Group on the Health Hazards of Depleted Uranium Munitions, 'The health effect of depleted uranium munitions: a summary', in *Journal of Radiological Protection*, Vol. 22, 2002, pp. 132–134.

^{۳۶} See, e.g., Erik Q. Roedel et al., 'Pulmonary toxicity after exposure to military-relevant heavy metal tungsten alloy particles', in *Toxicology and Applied Pharmacology*, Vol. 259, 2012, pp. 74–86; John F. Kalinich et al., 'Embedded weapons-grade tungsten alloy shrapnel rapidly induces metastatic high-grade rhabdomyosarcomas in F344 rats', in *Environmental Health Perspective*, Vol. 113, 2005, pp. 729–734; Alexandra C. Miller et al., 'Neoplastic transformation of human osteoblast cells to the tumorigenic phenotype by heavy metal tungsten alloy particles: induction of genotoxic effects', in *Carcinogenesis*, Vol. 22, 2001, pp. 115–125.

ممنوعیت کاربرد نانومواد و نانوذرات نمایند. ^{۳۷} با وجود این، برخی دولت‌ها اخیراً تقنین و تنظیم کاربرد نانومواد و نانوذرات در محصولات مصرفی بر مبنای «سناریوی مصرف» آن‌ها را آغاز نموده‌اند. ^{۳۸} با این حال، قوانین ملی مانع ایجاد خطرات و تهدیدهای زیست محیطی و بهداشتی گسترده ناشی از نانومواد و نانوذرات سمی منتشره در اثر حملات نظامی نخواهند شد، مگر آنکه قوانین مزبور به طور خاص بدین منظور طراحی و تدوین شده باشند. ^{۳۹}

نانوفناوری و اصول حقوق بین‌الملل بشردوستانه

در حال حاضر هیچ‌گونه معاهده بین‌المللی وجود ندارد که، به طور خاص، ناظر بر وضع مقررات مربوط به کاربرد نانوفناوری برای مقاصد نظامی باشد. از سویی، حصول یک توافق یا معاهده کنترل تسلیحات با ماهیتی پیشگیرانه، غیرمحمتمل به نظر می‌رسد، ^{۴۰} چرا که معاهدات بین‌المللی کنترل تسلیحات عموماً ماهیتی واکنشی به پیشرفت‌های فناوری داشته و از سوی دیگر دارای حیثه شمول محدود هستند، بدین معنا که صرفاً ناظر بر اعمال ممنوعیت یا وضع مقرراتی در خصوص تسلیحات و جنگ‌افزارهای مشخصی بر مبنای طراحی، هدف و خصوصیات آن‌ها هستند. ^{۴۱}

^{۳۷} برای بررسی و تحلیل دقیق‌تر از تلاش ناموفق برای ممنوع ساختن استفاده از لوله‌های نانوکربنی چند جداره و نانو مواد نقره در اتحادیه اروپایی، نک:

Hitoshi Nasu and Tom Faunce, 'The proposed ban on certain nanomaterials for electrical and electronic equipment in Europe and its global security implications: a search for an alternative regulatory approach', in *European Journal of Law and Technology*, Vol. 2, No. 3, 2011, available at: <http://ejlt.org//article/view/79> (last visited 30 October 2012).

^{۳۸} See, e.g., National Industrial Chemicals Notification and Assessment Scheme (NICNAS), 'Guidance on new chemical requirements for notification of industrial nanomaterials', 2010, available at: http://www.nicnas.gov.au/Current_Issues/Nanotechnology/Guidance%20on%20New%20Chemical%20Requirements%20for%20Notification%20of%20Industrial%20Nanomaterials.pdf (last visited 30 October 2012).

^{۳۹} Hitoshi Nasu and Tom Faunce, 'Nano-safety or nano-security? Reassessing Europe's nanotechnology regulation in the context of international security law', in *European Journal of Risk Regulation*, Vol. 3, 2012, pp. 416–421.

^{۴۰} See Jim Whitman, 'The arms control challenges of nanotechnology', in *Contemporary Security Policy*, Vol. 32, No. 1, 2011, pp. 99–115. Cf. J. Altmann, above note 4, pp. 154–176; Sean Howard, 'Nanotechnology and mass destruction: the need for an inner space treaty', in *Disarmament Diplomacy*, Vol. 65, 2002, available at: <http://www.acronym.org.uk/dd/dd65/65op1.htm> (last visited 30 October 2012).

^{۴۱} Frits Kalshoven, 'The Conventional Weapons Convention: underlying legal principles', in *International Review of the Red Cross*, Vol. 30, No. 279, 1990, p. 518; Timothy L. H. McCormack, 'A non-liquet on nuclear weapons – the ICJ avoids the application of general principles of international humanitarian law', in *International Review of the Red Cross*, No. 316, 1997, p. 90.

با این حال، کاربرد نانوفناوری تا جایی که به منظور توسعه و ارتقای تسلیحاتی باشد که به موجب معاهدات موجود کنترل تسلیحات ممنوع هستند، چون تسلیحات بیولوژیکی^{۴۲}، تسلیحات شیمیایی^{۴۳}، قطعات غیرقابل تشخیص^{۴۴}، سلاح‌های لیزری کورکننده^{۴۵}، مین‌های ضد نفر^{۴۶}، مواد منفجره باقی‌مانده از جنگ^{۴۷}، و، اخیراً، مهمات خوشه‌ای^{۴۸}، در حال حاضر نیز تحدید شده محسوب می‌شود. به این معنا که نانوفناوری، در صورتی که به عنوان تکنولوژی کمک به پیشبرد تسلیحات در چنین حوزه‌هایی مورد استفاده قرار گیرد، تابع مقررات معاهدات مزبور خواهد بود.^{۴۹} قابلیت نانوفناوری برای طراحی و دستکاری مولکول‌هایی با ویژگی‌های خاص می‌تواند به تولید عوامل بیولوژیکی/شیمیایی بیانجامد که قادر به ایجاد نتایج خصمانه مشخص اعم از ناتوان‌سازی موقت تا مرگ هستند، و یا به تولید حامل‌های بیوشیمیایی چندلایه منتهی شود که می‌توانند به سادگی، انتشار عوامل بیوشیمیایی را هدایت نمایند.^{۵۰}

برعکس، اصول کلی حقوق بین‌الملل بشردوستانه غالباً به اثرات ناشی از کاربرد ابزار یا شیوه‌های جنگی اشاره دارند.^{۵۱} این اصل کلی که «حق متخصصین به اتخاذ و به‌کارگیری شیوه‌ها و ابزار جنگی نامحدود نیست» در

^{۴۲} Convention on the Prohibition of the Development, Production and Stockpiling of Bacteriological (Biological) and Toxin Weapons and on Their Destruction, 10 April 1972, 1015 UNTS 163 (entered into force 26 March 1975).

^{۴۳} Convention on the Prohibition of the Development, Production, Stockpiling and Use of Chemical Weapons and on Their Destruction, 13 January 1993, 1974 UNTS 45 (entered into force 29 April 1997).

^{۴۴} Protocol (I) on Non-Detectable Fragments to the Convention on Prohibitions or Restrictions on the Use of Certain Conventional Weapons Which May be Deemed to be Excessively Injurious or to Have Indiscriminate Effects, 10 October 1980, 1342 UNTS 137 (entered into force 2 December 1983).

^{۴۵} Protocol (IV) on Blinding Laser Weapons to the Convention on Prohibitions or Restrictions on the Use of Certain Conventional Weapons Which May be Deemed to be Excessively Injurious or to Have indiscriminate Effects, 13 October 1995, 1380 UNTS 370 (entered into force 30 July 1998).

^{۴۶} Convention on the Prohibition of the Use, Stockpiling, Production and Transfer of Anti-Personnel Mines and on Their Destruction, 4 December 1997, 2056 UNTS 211 (entered into force 1 March 1999).

^{۴۷} Protocol (V) on Explosive Remnants of War to the Convention on Prohibitions or Restrictions on the Use of Certain Conventional Weapons Which May be Deemed to be Excessively Injurious or to Have Indiscriminate Effects, 28 November 2003, 2399 UNTS 100 (entered into force 12 November 2006).

^{۴۸} Convention on Cluster Munitions, 3 December 2008 (entered into force 1 August 2010).

^{۴۹} Geoffrey Duxbury et al., 'Quantum cascade semiconductor infrared and far-infrared lasers: from trace gas sensing to non-linear optics', in *Chemical Society Reviews*, Vol. 34, No. 11, 2005, pp. 921-934.

^{۵۰} Juan Pablo Pardo-Guerra and Francisco Aguayo, 'Nanotechnology and the international regime on chemical and biological weapons', in *Nanotechnology Law and Business*, Vol. 2, No. 1, 2005, pp. 58-59; Margaret E. Kosal, 'The security implications of nanotechnology', in *Bulletin of Atomic Scientists*, Vol. 66, July/August 2010, pp. 58-69. Cf. Robert D. Pinson, 'Is nanotechnology prohibited by the Biological and Chemical Weapons Conventions?', in *Berkeley Journal of International Law*, Vol. 22, 2004, p. 298.

^{۵۱} Christopher Greenwood, 'The law of weaponry at the start of the new millennium', in Michael N. Schmitt and Leslie C. Green (eds), *The Law of Armed Conflict: Into the New Millennium*, US Naval War College International Law Studies, Vol. 71, Naval War College, Newport, 1999, p. 192.

اسناد حقوق بین‌المللی بشردوستانه تدوین و گنجانده شده است.^{۵۲} خوانش این اصل کلی و سایر قواعد حقوق بین‌الملل بشردوستانه می‌بایست در پرتو قید مارتنز صورت گیرد.^{۵۳} گرچه «اصول انسانیت» و «الزامات وجدان عمومی» ممکن است فی‌نفسه موید مبنای حقوقی مستحکم برای ممنوعیت کاربرد تسلیحاتی خاص نباشد^{۵۴}، اما قید مارتنز به موازات اثرگذاری روزافزون فناوری‌های نوین بر توسعه و پیچیده‌تر شدن جنگ‌افزارها و سیستم‌های حامل، اهمیت بیشتری پیدا نموده است، امری که توسط تدوین‌کنندگان اسناد حقوق بین‌الملل بشردوستانه پیش‌بینی نشده بود.^{۵۵}

در پرتو این واقعیت، قسمت‌های ذیل به بررسی چالش‌های ناشی از توسعه نانوفناوری در رابطه با چهار قاعده بنیادین حقوق بین‌الملل بشردوستانه تخصیص داده شده است، که عبارت‌اند از:

۱. تعهد به تضمین قانون‌مندی تسلیحات؛

۲. تفکیک؛

۳. تناسب؛ و

۴. احتیاط.

قانونمندی تسلیحات^{۵۶}

^{۵۲} Regulations Respecting the Laws and Customs of War on Land, CTS, Vol. 205, 1907, p. 277, 18 October 1907 (entered into force 26 January 1910), Article 22, reproduced in Adam Roberts and Richard Guelff, Documents on the Laws of War, 3rd edn, Oxford University Press, Oxford, 2000, pp. 73–82 (hereinafter 1907 Hague Regulations); Protocol Additional to the Geneva Conventions of 12 August 1949, and Relating to the Protection of Victims of International Armed Conflicts, 8 June 1977, 1125 UNTS 3 (entered into force 7 December 1978), Art. 35(1) (hereinafter Additional Protocol I).

^{۵۳} Declaration Renouncing the Use, in Time of War, of Explosive Projectiles under 400 Grammes Weight, CTS, Vol. 138, 1868–1869, p. 297, 11 December 1868, reproduced in A. Roberts and R. Guelff, above note 51, pp. 54–55 (hereinafter 1968 St Petersburg Declaration); Additional Protocol I, Art. 1(2),

که مقرر می‌کند: «در وضعیت‌ها یا مواردی که تحت پوشش این پروتکل یا سایر توافق‌های بین‌المللی قرار نمی‌گیرند، رزمندگان و غیرنظامیان تحت حمایت و تابع اصول حقوق بین‌الملل که از عرف مسلم، اصول انسانیت و الزامات وجدان عمومی، باقی خواهند ماند.»

^{۵۴} See, e.g., Christopher Greenwood, 'Historical development and legal basis', in Dieter Fleck (ed.), Handbook of International Humanitarian Law, 2nd edn, Oxford University Press, Oxford, 2008, p. 101; Antonio Cassese, 'The Martens Clause: half a loaf or simply pie in the sky?', in European Journal of International Law, Vol. 11, 2000, p. 187; Theodor Meron, 'The Martens Clause, principles of humanity, and dictates of public conscience', in American Journal of International Law, Vol. 94, 2000, p. 78. Cf. International Court of Justice (ICJ), Legality of the Threat or Use of Nuclear Weapons, Advisory Opinion, ICJ Reports 1996, pp. 405–409 (Judge Shahabuddeen dissenting opinion).

^{۵۵} Stuart Walters Belt, 'Missiles over Kosovo: emergence, lex lata, of a customary norm requiring the use of precision munitions in urban areas', in Naval Law Review, Vol. 47, 2000, p. 140.

^{۵۶} برای بررسی و تحلیل دقیق‌تر نک:

Hitoshi Nasu and Tom Faunce, 'Nanotechnology and the international law of weaponry: towards international regulation of nano-weapons', in Journal of Law, Information and Science, Vol. 20, 2010, pp. 20, 34–43.

به موجب ماده ۳۶ پروتکل نخست الحاقی، دولت‌ها حین ارزیابی قانونمندی تسلیحات در هر مرحله از فرآیند تهیه، توسعه، اکتساب و استفاده، ملزم به لحاظ نمودن اثرات کاربرد تسلیحات بر امور مربوط به سلامتی و بهداشت هستند. این ارزیابی، که به همان نحو در خصوص نانوفناوری معتبر و صادق است، می‌بایست مبتنی بر تمامی ادله و شواهد علمی مربوطه باشد.^{۵۷} به موجب حقوق بین‌الملل بشردوستانه، اصل ممنوعیت به‌کارگیری جنگ‌افزارها، پرتابه‌ها، یا موادی که ماهیتاً منجر به آسیب‌ها و رنج غیرضروری می‌شوند (یا «گمان می‌رود» منجر به رنج غیرضروری می‌شوند)^{۵۸}، همچنین اصل ممنوعیت «شیوه‌ها یا ابزارهای جنگی که به منظور ایجاد صدمات شدید، طولانی‌مدت، دیرپای و گسترده به محیط زیست طبیعی طراحی شده‌اند یا انتظار می‌رود چنین صدماتی ایجاد نمایند»^{۵۹} هسته مرکزی امر ارزیابی قانونمندی تسلیحات پیشرفته یا مبتنی بر فناوری نانو را شکل می‌دهند.^{۶۰} به منظور ارزیابی تسلیحات، صدمه شدید یا رنج غیر ضروری صرفاً در پرتو اوضاع و احوال کلی و گسترده‌ای که تسلیحات مزبور به منظور کاربرد در آن اوضاع و احوال طراحی شده‌اند مورد ارزیابی قرار می‌گیرد، به جای آنکه کاربرد خاص یک جنگ‌افزار در سیاق عملیاتی یک حمله خاص و نیز منطبق بر قواعد تفکیک، تناسب و احتیاط مورد ارزیابی قرار گیرد.^{۶۱}

اصل ممنوعیت ایراد آسیب شدید و رنج غیر ضروری، ابتدائاً در مقدمه اعلامیه ۱۸۶۸ سن پترزبورگ مورد تصریح قرار گرفت^{۶۲}، اما این اصل کلی حکایت از قصد تدوین‌کنندگان مبنی بر اعمال تعهدات و الزامات حقوقی نداشت، بلکه صرفاً بیان بلاغی آمال تدوین‌کنندگان بود.^{۶۳} این اصل در معاهدات بعدی، به صورت رسمی به عنوان یک قاعده الزام‌آور تصویب شده^{۶۴} و از آن پس واجد جایگاه حقوق بین‌الملل عرفی شد.^{۶۵} این اصل به صورتی

^{۵۷} See ICRC, 'A guide to the legal review of new weapons, means and methods of warfare: measures to implement Article 36 of Additional Protocol I of 1977', 2006, pp. 18–19, available at: http://www.icrc.org/eng/assets/files/other/icrc_002_0902.pdf (last visited 30 October 2012).

^{۵۸} Additional Protocol I, Art. 35(2).

^{۵۹} Additional Protocol I, Art. 35(3).

^{۶۰} Cf. Antonio Cassese, *The Human Dimension of International Law: Selected Papers*, Oxford University Press, Oxford, 2008, p. 214 (stating that the principle remains a 'significant source of inspiration').

^{۶۱} See, e.g., Bill Boothby, 'The law of weaponry – is it adequate?', in Michael N. Schmitt and Jelena Pejic (eds), *International Law and Armed Conflict: Exploring the Faultlines, Essays in Honour of Yoram Dinstein*, Martinus Nijhoff, Leiden, 2007, p. 303.

^{۶۲} این اعلامیه مقرر می‌کند که: «بنابراین، به‌کارگیری تسلیحاتی که به طور بی‌پهلو و غیرضروری درد و رنج مردان معلول و ناتوان شده را تشدید کرده و یا مرگ آنها را اجتناب ناپذیر می‌کنند... مغایر قواعد بشریت خواهد بود.»

^{۶۳} F. Kalshoven, above note 40, p. 511.

^{۶۴} Hague Convention (II) Respecting the Laws and Customs of War on Land, CTS, Vol. 187, 1899, p. 227, 29 July 1899 (entered into force 4 September 1900), Art. 23(e); 1907 Hague Regulations, Art. 23(e). اگرچه متن معتبر فرانسوی به همان شکل باقی مانده است (آسیب اضافی)، عبارت یکسان در دو سند به طور متفاوتی ترجمه شده است. برای مطالعه ترجمه انگلیسی متن معاهده ر.ک به:

James Brown Scott, *The Hague Conventions and Declarations of 1899 and 1907*, Oxford University Press, New York, 1915, p. 116

بند دوم از ماده ۳۵ پروتکل نخست الحاقی، این دو عبارت را در کنار هم قرار می‌دهد.

جهان‌شمول، فارغ از تفکیک میان هدف‌های نظامی و غیرنظامی، اعمال می‌شود.^{۶۶} در حال حاضر، این ممنوعیت در اساسنامه رم ۱۹۹۸ که اساسنامه دیوان بین‌المللی کیفری است، به عنوان یک جنایت جنگی گنجانده شده است.^{۶۷} این اصل تا حدی که تسلیحات موردنظر قابلیت ایراد رنج و آلام غیرضروری را داشته‌باشند، دارای ارتباطی بنیادین با کاربرد نانوفناوری در توسعه و ارتقای تسلیحات است. با این حال، این امر که دقیقاً کدام یک از کاربردهای فناوری نانو در جنگ‌افزارها غیرقانونی قلمداد می‌شود، به تفسیر ما از آنچه «آسیب شدید» و «رنج غیرضروری» محسوب می‌شود بستگی دارد. برخی ممکن است با توجه به هدف و غایت اولیه طراحی جنگ‌افزار جدید و به منظور تعیین آنکه آیا جنگ‌افزار مزبور منجر به ایراد آسیب یا رنجی نامتناسب با کارکرد نظامی آن می‌شود یا نه، رویکردی شخصی اتخاذ نمایند.^{۶۸} این رویکرد غالب بیان می‌دارد که می‌بایست میان میزان آسیب یا رنج وارده از یک سو، و میزان ضرورت نظامی منجر به انتخاب این نوع خاص از جنگ‌افزار از سوی دیگر، تناسب برقرار نمود.^{۶۹} رویکرد دیگر، که در واقع رویکردی عینی‌تر به «آسیب شدید» یا «رنج غیرضروری» به موجب حقوق بین‌الملل بشردوستانه است بر آسیب و جراحت وارده بر قربانی تاکید می‌نماید که بیش از آسیب لازم برای خارج نمودن متخاصم از مخاصمه طی مدت ادامه مخاصمه است.^{۷۰}

^{۶۵} See, e.g., Jean-Marie Henckaerts and Louise Doswald-Beck, *Customary International Humanitarian Law*, Cambridge University Press, Cambridge, 2005, Vol. 1, pp. 237–244.

^{۶۶} See *Legality of Nuclear Weapons Advisory Opinion*, above note 53, p. 257, para. 78.

^{۶۷} See *Rome Statute of the International Criminal Court*, 17 July 1998, 2187 UNTS 3 (entered into force 1 July 2002), Art. 8(2)(b)(xix) and (xx).

^{۶۸} این نظری بود که به طور عمومی از سوی دولت‌ها طی کنفرانس سازمان ملل متحد در مورد برخی سلاح‌های متعارف در بین سالهای ۱۹۷۹ تا ۱۹۸۰ اتخاذ شده بود. نک:

W. Hays Parks, 'Conventional weapons and weapons reviews', in *Yearbook of International Humanitarian Law*, Vol. 8, 2005, pp. 76–82; William J. Fenrick, 'The Conventional Weapons Convention: a modest but useful treaty', in *International Review of the Red Cross*, No. 279, 1990, p. 500.

^{۶۹} Yves Sandoz, Christophe Swinarski and Bruno Zimmerman (eds), *Commentary on the Additional Protocols of 8 June 1977 to the Geneva Conventions of 12 August 1949*, International Committee of the Red Cross and Martinus Nijhoff Publishers, Geneva, 1987, p. 408, para. 1428 (hereinafter ICRC Commentary).

برای بررسی انتقادی نک:

C. Greenwood, above note 50, pp. 195–199; Frits Kalshoven, 'Arms, armaments and international law', in *Recueil des Cours*, Vol. 191, 1985-II, pp. 234–235; Henri Meyrowitz, 'The principle of superfluous injury or unnecessary suffering: from the Declaration of St. Petersburg of 1868 to Additional Protocol I of 1977', in *International Review of the Red Cross*, Vol. 34, No. 299, 1994, pp. 106–109.

^{۷۰} Rosario Domínguez-Matés, 'New weaponry technologies and international humanitarian law: their consequences on the human being and the environment', in Pablo Antonio Fernández-Sánchez (ed.), *The New Challenges of Humanitarian Law in Armed Conflicts: In Honour of Professor Juan Antonio Carrillo-Salcedo*, Martinus Nijhoff, Leiden, 2005, p. 115; Éric David, *Principes de Droit des Conflits Armés*, 4th edn, Bruylant, Brussels, 2008, pp. 358–361.

بسته به آنکه کدام رویکرد اتخاذ شود، ارزیابی قانونمندی کاربرد نظامی فناوری نانو ممکن است به صورتی متفاوت صورت بگیرد. این امر بالاخص زمانی صادق است که کاربرد فناوری نانو با هدف ارتقای قابلیت‌های نفوذ یک جنگ‌افزار، مانند مواد منفجره گرمافشاری باشد که به منظور تخریب اهدافی داخل در سازه‌ها یا ساختارهایی مستحکم و مدفون در اعماق زمین طراحی شده‌اند؛ اما در عین حال به طور بالقوه متضمن اثرات خطرناک بهداشتی و زیست‌محیطی هستند. به عنوان مثال، به کارگیری نانومواد منفجره پراورزی گرما فشاری ممکن است با این استدلال توجیه شود که هدف قرار دادن تروریست‌ها و شورشیان در داخل سازه‌های مستحکم، مهم‌تر است از ملاحظات مربوط به ایراد رنج غیرضروری در اثر انفجار اولیه و آسیب‌های حرارتی آن برای متخصصین یا غیرنظامیانی که مشارکتی مستقیم در مخاصمات دارند.

به موجب این اصل حقوق بین‌الملل بشردوستانه، تفاوتی ظریف میان «جراحت و آسیب» و «رنج» وجود دارد. جراحت بیانگر آسیب جسمی آنی است، در حالی که رنج ممکن است دربرگیرنده بروز آسیب دائمی یا بدشکلی دائمی باشد.^{۷۱} نظر به آنکه پیشرفت تکنولوژیکی، درک طیف گسترده اثرات زیانبار تسلیحات نوین بر بدن انسان را به صورت قابل توجهی دشوار نموده‌است و این امر در رابطه با نانومواد و نانوذرات نیز صادق است، این تمایز میان «جراحت» و «رنج» و تأکید بر آسیب یا بدشکلی دائمی دارای اهمیتی بسیار زیاد است.^{۷۲} در واقع، تسری مفهوم رنج به اثرات زیانباری که پس از خاتمه مخاصمات ظاهر می‌شوند، مذاکرات معاهداتی پیرامون سلاح‌های لیزری کورکننده، بالاخص هزینه‌های بلند مدت و دیرپای کهنه سربازان نابینا برای جامعه، را تحت تأثیر قرار داده است.^{۷۳} خوانشی موسع از مفهوم رنج در قالب اعمال این اصل، راهی است برای بازتابانیدن نور و معطوف نمودن توجه به هزینه‌های اجتماعی مربوط به خطرات بهداشتی و زیست‌محیطی ناشی از انتشار نانومواد و نانوذرات در خلال جنگ، که بر اقدامات مربوط به استقرار صلح پس از جنگ سایه افکنده‌اند.^{۷۴} با این حال، عدم قطعیت علمی پیرامون اثرات بهداشتی و زیست‌محیطی نانومواد و نانوذرات، بالاخص در خصوص رابطه علی میان

^{۷۱} Michael Bothe, Karl Josef Partsch and Waldemar A. Solf, *New Rules for Victims of Armed Conflicts: Commentary on the Two 1977 Protocols Additional to the Geneva Conventions of 1949*, Martinus Nijhoff Publishers, The Hague, 1982, p. 196.

^{۷۲} برای نظر مشابه در زمینه انتشار و چندپاره‌شدن گلوله‌ها، نک:

Robin Coupland, 'Clinical and legal significance of fragmentation of bullets in relation to size of wounds: retrospective analysis', in *British Medical Journal*, Vol. 319, 1999, pp. 403–406.

^{۷۳} See Burrus M. Carnahan and Marjorie Robertson, 'The Protocol on "blinding laser weapons": a new direction for international humanitarian law', in *American Journal of International Law*, Vol. 90, 1996, p. 485

تأثیری مشابه در ارتباط با معاهدات مربوط به بقایای مواد منفجره جنگی، به ویژه در ارتباط با مین‌های ضد نفر زمینی و مهمات خوشه ای قابل مشاهده است.

^{۷۴} Cf. Carl E. Bruch et al., 'Post-conflict peace building and natural resources', in *Yearbook of International Environmental Law*, Vol. 19, 2008, p. 58.

جنگ‌افزار و خطرات آن، اثبات مفهوم رنج را به عملی دشوار بدل نموده است.^{۷۵} دلیل اصلی این امر دشواری‌های بررسی اثرات سمی ناشی از ترکیب مواد مختلف و کنش و واکنش‌های میان این مواد است. تا جایی که اثرات سمی نانومواد و نانوذرات قابلیت تسری به محیط زیست، از جمله میکرو اورگانیزم و موجودات زنده ریز موجود در خاک و آب و متعاقباً ورود به زنجیره غذایی، را داشته باشد، قانونمندی تسلیحات و جنگ‌افزارهای پیشرفته و مبتنی بر فناوری نانو نیز بایستی در پرتو بند ۳ ماده ۳۵ پروتکل نخست الحاقی مورد بررسی قرار گیرد. این مقرر، استفاده از «ابزار یا شیوه‌های جنگی که به قصد ایراد صدمات شدید، دیرپای و گسترده به محیط زیست طبیعی اتخاذ می‌شوند یا انتظار می‌رود چنین صدماتی وارد نمایند» ممنوع می‌نماید.^{۷۶} این معیار و آستانه در واقع شروط مضاعفی را مقرر نموده و لذا صدور حکم به غیرقانونمند بودن هر حمله‌ای را با موانعی جدی مواجه می‌نماید.^{۷۷} با این حال، در این خصوص که نانومواد و نانوذرات سمی منتشره در اثر تسلیحات ساخته‌شده از فناوری نانو (و نیز در نتیجه هدف قرار دادن عمدی اجسام ساخته‌شده از فناوری نانو با وسایل و ابزارهای جنبشی متعارف) قابلیت رسیدن به این آستانه و تحقق این شرط را دارند یا نه، تردید وجود دارد. دلیل این امر، خصوصیات یگانه‌ای است که برای نانومواد و نانوذرات برشمرده شده است که از آن جمله می‌توان به میزان بالای قابلیت انتشار^{۷۸}، قابلیت حمل دوربرد از طریق تراکم یا الصاق به ذرات آئروسول^{۷۹}، و

^{۷۵} Cf. William H. Boothby, *Weapons and the Law of Armed Conflict*, Oxford University Press, Oxford, 2009, p. 364.

^{۷۶} تفسیر کمیته بین المللی صلیب سرخ (ICRC) بیان می‌کند که اصطلاح «محیط طبیعی» در پروتکل، به یک «نظام روابط متقابل ناگسستنی میان موجودات زنده و محیط بی جان» اشاره دارد.

ICRC Commentary, above note 68, para.1451.

^{۷۷} See ICRC Commentary, above note 68, para. 1457; M. Bothe, K. J. Partsch and W. A. Solf, above note 70, pp. 347–348.

این در تقابل با کنوانسیون منع استفاده نظامی یا سایر استفاده‌های خصمانه از تکنیک‌های اصلاح و تغییر محیط‌زیستی در دهم دسامبر ۱۹۷۶، عنوان 152 UNTS 1108 از سری معاهدات سازمان ملل متحد (که در اکتبر ۱۹۷۸ اجرایی شد) می‌باشد که از یک فرمول مشخص (گسترده، طولانی مدت یا شدید) استفاده می‌کند. این کنوانسیون، استفاده از نانوفناوری را جز در مواردی که به طور خاص به منظور تغییر محیط زیست برای مقاصد خصمانه به کار می‌رود، ممنوع نکرده یا قاعده‌مند نمی‌نماید. برای بررسی و تحلیل این کنوانسیون، نک:

Jozef Goldblat, 'The Environmental Modification Convention of 1977: an analysis', in Arthur H. Westing, (ed.), *Environmental Warfare: A Technical, Legal and Policy Appraisal*, Taylor & Francis, London, 1984, p. 53.

^{۷۸} See Denis Bémer et al., 'Ultrafine particles emitted by flame and electric arc guns for thermal spraying of metals', in *Annals of Occupational Hygiene*, Vol. 54, No. 6, 2010, pp. 607–614.

^{۷۹} See Martin Seipenbusch and Gerhard Kasper, *Recommendations to the European Commission – Transport of Nanoparticles in the Workplace Environment and Its Effects on the Size Spectrum*, Nanotransport-Project, 30 April 2008, available at : <http://research.dnv.com/nanotransport/NANOTRANSPORTdownload/Recommendations-final-EC.pdf> (last visited 30 October 2012); US EPA, above note 6, p. 33. Cf. LanMa-Hock et al., 'Generation and characterization of test atmospheres with nanomaterials', in *Inhalation Toxicology*, Vol. 19, No. 10, 2007, pp. 833–848 (observing that as for many substances, agglomeration effects limited nanoparticle exposure).

قابلیت پایین حل شدن^{۸۰} اشاره نمود. برخلاف عوامل شیمیایی سمی، نانومواد و نانوذرات در محیط زیست حل نشده و تجزیه زیستی پیدا نمی‌کنند. همچنین بر خلاف عوامل بیولوژیکی، نانومواد و نانوذرات می‌توانند مسافت زیادی را بدون نیاز به به موجودات زنده به عنوان حامل، منتقل شوند. برخلاف ممنوعیت وارده بر آسیب شدید یا رنج غیرضروری، شرط حفاظت از محیط زیست، به منظور یافتن موارد نقض، در واقع معیار و استاندارد «بایستی می‌دانست» را اعمال می‌کند بدون آنکه ارزیابی وقوع نقض را منوط به ارزیابی موازنه با ضرورت نظامی و تناسب نماید.^{۸۱} با توجه به عدم قطعیت ادله علمی موجود در خصوص خطرات زیست‌محیطی شدید، دیرپای و گسترده در اثر انتشار نانومواد و نانوذرات، مشخص نیست که چه سطح یا میزانی از دانش یا اطلاعات در خصوص نتایج بالقوه کاربرد تسلیحات ساخته شده از نانوفناوری مورد نیاز است. در صورتی که نگرانی‌های بهداشتی و زیست‌محیطی مزبور قادر به رسیدن به این آستانه و تحقق این شرط نباشند، بایستی آن‌ها را با توجه به این مسئله مورد بررسی قرار داد که آیا ممنوعیت ایراد جراحات شدید یا رنج غیر ضروری تا بدان حد قابل تعمیم و توسعه است که این نگرانی‌ها را ذیل عنوان «رنج» جای دهد؟

تفکیک

نکته بنیادین اصل تفکیک آن است که رزمندگان به وضوح از غیرنظامیان، که نبایستی مستقیماً مورد هدف قرار بگیرند، قابل تفکیک و تمییز هستند.^{۸۲} این اصل ابتدائاً در ماده ۴۸ پروتکل نخست الحاقی مورد تصریح قرار گرفت، که مقرر داشته: «طرفین منازعه همیشه میان جمعیت غیرنظامی و رزمندگان تفکیک قائل شده... و بدین ترتیب عملیاتشان را بایستی صرفاً علیه اهداف نظامی صورت دهند.»^{۸۳} این اصل، دو تعهد و الزام تجزیه‌ناپذیر را اعمال می‌نماید: از یک سو، این اصل دولت‌ها را ملزم می‌نماید که حملات نظامی را صرفاً علیه رزمندگان انجام

^{۸۰} See V. Stone, H. Johnston and M. J. Clift, 'Air pollution, ultrafine and nanoparticle toxicology: cellular and molecular interactions', in IEEE Trans Nanobioscience, Vol. 6, No. 4, 2007, pp. 331–340 (showing that ultrafine particles are found more toxic and inflammogenic than fine particles due to low solubility).

^{۸۱} Michael N. Schmitt, 'Green war: an assessment of the environmental law of international armed conflict', in Yale Journal of International Law, Vol. 22, 1997, pp. 72–73.

^{۸۲} اصل تفکیک به عنوان یکی از اصول حقوق بین الملل عرفی شناخته شده است. نک:

Legality of Nuclear Weapons Advisory Opinion, above note 53, p. 257, para. 78; J.-M. Henckaerts and L. Doswald-Beck, above note 64, Vol. 1, Rule 1.

^{۸۳} Additional Protocol I, Art. 48. See also, 1907 Hague Regulations, Art. 1(2) (requiring combatants '[t]o have a fixed distinctive emblem recognizable at a distance' (emphasis added)); Geneva Convention Relative to the Treatment of Prisoners of War of August 12, 1949, 12 August 1949, 75 UNTS 135 (entered into force 21 October 1950), Art. 4(A)(2)(b) ('having a fixed distinctive sign recognizable at a distance' (emphasis added)).

دهند؛ از سوی دیگر، به منظور قادر ساختن دولت‌ها به متابعت از تعهد نخست، آن‌ها را ملزم به تفکیک رزمندگان از غیرنظامیان با روش‌هایی چون «خصوصیات ویژه پوشش که مشهود باشد،» می‌نماید.^{۸۴} تکنولوژی خفا و استتار به منظور کاهش پدیداری و احتمال ردیابی توسط رادار، اشعه فرسوخ، یا سایر اشعه‌های اکتشافی، در حال حاضر در دسترس هواپیماهای نظامی قرار دارد.^{۸۵} با این حال، تکنولوژی ساخت نانو با فراهم نمودن امکان استتار بصری (که غالباً استتار سازگارپذیر نامیده شده است) قابلیت پیشبرد و ارتقای این تکنولوژی استتاری را دارد.^{۸۶} استفاده از استتار بصری/نوری در هر سه طیف نوری - نور مرئی، طیف دید در شب، و طیف گرمایی/فرسوخ- به منظور پوشش دادن سربازان و تجهیزات ایشان، تا زمانی که تکنولوژی ردیابی جدیدی ساخته شده و توسعه یابد، این امکان را فراهم می‌نماید که سربازان و تجهیزات مزبور در مقابل هر نوع ابزارآلات جنگی سنتی، نامرئی و غیرقابل شناسایی و ردیابی باشند.^{۸۷} استتار یک نمونه معمول از تاکتیک‌های فریب نظامی سنتی است که به عنوان یکی از فریب جنگی مجاز است.^{۸۸} این تاکتیک تا زمانی که هیچ یک از قواعد حقوق بین‌الملل بشردوستانه نقض نشده باشد، ممنوع نیست و تا زمانی که به منزله جلب اعتماد دشمن به وجود حمایت تحت مقررات حقوق بین‌الملل بشردوستانه نباشد، نمی‌توان آن را به عنوان یک عمل ناقض قواعد قلمداد نمود.^{۸۹}

با این حال، در موقعیت‌هایی که رزمندگان مستتر حملاتی را از نواحی محل سکونت غیرنظامیان صورت دهد، تنها راه طرف مقابل برای مقابله با این حملات، شلیک در راستای جهتی است که حمله طرف مقابل از آن سو صورت می‌گیرد، بدون آنکه قادر به شناسایی یا تفکیک رزمندگان از غیرنظامیان باشد. بنابراین، در این شرایط طرف مقابل از متابعت از اصل تفکیک معاف می‌شود. مسئله بغرنج آنجاست که نظامیان از ساختمان‌ها و سازه‌های محل سکونت غیرنظامیان شلیک می‌نمایند اما استتار نوری/بصری پیشرفته آن‌ها هرگونه امکان شناسایی اهداف نظامی قانونی را از طرف مقابل سلب می‌نماید. این امر ممکن است اعمال اصل تفکیک را با چالش جدی مواجه نماید. لذا، تجهیزات پوششی و استتاری بایستی همراه با اتخاذ تدابیر احتیاطی ضروری جهت احتراز از به خطرانداختن غیرنظامیان به کار گرفته شوند.^{۹۰}

^{۸۴} ICRC Commentary, above note 68, p. 528, para. 1693.

^{۸۵} به طور کلی نک:

Tae-Woo Lee, *Military Technologies of the World*, Praeger Security International, Westport, 2009, Vol. 1, pp. 178-180.

^{۸۶} See A. Di Falco et al., above note 19.

^{۸۷} See H. Shi et al., above note 20, p. 211103-1 (suggesting that the low refractive index of carbon nanotubes can absorb light and cloak an object against a black background).

^{۸۸} به طور کلی نک:

See generally, UK Ministry of Defence, *The Manual of the Law of Armed Conflict*, Oxford University Press, Oxford, 2004, p. 64; Leslie C. Green, *The Contemporary Law of Armed Conflict*, 2nd edn, Manchester University Press, Manchester, 2000, pp. 146-147, 186-187.

^{۸۹} Additional Protocol I, Art. 37(1) and (2).

^{۹۰} Additional Protocol I, Art. 57.

در مقابل، استفاده از نانوفناوری در تجهیزاتی که کاملاً یا جزئاً کاربرد نظامی دارند، اعمال اصل تفکیک را با چالش مواجه نمی‌نماید. حملات بایستی علیه اهداف نظامی مشروع هدایت شوند، که در بند ۲ ماده ۵۲ پروتکل نخست الحاقی به عنوان اشیا «که براساس طبیعت، محل استقرار، هدف یا نحوه استفاده، سهمی مؤثر در عملیات نظامی دارند و تخریب کامل یا جزئی، به غنیمت گرفتن یا خنثی کردن آنها در شرایط حاکم بر زمان، موجب کسب یک مزیت قاطع نظامی می‌گردد.» لذا، هر نوع سازه، تاسیسات یا ساختمانی، فارغ از آنکه در ساخت آن نانومواد یا نانوذرات به کار رفته باشد یا نه، از تبدیل شدن به یک هدف نظامی مشروع مصون نیست. به موجب ماده ۵۶ پروتکل نخست الحاقی، به سدها، آب‌بندها و مراکز تولید برق هسته‌ای، به دلیل نگرانی از انتشار مواد خطرناک و متعاقباً ورود خسارات و صدمات شدید به جمعیت غیرنظامی در نتیجه حمله به سازه‌ها و تاسیسات مزبور، حمایت ویژه‌ای تعلق گرفته است.^{۹۱} با این حال، مراکز جایگزین تولید برق، چون نیروگاه‌های خورشیدی ساخته‌شده از فناوری نانو^{۹۲}، در حیطه شمول این دسته از سازه‌های تحت حمایت قرار نمی‌گیرند. حتی اگر هدف قرار دادن نیروگاه‌های خورشیدی ساخته‌شده از فناوری نانو ممکن باشد به انتشار نانومواد و نانوذرات سمی به محیط زیست و بدن انسان‌ها بیانجامد، خطرات بهداشتی و زیست‌محیطی چنین حمله‌ای، مصونیت از حملات نظامی مستقیم را به چنین نیروگاه‌هایی اعطا نمی‌نماید. بلکه، به نحوی که ذیلاً تشریح خواهد شد، محتمل‌تر است که این نتایج با اصول تناسب و احتیاط مرتبط باشند.

لذا در حال حاضر به موجب حقوق بین الملل بشردوستانه، هیچ‌گونه نیروگاه تولید برقی، خواه مبتنی بر فناوری نانو باشد یا نه، مصون از حملات نظامی مستقیم نبوده و تحت حمایت حقوق بین الملل بشردوستانه نیست. این مسئله جای بحث دارد که احتمال انتشار نیرو و انرژی‌های خطرناک ناشی از حمله به نیروگاه‌های مجهز به فناوری نانو، در آینده‌ای نزدیک زمینه را برای اصلاح ماده ۵۶ پروتکل نخست الحاقی به منظور گسترش دامنه حمایت‌های حقوقی آن، فراهم خواهد نمود. راهکار جایگزین ممکن است گام‌نهادن جامعه در راستای تولید برق غیرمتمرکزتر با تکیه بر پنل‌های خورشیدی در هر خانوار باشد. در این صورت، صرف احتمال آنکه نیروی برق تولیدی در هر خانوار برای مقاصد نظامی به کار گرفته می‌شود، لزوماً منازل غیرنظامیان را تبدیل به اهداف مشروع نظامی نخواهد نمود.^{۹۳}

^{۹۱} اگرچه به طور کلی به «سازه‌ها و تاسیسات حاوی نیروهای خطرناک» ارجاع دارد. اصطلاح «یعنی» و قصد طرفین در طول مذاکرات، روشن می‌کند که اشیا مورد حمایت، تنها همان‌هایی هستند که در مقررہ فهرست شده‌اند. نک:

ICRC Commentary, above note 68, pp. 668–669, paras. 2146–2150; M. Bothe, K. J. Partsch and W. A. Solf, above note 70, p. 354.

^{۹۲} همانطور که فوقاً ذکر شد، به نانومواد فلزی مهندسی شده، به عنوان مواد دارنده پتانسیل بالا برای ارتقای ظرفیت و کارایی نیروگاه‌های خورشیدی، نگریسته می‌شود. به زیرنویس شماره ۳۰ بالا و متن همراهان نگاه کنید.

^{۹۳} See James W. Crawford, 'The law of noncombatant immunity and the targeting of national electrical power systems', in Fletcher Forum of World Affairs, Summer/Fall 1997, p. 105.

تناسب

اصل تناسب عموماً به عنوان یکی از قواعد حقوق بین‌الملل عرفی ناظر بر هدایت مخاصمات هم در مخاصمات مسلحانه بین‌المللی و هم در مخاصمات مسلحانه غیربین‌المللی، مورد شناسایی قرار گرفته است.^{۹۴} گرچه عبارت «تناسب» در متن پروتکل نخست الحاقی به چشم نمی‌خورد^{۹۵}، اما مفاد این اصل در قسمت ب از بند ۵ ماده ۵۱ به عنوان نمونه‌ای از حمله بدون تفکیک و نیز در شق سوم از قسمت الف بند ۲ ماده ۵۷ به عنوان یکی از تدابیر احتیاطی که بایستی اتخاذ شود، گنجانده شده است. این اصل، «هرگونه حمله‌ای را که ممکن است انتظار آن برود منجر به ایراد صدمات ضمنی به حیات غیرنظامیان، ایراد جراحت به غیرنظامیان، ایراد خسارت به سازه‌های غیرنظامی، یا ترکیبی از این موارد شود و نسبت به مزیت‌های عینی و مستقیم قابل پیش‌بینی، بیش از حد ضرورت باشد» ممنوع می‌نماید. با توجه به آنکه ارزیابی امر نسبی «بیش از حد ضرورت» در موازنه میان دو ارزش متفاوت – مزیت نظامی پیش‌بینی‌شده و خسارات اتفاقی قابل انتظار – امری ذاتاً ذهنی است، این امر موجب بروز مباحث و مجادله‌های گسترده و حتی انتقاد به قابلیت تحقق و عملی بودن این اصل شده است.^{۹۶}

با توجه به آنکه اثرات بهداشتی و زیست‌محیطی بالقوه نانومواد و نانوذرات، دلیل عمده نگرانی‌های پیرامون کاربرد نانوفناوری در میان قانون‌گذاران سراسر جهان بوده است، سوالی که در اینجا در رابطه با اثرات نانوفناوری مطرح می‌شود آن است که در ارزیابی تناسب، نتیجه و اثر حملات بایستی تا چه حد مورد لحاظ قرار گیرد؟^{۹۷} هرچه شعاع تلفات اتفاقی غیرنظامیان گسترده‌تر باشد، توجیه خسارات بر مبنای اصل تناسب دشوارتر خواهد بود. اثرات بلند مدت و دیرپای و هزینه‌های غیرمستقیم یک حمله نظامی (که گاهی اثرات مضاعف نامیده می‌شوند) عموماً در فرآیند ارزیابی اصل تناسب نادیده گرفته می‌شوند، به این دلیل که اثرات غیرمستقیم در مقایسه با اثرات مستقیم کمتر مشهود بوده و تشخیص آن‌ها دشوارتر است.^{۹۸} با این حال، تا حدی که اصل تناسب مبتنی بر ایده بشریت بوده و تحت تأثیر پیشبرد هنجارهای حقوق بشری باشد^{۹۹}، آگاهی گسترده‌تر از اثرات غیرمستقیم و طولانی‌مدت حملات نظامی می‌تواند اعتبار عرف و رویه‌های سنتی را با چالش مواجه نماید. به همین ترتیب

^{۹۴} See, e.g., J.-M. Henckaerts and L. Doswald-Beck, above note 64, Vol. 1, Rule 14.

^{۹۵} برای گزارش جزئی و دقیق از اینکه چرا اشاره به اصل تناسب مورد اجتناب قرار گرفته است، نک:

Lt Col. William J. Fenrick, 'The rule of proportionality and Protocol I in Conventional Warfare', in *Military Law Review*, Vol. 98, 1982, pp. 102–106; Frits Kalshoven, 'Reaffirmation and development of international humanitarian law applicable in armed conflicts: the diplomatic conference, Geneva, 1974–1977, Part II', in *Netherlands Yearbook of International Law*, Vol. 9, 1978, p. 117.

^{۹۶} ادبیات این موضوع بسیار مفصل و حجیم است. به طور خاص، نک:

Judith Gardam, *Necessity, Proportionality and the Use of Force by States*, Cambridge University Press, Cambridge, 2004, pp. 98–121.

^{۹۷} See literature cited above note 8.

^{۹۸} See, e.g., Christopher Greenwood, 'Customary international law and the First Geneva Protocol of 1977 in the Gulf Conflict', in Peter Rowe (ed.), *The Gulf War 1990–91 in International and English Law*, Routledge, London, 1993, p. 79.

^{۹۹} See Theodor Meron, *The Humanization of International Law*, Martinus Nijhoff, Leiden, 2006, p. 67.

است که برای مثال، هنری شو و دیوید ویپمن، بر این اعتقادند که ایراد خسارت به یکی از امور غیرنظامی در نتیجه تخریب یک سازه با کاربرد دوگانه (برای مثال نیروگاه تولید برق) نبایستی از منحنی ارزیابی تناسب کنار نهاده شود، صرفاً به این دلیل که هدف، در واقع یک هدف نظامی هم بوده است.^{۱۰۰} همچنین در خصوص اثرات پیشرفت‌های اخیر تکنولوژیکی، مایکل اشمیت بیان می‌نماید که "حال که راه‌هایی برای تحدید خسارات جانبی مستقیم و جراحات اتفاقی شدید وجود دارد" توجه بشردوستانه می‌تواند معطوف به اثرات مضاعف یا نتایج فرعی شود.^{۱۰۱}

نگرانی‌های زیست‌محیطی در حال حاضر در قالب اصل کلی تناسب مورد شناسایی قرار گرفته‌اند. دیوان بین‌المللی دادگستری (ICJ) در نظر مشورتی خود در قضیه قانونمندی تهدید یا به‌کارگیری تسلیحات هسته‌ای بیان داشته که «دولت‌ها در پیگرد و هدف قرار دادن اهداف نظامی مشروع، حین ارزیابی آنچه که ضروری و متناسب است بایستی ملاحظات زیست‌محیطی را مدنظر قرار دهند.»^{۱۰۲} با این حال، حدی که لازم است دولت‌ها ملاحظات زیست‌محیطی را لحاظ نمایند، دارای ابهام زیادی است. اگر اصل تناسب همراه با بند ۱ ماده ۵۵ پروتکل نخست الحاقی در نظر گرفته شود، ملاحظات مربوطه محدود به «خسارات و آسیب‌های شدید، دیرپای و گسترده به محیط زیست طبیعی» خواهد بود. برخلاف ممنوعیت مندرج در بند ۳ ماده ۳۵ پروتکل نخست الحاقی، ملاحظات زیست‌محیطی مقرر در بند ۱ ماده ۵۵ صرفاً واجد الزام و تعهد به مراقبت بوده و متمرکز بر سلامت و بقای جمعیت است.^{۱۰۳} این مسئله موید آن است که حتی اگر فناوری نانو در روش‌ها و ابزارآلات جنگی به کار نرفته‌باشد، فرماندهان ملزم و متعهد به مراقبت جهت عدم ایراد آسیب‌های زیست‌محیطی شدید، دیرپای و گسترده هستند که سلامت و حیات جمعیت را حین هدف قرار دادن تاسیسات مبتنی بر فناوری نانو تهدید می‌نمایند، خواه تاسیسات مزبور اهداف نظامی مشروع باشند یا نه.

در اینجا، در نظر گرفتن اثرات زیست‌محیطی در سیاق بند ۱ ماده ۵۵ پروتکل نخست الحاقی، منوط به دو شرط است. نخست، فرماندهان ملزم به لحاظ نمودن آسیب‌های زیست‌محیطی شدید، دیرپای و گسترده هستند که

^{۱۰۰} Henry Shue and David Wippman, 'Limiting attacks on dual-use facilities performing indispensable civilian functions', in *Cornell International Law Journal*, Vol. 35, 2002, pp. 565, 573–579.

^{۱۰۱} Michael N. Schmitt, 'The principle of discrimination in 21st century warfare', in *Yale Human Rights & Development Law Journal*, Vol. 2, 1999, p. 168.

^{۱۰۲} Legality of Nuclear Weapons Advisory Opinion, above note 53, p. 242, para. 30.

^{۱۰۳} متن کامل مقرر بیان می‌کند: «در جنگ به منظور محافظت از محیط زیست طبیعی در مقابل آسیب‌های شدید، طولانی مدت و گسترده، بایستی مراقبت به عمل بیاید. این محافظت شامل ممنوعیت استفاده از روش‌ها یا ابزارهای جنگی است که انتظار می‌رود چنین آسیب‌هایی به محیط طبیعی وارد نمایند در نتیجه به سلامت و بقای مردم آسیب وارد می‌کنند یا با این قصد مورد استفاده قرار می‌گیرند.» (تاکید به متن افزوده شده است.) برای دیدن تفاوت میان بند ۳ ماده ۳۵ و بند ۱ ماده ۵۵، نک:

Michael N. Schmitt, 'Humanitarian law and the environment', in *Denver Journal of International Law and Policy*, Vol. 28, 2000, pp. 275–277.

انتظار می‌رود حیات و بقای جمعیت را به خطر انداخته یا به سلامت آن‌ها با ایراد نقض‌های مادرزادی، تخریب نسل، یا تخریب ظاهر، آسیب جدی وارد نماید.^{۱۰۴} بنابراین، لازم است بررسی نمود که:

الف) آیا احتمال دارد حمله موردنظر متضمن تخریب تاسیسات مبتنی بر فناوری نانو باشد؟

ب) آیا اثرات ناشی از انتشار نانومواد و نانوذرات ممکن است به ایراد آسیب‌های زیست‌محیطی شدید، دیرپای و گسترده منتهی شود؟

ج) تماس با این مواد و عناصر چگونه بدن انسان و ژن‌ها را تحت تأثیر قرار خواهد داد؟

با این حال، فرآیند تبدیل و تحول، تراکم، و ترکیب و امتزاج با مواد بزرگ‌تر، دشواری‌های علمی بسیار زیادی را برای درک ماهیت و دامنه اثرات مزبور بر سلامت و بهداشت انسان و محیط زیست ایجاد می‌نماید.^{۱۰۵} در مخاصمات آتی و در میدان جنگ، فرماندهان بایستی با «وضعیت غبار آلود علمی» مواجه شده و تعهد و الزام به مراقبت را بر مبنای احتمال ظنی و غیریقینی خطرات اعمال نمایند.

ثانیاً، تعهد به مراقبت، زمینه آزادی عمل را برای قضاوت باز می‌گذارد.^{۱۰۶} در این سیاق است که اصل تناسب، قابلیت اعمال خود را بر خسارات جانبی زیست‌محیطی کشف می‌کند.^{۱۰۷} این نظریه در شق چهارم از قسمت ب بند ۲ ماده ۸ اساسنامه رم ۱۹۹۸ مورد تصریح قرار گرفته است. در این بند تعریف جرائم جنگی ارائه می‌شود:

تدارک عمدی یک حمله با علم به آنکه چنین حمله‌ای منجر به سلب ضمنی حیات یا ایراد جراحت به غیرنظامیان یا آسیب به تاسیسات و اشیای غیرنظامی یا آسیب گسترده، شدید و دیرپای به محیط زیست طبیعی خواهد شد که نسبت به مزیت نظامی کلی مستقیم و قطعی قابل انتظار، به وضوح بیش از حد ضرورت باشد.

لذا، ایراد آسیب زیست‌محیطی به عنوان یکی از عناصر جرائم جنگی، تا حد مشخص و محدودی، در ارزیابی متناسب بودن گنجانده شده است.^{۱۰۸} اما باز هم، عدم قطعیت علمی در خصوص ماهیت و دامنه کامل آسیب‌های بهداشتی و زیست‌محیطی وارده در نتیجه انتشار و تماس با نانومواد و نانوذرات سمی، پرسش‌هایی چالشی بدین مضمون مطرح می‌نماید:

^{۱۰۴} ICRC Commentary, above note 68, pp. 663–664, para. 2135.

^{۱۰۵} See, e.g., Fadri Gottschalk and Bernd Nowack, 'The release of engineered nanomaterials to the environment', in *Journal of Environmental Monitoring*, Vol. 13, 2011, pp. 1145–1155; Jayoung Jeong et al., 'In vitro and in vivo toxicity study of nanoparticles', in Saura Sahu and Daniel Casciano (eds), above note 15, pp. 320–324 (pointing out that very few airborne exposure studies have been conducted).

^{۱۰۶} ICRC Commentary, above note 68, p. 663, para. 2133.

^{۱۰۷} Cf. Michael Bothe et al., 'International law protecting the environment during armed conflict: gaps and opportunities', in *International Review of the Red Cross*, Vol. 92, No. 879, 2010, pp. 577–578.

^{۱۰۸} M. N. Schmitt, above note 102, p. 283.

برای مطالعه مورد دیگری که به صورتی گسترده‌تر، اثرات زیست‌محیطی را در ارزیابی تناسب داخل نموده، ر.ک به:

ICTY, 'Final Report to the Prosecutor by the Committee Established to Review the NATO Bombing Campaign Against the Federal Republic of Yugoslavia', in *International Legal Materials*, Vol. 39, 2000, pp. 1262–1263, paras. 15–22 (hereinafter ICTY Final Report). See also, Michael Bothe, 'Legal restraints on targeting: protection of civilian population and the changing faces of modern conflicts', in *Israel Yearbook on Human Rights*, Vol. 31, 2002, pp. 44–45.

۱. آیا صرف وجود ادله علمی برای تحقق «علم و آگاهی» کافی است؟

۲. چگونه اثرات بهداشتی و زیست‌محیطی بالقوه خطرناک، مفرط و بیش از حد ضرورت محسوب می‌شوند؟ همین پرسش‌ها در خصوص شرط تناسب به موجب حقوق بین‌الملل بشردوستانه صادق است، هرچند عنصر علم و آگاهی به نحو کلی تری بیان شده است.^{۱۰۹}

بنابراین، به دلیل این دو خصیصه، در زمان وضع مقررات ناظر بر هدایت مخاصمات جهت تحدید یا پیشگیری از ورود خسارات شدید، دیرپای و گسترده که ممکن است در اثر انتشار نانومواد و نانوذرات سمی ناشی از حمله نظامی ایجاد شوند، اعمال بند ۱ ماده ۵۵ پروتکل نخست الحاقی واجد کاربرد عملی اندکی است. برعکس، قسمت ب از بند ۵ ماده ۵۱ پروتکل نخست الحاقی مستلزم آن نیست که آسیب‌های زیست‌محیطی مورد انتظار، گسترده، دیرپای یا شدید باشند و لذا این قسمت از ماده ۵۱ در ارزیابی اثرات بهداشتی و زیست‌محیطی بالقوه نانومواد و نانوذرات منتشره، حیثه شمول گسترده‌تری از تلفات ضمنی را مجاز می‌داند، گرچه این حیثه بستگی به آن دارد که تفسیر خسارات و تلفات ضمنی تا چه حد می‌تواند موسع باشد.

احتیاط

دو تعهد متفاوت به احتیاط در مواد ۵۷ و ۵۸ پروتکل نخست الحاقی قید شده‌اند: به ترتیب مواد، احتیاط در حمله و احتیاط در دفاع.^{۱۱۰} این امر مورد پذیرش و اقبال عمومی است که تعهد به اتخاذ تدابیر احتیاطی در طراحی حمله یا تصمیم به حمله، یک قاعده حقوق بین‌الملل عرفی است.^{۱۱۱} تا حدی که عبارات ماده ۵۷ متضمن اصل تناسب باشد، مسئله حقوقی مشابه موردی که فوقاً تشریح شد، در رابطه با حدی که بر مبنای آن آسیب‌های بهداشتی و زیست‌محیطی وارده در اثر انتشار نانومواد و نانوذرات در یک حمله نظامی، تلفات و خسارات غیرنظامی محسوب می‌گردد، مطرح می‌شود. تعهد به احتیاط مسئله دیگری نیز مطرح می‌نماید، با این مضمون که اثرات مضاعف یا غیرمستقیم تا چه حد می‌بایست قابل پیش‌بینی باشند؟ یا به بیان دیگر، چه سطح یا میزانی از علم و آگاهی به عنوان مبنای اتخاذ تدابیر احتیاطی ضرورت دارد؟

نکته جالب توجه آن است که مطالعه حقوق بین‌الملل بشردوستانه عرفی کمیته بین‌المللی صلیب سرخ حاکی از آن بوده که حتی اگر در خصوص اثرات عملیات نظامی مشخصی بر محیط زیست قطعیت علمی وجود نداشته باشد، اصل احتیاط بایستی رعایت شود.^{۱۱۲} در این خصوص که تا چه حد خوانش اصل احتیاط، که در حوزه حقوق بین‌الملل محیط‌زیست توسعه یافته است، به عنوان تفسیری از تعهد به اتخاذ تدابیر احتیاطی به موجب

^{۱۰۹} Additional Protocol I, Arts 51(5)(b), 55(1), and 57(2)(a)(iii) (using the expression 'may be expected').

^{۱۱۰} For a detailed analysis, see Jean-François Quéguiner, 'Precautions under the law governing the conduct of hostilities', in *International Review of the Red Cross*, Vol. 88, No. 864, pp. 793–821.

^{۱۱۱} See J.-M. Henckaerts and L. Doswald-Beck, above note 64, Rule 15.

^{۱۱۲} *Ibid.*, Rule 44.

حقوق بین‌الملل بشردوستانه پذیرفته شده است، جای بحث وجود دارد.^{۱۱۳} با این حال، اعمال احتیاطی در دنیای مدرن نانوفناوری، تا جایی که مستلزم اتخاذ تمامی تدابیر احتیاطی ممکن به منظور تقلیل انتشار نانومواد و نانوذرات سمی در اثر حملات نظامی باشد، عملیات‌های نظامی را با چالش‌های عمده‌ای مواجه خواهد نمود. داشتن این توقع که تصمیم به توقف حمله گرفته شود، به این دلیل که خسارات زیست‌محیطی و بهداشتی بالقوه در نسبت با مزیت نظامی مستقیم و قطعی مورد انتظار، مفرط و بیش از حد ضرورت است، امری غیرواقع‌بینانه است.

این مسئله همچنین نیازمند آن است که در سیاق احتیاط در دفاع نیز مطرح شود. ماده ۵۸ پروتکل نخست الحاقی دولت‌های متعهد را ملزم به اتخاذ تدابیر احتیاطی ممکن چون «حفاظت از غیرنظامیان و تاسیسات غیرنظامی در برابر خطرات ناشی از عملیات نظامی» نموده است. در حالی که بنابر برخی استدلال‌ها، این تعهد به عنوان یکی از قواعد حقوق بین‌الملل عرفی محسوب می‌شود،^{۱۱۴} واقعیت آن است که قانونگذاران ملی در جامعه مدرن، به ندرت به قابلیت تحقق جنگ‌افزارهای آتی و اثرات آن‌ها بر حیات غیرنظامیان اعتنا می‌نمایند.^{۱۱۵} تعداد روزافزون شمار مرگ‌ومیر ناشی از سرطان پس از حوادث تروریستی ۱۱ سپتامبر در نیویورک به دلیل تماس با گازها و گرد و غبار سمی منتشره از فروریختن ساختمان‌ها، گواهی بر جدی بودن این سهو قانون‌گذاران است.^{۱۱۶} با توجه به خطرات زیست‌محیطی و بهداشتی قریب‌الوقوع که به طور بالقوه ناشی از انتشار نانومواد و نانوذرات سمی در خلال جنگ هستند، شناسایی و پذیرش گسترده‌تر تعهد به اتخاذ تدابیر احتیاطی جهت محافظت از غیرنظامیان در برابر اثرات حملات نظامی، قابلیت این را دارد که منجر به تشویق و تسهیل وضع مقررات جامع ناظر بر نانوفناوری شود که متضمن پیشگیری و کنترل تماس با نانومواد و نانوذرات سمی باشند.

نتیجه‌گیری

نگرش به نانوفناوری ممکن است به این ترتیب باشد که این علم نگرانی چندانی برای اعمال حقوق بین‌الملل بشردوستانه در مخاصمات نوین ایجاد نمی‌کند، بالاخص چنانچه تلفات غیرنظامی با ابداع و کاربرد جنگ‌افزارها و پرتابه‌های موثرتر، دقیق‌تر و پیچیده‌تری که در ساخت یا ارتقای آن‌ها فناوری نانو به کار رفته است، تقلیل یابد.

^{۱۱۳} Cf. M. Bothe et al., above note 106, p. 575; Richard Desgagné, 'The prevention of environmental damage in time of armed conflict: proportionality and precautionary measures', in Yearbook of International Humanitarian Law, Vol. 3, 2000, pp. 125–126; Wil D. Verwey, 'Observations of the legal protection of the environment in times of international armed conflict', in Hague Yearbook of International Law, Vol. 7, 1994, p. 52.

^{۱۱۴} J.-M. Henckaerts and L. Doswald-Beck, above note 64, Rule 22. Cf. W. Hays Parks, 'Air war and the law of war', in Air Force Law Review, Vol. 32, 1990, p. 1, at p. 159 (stating that this provision is not obligatory).

^{۱۱۵} ICTY Final Report, above note 107, p. 1271, para. 51. See also, Anthony P. V. Rogers, Law on the Battlefield, 2nd edn, Manchester University Press, Manchester, 2004, pp. 120–126.

^{۱۱۶} See, World Trade Center Health Program: Addition of Certain Types of Cancer to the List of WTC Related Health Conditions, US Federal Register, Vol. 77, No. 177, 2012, pp. 56138–56168.

گواه این مدعا، یادآوری این رویکرد سنتی است که هدف مشروع در جنگ، تضعیف قوای دشمن حتی الامکان از طریق ناتوان‌سازی بیشترین تعداد رزمندگان است.^{۱۱۷} با این حال، امروزه توجه جنگ‌های مدرن بیش از پیش به سوی عملیات نظامی نتیجه و دقت محور معطوف شده است، که در واقع نتیجه آن تاکید بیشتر بر تحقق نتایج مشخص به جای تخریب مطلق قوای دشمن است.^{۱۱۸} تغییر دکترین نظامی مزبور، اهمیت نیاز و ضرورت بزرگ‌تری را برجسته می‌نماید مبنی بر آنکه حین اعمال قواعد بنیادین حقوق بین‌الملل بشردوستانه، اثرات بالقوه خطرناک نانومواد و نانوذرات بر سلامتی و محیط‌زیست، چگونه و تا چه حد باید یا نباید مورد لحاظ قرار گیرد؟

این مقاله از طریق ارزیابی و بررسی این پرسش، سه حوزه محل نگرانی برای اعمال حقوق بین‌الملل بشردوستانه را که ناشی از کاربرد گسترده نانوفناوری است، مشخص نموده است. نخست، عدم قطعیت علمی پیرامون اثرات بهداشتی و زیست‌محیطی نانومواد و نانوذرات، پرسش‌هایی را در خصوص سطح و میزان علم و آگاهی لازم حین ارزیابی قانونمندی یک جنگ‌افزار، ارزیابی «بیش از حد ضرورت بودن» یک حمله، و اتخاذ تدابیر احتیاطی در خلال تصمیم به هدف‌گیری، مطرح می‌نماید. ثانیاً، هیچگونه اصل راهنمای شفاف و صریحی در این خصوص موجود نیست که اثرات بهداشتی و زیست‌محیطی ناشی از حملات نظامی را، به جز در مواردی که اثرات مزبور مورد قصد بوده یا ممکن است قابل پیش‌بینی باشند، تا چه حد می‌توان موسع تفسیر نمود تا حاوی اثراتی شدید، طولانی مدت، دیرپای و گسترده قلمداد شوند؟ علت این ابهام آن است که همچنان در خصوص آنکه تا چه حد می‌توان اثرات و نتایج بلندمدت و غیرمستقیم را حین بررسی مصادیق جراحت شدید یا رنج غیر ضروری و نیز حین بررسی بیش از حد ضرورت بودن یک حمله، لحاظ نمود بحث و مجادله وجود دارد. ثالثاً، بقای اصل تفکیک و تعهد به اتخاذ تدابیر احتیاطی با دشواری مواجه خواهد شد مگر آنکه اهمیت وضع مقرراتی جامع‌تر در خصوص نانوفناوری با در نظر داشتن اثرات آن در زمان مخاصمات، توسط قانون‌گذاران ملی مورد شناسایی و پذیرش قرار بگیرد.

^{۱۱۷} See, Preamble to the 1868 St Petersburg Declaration, above note 52.

^{۱۱۸} See, e.g., Tomislav Z. Ruby, 'Effects-based operations: more important than ever', in *Parameters*, Vol. 38, No. 3, 2008, p. 26; Edward A. Smith, Jr., 'Effects-based operations', in *Security Challenges*, Vol. 2, No. 1, 2006, p. 43; Elinor C. Sloan, *The Revolution in Military Affairs: Implication for Canada and NATO*, McGill-Queen's University Press, 2002, p. 15; David A. Deptula, *Effects-Based Operations: Change in the Nature of Warfare*, Aerospace Education Foundation, Arlington, 2001, pp. 21–22.