سنجش مسئولیت نهادهای فعال در حوزه نانوتکنولوژی ایران در ایفای کارکردهای حکمرانی

علی خواجه نایینی*

کیومرث اشتریان**

صفیه سادات هاشمی***

چکیده

پیدایش چارچوب مفهومی «حکمرانی نانوتکنولوژی»، حکایت از رویکردی چندجانبه به توسعه این فناوری نوظهور دارد. حکمرانی نانوتکنولوژی در کنار کارکرد توسعه اقتصادی و تکنولوژیک، بر توسعه همه‌جانبه و مسئولانه این فناوری به نحوی تأکید می‌کند که دو کارکرد دیگر را نیز شامل شود. یکی از این کارکردها، توجه به رگولاتوری و استانداردهای به کارگیری نانو مواد و تکنولوژی‌های نانومحور است. کارکرد سوم، ضرورت آگاهی‌دهی به مردم و فراهم کردن بسترهای مشارکت‌های اجتماعی در صورت‌بندی سیاست‌ها و سیاست‌گذاری‌های این حوزه می‌باشد. این پژوهش قصد دارد با استفاده از ابزار پرسشنامه و با سنجش نظرات نهادهای فعال در حوزه نانوتکنولوژی ایران، اِدراک آنها را از میزان مسئولیت خود در ایفای کارکردهای سه‌گانه حکمرانی نانوتکنولوژی مورد بررسی قرار دهد. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد اِجماع نسبی در میان نهادها در خصوص ایفای مسئولیت‌های مربوط به حکمرانی نانوتکنولوژی وجود دارد. همچنین به ترتیب نهادهای سیاست‌گذار، شرکت‌های تولید محصولات نانو و نهادهای رگولاتوری بیشترین مسئولیت را در ایفای کارکردهای حکمرانی نانوتکنولوژی در ایران دارا می‌باشند. نتایج بیانگر آن است که اِدراک «مسئولیت زیاد حکومت» در میان نهادهای فعال حوزه نانوتکنولوژی ایران وجود دارد و این نهادها انتظارات زیادی از حکومت در ایفای کارکردهای حکمرانی نانوتکنولوژی دارند.

واژگان کلیدی

نانوتکنولوژی، حکمرانی، نهادها، رگولاتوری، مشارکت اجتماعی، ایران

---

* دکتری سیاست‌گذاری عمومی دانشگاه تهران Email: naieniali@gmail.com

** دانشیار سیاست‌گذاری عمومی دانشگاه تهران Email: ashtrian@ut.ac.ir

*** دانشجوی کارشناسی ارشد روابط بین‌الملل دانشگاه تهران Email: hashemisafie@ut.ac.ir

تاریخ ارسال: ۹۳/۰۶/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۸/۰۹

فصلنامه راهبرد / سال بیست و سوم / شماره ۷۲ / پاییز ۱۳۹۳ / صص ۵۲-۳۵

جستارگشایی

فناوری نانو انقلاب صنعتی دیگری خوانده می‌شود که تأثیر چشمگیر آن در آینده‌ای نه چندان دور در جوامع بشری و بر تمامی حوزه‌های اجتماعی ظاهر خواهد شد. فناوری نانو در زمره فناورهای راهبردی قرار دارد. به فناوریی راهبردی گفته می‌شود که قسمت مهمی از تحقیقات پیشرفته را شامل شده، کاربردهای وسیع در تمام صنایع داشته و متحول‌کننده صنایع باشد؛ به نحوی که صنایع جدیدی به وجود آیند (Einsiedel & Goldenberg, 2004). در حقیقت پس از انقلاب‌های کشاورزی، صنعتی و اطلاعاتی گذشته که سیمای جهان را دستخوش دگرگونی قرار داده‌اند، اینک نوبت انقلاب فناوری نانو می‌باشد که سرشتی چندرشته‌ای دارد. حوزه نانوتکنولوژی از آن‌چنان اهمیتی برای سیاست‌گذاران برخوردار است که میزان سرمایه‌گذاری کشورها در حوزه تحقیق و توسعه نانوتکنولوژی ظرف مدت ۸ سال (از سال ۱۹۹۷ تا سال ۲۰۰۵)، ۹ برابر شده و از ۴۳۲ میلیون دلار به ۴/۱ میلیارد دلار رسیده است (Roco, 2005). در کنار توجه ویژه‌ای که در جهان به توسعه فناوری نانو از منظر اقتصادی شده است، پیدایش چارچوب مفهومی «حکمرانی نانوتکنولوژی»، حکایت از رویکردی چندجانبه به توسعه این فناوری نوظهور دارد.

به طور خلاصه حکمرانی نانوتکنولوژی بر توسعه همه‌جانبه و مسئولانه این فناوری به نحوی تأکید می‌کند که ملاحظاتی چند را دربرگیرد. یکی از این ملاحظات توجه به رگولاتوری و استانداردهای به‌کارگیری نانومواد و فناوری‌های نانومحور است. ملاحظه دیگر، ضرورت آگاهی‌دهی به مردم و فراهم‌کردن بسترهای مشارکت‌های اجتماعی در صورت‌بندی سیاست‌ها و سیاست‌گذاری‌های این حوزه را شامل می‌شود. موج وسیعی از پژوهش‌ها و مقالات حوزه نانوتکنولوژی در دهه اخیر در جهان به موضوع حکمرانی نانوتکنولوژی و ملاحظات مذکور اختصاص یافته؛ هر چند این موج هنوز به ایران نرسیده است. ایران به لحاظ تولید علم در حوزه نانو همواره در زمره پیشتازان این عرصه قرار دارد، اما تجاری‌سازی علم و تکنولوژی نانو در ایران به نحو مطلوبی شکل نگرفته است. همین امر باعث شده که دغدغه سیاست‌گذاران و حتی تحلیلگران این عرصه متوجه پیشرفت‌های اقتصادی نانو و تکامل چرخه توسعه این فناوری تا رسیدن به مرحله تجاری‌سازی بوده و از دیگر کارکردهای حکمرانی نانوتکنولوژی که باید به طور همزمان مورد توجه قرار گیرد، غفلت شود.

این پژوهش قصد دارد تا ضمن ارائه دیدگاه‌ها و رویکردهای مربوط به حکمرانی نانوتکنولوژی، اِدراک بازیگران این حوزه در ایران را از مسئولیت‌های خود در ایفای کارکردهای

حکمرانی نانوتکنولوژی مورد سنجش قرار دهد. نتایج این پژوهش ضمن آنکه می‌تواند در شکل‌گیری و توسعه ادبیات حکمرانی نانوتکنولوژی در ایران مفید باشد، سیاست‌گذاران نانوتکنولوژی در ایران را نیز یاری می‌کند تا نسبت به نظرات ذی‌نفعان – که از اصلی‌ترین مؤلفه‌های توسعه نانوتکنولوژی می‌باشند- آگاهی پیدا کرده و آن را در تصمیم‌گیرهای آتی خود مورد توجه قرار دهند.

۱. حکمرانی نانوتکنولوژی؛ مؤلفه‌ها و کارکردها

حکمرانی نانوتکنولوژی از جنبه‌های مختلف مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. برخی از محققان بر نقش ارتباطات ساختاری و شبکه‌ها در حکمرانی نانوتکنولوژی تأکید می‌کنند. به‌عنوان مثال رافلز و همکاران (۲۰۱۱) بیان می‌کنند که در حکمرانی نانوتکنولوژی نه فقط مجموعه‌ای از قوانین، استانداردها و عرصه‌های اجتماعی مربوطه ضروری است، بلکه طیف گسترده‌ای از مجموعه‌ها و نهادهای ساختاری باید ایجاد شوند. نمودار شماره (۱)ارتباطات بازیگران را برای حکمرانی مطلوب نانوتکنولوژی نشان می‌دهد (Rafols et al., 2011, p.628).

یکی از محققان پیشتاز در حوزه مطالعات حکمرانی نانوتکنولوژی رکو[1] است. رکو در پژوهش‌های گوناگونی به چالش‌های فراروی حکمرانی نانوتکنولوژی پرداخته و راهکارهایی را نیز در این خصوص پیشنهاد می‌کنند. از نظر رکو (۲۰۰۸)، چالش‌های اساسی فراروی حکمرانی نانوتکنولوژی عبارت‌اند از: توسعه بنیان‌های دانش چندرشته‌ای، برقراری زنجیره نوآوری از اکتشاف تا استفاده در جامعه، برقراری یک زبان مشترک بین‌المللی در خصوص پتنت‌ها و اصطلاحات این حوزه، ایجاد تأثیرات گسترده‌تر برای جامعه و در نهایت توسعه ابزارها، افراد و سازمان‌هایی که به‌طور مسئولانه‌ای از مزایا و منافع این فناوری جدید حداکثر استفاده را ببرند. برای مخاطب قرار دادن این چالش‌ها، چهار شاخص مقارن با هم[2] برای حکمرانی مطلوب در حوزه نانوتکنولوژی معرفی می‌شوند؛ این شاخص‌ها از سال ۲۰۰۱ در امریکا عملیاتی شده‌اند (Roco,2008). بنابراین حکمرانی نانوتکنولوژی نیازمند پیاده‌سازی و برقراری این چهار شاخص است (Roco et al., 2011):

۱. قابل تبدیل و تغییر بودن[3] : شامل نتایج و پروژه‌هایی باشد که بر نوآوری‌های چندحوزه‌ای و چندرشته‌ای تمرکز می‌کند. ۲. مسئولیت‌پذیری[4]: به ملاحظات محیط زیستی،

1. Roco
2. Simultaneous
3. Transformtive
4. Responsible

سلامت انسانی و ایمنی توجه کرده و دسترسی عادلانه به منافع این حوزه را شامل شود. ۳. فراگیر بودن[۵] : مشارکت همه سازمان‌ها و ذی‌نفعان را در برگیرد. ۴- دوراندیشانه‌بودن[۶]: شامل برنامه‌ریزی بلندمدت و پیش‌بینی‌کننده باشد.

به طور کلی مطالعات حکمرانی نانو مواد بر رگولاتوری (Stokes,2009)، ارزیابی ریسک (Hansen et al,2008) و آگاهی‌دهی به مردم و مشارکت آنها (Pidgeon et al,2009) تمرکز می‌کنند. مخاطرات نانوتکنولوژی را می‌توان به سه دسته سمی‌بودن نانوتکنولوژی و سنجش میزان آن، نقش تخصص در درون این حوزه و ریسک‌های مربوط به پذیرش نانوتکنولوژی در جامعه تقسیم کرد (Ott and Papilloud, 2008, p.46). در ادامه به طور مشخص، دو کارکرد مهم حکمرانی نانوتکنولوژی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۱-۱. لزوم توجه به رگولاتوری و کنترل مخاطرات انسانی و زیست‌محیطی

در حال حاضر ما شاهد گذار از نسل اول محصولات نانوتکنولوژی به نسل دوم و در ۱۰ سال آینده شاهد ظهور نسل‌های سوم و چهارم (وسایل نانویی فعال[۷]، کاربردهای نانو- بیو[۸] ، سیستم‌های نانویی[۹] و نانو سیستم‌های ملکولی[۱۰]) خواهیم بود. این گذار، چالش‌هایی از جمله موارد زیر را به‌وجود خواهد آورد: تأثیرات ناشناخته بر مردم (به عنوان مثال سلامتی افراد، تغییرات زادوولد، فهم مغز، مسائل شناختی و تکامل انسانی)، تأثیرات زیست‌محیطی در طول چرخه عمر نانو مواد و کمبود چارچوب‌هایی که از طریق آنها بتوان با استفاده از ظرفیت سازمان‌ها و تدوین سیاست‌ها، این مسائل را مورد توجه قرار داد (PCAST, 2010). اولین اجلاس گفتگوهای بین‌المللی در مورد تحقیق و توسعه نانوتکنولوژی مسئولیت‌پذیر در سال ۲۰۰۴ در ویرجینیای امریکا و دومین و سومین اجلاس نیز به ترتیب در سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۰۸ در ژاپن و بلژیک برگزار شد. تمرکز اصلی این اجلاس‌ها بر توجه به ملاحظات زیست‌محیطی نانوتکنولوژی و نقش رگولاتوری در آن قرار داشت. توسعه مسئولانه به معنای تعهد به توسعه و استفاده از فناوری است تا ضروری‌ترین نیازهای انسانی و اجتماعی را برطرف کرده و در عین حال همه را برای پیش‌بینی و کاهش تأثیرات نامطلوب و نتایج ناخواسته آن مسئول می‌داند. توسعه مسئولانه در حوزه فناوری بر تعهد به نیازهای اجتماعی و انسانی و

5. Inclusive
6. Visionary
7. Active Nanodevices
8. Nano-Bio Applications
9. Nanosystems
10. Molecular Nanosystems

جلوگیری از بروز نتایج ناخواسته توسعه فناوری تأکید دارد (National Research Council, 2006). یک عامل کلیدی برای تحت تأثیر قرار دادن سیاست‌های نانوتکنولوژی که دارای آثار زیست‌محیطی است، ظرفیت نهادی می‌باشد. ظرفیت نهادی در نتیجه توافقات ذی‌نفعان نانوتکنولوژی به‌وجود آمده و برای این تأثیر نیازمند مقدار زیادی از اطلاعات می‌باشد. با توجه به ناتوانی نهادهای رگولاتوری در مخاطب قرار دادن حتی نیازهای سنجش‌گری[11] صنایع شیمیایی سنتی، بعید است که این نهادها با رویکرد فعلی خود دارای این ظرفیت باشند که بتوانند پابه‌پای درخواست‌های رگولاتوری نانوتکنولوژی حرکت کنند. مسئله دیگر در رابطه با ظرفیت نهادی، توانایی سبک و سنگین کردن میان "دست زدن به اقداماتی برای پیش‌بینی خطرات" و " کسب اطلاعات کافی برای اتخاذ تصیمات قابل دفاع در خصوص خطرات نانوتکنولوژی" است. از نقایص دیگری که در خصوص مدیریت ریسک نانوتکنولوژی وجود دارد؛ ضعف ارتباطات میان نهادهاست، به‌عنوان مثال شکاف‌های ارتباطی معناداری میان اجتماعات علمی مختلف و نیز میان اجتماعات علمی، کارخانه‌ها، صنایع، نهادهای رگولاوری، سازمان‌های غیردولتی، رسانه‌ها و عموم مردم وجود دارد. نهادهای رگولاتوری به‌طور کلی به مجموعه زیادی از شواهد نیاز دارند تا به اتخاذ تصمیم در خصوص خطرات شیمیایی بپردازند. سال‌های زیادی طول خواهد کشید که پایگاه‌های اطلاعاتی جامعی درخصوص مواد شبهه‌دار تهیه شود(۱) (Bosso, 2010). بنابراین معما از این قرار است که زمانی که اطلاعات علمی کمی در مورد رگولاتوری یک حوزه خاص وجود داشته باشد، چگونه رفتار پیش‌بینی‌کننده و دافع خطر توسط نهادهای حکمرانی انجام شود؟ استفاده از مدل‌های سنجش صنایع شیمیایی موجود در حوزه حکمرانی نانوتکنولوژی ناکارامد خواهد بود و لازم است که همه افراد درگیر در همه فرایندهای تولید محصول، اطلاعات کارامدی در مورد حوزه کاری خود که بر توسعه پایدار اثرگذار است، داشته باشند (Morris, 2011).

سه گزینه پیشروی سیاست‌گذاران برای تنظیم استانداردها در حوزه نانوتکنولوژی وجود دارد (Reinert et al., 2006) که عبارت‌اند از: ۱. استفاده از قوانین و مقررات موجود. در هر کشور قوانین عامی در حوزه استاندارد و ایمنی مواد وجود دارد، به عنوان مثال در امریکا قوانین متعددی مانند قانون کنترل مواد سمی، قانون سلامت و ایمنی شغلی، قانون مواد آرایشی و دارویی، قوانین آب و هوای پاک و قانون حفاظت از منابع به طور کلی در همه حوزه‌ها و به طور خاص در مورد نانوتکنولوژی نیز اِعمال می‌شوند؛ هرچند ویژگی خاص نانوتکنولوژی باعث

11. Assessment Needs

می‌شود که این قوانین نتوانند همگام با پیشرفت‌های آن حرکت کنند (Davies, 2006). ۲. برقراری قوانین و استانداردهای جدید. وضع قوانین جدید در حوزه نانوتکنولوژی نیازمند همکاری و اجماع نهادی، مساعدت صاحبان صنایع و رفع موانع سیاسی می‌باشد. امری که چشم‌انداز نه چندان امیدوارکننده‌ای را در انتظار دارد. ۳. توسعه برنامه‌های داوطلبانه پیوستن به استانداردها. یک نمونه از استانداردهای داوطلبانه، برنامه سازمان حفاظت از محیط زیست امریکا[12] است که در سال ۲۰۰۵ به اجرا گذاشته شد. این برنامه از تولیدکنندگان مواد نانو مقیاس مهندسی شده[13] می‌خواست که اطلاعات مربوط به " الف) خصوصیات؛ ب) خطرات؛ ج) پتانسیل‌های مربوط به استفاده و د) فعالیت‌های مربوط به مدیریت خطرات" این مواد را به طور داوطلبانه در اختیار این سازمان قرار دهند. در کنار مشوق‌های مالی، نشان دادن تعهد فردی و جمعی به توسعه نانوتکنولوژی مسئولانه و کمک به ایجاد چارچوب‌هایی برای ارزیابی خطرات بالقوه آن، از جمله محرک‌های پیوستن به چنین برنامه‌ای است (USEPA, 2005).

۱-۲. لزوم توجه به اطلاع‌رسانی عمومی و مشارکت اجتماعی

یکی از مسائل توسعه علم و تکنولوژی، اطلاع‌رسانی ناکافی به مردم و عدم توجه به نگرانی‌های عمومی است. به دلیل آنکه بیشتر کشورها تاکنون برای گزارش‌گیری‌های الزامی از شرکت‌های نانو رغبتی نشان نداده‌اند، اطلاعات کمی در خصوص مقیاس و حوزه شمول نانو مواد برای مردم وجود دارد (Maynard and Rejeski, 2009). یک سیاست برای تأثیرگذاری بر نوآوری در نانو مواد باید سه وظیفه انجام دهد: ۱. در مورد خط سیرهای بالقوه نوآوری نانو مواد که از نظر اجتماعی قابل پذیرش یا غیرقابل پذیرش هستند؛ گفتگو کرده و تشخیص‌های لازم را انجام دهد.۲. موارد قابل پذیرش در مرحله قبل را تسهیل کند.۳. توسعه موارد غیر قابل پذیرش را متوقف کند (Rafols et al., 2011, p.626). تشخیص ارزش‌ها و بینش مصرف‌کنندگان نسبت به محصولات نانویی یکی از موضوعات مهم در حکمرانی نانوتکنولوژی است. اِدراک مصرف‌کنندگان به وسیله آموزش و دسترسی به اطلاعات تحت‌تأثیر قرار می‌گیرد. برای رسیدن به یک برنامه نانوتکنولوژی کامل در دهه بعد نیازمند آن هستیم که علاوه بر حمایت اقتصادی، از چارچوب‌هایی استفاده کنیم که توسعه مسئولانه شامل توجه به ابعاد و اهداف اجتماعی را گسترش دهد. برای پیشرفت نانوتکنولوژی بهتر است که نیروی انسانی این حوزه علاوه بر برخورداری از دانش فنی از دانش‌های حقوقی، رگولاتوری و... نیز آگاه باشد (Roco et al.,

12. US.Enviromental Protection Agency (USEPA)
13. Engineered Nanoscale Materials

(2011, p.3563). تحقیقات مختلف نشان می‌دهد پژوهش‌های سیاستی که برای دانش علمی[۱۴] نسبت به دانش زمینه‌ای و محلی[۱۵] اولویت قائل می‌شود و نگرانی‌های جدی مردم را در نظر نمی‌گیرد، از مشروعیت کافی در نزد مردم برخوردار نیستند. به عنوان مثال مخالفت جامعه با بیوتکنولوژی به حدی بود که وزارتخانه‌های دولتی در استرالیا را مجبور کرد که به انجام پیمایش‌هایی روی آورند تا میزان و نوع حمایت یا مخالفت مردم مشخص شده و سپس استراتژی‌هایی برای ارتقای پذیرش عمومی‌جامعه تدوین شوند. مردم نسبت به دانشمندان از آنچه در محیط محل خود اتفاق می‌افتد، بیشتر آگاه هستند. تا زمانی که رشد اقتصادی اهمیت بیشتری نسبت به اهداف دموکراتیک دارد، مشارکت واقعی جامعه در سیاست‌گذاری نانوتکنولوژی بعید است.

یکی از مؤلفه‌های حکمرانی نانوتکنولوژی مشارکت جامعه[۱۶] در فرایند سیاست‌گذاری است. این امر با مشاوره عمومی[۱۷] تفاوت دارد. تمایز اصلی در" استفاده" از نظر مردم قبل از تصمیم‌گیری است. در "مشاوره" نظر مردم با استفاده از ابزارهای مختلف گردآوری و شنیده می‌شود، اما در عملیاتی‌کردن و ورود آن به فرایند سیاست‌گذاری تضمینی نیست. دلیل آن برتری نگاه تخصص‌گرایانه به مشارکت‌محورانه است. در رویکرد مشارکتی، سازوکارهایی فراهم می‌شود تا نظرات عمومی در فرایند سیاست‌گذاری وارد شده و مؤثر واقع شود (Harwood & Schibeci, 2008).

تا سال ۲۰۰۰ توجه بسیار کمی به مطالعات نانوتکنولوژی از منظر اجتماعی در امریکا می‌شد. با پیگیری سازمان‌های مسئول در NNI (برنامه پیشگامی نانوتکنولوژی امریکا) توجه به جنبه‌های اجتماعی این فناوری بیشتر شد؛ به طوری که امروزه نزدیک به نیمی از مقالاتی که با موضوع ابعاد اجتماعی نانوتکنولوژی در جهان نوشته می‌شود، دست‌کم یک نویسنده از امریکا دارد. در سال‌های اخیر در انگلیس نیز تمرکز اصلی برای هدایت نوآوری در ابعاد اجتماعی بر وارد کردن جامعه به جریان بالا[۱۸] و در فرایند تحقیق و توسعه قرار داشته است Macnaghten (et al., 2005). هدف اصلی بها دادن به ارزش‌های عمومی و اهداف اجتماعی فناوری در مسائل تحقیق و توسعه توسط دانشمندان است. توجه به مشارکت عمومی در اسناد رسمی

14. Scientific Knowledge
15. Local and Contextual Knowledge
16. Community Participation
17. Public Consultation
18. Upstream

سیاست‌گذاری علم و فناوری انگلیس مورد تأکید قرار گرفته و گفتگوی عمومی[19] جهت معرفی مؤثر فناوری‌های نو به جامعه پیشنهاد شده است. نهادهای مسئول در سیاست‌گذاری نانوتکنولوژی نباید تمرکز خود را تنها بر سوددهی اقتصادی این حوزه قرار دهند، بلکه درگیرکردن مردم در صورت‌بندی[20] سیاست‌ها نیز باید مورد توجه قرار گیرد (Harwood & Schibeci, 2008). مشارکت عمومی در افزایش اعتماد به ایمنی، منافع و خطرات اجتماعی نانو فناوری می‌تواند تأثیرگذار باشد. به عنوان مثال برنامه پیشگامی ملی امریکا از طریق بنیاد علوم ملی (NSF)، برنامه‌های مشارکتی مردم مثل" توسعه غیررسمی علوم در موزه‌ها، برگزاری کافه‌های علمی[21] غیر رسمی در مکان‌های مختلف (از جمله فضای مجازی)، برقراری مدارس شهروندی[22] غیررسمی و بلندمدت (به‌طور مثال دانشگاه کالیفرنیای‌جنوبی) و برگزاری کنفرانس‌های چندجانبه ملی با هدف برقراری اجماع" را اجرا می‌کند (Berube et al., 2010). توجه به نظرات مردم و سنجش میزان آشنایی آنها با نانوتکنولوژی از اقدامات مهم در حکمرانی نانوتکنولوژی است. پژوهش‌های رو به رشدی در این خصوص در سراسر جهان انجام شده است. در پژوهشی که کروال و دیگران در خصوص نگرش مردم به برخی از فناوری‌ها انجام داده‌اند، مشخص شد که از نظر مردم فناوری‌هایی مانند بیوتکنولوژی و یا انرژی هسته‌ای با ریسک بالا و از طرفی منافع زیاد همراه هستند. نانوتکنولوژی در زمره تکنولوژی‌هایی قرار گرفت که ریسک و منافع آن در حد متوسط قرار دارد (Currall et al., 2006, p.111). در پژوهشی دیگر که با استفاده از نتایج ۲۲ پیمایش عمومی انجام شده بین سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۹ در امریکا، کانادا ، اروپا و ژاپن صورت گرفته است، مشخص شد که سطح پایینی از عموم مردم با نانوتکنولوژی آشنایی دارند. از دیگر نتایج این پژوهش آن است که ۴۴ درصد مردم در خصوص منافع و ریسک‌های این فناوری نمی‌توانند نظری دهند و ۵۶ درصد دیگر مردم نیز منافع آن را بیشتر از ریسک‌هایش می‌دانند (با نسبت ۳ به ۱). (Satterfield et al., 2009) .

۲. روش پژوهش

مقاله حاضر از نوع پژوهش‌های کمّی و با رویکرد پیمایشی مقطعی است. داده‌های پژوهش با استفاده از ابزار پرسش‌نامه ساختمند و در مقطع زمانی آذر تا بهمن ۱۳۹۲ جمع‌آوری شده است. جامعه آماری پژوهش را نهادهای فعال در حوزه نانوتکنولوژی ایران تشکیل داده و نمونه

19. Public Dialogue
20. Formulation
21. Science Café-type
22. Citizen Schools

آماری عبارت است از نهادهای اصلی این حوزه که در گروه‌های پانزده‌گانه دسته‌بندی شده‌اند. برای شناسایی گروه‌های بازیگران در مرحله اول با مراجعه به ستاد توسعه فناوری نانو و همچنین مؤسسه خدمات فناوری تا بازار (کریدور) با ساختارهای مدیریتی آنها که با دیگر بازیگران فعال در حوزه نانو در تعامل هستند، آشنایی حاصل و در نتیجه فهرستی اولیه از گروه‌های بازیگران تهیه شد. برخی از گروه‌ها متناظر با ایستگاه‌های (بخش‌های) مؤسسه خدمات توسعه فناوری تا بازار (کریدور) بودند (مثل گروه‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۸) و برخی نیز دارای واحد متناظری در ستاد توسعه فناوری نانو بودند (مثل گروه‌های ۷، ۱۳، ۱۴). سپس با مطالعه ادبیات مربوط (Helland et al., 2006; Meili, 2006; Bruns, 2003) فهرستی متمم از گروه‌ها تهیه شد. در ادامه این فهرست طی مصاحبه با مسئولین و کارشناسان ستاد نانو و کریدور و همچنین نخبگان دانشگاهی تکمیل و نهایی شد. در نهایت ۱۵ گروه از نهادهای حوزه نانوتکنولوژی در ایران به این شرح انتخاب شدند: ۱. شرکت‌های تولید محصولات نانو؛ ۲. شرکت‌های تولید تجهیزات نانو؛

۳. شرکت‌های خدمات توسعه بازار؛ ۴. شرکت‌های خدمات توسعه محصول؛ ۵. شرکت‌های خدمات پتنت؛ ۶. نهادهای ترویجی؛ ۷. نهادهای مالی ۸. دانشگاه‌ها؛ ۹. نهادهای رگولاتوری؛ ۱۰. نهادهای صنفی؛ ۱۱. رسانه‌ها؛ ۱۲. مراکز رشد؛ ۱۳. نهادهای سیاست‌گذار (شامل نهادهای تصمیم‌ساز و تصمیم‌گیر)؛ ۱۴. پژوهشکده‌های اختصاصی نانو و ۱۵. آزمایشگاه‌های نانوتکنولوژی. سپس نهادهای اصلی هر گروه با استفاده از رتبه‌بندهای موجود در ستاد نانو و مصاحبه با مسئولین ستاد شناسایی و در مجموع ۱۷۹ نهاد متعلق به گروه‌های ۱۵گانه مشخص شدند. سپس به منظور سنجش اِدراک نهادهای مذکور از مسئولیت‌های ایفای کارکردهای حکمرانی نانوتکنولوژی، پرسش‌نامه‌ای در میان این نهادها توزیع شد. این پرسش‌نامه متشکل از ۱۵ ردیف (متناظر با ۱۵ گروه بازیگران) و ۳ ستون (متناظر با سه کارکرد حکمرانی) بود. در تناظر با سه کارکرد اساسی حکمرانی نانوتکنولوژی (اقتصادی، زیست‌محیطی و مشارکت اجتماعی) سه پرسش طراحی شدند که به شرح زیر می‌باشد:

۱. از میان ۱۵ گروه ذکر شده، کدام گروه‌ها را در جهت "سوددهی اقتصادی" فعالیت‌های نانوتکنولوژی ایران بیشتر مسئول می‌دانید؟ سه مورد را به ترتیب اولویت با شماره ۲،۱ و ۳ مشخص فرمایید.

۲. از میان ۱۵ گروه ذکر شده، کدام گروه‌ها را در جهت "رعایت ملاحظات سلامت انسانی و محیط زیستی" در فعالیت‌های نانوتکنولوژی ایران بیشتر مسئول می‌دانید؟ سه مورد را به ترتیب اولویت با شماره ۲،۱ و ۳ مشخص فرمایید.

۳- از میان ۱۵ گروه ذکرشده، کدام گروه‌ها را در جهت "مشارکت اجتماعی" در فعالیت‌های نانوتکنولوژی ایران بیشتر مسئول می‌دانید؟ سه مورد را به ترتیب اولویت با شماره ۲،۱ و ۳ مشخص فرمایید.

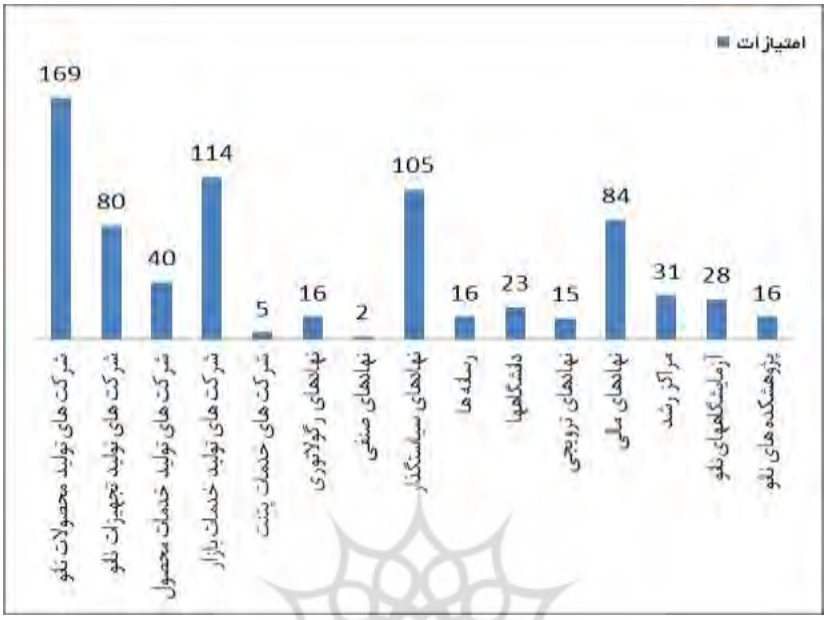
در مرحله بعد پرسش‌نامه میان نهادهای مذکور توزیع شد که در نهایت ۱۲۲ نهاد به سؤالات پرسش‌نامه پاسخ دادند. برای تحلیل داده‌ها، اولویت اول انتخابی متناظر با ارزش ۳ و اولویت‌های دوم و سوم به ترتیب متناظر با ارزش ۲ و ۱ در نظر گرفته شد. سپس با محاسبه مجموع ارزش‌ها، امتیازات هرکدام از کارکردهای سه‌گانه برای هریک از ۱۵ گروه محاسبه شده و با استفاده از نرم افزار اکسل به صورت نمودارهای مجزا نشان داده شدند. تحلیل داده‌ها نیز با استفاده از آزمون آماری کروس – کاروالیس و تحلیل‌های کیفی صورت پذیرفت.

۲-۱. یافته‌های پژوهش

الف) سهم نهادهای مختلف در ایفای کارکرد اقتصادی حکمرانی نانوتکنولوژی

نتایج نشان می‌دهد که از نظر بازیگران دخیل در شبکه نانوتکنولوژی ایران، شرکت‌های تولید محصولات نانو بیشترین مسئولیت را در ایفای کارکرد اقتصادی حکمرانی نانوتکنولوژی دارند. شرکت‌های خدمات توسعه بازار هم برای ایفای این مسئولیت در رتبه دوم (با فاصله ۸ درصدی) قرار دارند. سومین گروه مسئول نیز نهادهای سیاست‌گذار (با فاصله نزدیک به ۱/۵ درصد) هستند. کمترین مسئولیت برای ایفای کارکرد اقتصادی حکمرانی نانوتکنولوژی به ترتیب بر عهده پژوهشکده‌های نانوتکنولوژی، آزمایشگاه‌های نانوتکنولوژی و مراکز رشد می‌باشد. نتایج در نمودار شماره (۱) آمده است.

نمودار شماره (۱)- نمودار میله‌ای سهم بازیگران مختلف برای ایفای کارکرد اقتصادی حکمرانی نانوتکنولوژی در ایران



(منبع: نویسندگان)

ب) سهم نهادهای مختلف در ایفای کارکرد رگولاتوری حکمرانی نانوتکنولوژی

نتایج نشان می‌دهد که نهادهای رگولاتوری باید بیشترین مسئولیت ایفای کارکرد رگولاتوری حکمرانی نانوتکنولوژی در ایران را بر عهده بگیرند. در درجه بعد این نهادهای سیاست‌گذار هستند که انجام این کارکرد بر دوش آنهاست. شرکت‌های تولید محصولات نانو نیز سومین گروهی هستند که در این راستا مسئولیت دارند. همچنین از نظر نهادهای فعال در حوزه نانوتکنولوژی کشور، نهادهای مالی هیچ‌گونه مسئولیتی در ایفای این کارکرد ندارند. پس از آن، مراکز رشد و شرکت‌های خدمات پتنت هستند که مسئولیت بسیار کمی در این راستا دارند. نتایج در نمودار شماره (۲) ذکر نشان داده شده است.

نمودار شماره (۲)- نمودار میله‌ای سهم بازیگران مختلف برای ایفای کارکرد رگولاتوری (زیست‌محیطی و سلامت انسانی) حکمرانی نانوتکنولوژی در ایران

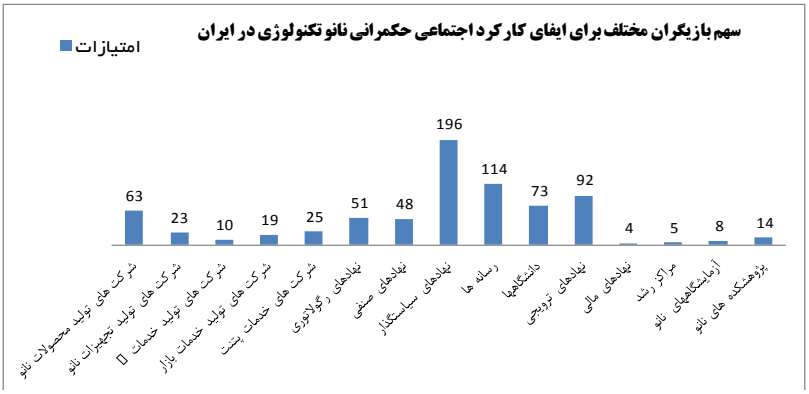
(منبع: نویسندگان)

ج) سهم نهادهای مختلف در ایفای کارکرد اجتماعی حکمرانی نانوتکنولوژی

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که نهادهای سیاست‌گذار بیشترین مسئولیت را در جهت ایفای کارکرد اجتماعی حکمرانی نانوتکنولوژی بر عهده دارند. سهم دوم و سوم برای انجام این مسئولیت به ترتیب بر عهده رسانه‌ها و نهادهای ترویجی است. کمترین مسئولیت برای ایفای این کارکرد نیز به ترتیب بر عهده نهادهای مالی، مراکز رشد، آزمایشگاه‌های نانوتکنولوژی است. نتایج در نمودار شماره (۳) آمده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

نمودار شماره (۳)- نمودار میله‌ای سهم بازیگران مختلف برای ایفای کارکرد اجتماعی حکمرانی نانوتکنولوژی در ایران

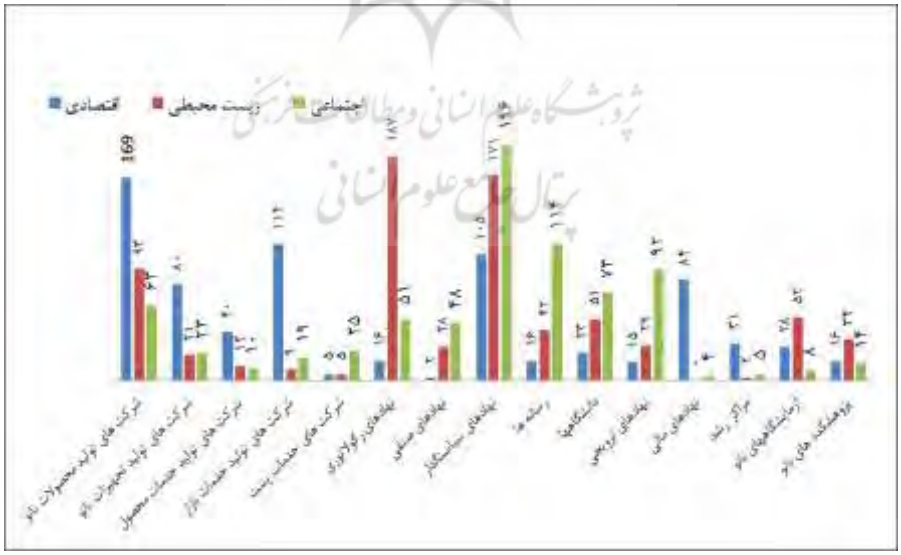


(منبع: نویسندگان)

د) سهم نهادهای مختلف برای ایفای کارکردهای حکمرانی نانوتکنولوژی در ایران

در پایان سهم هریک از گروه‌های بازیگران در ایفای هر سه کارکرد حکمرانی نانوتکنولوژی در نمودار شماره (۴) و نگاره شماره (۱) ذکر می‌شود.

نمودار شماره (۴)- نمودار میله‌ای سهم بازیگران مختلف برای ایفای کارکردهای حکمرانی نانوتکنولوژی در ایران



(منبع: نویسندگان)

نگاره شماره (۱) - سهم بازیگران مختلف در ایفای کارکردهای حکمرانی نانوتکنولوژی در ایران

بازیگران / نهادها	کارکردهای حکمرانی نانوتکنولوژی			مجموع
	کارکرد اقتصادی	کارکرد زیست محیطی	کارکرد اجتماعی	
شرکت‌های تولید محصولات نانو	۱۶۹	۹۳	۶۳	۳۲۵
شرکت‌های تولید تجهیزات نانو	۸۰	۲۱	۲۳	۱۲۴
شرکت‌های خدمات توسعه محصول	۴۰	۱۲	۱۰	۶۲
شرکت‌های خدمات توسعه بازار	۱۱۴	۹	۱۹	۱۴۲
شرکت‌های خدمات پتنت	۵	۵	۲۵	۳۵
نهادهای رگولاتوری	۱۶	۱۸۷	۵۱	۲۵۴
نهادهای صنفی	۲	۲۸	۴۸	۷۸
نهادهای سیاست‌گذار	۱۰۵	۱۷۱	۱۹۶	۴۷۲
رسانه ها	۱۶	۴۲	۱۱۴	۱۷۲
دانشگاه‌ها	۲۳	۵۱	۷۳	۱۴۷
نهادهای ترویجی	۱۵	۲۹	۹۲	۱۳۶
نهادهای مالی	۸۴	۰	۴	۸۸
مراکز رشد	۳۱	۲	۵	۳۸
آزمایشگاه‌های نانو	۲۸	۵۲	۸	۸۸
پژوهشکده‌های نانو	۱۶	۳۴	۱۴	۶۴

(منبع: نویسندگان)

بر این اساس به ترتیب نهادهای سیاست‌گذار، شرکت‌های تولید محصولات نانو و نهادهای رگولاتوری بیشترین مسئولیت و شرکت‌های خدمات پتنت، مراکز رشد و شرکت‌های خدمات توسعه محصول کمترین مسئولیت را در ایفای کارکردهای حکمرانی نانوتکنولوژی در ایران دارا می‌باشند. برای مقایسه نتایج سه کارکرد فوق نیز از آزمون کروسکال- والیس (Kruskal Wallis test) استفاده کردیم که یک آزمون غیر پارامتری و از سری آزمون‌های آنالیز واریانس محسوب می‌شود که برای مقایسه‌های سه و بیشتر از سه گروه از آن استفاده می‌شود. در این آزمون به بررسی تفاوت بین مقادیر یک متغیر در بین چند جامعه مستقل پرداخته می‌شود. نتایج میانگین رتبه کارکردهای حکمرانی و آمار مربوط به آنها در نگاره‌های ۴ و ۵ آمده است.

نگاره شماره (۲) - میانگین رتبه‌های کارکردهای حکمرانی نانوتکنولوژی

کارکردهای حکمرانی نانوتکنولوژی	تعداد رتبه‌ها	میانگین رتبه‌ها
کارکرد اقتصادی	۱۵	۲۳/۵۳
کارکرد زیست محیطی	۱۵	۲۲/۳۷
کارکرد اجتماعی	۱۵	۲۳/۱۰
جمع	**۴۵**	

(منبع: نویسندگان)

نگاره شماره (۳) - مقادیر آزمون کروسکال- والیس برای کارکردهای نانوتکنولوژی

منابع	درجه آزادی	آماره کای دو	سطح معنی‌داری
کارکردهای حکمرانی نانوتکنولوژی	۲	۰/۰۶۱	۰/۹۷۰

(منبع: نویسندگان)

براساس آماره کای دو در آزمون کروسکال- والیس و مقداره سطح معنی‌داری بیشتر از ۰/۰۵ می‌توان چنین نفسیر کرد که تفاوت معناداری بین رتبه‌بندی نهادی‌های مورد سؤال در مورد کارکردهای سه‌گانه بالا وجود ندارند. هر چند میانگین رتبه‌های کارکرد اقتصادی نسبت به دو کارکرد دیگری بیشتر نمایان شده و این امر نشان از آن دارد که از نظر نهادهای فعال در این حوزه، اهمیت این کارکرد در مقایسه با دو کارکرد دیگر بیشتر است.

فرجام

جمع‌بندی و پیشنهادهای سیاستی

فهم و ادراک ذی‌نفعان در اجرای موفقیت‌آمیز یک سیاست اثرگذار است (Ahmad, 2012). اجرای مطلوب کارکردهای حکمرانی نانوتکنولوژی نیز در گرو دریافت نظرات ذی‌نفعان، حمایت و مشارکت آنهاست. بنابراین نتایج این پژوهش می‌تواند گام مهمی‌در این راستا تلقی شود. نتایج نشان می‌دهد که اِجماع نسبی در میان نهادهای فعال در حوزه نانوتکنولوژی ایران در خصوص ایفای مسئولیت‌های مربوط به حکمرانی نانوتکنولوژی وجود داشته به نحوی که در هر یک از سه کارکرد، رتبه‌های اول، دوم و سوم دارنده بیشترین مسئولیت در مجموع از سهم تقریباً ۵۰ درصدی برخوردارند که این امر نشان از همگرایی دیدگاه‌ها در این خصوص دارد. نگاهی به یافته‌ها نشان می‌دهد که نهادهای سیاست‌گذار (متناظر با ایفای نقش حکومت)، سهم سوم را در ایفای کارکرد اقتصادی حکمرانی، سهم دوم را در ایفای کارکرد رگولاتوری و سهم اول را در ایفای کارکرد اجتماعی حکمرانی برعهده داشته و با مجموع امتیاز ۴۷۲ بیشترین سهم را در

ایفای کارکردهای حکمرانی نانوتکنولوژی دارند. این موضوع نشان از آن دارد که اِدراک «حکومت مسئولیت زیادی بر عهده دارد»، در میان بازیگران حوزه نانوتکنولوژی ایران وجود دارد؛ هرچند این نگاه ریشه‌های جامعه‌شناسانه داشته و در سایر حوزه‌های جامعه ایران نیز وجود دارد. اما برای نیل به توسعه مسئولانه نانوتکنولوژی در ایران باید سیاست‌گذاری و جهت‌گیری‌ها به نحوی باشد که بازیگران بار عمده این توسعه را بر دوش حکومت ندیده و برای خود سهم بیشتری قائل شوند. البته نکته مثبت این است که در ایفای کارکرد اقتصادی، شرکت‌های تولید محصولات نانو و شرکت‌های خدمات بازار سهمی بیشتر از نهادهای سیاست‌گذار دارند. هر چند به طور کلی براساس نتایج، سهم نهادهای واسط (شرکت‌های خدماتی و مراکز رشد) در ایفای کارکرد اقتصادی پایین است، امری که تقویت آن باید مورد اهتمام جدی سیاست‌گذاران این حوزه قرار بگیرد.

نکته دیگر آنکه بر خلاف انتظار و علی‌رغم جریان‌های کنونی جهانی، نهادهای صنفی و انجمن‌های غیردولتی سهم کمی در ایفای کارکردهای اجتماعی و رگولاتوری دارند. این در حالی است که بر اساس یافته‌ها، شرکت‌های تولید محصولات نانو در ایران دارای سهم سوم (ولی با اختلاف قابل توجه با رتبه‌های اول) و دانشگاه‌ها دارای رتبه پنجم (با اختلاف) در این زمینه هستند. همان‌طور که در قسمت ادبیات موضوع بیان شد، در روندهای کنونی جهان، شرکت‌های نانویی و دانشگاه‌ها دارای نقشی مهم در مسائل مربوط به رگولاتوری و ملاحظات زیست‌محیطی این فناوری برعهده دارند. به‌عنوان مثال در انگلیس نهادهای مختلفی در رگولاتوری حوزه نانوتکنولوژی فعال بوده و به جز دولت و کمیسیون‌های مربوط به آن که با نهادهای بین‌المللی نیز در این زمینه در ارتباط‌اند؛ صنایع مختلف، دانشگاه‌ها و اجتماعات مردمی[۲۳]، فعالیت‌های گسترده‌ای را انجام می‌دهند. اجتماعات مردمی نیز با ایفای نقش مشاوره‌ای و با عضویت صنایع، رگولاتورها، دانشگاه‌ها و انجمن‌های غیردولتی، به دنبال ارتقای مباحثه میان دولت و ذی‌نفعان اصلی برای توسعه مسئولانه نانوتکنولوژی هستند (http://www.mhra.gov.uk).

اِدراک نهادها مبنی بر سهم بالای مثلث «نهادهای رگولاتوری- نهادهای سیاست‌گذار– شرکت‌های تولید محصولات نانو» در رگولاتوری حوزه نانوتکنولوژی ایران، با روندهای جهانی کنونی منطبق می‌باشد. اما باید به این نکته توجه داشت که هرچند مطالعات مختلف بر مسئولیت مهم دولت در این خصوص تأکید دارند (Fairbrother&Fairbrother, 2009)، ولی

23. Forum

ارتباط این نهادها با دانشگاه‌ها، انجمن‌های غیر دولتی، نهادهای رگولاتوری بین‌المللی، بیمه‌ها (بنگرید به شکل شماره (۱)، Rafols et al., 2011:628) ضروری است؛ موضوعی که باید بسترهای آن در ایران فراهم شود. در نتیجه پیشنهاد می‌شود دانشگاه‌ها، انجمن‌های غیردولتی، بیمه‌ها و نهادهای مالی، مسئولیت بیشتری در حوزه رگولاتوری نانوتکنولوژی در ایران بر عهده گرفته و ارتباطات بین‌المللی کشور نیز در این حوزه بیشتر شود. همچنین ستاد توسعه فناوری نانو در خصوص اجرای برنامه‌های داوطلبانه استاندارد می‌تواند از ظرفیت سازمان‌ها و انجمن‌های غیردولتی بهره گیرد. به دلیل آنکه یکی از مشکلات در اجرای برنامه‌های داوطلبانه استاندارد، آشنا نبودن مشارکت‌کنندگان با مسائل مربوط به سلامت، ایمنی و استاندارد است. این مشکل می‌تواند از طریق فعالیت سازمان‌های غیردولتی و انجمن‌های تجاری برطرف شود (Reinert et al., 2006). در خصوص ارتقای نهادی کارکرد مشارکت اجتماعی نیز ستاد توسعه فناوری نانو می‌تواند از الگوی شبکه سنجش مشارکتی نانوتکنولوژی[۲۴] بهره گیرد. این شبکه ضمن ارتباط با تصمیم‌گیران حکومتی، متخصصان، دانشگاه‌ها، گروه‌های علمی و گروه‌های شهروندی، سنجش نتایج و آثار تحقیقات و محصولات و انتشار آنها را در سطح وسیعی از جامعه برعهده می‌گیرد (Roco and el, 2011). نکته بعدی درخصوص مسئولیت رسانه‌ها می‌باشد. در تحولات فعلی، رسانه‌ها به مثابه یک بازیگر کلیدی در فرایند رقابت برای شکل‌دهی به موضوعات حوزه علم و فناوری و ساماندهی روابط علم- جامعه ایفای نقش کرده و در تصمیم‌گیری‌های این حوزه اثر گذارند (Arnaldi, 2013). با توجه به اینکه یافته‌های پژوهش نشان از مسئولیت بالای رسانه‌ها در ایفای کارکرد مشارکت اجتماعی (کارکرد ۳) و مسئولیت ضعیف آنها در ۲ کارکرد دیگر حکمرانی نانوتکنولوژی در ایران دارد، ضرورت تقویت جایگاه، نقش و مسئولیت رسانه‌ها در آگاه‌سازی عمومی نسبت به محاسن و مضرات زیستی نانوتکنولوژی (کارکرد ۲) و توسعه اقتصادی کشور با استفاده از این فناوری (کارکرد ۱) وجود دارد.

در نهایت باید به این نکته اشاره کنیم که نتایج این پژوهش می‌تواند به عنوان ابزاری تصمیم‌ساز سیاست‌گذاران نانوتکنولوژی کشور را یاری کند تا برای ایفای مطلوب و مؤثر کارکردهای حکمرانی نانوتکنولوژی در ایران (به خصوص کارکردهای اجتماعی و زیست‌محیطی که هنوز در ایران توسعه نیافته‌اند) از نظرات نهادهای این حوزه که ذی‌نفعان اصلی توسعه این فناوری محسوب می‌شوند، بهره گیرند. همچنین پیشنهاد می‌شود ستاد توسعه فناوری نانو

24. Participatory nanotechnology assessment network

به‌عنوان اصلی‌ترین نهاد متولی این حوزه ° همان‌طور که به کارکرد اقتصادی این فناوری توجه دارد - با استفاده از ابزارهای ظرفیت‌ساز مثل نهاد سازی، برگزاری دوره‌های آموزشی، حمایت‌های تشویقی و ...، از ۲ کارکرد دیگر نیز حمایت ویژه‌ای به عمل آورد. در نهایت هدف باید این باشد که از نظر ذی‌نفعان و مشارکت آنها در ایفای این کارکردها استفاده شود.

پانوشت

۱. به عنوان مثال دو سال طول کشید تا یک نهاد رگولاتوری در امریکا کاربرد پنبه نسوز در محصولات را به دلایل زیست‌محیطی ممنوع کند. در نهایت دادگاه به دلیل صلاحیت‌دار ندانستن علمی نهاد رگولاتوری، این ممنوعیت را لغو کرد.

منابع لاتین

Ahmad, Che Bon (2012), Stakeholder Perception on Buffer oone Potential Ipp leee ntation: A Preliii nary Study of Taeek Bera, M sia, ***Procedia-Social and Behavioral Sciences*** 50.

Arnaldi, Simone (2013), "Exploring Imaginative Geographies of Nanotechnologies in News Media Images of Italian Nanoscientists", ***Technology in Society.*** xxx.

Berube DM, Cummings CL, Frith JH, Binder AR, Oldendick R. (2010), "Comparing Nanoparticles Risk Perceptions to other EHS Risks", ***Journal of Nanopartical Research***, Doi:10.1007/s11051-011-03 25-z.

Bosso C (ed) (2010), ***Governing Uncertainty: Environmental Regulation in the Age of Nanotechnology***, London, EarthScan.

Bruns B (2003), ***Participation in Nanotechnology: Methods and Challenges***, In: Paper Presented at the Conference Information to Empowerment: A Global Perspective, May 19° 22. Ottawa. Canada: International Association for Public Participation.

Currall ,Steven C., Eden B. King, Neal Lane, Juan Madera and Stacy Turner (2006), ***The Yearbook of Nanotechnology in Society***, Volume I: Presenting Futures.

Davies Jc. (2006), ***Managing the Effects of Nanotechnology***, Woodrow Wilson International Center For Scholars, Washington, DC,USA.

Fairbrother, Anne, Fairbrother, Jennifer (2009), "Are Environmental Regulations Keeping up With Innovation? A case study of The Nanotechnology Industry", ***Ecotoxicology and Environmental Safety,*** 72.

Einsiedel , E.F & Goldenberg , L. (2004), "Dwarfing the Social? Nanotechnology Lessons From The Biotechnology Front, Bulletin of Science", ***Technology & Society***, 24.

Hansen, S. F., Maynard, A., Baun, A., & Tickner, J. A. (2008), "Late Lessons From Early Warnings for Nanotechnology", ***Nature Nanotechnology***, 3.

Harwood, Jeff & Schibeci, Renato (2008), Community Participation in Australian Science and Technology Policy: The Case of Nanotechnology, ***Prometheus: Critical Studies in Innovation***, 26:2.

Helland A, Kastenholz .H, Thidell A, Arnfalk P, Deppert K. (2006), "Nanoparticulate Materials and Regulatory Policy In Europe: an Analysis of Stakeholder Perspectives", ***Journal of Nanoparticle Research***;8:709-19.

Maynard, A., & Rejeski, D. (2009), "Too Small to Overlook", ***Nature***, 460, 174.

Meili C. (2006), Nano-Regulation: A Multi-Stakeholder Dialogue Approach Toward a Sustainable Regulatory Framework for Nanotechnologies and Nanosciencesm, St. Gallen, ***Innovation Society***.

Morris, Jeff (2011), In Roco and El, "Innovative and Responsible Governance of Nanotechnology for Societal Development", ***Journal of Nanoparticle Research,*** 13.

National Research Council (2006), ***A Matter of Size: Triennial Review of The National Nanotechnology Initiative***, Washington, D.C.: National Academies Press.

Ott, Ingrid & Papilloud, Christian (2008), Convergence or Mediation? Experts of Vulnerability and the Vulnerability of Expert Discourses on Nanotechnologies˚ Acase Study, ***Innovation: The European Journal of Social Science Research***, 21:1.

PCAST (2010), ***Report to The President and Congress on The Third Assessment of The National Nanotechnology Initiative,*** Executive Office of the President, Washington, DC. http://www.nano.gov/html/res/otherpubs.html

Pidgeon, N., Herr Harthorn, B., Bryant, K., & Rogers-Hayden, T. (2009), Deliberating The Risks of Nanotechnologies For Energy and Health Applications in The United States and United Kingdom, ***Nature Nanotechnology***, 4.

Rafols, Ismael, Zwanenberg Patrick, Morgan Molly, Nightingale, Paul (2011), Missing Links in Nanomaterials Governance: Bringing Industrial Dynamics and Downstream Policies Into View, ***Journal of Technology Transf,*** 36.

Reiner, Kevin and keenan, Russell (2006), Nanotechnology Nexus- Intersection of Research, Science, Technology and Regulation, ***Human and Ecological Risk Assessment a International Journal***, 12:5.

Roco, M.C. (2005), International Perspective on Government Nanotechnology Funding in 2005, ***Journal of Nanoparticle Research***, 7.

Roco, MC, Harthorn. Barbara, Guston. Daivid, Shapira. Philip (2011), Innovative and Responsible Governance of Nanotechnology for Societal Development, ***Journal of Nanoparticle Research***, 13.

Roco.MC (2008), Possibilities For Global Governance of Converging Technologies. ***Journal of Nanoparticle Research***, 10.

Satterfield T, Kandlikar M, Beaudrie C, Conti J, Harthorn BH (2009), ***Anticipating The Perceived Risk of Nanotechnologies***, Nat Nanotechnol 4:752˚758. doi:10.1038/nnano. 265.

Stokes, E. (2009), Regulating Nanotechnologies: Sizing up the Options, ***Legal Studies***, 29. 2.

USEPA (2005), ***Nanotechnology White Papar***, Science Policy Council, Washington.

Wiek Arnim, Lang, Daniel J., Siegrist, Michael (2008), Qualitative System Analysis as a Means for Sustainable Governance of Emerging Technologies: The Case of Nanotechnology, ***Journal of Cleaner Production,*** 16

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی