نشریه علمی(فصلنامه) پژوهش‌های سیاستگذاری و برنامه‌ریزی انرژی
سال ششم/ شماره ۲۱/ زمستان ۱۳۹۹/ صفحات ۱۶۶ - ۱۲۵

چارچوب سیاستگذاری فناوری بر اساس ارزش‌های اخلاقی و اجتماعی: مطالعه موردی فناوری نانو در صنعت برق و انرژی

مسعود رضائی سامان کندی
دانشجوی دکتری گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
mm_rezaei@yahoo.com
نصرت الله شادنوش
استادیار گروه مدیریت صنعتی ، واحد تهران مرکزی ، دانشگاه آزاد اسلامی ، تهران ، ایران (نویسنده مسئول)
drnshadnoush@gmail.com
طهمورث سهرابی
استادیار گروه مدیریت صنعتی ، واحد تهران مرکزی ، دانشگاه آزاد اسلامی ، تهران ، ایران
dr.tsohrabi@gmail.com

تدوین چارچوبی برای سیاستگذاری و تدوین استراتژی فناوری بر اساس ارزش‌های اخلاقی و اجتماعی در صنعت برق و انرژی به سبب نقش اساسی این صنعت در نظام توسعه جوامع صنعتی، از اهمیت ویژه‌ای در تعیین اولویتهای سرمایه‌گذاری، توسعه و بهره‌برداری از فناوری‌ها برخوردار است. نظر به توجه در بکارگیری فناوری نانو در بخش تولید، انتقال و توزیع نیرو در صنعت برق و انرژی با مزیت رقابتی و اثر استراتژیک بالا، هدف اصلی این تحقیق، بررسی عوامل اثرگذار بر نظام سیاستگذاری و استراتژی فناوری نانو در این صنعت، در قالب طراحی و تدوین مدل، مبتنی بر نظام ارزشی اخلاقی و اجتماعی است. در این تحقیق بر اساس نظریه داده بنیاد و مصاحبه با خبرگان و انجام کُدگذاری در سه مرحله باز، محوری و انتخابی، مدل مفهومی تدوین استراتژی و سیاستگذاری، بر مبنای ارزش‌های اخلاقی و اجتماعی در فناوری نانو صنعت برق و انرژی با توجه به عوامل علّی و شرایط زمینه‌ای و مداخله گر ارائه شد. در همین راستا سیاست‌گذاران فناوری، با استفاده از مدل‌های این تحقیق می‌توانند، خلاء ارزشی موجود در فرآیند تحقیق و توسعه و یا انتقال فناوری نانو را رصد نمایند. یافتههای تحقیق نشان میدهد، سیاستگذاری و تدوین استراتژی فناوری نانو مبتنی بر نظام ارزشی می‌تواند چارچوبی متمایز برای تشخیص و ارزیابی تقابل و تعامل فناوری نانو و بستر جامعه مدنظر با هدف افزایش رفاه اجتماعی و رشد آگاهی در خصوص پیامدها و کارکردهای اجتماعی بهره‌برداری از این فناوری و اجتناب از مشکلات آن گردد.

واژگان کلیدی: سیاستگذاری، ارزش‌های اخلاقی و اجتماعی، استراتژی فناوری، صنعت برق و انرژی، فناوری نانو.

تاریخ دریافت: ۱۰ / ۸ / ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: ۵ / ۱۱ / ۱۳۹۹

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

۱. مقدمه

امروزه نقش فناوری در تمام ابعاد زندگی بشر و در تمامی صنایع، نقش اساسی و محوری است. از آنجائیکه لازمه توسعهٔ فناوری، تدوین استراتژی فناوری است (پسندیده، کرمی‌پور، بشارتی‌راد، ۱۳۸۵، ۱۱۶۷)، استراتژیست‌ها و فناوران به اتکاء مدل‌های رایج در این حوزه و با نگرش به تحولات صنعت، بازار، شرایط محیطی و سایر عوامل، به دنبال کسب جایگاه مناسب در بازارهای رقابتی (کریمیان، اثباتی، آقاپور، ۱۳۹۵، ۲۶) و دستیابی به مزیت فناوری پایدار (مؤمنی، ۱۳۹۰، ۵۶) هستند و مقصد نهایی ایشان صرفاً توسعه فنی و اقتصادی است.

استراتژی، برنامه‌ای منحصربه‌فرد با هدف رسیدن به موقعیت رقابتی در بازار و همچنین رسیدن به اهداف و مقاصد سازمانی است و سیاستگذاری، مجموعه قواعد وضع شده از سوی سازمان برای تصمیم‌گیری منطقی و دوره عملی است که برای هدایت تصمیم‌گیری‌های فعلی و آتی سازمان طراحی شده است (خسروی، ۱۳۹۸، ۱). اساساً سیاستگذاری‌ها تابعی از استراتژی هستند (خسروی، ۱۳۹۸، ۱) و به عنوان خط ارتباطی بین تدوین استراتژی و پیاده‌سازی آن می‌باشند (دهنایی، ۱۳۸۸، ۱).

چون رویکرد نظام سیاستگذاری فناوری در چارچوب سیستم ملّی نوآوری و تکنیک‌های تحلیلی مربوط به آن می‌باشد، قبل از پرداختن به سیاستگذاری فناوری به تعریفی از سیاستگذاری عمومی نیز پرداخته می‌شود. سیاستگذاری عمومی با استراتژی در مدیریت مترادف است، با این تفاوت که استراتژی‌ها بیشتر به عنوان الگوی تصمیم‌گیری در سطح سازمان یا بنگاه اقتصادی مورد استفاده قرار می گیرد و سیاستگذاری عمومی، مقاصد و جهت‌گیری را در سطح جامعه معین می‌کند (جلیلی، ۱۳۸۸، ۱). در چرخه سیاستگذاری علم، فناوری و نوآوری در بستری از ایزارهای هوشمندسازی سیاستگذاری مراحل ۱- هدفگذاری و تعیین استراتژی کلان ۲- الویت‌گذاری ۳- طراحیِ سبدی از سیاست‌ها ۴- طراحی جزئیات

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

برنامه‌ها و پیاده‌سازی و اجرا ۵- ارزیابی سیاست‌ها ۶- اعمال بازخوردها در فرآیند مدنظر قرار می‌گیرد (قاضی‌نوری، قاضی‌نوری، ۱۳۹۳).

به طور کلی در این معنا تردید نیست که استراتژی تکنولوژی یکی از مهمترین استراتژی‌های کارکردی (وظیفه‌ای) در هر سازمان است و باید پشتیبانی‌کنندهٔ هدف‌های استراتژی بزرگ (مادر) سازمان باشد (طاهری، طاهری، ۱۳۹۱، ۳). طارق خلیل استراتژی فناوری را فرآیند تعیین اولویتهای سرمایه‌گذاری در حوزه افزایش توانمندیهای فناورانه و در راستای استراتژی کلان بنگاه تعریف کرده است (آراستی، مختارزاده، خانلری، ۱۳۹۲، ۱۸۶). اهداف عمدهٔ تدوین و طراحی مدل‌های استراتژی فناوری به شرح زیر است:

- کسب مزیت فناورانه پایدار
- کسب و دستیابی به فناوری‌های متمایزکننده صنعت
- ایجاد موقعیتی که سازمان یا صنعت مربوطه قصد دارد در آینده در آن قرار گیرد.

اما شواهد موجود نشان می‌دهد که دستیابی به اهداف بالا در مدل‌های استراتژی فناوری که صرفاً رویکرد رقابتی و مادی دارد، سبب استفاده‌های نادرست از فناوری و اختراعات در جوامع بشری شده است. اگر اهداف ارزشی ملاک اول در این اهداف بود، فناوری و اختراعات در مقام ساخت و در ساحت بهره‌برداری استفاده نادرست نمی‌گردید. به عنوان نمونه توانمندی‌ها و قابلیت‌های فناوری نانو باید در کنار مخاطرات و ابعاد اجتماعی و ارزش‌های اخلاقی به گونه‌ای مورد ارزیابی قرار گیرد که در نهایت فناوری منتخب بتولند در کنار بهبودهای علمی، صنعتی تکنیکی و اقتصادی پیش آمده نظیر افزایش راندمان، کاهش تلفات و سودآوری اقتصادی در راستای عدالت اجتماعی، حفظ و صیانت از محیط‌زیست و توجه به کرامت انسانی، موجب تعالی نوع بشر در همه ابعاد گردد.

کشورهای استفاده کننده از فناوری نانو، به ویژه آمریکا و ژاپن، برنامه‌های جامعی برای کاربرد تجاری فناوری نانو راه‌اندازی کرده‌اند. طراحی برنامه ارزشیابی مخاطرات واقعی و ایمنی این مواد، جزئی از برنامه اصلی این کشورهاست تا از بی‌زیانی این مواد، برای سلامتی انسان و محیط‌زیست اطمینان حاصل کنند. به همین منظور برنامه ملّی سم‌شناسی را اجرا کرده‌اند تا بتوانند

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

تأثیرات بوم‌شناختی نانو مواد مهندسی شده اختصاصی، از قبیل ذرات کوانتومی، نانولوله‌های کربنی و دیوکسید تیتانیوم و نیز تأثیر آنها بر سلامتی انسان را بررسی و ارزشیابی کنند (حیدری، ۱۳۸۶، ۲۴). توسعه فناوری نانو، حوزه‌های مختلف جامعه از جمله اقتصاد، بهداشت، محیط‌زیست، قوانین و مقررات و آموزش را تحت تأثیر قرار خواهد داد. مطالعه این اثرات، به درک بهتر روابط بین جامعه و این فناوری کمک کرده و روش‌های مناسب برای انسجام بخشیدن به توسعه این فناوری را شناسایی خواهد کرد. ملاحظات توسعه پایدار فناوری نانو در سه دستهٔ ملاحظات اجتماعی (شامل زیست‌محیطی، اجتماعی، اقتصادی و آموزشی)، ملاحظات اخلاقی (شامل سوء استفاده از فناوری، شکاف‌های اجتماعی و مفهوم حیات) و ملاحظات قانونی (شامل مالکیت معنوی، حریم‌های خصوصی و قانونگذاری) قرار گرفته‌اند (رضایی، سرافرازی، قلی فر، ۱۳۸۹، ۱).

اسناد و مدارک معتبر در زمینه کاربرد فناوری نانو در حوزه برق و انرژی بصورت‌های مختلفی نظیر نقشه‌راه، گزارشات رصد وضعیت و آینده‌پژوهی در جهان نظیر سند توسعه فناوری نانو در زمینه انرژی اتحادیه اروپا و سند ۲۰۵۰ کشور چین به چاپ رسیده است.

مشکلات عمده فناوری نانو امروزه در حوزه‌های ایمنی، سلامت انسان (سمّیت نانوذرات)، محیط‌زیست (تغییر در سامانه‌های بیولوژیکی) و مسائل اخلاقی بررسی می‌شود (زارع احمدآبادی، طاهری دمنه، ۱۳۸۸، ۱۰۵). یکی از نگرانی‌های عمده‌ای که دربرگیرنده محصولات مشتق از نانو تکنولوژی است، خطرات ناشی از این مواد است (فرنیا، غنوی، عباسی و ولایتی، ۱۳۹۰، ۱۴۸). نگرانی‌ها در مورد ورود نانو مواد از طریق تنفس، پوست و دهان و انتقال آن به اندام‌های مختلف بدن افزایش یافته است و از آنجا که اطلاعات و پژوهش‌ها در مورد تأثیرات نانو مواد بر روی انسان و محیط‌زیست هنوز به اندازه کافی نیست، انجام پیشگیری‌های لازم و حفظ موازین اخلاقی در استفاده از آنها بسیار ضروری است (حیدری، ۱۳۸۶، ۲۳).

انرژی همواره به‌عنوان یکی از مهم‌ترین نیازهای بشر مطرح بوده است. انرژی الکتریکی با کاربردهای منحصر به فرد می‌تواند در بسیاری زمینه‌ها جایگزین منابع انرژی مختلفی باشد و به

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

دلایل زیست محیطی و با توجه به افزایش قیمت‌های سوخت‌های فسیلی به عنوان منبع اصلی انرژی نسبت به دیگر صورت‌های انرژی دارای برتری است. از سوی دیگر این انرژی دارای کاربردهای اختصاصی است که شاید نتوان به جای آن از دیگر منابع انرژی استفاده نمود. اهمیت برق در تولید و اقتصاد کشور یکی از مؤلفه‌های اصلی توسعه به شمار می‌رود وگرایش به سرمایه‌گذاری در تولید برق افزایش یافته است.

در چند دهه اخیر برق به زیرساخت ضروری برای توسعه اجتماعی، اقتصادی و صنعتی کشورها تبدیل شده است، به نحویکه میزان تولید آن، شاخص مهمی برای اندازه‌گیری رشد صنعتی و تولیدی و میزان مصرف آن یکی از فاکتورهای رفاه اقتصادی یک جامعه محسوب می‌شود، که نشانگر ارتباط نزدیک و دوسویه مسائل علوم‌انسانی، از جمله موضوعات مدیریتی و علوم‌اجتماعی با صنعت برق است (خنجری، عسگر شهبازی، حیدری، ۱۳۹۷، ۱). با توجه به کاهش ذخایر نفتی و افزایش نیاز جهانی برای تأمین انرژی، بکارگیری فناوری نانو در پنج بخش تولید نیرو، شبکه انتقال نیرو، توزیع نیرو، الکترونیک و مهندسی مواد در صنعت برق و انرژی مورد توجه فراوان قرار گرفته است که دارای مزیت رقابتی و با اثر استراتژیک بالایی است. کاربرد فناوری نانو در حوزه برق و انرژی را می‌توان به بخش‌های زیر تقسیم کرد (ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، ۱۳۹۴، ۴):

- ساخت و تولید تجهیزات مورد نیاز صنعت برق با کارآیی و خواص بهتر و هزینه کمتر؛
- ساخت و تولید تجهیزاتی که با فناوری‌های مرسوم امکانپذیر نمی‌باشد؛
- توسعه روش‌های بهره‌برداری، تعمیرات، نگهداری، بهسازی و نوسازی تأسیسات و تجهیزات صنعت برق؛
- کاهش تلفات برق در شبکه‌های انتقال و توزیع؛
- افزایش راندمان تجهیزات در صنعت برق؛
- افزایش توان و تولید نیرو؛

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

فناوری نانو بواسطهٔ توانایی کار در سطح مولکولی و اتمی و امکان کنترل دقیق ابعاد و ترکیب، موجب شده است تا بتوان مواد و تجهیزاتی با دوام و طول عمر بیشتر، مستحکم‌تر، سبک‌تر، مصرف انرژی کمتر و خواص مکانیکی و شیمیایی بهتر و یا حتی هزینه کمتر را تولید نمود (ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، ۱۳۹۴، ۴). موضوع به‌کارگیری نانوفناوری در صنعت برق به عنوان مادر صنایع، مورد توجه بسیاری از کشورها واقع شده و سرمایه‌گذاری‌های کلانی دراین باره صورت گرفته است. چرا که این قابلیت و توانایی را داردکه بازده مصرف انرژی، تولید و ذخیره‌سازی آن را به میزان چشمگیری بهبود بخشد. فناوری نانو کمک می‌کند تا انرژی‌های مختلف با بازدهی بیشتری برق تأمین کنند یا حتی روش‌های دیگری برای تأمین انرژی ایجاد شود. در انتقال انرژی تا تحویل آن به واحدهای مصرف کننده فناوری نانو کمک می‌کند که اتلاف انرژی کاهش یابد. در ذخیره انرژی به طور مشخص ذخیره انرژی در باتری‌ها و خازن‌ها به کمک فناوری نانو افزایش یافته است. فناوری نانو در کاهش میزان مصرف برق و بهینه‌سازی مصرف سوخت و کاهش آلاینده‌ها نیز مؤثر است و روش‌هایی را پیشنهاد می‌کند که با تغییری اندک، آسیب‌های وارد به محیط کاهش می‌یابد. از جمله موارد کاربرد نانوفناوری در صنعت برق می‌توان به استفاده از نانوپودرها و بدنه‌های نانوساختار در ساخت کلیهٔ تجهیزات مورد استفاده در این صنعت بواسطهٔ ارائه کارآیی بسیار بهتر و حداقل مصرف انرژی، ساخت فریت‌های مغناطیسی با حداقل تلفات مورد استفاده در موتورها و ژنراتورهای الکتریکی، سنسورها وکنترلرهای هوشمند با دقت و حساسیت بسیار بالا، سلول‌های خورشیدی با ارائه بازدهی تبدیل بالا، پیل‌های سوختی با حداکثر کارآیی، پوشش‌های پره‌های توربین با مقاومت به خوردگی و سایش بسیار بالا، پوشش‌های خود تمیز شونده مورد استفاده در مقره‌های پرسلانی، شیشه‌های با پوشش نانو ساختار عایق حرارتی، پوشش‌های نانوساختار ضد آب، نانولوله‌های کربنی مورد استفاده در سیستم‌های ذخیره‌ساز انرژی با حداکثر توان، عایق‌های الکتریکی نانو ساختار روان‌کارهای نانوساختار ترمیم‌کننده سطوح، مولدهای ترموالکتریک، نانوباطری‌ها، نانوسیم‌ها، نانوکیت‌های مغناطیسی با هدف صرفه‌جویی در مصرف سوخت مشعل‌ها، کاتالیست‌های

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

نانوساختار، وریستورهای اکسیدروی، لامپ‌های کم‌مصرف با پوشش نانوساختار، نانوفیلترهای نیروگاهی، سازه‌های بتنی مقاوم، تصفیه‌کننده‌های هوا و ... اشاره کرد. در بخش تولید بکارگیری فناوری نانو سبب بهبود عملکرد تجهیزات نیروگاهی و افزایش راندمان نیروگاه می‌شود. از طرفی امروزه به دلیل کاهش یافتن منابع اولیه انرژی‌های فسیلی در دنیا و از طرف دیگر به دلیل ایجاد آلودگی‌های شدید زیست‌محیطی در اثر افزایش مصرف این منابع، توجه خاصی به منابع جدید تأمین انرژی مانند انرژی‌های خورشیدی، بادی و ... می‌شود. اما استفاده از این منابع مستلزم دستیابی به تکنولوژی تبدیل کننده این پتانسیل‌ها به انرژی‌های الکتریکی، مکانیکی و ... است. از سوی دیگر نانو فناوری، به سبب بهبود کیفی ابزارها، مصرف کمتر مواد اولیه، مصرف کمتر انرژی، کاهش تولید مواد زائد و افزایش سرعت تولید در کشورهای پیشرفته به عنوان مهمترین روش تولید و ساخت این ابزارها، مطرح است. به کمک این فناوری گام‌های مؤثری در جهت کاهش آلودگی زیست‌محیطی حاصل از سوخت‌های فسیلی، برداشته شده است. از این رو از مهمترین بسترهای بکارگیری نانوتکنولوژی در ساخت و تولید مبدل‌های انرژی‌های نو (مثل سلولهای خورشیدی و پیل‌های سوختی)، کاهش آلاینده‌های زیست محیطی نیروگاه‌های گازسوز (با استفاده از کاتالیست‌های احتراق) و افزایش راندمان این نیروگاه‌ها (با بکارگیری نانوپوشش‌ها و نانومگنت‌ها) است (هور، ۱۳۹۳، ص ۴ و ۵). استراتژی‌های توسعه فناوری نانو مطابق با آنچه در سند توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی آمده است به شرح زیر تدوین و تبیین شده است (سند توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی، ۱۳۹۴، ۳):

- پیشبرد فعالیت‌های تحقیق و توسعه با تمرکز بر کسب توانمندی‌های فناورانه و تربیت نیروی انسانی متخصص.
- آگاه‌سازی و اطلاع رسانی در مورد کاربردها و مزایای فناوری نانو در صنعت برق.
- فراهم کردن بستر قانونی و فنی مورد نیاز توسعه فناوری نانو در صنعت برق با تدوین قوانین، دستورالعمل‌ها و استانداردها و نیز ایجاد زیرساخت‌های فنی عمومی.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

- تأمین و تسهیل منابع مالی مورد نیاز و تشویق بخش خصوصی به سرمایه‌گذاری در توسعه فناوری نانو در صنعت برق.
- کمک به توسعه بازار محصولات و تجهیزات مبتنی بر نانو در صنعت برق با تأکید بر رفع موانع تجاری‌سازی و افزایش همکاری‌های تجاری.

استراتژی‌های مشخص شده برای توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی به عنوان بستری برای تحقق تمامی اهداف شناسایی شده عمل می‌کنند. با تحقق آگاهی ذینفعان، تأمین منابع مالی، توسعه بازار محصولات و شبکه‌سازی تجاری، ایجاد زیرساخت قانونی و فنی، و افزایش فعالیت‌های تحقیق و توسعه بستری فراهم می‌شود تا استفاده از فناوری نانو در بخش‌های مختلف شبکه برق (اعم از تولید، انتقال و توزیع، و مصرف) اشاعه پیدا کند و کاربردهای مختلف این فناوری باعث کاهش انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی، افزایش بازده نیروگاه‌ها، کاهش هزینه‌های بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری، افزایش تولید برق پاک و تجدیدپذیر، کاهش مصرف برق، کاهش تلفات و افزایش صادرات محصولات مبتنی بر نانو در صنعت برق گردد.

بر این اساس در وضعیت موجود، مبحث ارزش‌های اخلاقی و اجتماعی اساساً در سیاستگذاری فناوری نانو در صنعت برق و انرژی دیده نشده است.

یکی از متداول‌ترین موضوعات اجتماعی که از بررسی ادبیات موجود در رابطه با فناوری نانو استنباط می‌شود، تأکید بر این نکته است که فناوری نانو تاثیر مثبتی بر محیط زیست خواهد داشت و در زمینه‌هایی همچون کاهش میزان مصرف نهاده‌ها، انرژی و آلودگی‌های زیست محیطی مؤثر خواهد بود. با توجه به کارایی بالقوه فناوری نانو، ضایعات به حداقل کاهش یافته و اتلاف انرژی کنترل خواهد شد. انرژی برق با سوخت بسیار کمتری تولید شده و آثار زیست محیطی آن متعاقباً بسیار کمتر خواهد بود. فیلترهای آب، بسیار ریزتر و دقیق‌تر شده و در نتیجه، ناخالصی و آلودگی کمتری در محصولات حاصل از آنها وجود خواهد داشت. آب اقیانوس‌ها می‌تواند نمک زدایی شده و تحت کنترل قرار گیرد، که این امر نیز به نوبه خود می‌تواند نگرانی‌های جهانی مربوط به تأمین و عرضه آب را برطرف نماید (رضایی، سرافرازی، قلی فر،

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

۱۳۸۹، ۴). از طرفی، نتایج بررسی پیامدها و پیش‌بینی آنها، سیاست‌گذاران را در مراحل مختلف تصمیم‌گیری‌ها و تعیین مسیر رشد و توسعه فناوری یاری می‌رساند (قاضی‌نوری، حیدری،۱۳۸۷،۲). سلامت و ایمنی کارکنان یا هر جمعیتی که در تماس با پودرهای ترکیبی یا محصولات مشتق از نانو هستند، نسبت به خطر جذب این مواد از طریق استنشاقی یا گوارشی یا جذب از طریق پوست یا عبور از سد خونی مغزی یا جفت و انتقال به جنین از طریق مادر باید تأمین شوند (فرنیا، غنوی، عباسی و ولایتی، ۱۳۹۰، ۱۵۲).

بحث درباره نتایج و آثار اجتماعی فناوری نانو را اریک درکسلر[1] دانشمند آمریکایی با انتشار کتاب موتورهای آفرینش در سال ۱۹۸۶ آغاز کرد (قاضی‌نوری، حیدری، ۱۳۸۷، ۳۴). در حالی که در ۳۰ سال گذشته بسیاری از دانشمندان علوم اجتماعی، درگیر با علوم نانو و فناوری نانو بوده‌اند، اما چیزهای زیادی برای گزارش کردن در این مورد وجود ندارد، که به موجب آنها اثبات شود، علوم اجتماعی تأثیر بسزایی در علوم نظری داشته است. مطالعات، بیشتر مربوط به تأثیرات و کنترل علم و فناوری است، با تمرکز ویژه بر خطراتی که علم و فناوری می‌تواند برای صلح، امنیتِ جامعه، دموکراسی، پایداری محیط زیست و ارزش‌های انسانی ایجاد کند. حوزه فناوری نانو به اندازه کافی جدید و میان رشته‌ای است که تعداد کمی از تحقیقات آن به صورت جامع به پیامدهای اخلاقی و اجتماعی آن پرداخته‌اند (Elliott, 2018, 406). اسمعیلی آبدر و حیدری بیان کرده‌اند که در علم اخلاق، فنّاوری نانو به عنوان یک موضوع بسیار پیچیده و دارای جوانب مختلف مطرح است و در عین حال ناسازگاری‌های اخلاقی این فنّاوری در حد مختصر بیان شده و تاکنون فقط تجزیه و تحلیل‌های بسیار اندک و حداقلی در رابطه با کاربرد علمی فنّاوری نانو منتشر شده است (اسمعیلی آبدر، حیدری، ۱۳۹۷، ۲۵). سؤالات اخلاقی مربوط به فناوری نانو به روشهایی که مردم ممکن است از آن برای آسیب رساندن عمدی به دیگران استفاده کنند محدود نمی‌شود، بلکه شامل تعهداتی برای جلوگیری از عواقب مضر ناخواسته و

1 K.Eric Drexler

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

احتمالی است (Gebeshuber, 2007, 16). برای تبیین راهبردهای اخلاقی فناوری نانو به اختلافات در حوزه فناوری نانو و دسته‌بندی آن توسط قاضی‌نوری و حیدری اشاره می‌شود تا اساس کار مشخص گردد (قاضی نوری، حیدری، ۱۳۸۷، ۸۰):

مسائل فنی[1]: مواردی همچون تعریف فناوری نانو و مصداق‌های آن، توانایی‌های فنی قابل دستیابی و فاصله زمانی تا تحقق آنها، خطرهای فناوری و غیره. دانشمندان و مهندسان و متخصصان فناوری نانو و همین طور متخصصان آینده‌نگری و پیش‌بینی فناوری از جمله مباحثه‌گران این حوزه از اختلافات درباره فناوری نانو می‌باشند.

مسائل اخلاقی[2]: سوالات مطرح در این حوزه، موارد زیر را در برمی‌گیرد:

الف) منافع و خطرهای همراه توسعه فناوری چیست؟

ب) آیا باید به دنبال توانایی خاصِ دست یافتنی رفت یا نه؟

ج) آیا خط سیرهای فنی خاصی باید دنبال شود؟

د) چه کسی باید درباره دنبال کردن خط سیرهای فنی تصمیم بگیرد؟

هـ) برای مقابله با خطرهای احتمالی چه باید کرد؟

و) منافع احتمالی به چه کسانی تعلق می‌گیرد؟

ز) آیا همه کشورها قادر به توسعه این فناوری می‌باشند؟

ح) اثر فناوری نانو بر مسائلی مانند فقر، نابرابری، توسعه پایدار، بیکاری، محیط زیست و از این قبیل چیست؟

تحقیقات در مورد پیامدهای اجتماعی فناوری نانو به سیاست‌گذاران و عموم مردم کمک می‌کند تا تصویری واقع‌گرایانه و عاری از امیدها و ترس‌های بی‌دلیل به دست آورند (Gebeshuber, 2007, 15). تأثیرات اخلاقی و اجتماعی فناوری همیشه نه تنها به محصول فناورانه

1 Technical Controversies
2 Ethical Controversies

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

مورد استفاده بستگی دارد، بلکه به کاربرد و بستر اجتماعی که در آن استفاده می‌شود نیز بستگی دارد (Brey, 2017, 42). استفاده‌های از فناوری نانو، علاوه بر تاثیرات مثبت بیشمار، در بلند مدت می‌تواند چه تاثیرات منفی و ناخواسته‌ای داشته باشد؟ (کوثری، قاضی‌نوری، ثقفی، عموعابدینی، ۱۳۹۵، ۱و۲).

با در نظر گرفتن پتانسیل ایجاد خطر فناوری نانو، اقدامات ویژه‌ای در جهت ادغام علوم انسانی و اجتماعی با رویکرد میان رشته‌ای فناوری نانو صورت گرفته است. تلفیق مطالعات اجتماعی و اخلاقی در تحولات فناوری نانو از همان ابتدا مهم خواهد بود. در گزارش اولیه در مورد فناوری‌های همگرا (Roco and Bainbridge 2003) توصیه شده است که موضوعات" اخلاقی، قانونی، رفتاری، اقتصادی، زیست‌محیطی، توسعه نیروی کار و سایر پیامدهای اجتماعی باید از همان ابتدا توسط دانشمندان و مهندسان برجسته، دانشمندان علوم اجتماعی و ائتلاف گسترده‌ای از سازمان‌های حرفه‌ای و مدنی مدنظر قرار گیرد" (Roco, Harthorn, Guston, Shapira, 2011, 5). از آنجا که فناوری نانو در مراحل ابتدایی توسعه خود قرار دارد عنصر عدم قطعیت[1] در تمامی مباحث مربوط به این فناوری در تمامی ابعاد تحلیلی آن دیده می‌شود. این ابعاد شامل توانایی‌های بالقوه فناوری نانو و آثار توسعه فناوری نانو بر جامعه است. پیش‌بینی‌ها و تحلیل‌های این موضوعات نیز بر پایه نگرش افراد و گروه‌های فعال و محقق در این زمینه می‌باشد. وود، جونز و گلدارت[2] چهار دیدگاه درباره نتایج فناوری نانو برای جامعه می‌شناسند (قاضی نوری، حیدری، ۱۳۸۷، ۷۷-۷۹):

- دیدگاه آرمان‌گرایانه که با اعتقاد به انقلابی بودن فناوری نانو، آینده را رویایی تصور می‌کند.

1 Uncertainty
2 Wood & Janes & Geldart

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

- دیدگاه ضـدآرمان‌گرایانه که با اعتقاد به انقلابی بودن فناوری نانو آن را برای جامعه بسـیار خطرناک می‌داند.
- دیدگاهی که به وجود موانع در راه توسعه فناوری نانو و لزوم رفع آنها اعتقاد دارد.
- دیدگاهی که به تدوین مقررات تنظیم کننده برای مقابله با خطرهای احتمالی نانو نظر دارد (Wood et al, 2003).

مدل‌های رایج تدوین استراتژی فناوری بر دو رویکرد موقعیت‌یابی[1] برای بهبود و تثبیت جایگاه و موقعیت در بازارهای هدف و رویکرد "منبع بنیان" یا "منبع محور[2]" با اتکاء به توان رقابتی و سـرمایه سازمان‌ها بر مجموعه‌ای از منابع جدید متمرکز هستند (کریمیان، اثباتی، آقاپور، ۱۳۹۵، ۲۶). جدول ۱ به رویکرد و مؤلفه‌های اصـلی چند مدل در بحث تدوین اسـتراتژی فناوری به طور نمونه اشـاره دارد با این هدف که نپرداختن به موضوعات نظام ارزشی اخلاقی و اجتماعی در این مدل‌ها را نشان دهد.

جدول ۱. بررسی رویکرد و مؤلفه‌های اصلی مدل‌های مختلف استراتژی فناوری

نام مدل	رویکرد اصلی	مولفه‌های اصلی
پورتر	شایستگی‌های رقابتی	شناسایی فناوری در زنجیره ارزش، انتخاب فناوری‌های مناسب برای توسعه، تصمیم‌گیری در مورد پیشتاز و یا پیرو بودن، تصمیم‌گیری در مورد فروش فناوری
هکس و مازلوف	استراتژی کارکردی بر مبنای واحدهای فناوری راهبردی (STU ۳)	تعیین چشم‌انداز و راهبرد کسب و کار، تعریف واحدهای فناوری راهبردی، پایش محیط داخل و خارج، برنامه‌ریزی استراتژیک، تعیین برنامه عملیاتی و تخصیص بودجه
پاراهالد و هامل	تئوری شایستگی محوری	شناسایی الگوهای تکامل صنایع مرتبط، معماری راهبردی، رقابت شایستگی محور، تناسب در وضع اهداف، طراحی سازمانی مناسب
دی آونی	پویایی در رقابت	درنظرگیری پویایی رقابت، تعریف حوزه‌های رقابت، نوآوری فناورانه، مزیت رقابتی هر بنگاه، صیانت‌پذیری از نوآوری، پیشتازی نوآوری

مأخذ: باقری مقدم، قاضی‌نوری، معلمی، و موسوی درچه، ۱۳۹۷

1 Positioning Approach
2 Resource Base Approach
3 Strategic Technology Unit

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

وجود خلاء آشکار در نظام ارزشی اخلاقی و اجتماعی در بررسی استراتژی‌ها و سیاست‌گذاری‌های حوزه علم و فناوری، ضرورت طراحی و تدوین مدلی برای استراتژی فناوری بر اساس تأثیرات ارزش‌های اخلاقی و اجتماعی را نمایان می‌سازد. از این رو هدف از انجام این تحقیق کاربست نظام ارزشی در سیاستگذاری و تدوین استراتژی‌های کلان و فناوری در صنعت برق و انرژی از طریق ارائه مدل است، ولی محقق معتقد است در شرایط کنونی تمامی صنایع می‌توانند در این حوزه ورود پیدا نموده و تحقیقی نظیر این تحقیق را انجام داده و از آن الگوبرداری نمایند. بر این اساس سؤالات اصلی این پژوهش به این شرح است: ۱- مدل مناسب استراتژی و سیاستگذاری فناوری بر اساس ارزیابی تاثیرات ارزشهای اخلاقی و اجتماعی چیست؟ ۲- چه عواملی و ابعادی در شکل‌گیری مدل استراتژی و سیاستگذاری فناوری بر اساس ارزیابی تاثیرات ارزشهای اخلاقی و اجتماعی موثر هستند و روابط این عوامل چگونه است؟

۲. پیشینه پژوهش

پس از انتشار کتاب موتورهای آفرینش در سال ۱۹۸۶ در حوزه نتایج و آثار اجتماعی فناوری نانو توسط اریک درکسلر دانشمند آمریکایی، مطالعات جدی درباره آثار و نتایج اجتماعی علم و فناوری نانو پس از آن آغاز شد که این فناوری در ایالات متحده به عنوان الویت سیاست ملّی فناوری مطرح گردید. پیشگامی نانوفناوری (NNI[1]) در آمریکا با برگزاری کارگاه در این حوزه در سپتامبر ۲۰۰۰ آغاز و برنامه حمایتی از آن در اکتبر ۲۰۰۰ با برگزاری کارگاه NSF[2] در مورد آثار اجتماعی علم و فناوری نانو، نقطه شروع دعوت به مطالعات در این حوزه شد. بر همین اساس اتحادیه اروپا با برگزاری کارگاه نانوفناوری در نوامبر ۲۰۰۱ با همکاری بنیاد ملی علوم آمریکا، برنامه حمایتی خود را از ۲۰۰۳ اجرایی نمود. در سال ۲۰۰۱ گزارش کارگاه NSF حاوی

1 National Nanotechnology Initiative (NNI)
2 Nationa Science Foundation

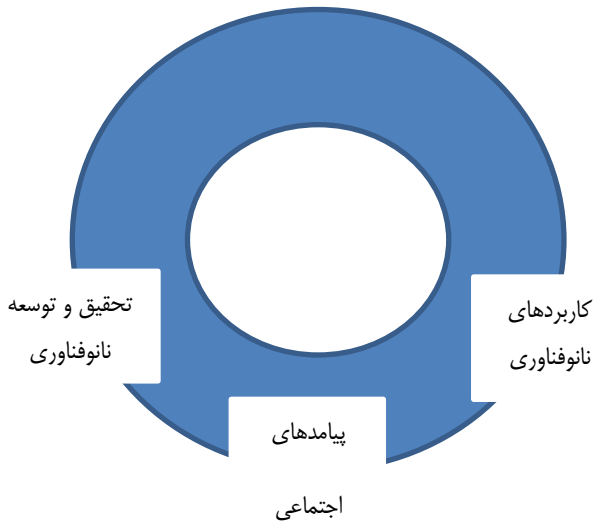
[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

حوزه‌هایی که نانو بیشترین تأثیر را در آنها خواهد داشت انتشار یافت و کارگاه APEC[1] در مورد آثار اجتماعی فناوری نانو نیز برگزاری گردید. در سال ۲۰۰۲ سمینارهای گروه ETC [2] در اجلاس جهانی توسعه پایدار در ژوهانسبورگ برگزار شد که درخواست تعلیق به کارگیری نانومواد را می‌کرد. در همین سال کارگاه مشترک NSF و EC[3] با عنوان "فرصت‌های انقلابی و آثار اجتماعی فناوری نانو" در ایتالیا نیز برگزار شد. در سال ۲۰۰۳ برگزاری کارگاه دوم NSF و EC در مورد آثار اجتماعی فناوری نانو صورت گرفت و انتشار گزارش‌های گروه ETC مبنی بر خطر نانوذرات و خلط سبز محصول نانوبیوفناوری پیشرفته که درخواست تعلیق را تکرار می‌کرد نیز اتفاق افتاد. همچنین در این سال بحث استفاده عدالت‌محور و اخلاقی از نانوفناوری تحت عنوان داراها و ندارهای فناوری نانو (Wolfson) دیدگاه‌های متفاوت نسبت به مفهوم و توانایی‌های نانو و موضع آن نسبت به توسعه فناوری (.Wood et al) طرح گردید. در سال ۲۰۰۴ نیز در ادامه مطالعات و تحقیقات صورت گرفته، گزارش نهایی انجمن سلطنتی و آکادمی سلطنتی مهندسی انگلستان در مورد جنبه‌های اجتماعی، زیست محیطی، اخلاقی و مقرراتی نانو شامل خطرهای زیست محیطی، تشدید نابرابری، حریم خصوصی و امنیت، کاربردهای نظامی، تنظیم مقررات منتشر شد و کارگاه کمیسیون اروپا درباره تحلیل ریسک فناوری نانو نیز برگزار گردید. در سال ۲۰۰۵ نیز موضوعاتِ نابرابری استفاده از فناوری نانو و امکان افزایش آن، مناسب بودن فناوری‌های نانو برای کشورهای در حال توسعه (.Singer et al)، ناتوانی برنامه‌های مطالعه آثار اجتماعی برای تأثیرگذاری بر سیاست‌های توسعه و تنظیم مقررات (Fisher)، حریم خصوصی و ایمنی و امنیت، آموزش بین رشته‌ای و همکاری چند رشته‌ای، فقدان مقررات، نگرانی‌های پزشکی و بهداشتی، خطرهای زیست محیطی و غیره در مورد نانوفناوری طرح گردید (قاضی‌نوری، حیدری، ۱۳۸۷، ۳۵). تحقیق و توسعه در مقیاس نانو، کاربردهای فناوری نانو و پیامدهای اجتماعی، یک سیستم منسجم و تعاملی

1 Asia – Pacefic economic cooperation (APEC)
2 Action Group on Erosion, Technology and Concentration (ETC)
3 European Commision (EC)

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

را تشکیل می‌دهد، که به صورت شماتیک ممکن است به عنوان یک حلقه بسته تجسم یابد که به صورت شماتیک در شکل۱ نشان داده شده است (Roco, 2003, 181).



شکل ۱. حلقه بسته آثار اجتماعی نانوفناوری (Roco, 2003)

انواع فناوری، عاملی بی‌نظیر برای جاری‌سازی و انتقال ارزش‌های اخلاقی هستند (Brusoni, & Vaccaro, 2017, 224). در همین راستا گِبشوبر[1] اضافه کرده است که فناوری نانو کاربردهای گسترده‌ای در تمام زمینه‌های مهندسی خواهد داشت، بنابراین برجسته‌کننده اثرات اجتماعی سایر فناوری‌ها نیز خواهد بود (Gebeshuber, 2007, 1). کوثری و همکاران در مقاله‌ای بیان کرده‌اند که یکی از اصلی‌ترین انگیزه‌های تحقیقات در حوزه مهندسی و علم در مقیاس نانو، پیشبرد اهداف وسیع اجتماعی است. در رویکرد متعادل، آثار اجتماعی توسعه فناوری، نه تنها مزایای اجتماعی بلکه

1 Gebeshuber

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

پیامدهای پیش‌بینی نشـده نیز مدنظر می‌باشـد (کوثری، قاضـی‌نوری، ثقفی، عموعابدینی، ۱۳۹۵، ۱). گوپتا و همکارانش در مقاله سال ۲۰۱۲ خود چنین عنوان می‌کنند: فناوری نانو را می‌توان به عنوان یک فناوری نوظهور توصـیف کرد و همانطور که در مورد سـایر فناوری‌های نوظهور، اصـلاح ژنتیکی نیز اتفاق افتاده اسـت، عوامل مختلف روحی و روانی به طور بالقوه می‌توانند بر عکس‌العمل‌های اجتماعی در توسعه و کاربرد این فناوری تأثیر بگذارند. این عوامل نقش مهمی در نحوه توسعه و تجاری‌سازی فناوری نانو ایفاء می‌کنند (Gupta, Fischer, Lans, Frewer, 2012,1).

تحقیقات دیگر نیز بر توسـعه موازی جنبه‌های اخلاقی، حقوقی، اجتماعی و سـیاسـی نانو فناوری با جنبهٔ علمی آن تأکید دارند در غیر اینصـورت، این زمینه از علم با خطراتی جدی مواجه خواهد شد و پیشرفت در فناوری و کاربرد آن نباید باعث خدشه‌دار شدن انسانیت و حقوق افراد شـود (اسـمعیلی آبدر، حیدری، ۱۳۹۷). همچنین در مورد موضـوع اخلاق در علم و فناوری چنین عنوان شـده اسـت که فناوری‌های جدید ما را ملزم به ابراز نگرانی می‌کنند و ضـروری اسـت تا در صـورت آسـیب دیدگی در این مسـیر به مردم پاسـخگو باشـیم (Baron, 2019,1). هدف کلی، پذیرش فناوری نانو توسـط عامه مردم اسـت. پذیرش عمومی نسـبت به فناوری نانو برای توسـعه بلندمدت این فناوری ضـروری بوده و به ما اجازه می‌دهد که از منافع بالقوه آن بهره‌مند شـویم. در گزارش‌های مربوط به تحقیق و توسعه فناوری نانو به طور ضـمنی اشـاره شـده اسـت که این پذیرش به اعتماد عمومی نسـبت به فناوری و اینکه این اعتماد بر اسـاس اطلاعات، آموزش، دسـترسـی و بحث در مورد توسـعه‌های علمی و فناورانه ایجاد شـده باشـد، بسـتگی دارد. در این میان نقش علوم انسـانی و اجتماعی، بیشینه‌سازی فواید اجتماعی فناوری نانو، تقویت فناوری نانو و کاهش احتمال مناقشات تضعیف کننده عمومی است. این امر مستلزم این است که اخلاقیات به صورت ابزار یا وسیله‌ای در خدمت یک هدف سودمند درآید. از طرفی نقش علوم انسانی و اجتماعی را نباید تنها به ایجاد اطمینان و پذیرش عمومی نسبت به فناوری نانو محدود ساخت. بلکه علوم انسـانی و اجتماعی دارای عملکرد انتقادی هسـتند. به طوری که مردم بتوانند بر این اساس، قضاوت آگاهانه‌ای داشته باشند. این ارزیابی انتقادی لزوماً از نوع منفی نیست. اخلاقیات

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

تنها تعیین‌کننده حدود و مرز نیست. اخلاقیات از لحاظ فناوری نانو، باید در نظر داشته باشد که می‌خواهیم به وسیله این فناوری به چه اهدافی دست یابیم. واژه nanoethics و یا کاربرد اخلاق در فناوری نانو امروزه به خوبی در جوامع علمی تعریف و شناخته شده است (نایب پاشایی، ۱۳۹۵، ۱). بررسی فناوری نانو به عنوان یک فناوری نوظهور نشان می‌دهد که، کُنش‌های اجتماعی در توسعه و کاربرد این فناوری تأثیرگذارند و عوامل مؤثر بر این واکنش‌ها منجر به توجه محققین به پیامدهای اخلاقی و اجتماعی این فناوری شده است (Gupta, Fischer, Van der Lans, Frewer, 2012, 1). به استناد گزارش "خطرات و ریسک بزرگ"، متخصصین فنی، فناوری‌های نانو را عمدتاً از نظر فرصت‌ها و نه از نظر خطرات یا اثرات ذاتی بیان می‌کنند و خطرات بهداشتی، زیست‌محیطی و اجتماعی کمتری را به این فناوری نسبت می‌دهند. در مقابل، متخصصین سم‌شناسی و دانشمندان علوم اجتماعی، هر دو مزایا و خطراتی را در تشریح این فناوری بیان می‌کنند و نگرانی‌های اجتماعی و لزوم نظارت بالاتر را در این مورد تصدیق می‌کنند (Bertoldo, Mays, Poumadère, Schneider, Svendsen, 2017, 2,8,9).

با توجه به بررسی ادبیات موضوع، این نتیجه حاصل می‌گردد که فناوری و جامعه باید در یک تکامل همزمان توسعه پیدا کنند و در برنامه‌ریزی‌های استراتژیک صنایع علاوه بر وجود شکاف استراتژیک و شکاف دانشی، نوعی بارز از شکاف ارزشی نیز مشاهده گردد که بررسی و رفع این شکاف به شدت نیاز به برنامه‌ریزی و اقدامات اساسی دارد. محقق معتقد است لزوم احاطه ارزش‌های اخلاقی و اجتماعی بر فناوری و دیده‌بانی فناوری با اتکاء به رویکرد ارزشی موضوعی است که باید به آن پرداخته شود تا مانع از آسیب‌های احتمالی ناشی از بکارگیری انواع فناوری در بستر جامعه گردد.

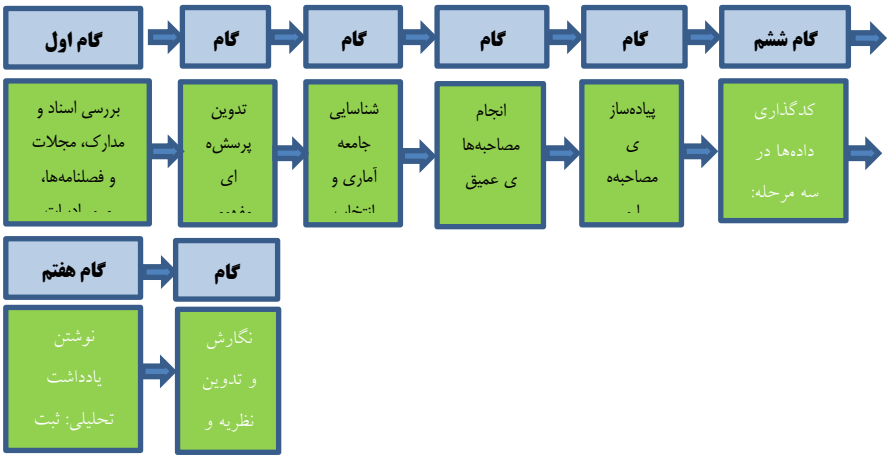
[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

۳. روش پژوهش

راهبرد کیفی مورد استفاده در این پژوهش نظریه داده بنیاد[1] است. یک تئوری مبتنی بر داده‌های زمینه‌ای و واقعی. این روش تحقیق کیفی، برای مطالعه و جستجوی فرآیندهای اجتماعی است که در تعاملات انسانی وجود دارد. تئوری زمینه‌ای مستقیماً با تعامل‌گرایی نمادین[2] ارتباط پیدا می‌کند (مختاری نوری). با توجه به موضوع تحقیق که به نوعی به تعامل جامعه انسانی با ابزار فناوری باز می‌گردد با استفاده از روش تحقیق داده بنیاد، انسان در ارتباط با محیط زندگی‌اش بهتر درک می‌شود. هرفرد بر مبنای معنی‌ای که به افراد و اشیاء (انواع فناوری) می‌دهد با دیگران رفتار و تعامل می‌کند. در این تحقیق مفهوم ارزش‌باری هر فناوری، نهادینه شده، آنچنان که ارزش‌های اخلاقی و اجتماعی به واضح توسط سازندگان در بطن اشیاء و مصنوعات بارگذاری گردیده و این ارزش‌ها را به جامعه مصرف کننده منتقل کرده و کاملاً با او در تعامل است. روش تحقیق داده بنیاد برای موقعیتی مناسب است که دانش ما در مورد آن محدود هستند. محقق نسبت به تدوین مدلی برای استراتژی فناوری با احاطه ارزش‌های اخلاقی و اجتماعی اقدام نموده است تا در تعامل بین سازندگان و مصرف کنندگان انواع فناوری را از حیث حفظ ارزش‌های والای انسانی و کرامت انسانی مورد ارزیابی قرار دهد. ماهیت این پژوهش کیفی و با جهت‌گیری کاربردی و بر اساس هدف از نوع اکتشافی است. خردمایه استفاده از نظریه داده بنیاد به کاربرد آن باز می‌گردد و اساساً روشی نظام‌مند برای خلق نظریه در سطحی گسترده و در فرآیند کُنش یا کُنش متقابل موضوعی با هویت مشخص است (Creswell, 2002). در نظریه داده بنیاد، از آنجا که پایه‌های اصلی ساختن نظریه، مفاهیم هستند، لازم است، ساز و کاری تعبیه شود تا مفاهیم، شناسایی و بر حسب خصوصیات و ابعادشان بسط داده شوند (Straus, Corbin, 1998). مراحل اجرای پژوهش در شکل ۲ آمده است:

1 Grounded Theory
2 Symbolic Interactionism

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]



شکل۲. چارچوب کلی مراحل اجرای پژوهش

در فرآیند تحقیق از نمونه‌گیری نظری[1] که در برگیرندهٔ جمع‌آوری داده‌های مداوم برای خلق نظریه است، استفاده گردید. گلاسر (۱۹۶۷) نمونه‌گیری نظری را به مثابه‌ی فرآیند گردآوری داده‌ها برای تولید نظریه تعریف می‌کند که به آن وسیله محقق همزمان داده‌ها را گردآوری، کُدبندی و تحلیل می‌کند و در مورد نوع داده‌های مورد نیاز و جای پیدا کردن آنها در خِلال گردآوری داده‌ها تصمیم می‌گیرد تا نظریه را آن طور که خودش ظهور می‌یابد، تولید کند. محقق با افرادی گفتگو کرده است که در زمینه‌ی موضوع تحت مطالعه یا جنبه‌هایی از آن دارای اطلاعات و شناخت مناسب و نسبتاً کافی بودند که اصطلاحاً مطلعین[2] یا دروازه‌بانان[3] می‌خوانند (محمدپور، ۱۳۹۲، ۹۰ و ۹۱). این پژوهش، در صنعت برق و انرژی، از طریق گردآوری و تحلیل نظام‌مند داده‌ها با انجام مصاحبه عمیق با خبرگان و کارشناسان در جامعه هدف انجام شده است. جامعه آماری در این تحقیق، دوازده نفر از خبرگان و کارشناسان مدیریت

1 Theoretical Sampling
2 Informants
3 Gatekeeper

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

در صنعت برق و انرژی و اساتید دانشگاهی در حوزه مرتبط هستند. تعداد افراد مورد مصاحبه، با "اشباع نظری[1]" مرتبط بود. اطلاعات افراد مصاحبه شونده در پیوست مقاله آمده است.

روشهای کیفی به جای استفاده از واژگان روایی و پایایی که از لحاظ فلسفه ریشه در پارادایم کمی دارند، از معیار اعتمادپذیری یا قابلیت اعتماد ارجاع به ارزیابی کیفیت نتایج کیفی استفاده می‌کنند (Twining, 2000). قابلیت اعتماد، میزانی است که در آن می‌توان به یافته‌ای تحقیق کیفی، متکی بود و به نتایج آن اعتماد نمود. قابلیت اعتماد شامل چهار معیار قابل قبول بودن، انتقال پذیری، قابلیت اطمینان و تأییدپذیری می‌باشد (کریمی‌پور، بیات ترک، نجفی، ۱۳۹۸، ۱۱۰). روش‌های تامین اعتماد پذیری پژوهش در جدول ۲ آمده است.

1 Theoretical Saturation

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

جدول۲. روش‌های تامین اعتماد پذیری پژوهش حاضر

معیار	زیرمعیار		استراتژی تأمین	اقدام صورت گرفته
قابل قبول بودن	روایی ورودی‌های پژوهش	روایی داده‌های ورودی پژوهش	نمونه گیری گلوله برفی (Neuman, 2000)	معرفی مصاحبه شوندگان بعدی توسط مصاحبه شوندگان قبلی
			نمونه گیری بر مبنای اعتبار Snow & et (al,1981)	انتخاب مصاحبه شوندگان بر اساس توصیه متخصصان
		روایی تفسیری (Maxwell,1992)	استفاده از توصیفگرهای با حداقل مداخله	بهره‌گیری از عبارات توصیفی مانند نقل قول در تفسیرها
انتقال پذیری			استفاده از روش نمونه‌گیری بر مبنای اعتبار	انتخاب مصاحبه شوندگان از بین افراد معتبر، مدیران و کارشناسان سازمانی و دانشگاهی در حوزه‌های مرتبط علوم اجتماعی تکنولوژی و صنعت برق و انرژی
قابلیت اطمینان			ممیزی قابلیت اطمینان (Twining, 2000)	در اختیار گذاشتن داده‌ها، روش‌ها و تصمیمات با هدف بازبینی و موشکافی تحقیق توسط خود مصاحبه‌شوندگان
تأیید پذیری			ارائه جزئیات روش‌ها و داده‌های پژوهش	ارائه گزیده مصاحبه‌ها و نیز توضیح روند تحلیل داده‌ها تا دستیابی به نتایج تحقیق

ماخذ: نتایج تحقیق

در این رهگذر ۳ تن از اساتید و خبرگان به بررسی یافته‌ها و اظهار نظر درباره پارادایم کُدگذاری محوری نظارت و تأیید کرده و در تحلیل و تفسیر داده‌ها اعلام نظر نمودند. همچنین پژوهشگر بیش از بیست و چهار سال خود شاغل بخش تحقیقات و پژوهش در صنعت برق و انرژی و همچنین مشارکت‌کننده در تدوین برنامه‌های استراتژی‌های مرتبط با حوزه کار خود

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

بوده است، قطعاً تجربه‌کاری ایشان در مبانی فلسفی و نظری این پژوهش بسیار تأثیر گذار بوده است. زیرا سوگیری در پژوهش‌هایی با صبغه کیفی جزء جدایی ناپذیر است و پژوهشگر نمی‌تواند به مثابه لوح سفید عمل کند. در نتیجه تمایلات فلسفی و نظری و ویژگی‌های علمی و تخصصی خود را وارد عرصه پژوهش کرده است.

٤. تحلیل داده‌ها

٤-١. کُدگذاری باز

کدگذاری باز بعنوان اولین مرحله در دو قسمت کدبندی اولیه و کدبندی متمرکز یا ثانویه صورت می‌گیرد. کدبندی اولیه به صورت یادداشت سطر به سطر، عبارت به عبارت، پاراگراف به پاراگراف از مصاحبه‌های عمیق با خبرگان انجام می‌شود و محقق با تعیین و مرتب کردن کدها با مفاهیم، کدهای مشابه و مشترک را در قالب یک مقولهٔ واحد قرار می‌دهد. در این تحقیق پس از گردآوری داده‌ها از طریق مصاحبه باز، اقدام به کدگذاری اولیه متن مصاحبه‌ها و استخراج مفاهیم گردید. بدین ترتیب در مجموع ۱۸۱ کد اولیه با لحاظ تکرار در متن مصاحبه‌ها و ۶۲ کد اولیه بدون تکرار شناسایی شد. نمونه‌ای از جداول پیاده شده مصاحبه‌ها در روش نظریه داده بنیاد، برای نمایش مفاهیم و مقوله‌های عوامل مؤثر بر تدوین استراتژی فناوری بر اساس ارزیابی تأثیرات ارزشهای اخلاقی و اجتماعی در جدول ۳ آمده است:

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

جدول۳. شکل‌گیری مفاهیم و مقوله‌ها از متون مصاحبه (مرحله کدگذاری باز)

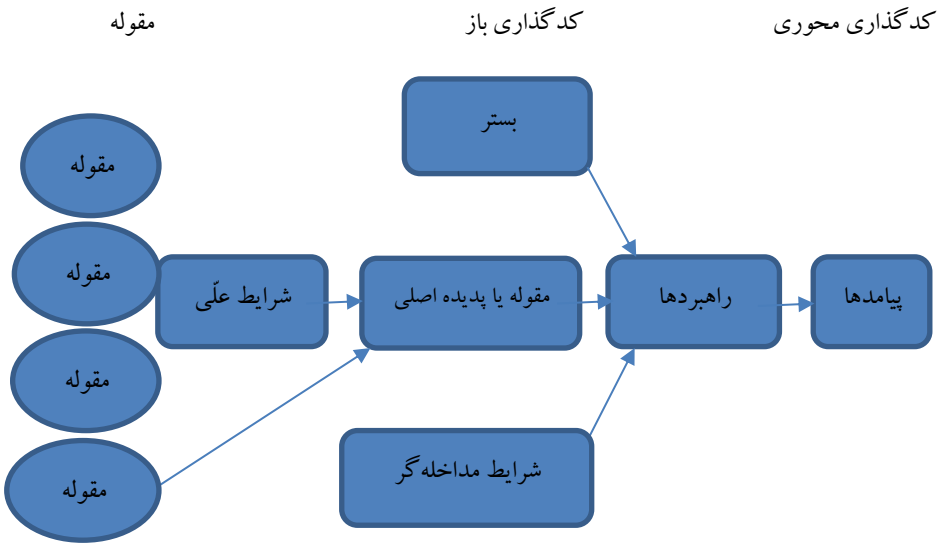
ردیف	مفاهیم بر گرفته از مصاحبه	مقوله
	نیاز استراتژی به مباحث اخلاقی و اجتماعی، توجه دادن سیاست‌پژوه به سیاست‌گذاری اخلاقی و اجتماعی، مدیریت مجهز به ابزار اجتماعی، جعبه ابزار مدیریتی مبانی جامعه‌شناسی با موضوعات فرهنگی، نیاز اجتماعی، هنجارها، رفتار، روابط و اشاعه آنها	سیاست‌گذاری فناوری در بستر اخلاقی و اجتماعی
	اهمیت بستر اجتماعی در فناوری، پیاده‌سازی مدل در بستر اجتماعی، بستر محوری و بومی‌سازی مدل فناوری، شمشیر دو لبه فناوری در شبکه‌های اجتماعی، اهمیت عرف جامعه در استفاده از برخی از فناوری‌ها	بستر محوری فناوری
	تأخر فرهنگی فناوری در فضای اجتماعی، عوامل فرهنگی فناوری	تأخر فرهنگی فناوری
	پذیرش و مقبولیت فناوری، موضوعات اخلاقی و اجتماعی برای تماس تصویری در شبکه‌های اجتماعی	پذیرش فناوری
	پیامد اجتماعی برای فناوری، پیامدهای استفاده از نانو فناوری، پیامدهای مثبت فناوری، تعدیل جنبه‌های منفی فناوری با جنبه‌های مثبت آن	پیامدهای اخلاقی و اجتماعی فناوری
	تعارض‌های ناشی از عدم فهم و آگاهی در مورد فناوری، عدم تطابق فناوری با جامعه، عدم فهم مشترک در مورد نحوه استفاده از انواع فناوری	آموزش و شناخت
	صرفه‌جویی با مدیریت مشارکتی، مشارکت ذینفعان در برابر نحوه تقابل و تعامل با فناوری	مدیریت مشارکتی فناوری
	لزوم نگاه فنی و اجتماعی به فناوری‌ها، استراتژی ورود نانوفناوری به صنعت برق با بررسی ابعاد فنی و اقتصادی و بُعد اجتماعی، بُعد اجتماعی احداث نیروگاه‌ها	سیستم اجتماعی - تکنیکی فناوری
	تعارض ناشی از بی‌عدالتی در استفاده فناوری، تضییع حقوق افراد در مواجهه با فناوری	عدالت محوری
	نظام سلطه فناوری، فشار فناوری بر بازار و جامعه	جبرگرائی فناوری
	لزوم مطالعه اسناد بالادستی، بُعد کلان مباحث اجتماعی، سرچشمه درست برای استراتژی کلان و فناوری	هم راستائی راهبردهای کلان با راهبردهای فناوری

ماخذ: نتایج تحقیق

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

٤-۲. کُدگذاری محوری

کدگذاری محوری عبارت است از سلسله رویه‌هایی که پس از کُدگذاری باز انجام می‌شوند تا با برقراری پیوند بین مقوله‌ها، اطلاعات را به شیوه‌های جدیدی با یکدیگر مرتبط سازند (مداحی، ۱۳۹۲، ۱۱). مدل پارادایمی در نظریه داده بنیاد در شکل ۳ آمده است.



شکل ۳. مدل پارادایمی در نظریه داده بنیاد (مداحی، ۱۳۹۲)

در کدگذاری محوری محقق برای ایجاد پیوند بین یک مقوله با مقوله‌های فرعی اقدام می‌نماید. مقولهٔ اصلی، پدیدهٔ اصلی، موضوع مورد تحقیق است. ایده و فکر محوری، حادثه، اتفاق یا واقعه‌ای است که جریان کُنش‌ها و واکنش‌ها به سوی آن رهنمون می‌شوند تا آن را اداره، کنترل و یا به آن پاسخ دهند. مقوله اصلی، پدیده‌ای است که اساس و محور فرآیند تحقیق است. شرایط علّی، مقوله‌هایی (شرایطی) هستند که مقولهٔ اصلی را تحت تاثیر قرار می‌دهند و به وقوع یا گسترش پدیده مورد نظر می‌انجامد. شرایط زمینه‌ای (بستر)، بستر یا زمینه، مجموعه مشخصه‌های ویژه‌ای است که به پدیده مورد نظر دلالت می‌کند؛ یعنی محل حوادث و وقایع

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

متعلق به پدیده. شرایط مداخله‌گر، شرایط ساختاری است که بر استراتژی‌های کنش و واکنش اثر می‌گذارند. آنها استراتژی‌ها را در درون زمینه خاصی سهولت می‌بخشند و یا آنها را محدود و مقید می‌کنند. راهبردها، مبتنی بر کنش‌ها و واکنش‌هایی برای کنترل، اداره و برخورد با پدیده مورد نظر هستند. پیامدها نیز نتایجی است که در اثر راهبردها پدیدار می‌شود. پیامدها نتایج و حاصل کُنش‌ها و واکنش‌ها هستند. پیامدها را همواره نمی‌توان پیش‌بینی کرد و الزاماً همان‌هایی نیستند که افراد قصد آن را داشته‌اند. در این تحقیق از روش پارادایمی استراوس و کوربین (۱۹۹۸) (مداحی، ۱۳۹۲، ۳۱ و ۳۲)، استفاده شده است که نتایج آن در ابعاد مختلف در جدول ۴ در مقوله‌ها و مفاهیم مرتبط در هر قسمت آمده است.

جدول۴. فرآیند کدگذاری محوری در ابعاد مختلف مقوله و مفهوم مرتبط

ابعاد	مقوله‌ها	مفهوم (کدگذاری باز)
شرایط علّی	هم‌راستایی استراتژی فناوری و کلان در احاطه ارزش‌های اخلاقی و اجتماعی	استقرار نظام ارزشی اخلاقی و اجتماعی در استراتژی‌های کلان لزوم هم‌راستایی استراتژی فناوری با استراتژی‌های کلان آمیخته با نظام ارزشی تفاوت رویکرد استراتژیست‌ها و فناوران در مواجهه با نظام ارزشی
	برنامه سیاستی – اخلاقی و اجتماعی فناوری	سیاست‌گذاری اخلاقی و اجتماعی فناوری در فضای حاکمیتی تقدم سیاست‌گذاری اخلاقی و اجتماعی بر تدوین استراتژی‌ها اهمیت معناپذیری فناوری با محور قانون‌گذاری‌های ارزشی آینده‌نگاری اخلاقی و اجتماعی فناوری
	برساختگی اجتماعی فناوری	سیستم اخلاقی اجتماعی- تکنیکی بودن فناوری نقش برقراری تعاملات اخلاقی و اجتماعی فناوری فناوری در خدمت جامعه یا جامعه در خدمت فناوری بستر محوری فناوری در جامعه

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

ابعاد	مقوله‌ها	مفهوم (کدگذاری باز)
		بررسی مکانی و زمانی کُنش فناوری با ارزش‌های اخلاقی و اجتماعی
	بارگذاری ارزش در طراحی فناوری	نفوذپذیری ارزشی فناوری در جوامع تقابل‌گرایی و تعامل‌گرایی فناوری و نظام ارزشی بارگذاری ارزش در فناوری به اتکاء توسعه تفکرات میان رشته‌ای
	تقاضای اجتماعی محور فناوری	تأخیر واکنش جامعه به فناوری مورد نیاز تقاضامحوری فناوری در جامعه وابستگی جامعه به فناوری
شرایط زمینه‌ای	لزوم بستر نظام ارزشی اخلاقی و اجتماعی در تعامل و تقابل با فناوری	توجه به اخلاق‌مداری و عدالت محوری در توسعه فناوری واکاوی ارزشها و هنجارهای اخلاقی و اجتماعی تأخر فرهنگی فناوری معنویت و ارزشهای معنوی در PESTEL [۱] و ارتقاء آن به PESTELS (S=Spirituality به معنای معنویت)
	مدیریت مشارکتی فناوری	لزوم مشارکت اجتماعی در تدوین استراتژی فناوری تفاسیر و رویکردهای مختلف گروه‌های درگیر با فناوری
	شناخت و آموزش در مورد ابعاد فناوری‌ها	شناخت ماهیت و جایگاه فناوری ساحت خاص و طبیعت‌گر فناوری آموزش و شناخت پیامد و اثرات فناوری شناخت ارزشها و کوانتاهای فرهنگی جوامع ویژگی‌های کارکرد اجتماعی فناوری لزوم آموزش نظام ارزشی به استراتژیست‌ها و فناوران

۱ P سیاسی(Political) ؛ E اقتصادی(Economical) ؛ S اجتماعی(Social) ؛ T فناورانه(Technological) ؛ Eمحیطی(Environmental) ؛ L قانونی.(Legal)

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

ابعاد	مقوله‌ها	مفهوم (کدگذاری باز)
		مطالعه پیشینه فناوری‌ها
	پذیرش و مقبولیت عمومی فناوری	پذیرش فناوری به سبب مدیریت مشارکتی پذیرش و باور اجتماعی در خصوص فناوری
	توسعه پایدار در مسیر سیستم اخلاقی اجتماعی-تکنیکی	محوریت ارزشهای اخلاقی و اجتماعی در توسعه پایدار ایجاد زیرساخت‌های لازم برای خلق فناوری لزوم فرانگاه به فناوری و اجتماع
شرایط مداخله‌گر	سیاست‌گذاری متعارض و ناسازگار فناوری	سیاست‌گذاری‌های تجاری بدون توجه به نظام ارزشی فشار سیاست اقتصادی فناوری بر ارزش‌های اخلاقی و اجتماعی تأثیر رفتار و رویکرد ارزشی سیاست‌گذار در سیاست‌گذاری فناوری عدم شفاف‌سازی و اجرای سیاست‌های فناوری
	تحول سریع فناوری	تحولات سریع صنعت، بازار و شرایط محیطی ورود غافلگیرکننده فناوری‌های نوظهور
	جبرگرایی پنهان و آشکار فناوری	نظام سلطه فناوری و پیامد آن نبود آگاهی نسبت به فلسفه فناوری در بستر جامعه نبود پارادایم‌های اندیشه‌ورزی ارزشی در توسعه فناوری مغفول ماندن جامعه‌شناسی توسعه فناوری (نظریه کُنشگر – شبکه و برساخت‌گرایی اجتماعی)
	عدم آگاهی توسعه‌دهندگان فناوری	اسرار پنهان فناوری ایجاد پیامدهای فناوری در زمانهای دور
راهبردها	مدیریت استراتژیک فناوری در نظام ارزشی	لزوم استقرار نظام ارزشی فناوری در بستر اشتراکات اخلاقی و اجتماعی لزوم هدفمند بودن استراتژی فناوری در ابعاد اخلاقی و اجتماعی سطح‌بندی تدوین استراتژی فناوری بر اساس نظام ارزشی و احاطه با ارزش‌های اخلاقی و اجتماعی

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

ابعاد	مقوله‌ها	مفهوم (کدگذاری باز)
	ارزیابی ارزشی فناوری	ارزیابی و ممیزی اخلاقی و اجتماعی فناوری تدوین قیود در ارزیابی اخلاقی و اجتماعی فناوری شاخص‌گذاری انطباق فناوری با ارزش‌ها
پیامدها	تقابل و تعامل فناوری و نظام ارزشی اخلاقی و اجتماعی	پیامد فناوری و تقابل آن با هویت اخلاقی و اجتماعی اثرات فناوری بر موضوعات اخلاقی و اجتماعی تحول فرهنگی به واسطه استفاده از محصولات فناورانه در جامعه
	توجه به کرامت انسانی با افزایش رفاه و آسایش و عدالت محوری در انتخاب فناوری	محوریت حفظ کرامت انسانی در توسعه پایدار نوآوری ارزشی تحول‌گرا، رویکرد سیستمی برای درک منظر اخلاقی و اجتماعی در فناوری

ماخذ: نتایج تحقیق

٤-۳. کُدگذاری انتخابی (گزینشی)

کدگذاری انتخابی عبارت است از روند انتخاب مقوله‌ی هسته به طور منظم و ارتباط دادن آن با سایر مقوله‌ها، اعتبار بخشیدن به روابط و پرکردن جاهای خالی با مقوله‌هایی که نیاز به اصلاح و گسترش دارند. این تحقیق در مرحله کدگذاری انتخابی به ۵ مقوله اصلی رسیده است که در جدول ۵ آمده است.

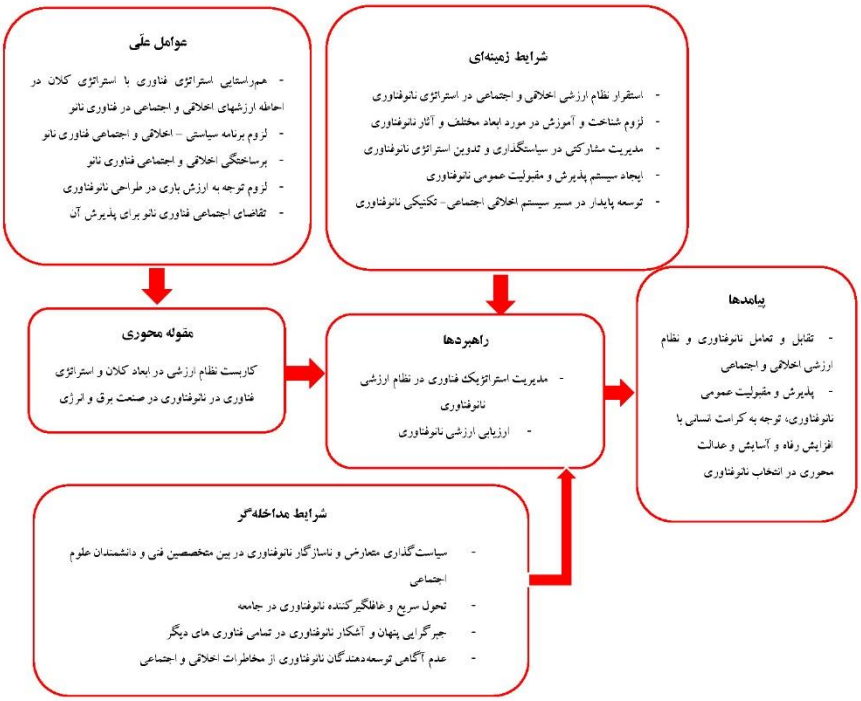
[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

جدول۵. کد گذاری محوری مقوله اصلی، فرعی

مقوله‌های فرعی	مقوله‌های اصلی	مصداق در پیشبرد فناوری نانو
هم‌راستایی استراتژی فناوری و کلان در احاطه ارزش‌های اخلاقی و اجتماعی، برنامه سیاستی – اخلاقی و اجتماعی فناوری، سیاست‌گذاری متعارض و ناسازگار، مدیریت استراتژیک فناوری در نظام ارزشی	تدوین استراتژی با مبنای ارزشی در ابعاد کلان و فناوری	ارزش گذاری پروژه در راستای نانو فناوری در سند، الویت بندی با معیار اخلاقی و اجتماعی
ارزیابی ارزشی فناوری، عدم آگاهی توسعه‌دهندگان فناوری از مخاطرات اخلاقی و اجتماعی، جبرگرایی پنهان و آشکار فناوری، تحول سریع فناوری، نظام ارزشی اخلاقی و اجتماعی در برابر فناوری، بارگذاری ارزش در طراحی فناوری	ارزش‌باری فناوری	لزوم تعریف پروژه‌های شناسایی مخاطرات پیش از بکارگیری فناوری نانو
تقابل و تعامل فناوری و نظام ارزشی اخلاقی و اجتماعی، تقاضای اجتماعی محور فناوری، برساختگی اجتماعی فناوری	بستر محوری فناوری	لزوم ترویج کاربردهای اجتماعی فناری نانو در کنار اطلاع رسانی از مخاطرات
پذیرش و مقبولیت عمومی فناوری، توجه به کرامت انسانی با افزایش رفاه و آسایش و عدالت محوری در انتخاب فناوری	مقبولیت ارزشی و آگاهانه فناوری	فناوری نانو در کفهٔ ترازو بهره وری اجتماعی و اقتصادی در مقابل آسیب‌های انسانی سنجیده شود.
توسعه پایدار در مسیر سیستم اخلاقی اجتماعی- تکنیکی، لزوم شناخت و آموزش در مورد ابعاد فناوری‌ها، مدیریت مشارکتی فناوری	معنابخشی به نظام مشارکتی فناوری	مدیریت مشارکتی در حوزه فناوری نانو به اتکاء متخصصین فنی و خبرگان اجتماعی

ماخذ: نتایج تحقیق

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]



شکل ۴: مدل پارادایمی تحقیق

همیت هم‌راستایی استراتژی کلان صنعت و استراتژی فناوری (Arasti, Khaleghi, Noori, 2017, 243) به نحوی است که اگر بر اساس استراتژی کلان برای انتخاب و توسعه فناوری‌های مورد استفاده در صنعت برق و انرژی اقدام نشود، صنعت در پیشبرد اهداف خود با انحراف و شکست مواجه می‌گردد. سیاستگذاری برای استفاده مؤثر از علم و فناوری در برنامه‌های رشد و توسعه اقتصادی – اجتماعی باید طوری تدوین گردد تا در آن اهداف و مأموریت‌ها، بر اساس برساخت اجتماعی- تکنیکی فناوری (جهانی، ۱۳۹۵، ۱) پایه‌گذاری گردد. در همین راستا و در بیان سیاستهای صنعت برق و انرژی باید با توجه به مفهوم برساخت اجتماعی فناوری، برداشت‌ها و مفاهیمی از پدیده‌ها و رویدادها در محیط و در ارتباط با ادراکات مردم، شکل بگیرد به نحوی

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

که این برداشت، به این مفهوم رهنمون گردد که برساخت گرایی اجتماعی فناوری به شکلی مهم یک پدیده اجتماعی است (سوزنچی کاشانی، خالدی، صابر، نصری، ۱۳۹۵، ۵۰). در اینصورت ارزش‌ها در طراحی[1] فناوری (Martin, Shilton, Smith, 2019, 312) معنابخشی گردیده و سیاستگذار به چگونگی ایجاد و جایگذاری ارزش‌ها در فناوری خواهد رسید. توجه به تقاضا و مشکلات جامعه برای ایجاد فناوری‌ها و محصولات جدید منجر به بروز و ظهور نگرش نو، معطوف به بستر محوری فناوری و تعاملات آن با جامعه می‌گردد (کاکاپور، روزبان،۱۳۹۲ ، ۴۹). بنابراین هرگونه سیاستگذاری متعارض و نامتناسب با این موضوع سبب تدوین جزیره‌ای سیاست‌ها گردیده، بطوری که توجه هر بخش تنها به اجزای درونی یک فناوری بوده و از تعامل با سایر بخش‌ها به ویژه به بخش‌های درگیر با بستر و بطن جامعه و نظام ارزشی آن غفلت می‌گردد (گودرزی، علیزاده، غریبی، محسنی کیاسری، ۱۳۹۳، ۱۵۶).

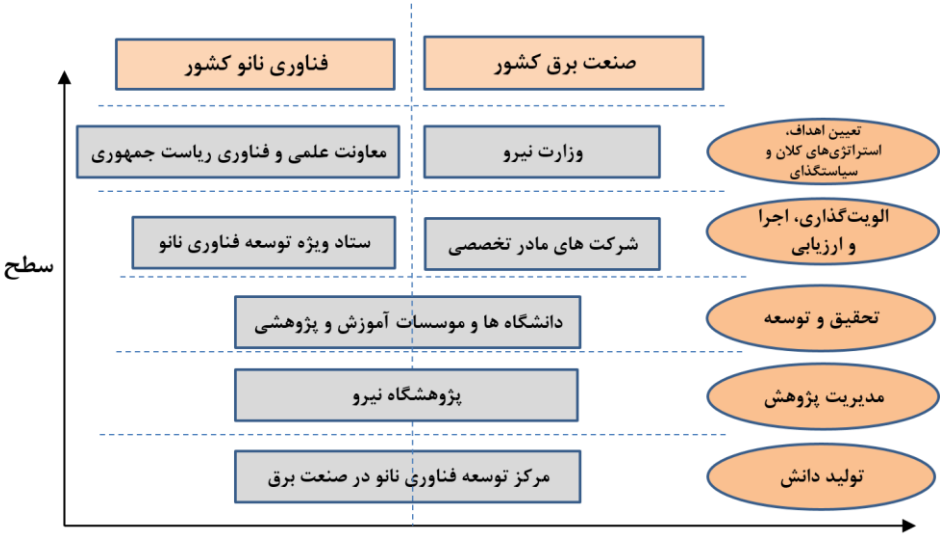
مدل‌های توسعه فناوری بندرت نیازهای اجتماعی را هدف می‌گیرد، آنچه اهمیت عمده دارد بازار و کشش آن است. بسیاری بر این عقیده‌اند که می‌توان با اتخاذ راهکارهای مناسب مانند همکاری‌های بین دانشمندان و مهندسان نانو و دانشمندان علوم انسانی و اجتماعی با آموزش‌های چند رشته‌ای به محققان و راهکارهای دیگر، فناوری نانو را از مرحله تحقیق و توسعه به سوی یافتن راه‌حل مشکلات اجتماعی سوق داد (Fisher, 2005). برخی نیز رویکرد همکارانه را برای توسعه فناوری پیشنهاد کرده‌اند که در آن برای توسعه فناوری از مدلی استفاده می‌شود که ملاحظات اجتماعی در تمامی مراحل مدل از تعیین الویت‌ها و اهداف تحقیق گرفته تا ارزیابی نتایج کار در نظر گرفته می‌شود (قاضی نوری، حیدری، ۱۳۸۷، ۶۷).

1 Value in Design (VID)

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

٤-٤. ملاحظات اخلاقی نظام سیاستگذاری فناوری نانو در صنعت برق و انرژی

با توجه به بررسی و مطالعات انجام شده در شکل ۵ ارکان و بازیگران فناوری نانو در صنعت برق و انرژی آمده است.



شکل ۵. ارکان و بازیگران سیاستگذاری فناوری نانو در صنعت برق و انرژی

ارکان سیاستگذاری فناوری نانو در صنعت برق و انرژی با توجه به سطوح مختلف از تدوین سیاستگذاری کلان، اجرا و ارزیابی، تحقیق و توسعه و مدیریت پژوهش و تولید دانش به ذینفعان مختلف سپرده شده است. به منظور تدوین سیاست‌ها و اقدامات توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی، ابتدا براساس اهداف کلان تعیین شده، محورهای اصلی شامل کاهش تلفات، افزایش راندمان نیروگاه‌ها، افزایش طول عمر تجهیزات، کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی، افزایش تولید برق از منابع تجدیدپذیر مشخص و سپس حوزه‌های کاربرد با اولویت فناوری نانو در ارتباط با هر یک از محورها شناسایی شده‌اند. پس از آن تدوین اقدامات فنی مورد نیاز شامل تسلط بر دانش فنی ساخت، هادی‌های پرظرفیت نانوساختار، مقره‌های الکتریکی نانوساختار، قطعات نانوساختار

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

مورد استفاده در ترانسفورماتورها و ژنراتورها، ساخت سلول‌های خورشیدی بر پایه نانوفناوری و سایر موارد صورت گرفته است (سند توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی، ۱۳۹۴، ۴-۹).

به منظور آسیب شناسی نظام سیاستگذاری فناوری نانو در صنعت برق و انرژی کشور، محقق در تلاقی دو موضوع پیامدها و مخاطرات استفاده از فناوری نانو در صنعت به استناد مستندات و مراجع در دسترس که عمدتاً توسط دانشمندان علوم اجتماعی و جامعه‌شناسان فناوری با موضوع و کلید واژه اخلاق نانو[1] و قسمت مربوط به سیاستگذاری فناوری نانو، به خلاء نظام ارزیابی ارزشی اخلاقی و اجتماعی در دو قسمت ارزیابی پیشین و پسین اشاره دارد. رویکردهای کلی ارزیابی فناوری عمدتاً به معرفی ارزیابی کلاسیک (توانمندی فناورانه در قبال فناوری و جذابیت فناوری برای بحث‌های ورود به بازار و تجاری‌سازی فناوری) باز می‌گردد و با توجه به رویکردهای فنی و تجاری به حوزه رویکرد ارزشی سمت و سوق ندارد. در بررسی ادبیات ناظر به ابعاد اخلاقی و اجتماعی فناوری نانو به پیامدهای این فناوری اشاره گردید و از نتایج این تحقیق می‌توان با وارد کردن ملاحظات اخلاقی و اجتماعی در قسمت ارزیابی‌های مذکور با معرفی ارزیابی بر اساس نظام ارزشی در سیاستگذاری فناوری در صنعت برق و انرژی با حضور تمامی ذینفعان از ایجاد پیامدها و مخاطرات ناشی از بهره‌برداری از این فناوری آگاهی کسب نموده و از حادث شدن آن ممانعت نمود. سیاستگذاری فناوری نانو در کشور توسط معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و از طریق ستاد ویژه توسعه فناوری نانو پیگیری می‌شود.

پژوهشگاه نیرو نیز به عنوان بازوی پژوهشی صنعت برق کشور که مأموریت توسعه فناوری‌های مرتبط را برعهده دارد با هدف ترویج بهره‌گیری از فناوری نانو در حل معضلات

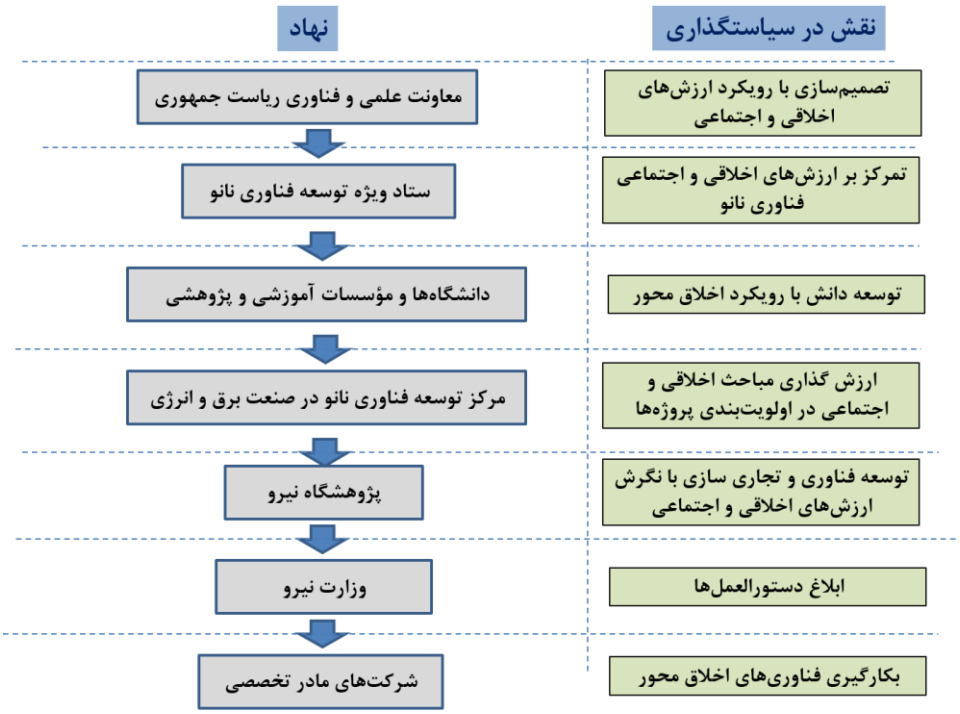
1 Nanoethics

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

صـــنعت برق و انرژی اقدام به راه اندازی مرکز توســـعه فناوری نانو در حوزه برق و انرژی نموده است. این مرکز با تدوین سند و نقشه راه، تعریف و انجام پروژه‌های کاربردی، ترویج و آموزش فناوری نانو در صـنعت برق، تدوین اسـتانداردها و دسـتورالعمل‌های محصـولات فناوری نانو در تلاش اسـت تا با بسـترسـازی‌های لازم، زمینه بکارگیری فناوری نانو در صـنعت برق و انرژی را فراهم آورد. برای مطالعه بیشـتر و اطلاع از عناوین پروژه‌ها و فعالیت‌های تعریف شـده می‌تواند به سـند توسـعه فناوری نانو در صـنعت برق و انرژی مراجعه نمود. خروجی این پژوهش می‌تواند در بازنگری این سند از منظر و رویکرد ارزش‌های اخلاقی و اجتماعی استفاده شود.

این پروژه‌های اولویت‌بندی و فیلتر شـده با نگاه ارزش‌های اخلاقی و اجتماعی پس از توسعه فناوری جهت تجاری‌ســازی و ورود به صــنعت، مســیر تکاملی خود را در پژوهشــگاه نیرو طی می‌نمایند. در ادامه فناوری‌های بدست آمده با سیاستگذاری کلان وزارت نیرو بصورت عملیاتی در شرکت‌های مادر تخصصی بکار گرفته خواهد شد. لذا بر همین اساس مدل سیاستگذاری بر مبنای ارزش‌های اخلاقی و اجتماعی در فناوری نانو صنعت برق و انرژی در شکل ۶ آمده است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]



شکل ۶. مدل سیاستگذاری بر مبنای ارزش‌های اخلاقی و اجتماعی در فناوری نانو صنعت برق و انرژی

۵. نتیجه‌گیری

خروجی این پژوهش میتواند در بازنگری سند توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی از منظر نگاه به ارزش‌های اخلاقی و اجتماعی استفاده شده و اولویت‌های قبلی پیش بینی شده را به طور جدی تغییر داده و باز آفرینی جدیدی در استراتژی‌های توسعه این فناوری در صنعت برق و انرژی ایجاد نماید.

بطور کلی در رویکرد ارزش‌های اخلاقی و اجتماعی فناوری نانو باید یک دوگانگی و تناقض در مزایا و معایب را در نظر داشت. بطور دقیق‌تر با وجود مخاطرات ذکر شده نظیر آلایندگی برای محیط زیست، نانوفناوری به دلیل افزایش راندمان، موجب مصرف کمتر آب، استفاده مجدد از چرخه آب و پساب با روش‌های پیشرفته تصفیه، کاهش مصرف سوخت‌های

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

فسیلی و منابع با افزایش راندمان، کاهش اِشغال سطح زمین با کوچک‌سازی و افزایش راندمان پنل‌های خورشیدی و مواردی از این دست شده که خود از نگاه اخلاقی و اجتماعی یک ارزش مهم محسوب می‌گردد.

جاری‌سازی ارزش‌های اخلاقی و اجتماعی در فرآیند تحقیق تا تجاری‌سازی نانو فناوری در صنعت برق و انرژی بهبود در محیط زیست و ارتقاء ایمنی و بهداشت عمومی و ممانعت از تشدید نابرابری در توزیع فناوری را به همراه خواهد داشت. بنابراین به ویژه قبل از بهره‌برداری از انواع فناوری نسبت به انتقال ارزش‌های اخلاقی و اجتماعی توسط فناوری در جوامع، شناسایی و پایش انجام می‌گردد و در این مسیر نه تنها مزایای ارزشی بلکه پیامدهای پیش‌بینی نشده نیز مدنظر قرار می‌گیرند. اشاره به مدیریت و ارزیابی فناوری مشارکتی، بیان پیچیدگی تعاملات موجود در فناوری نانو است که شناسایی و اخذ مشارکت ذینفعان را در فرآیندهای مربوط به خلق تا بهره‌برداری از این فناوری را تأکید دارد. طیف وسیعی از محققین و مهندسان نانوفناوری به عنوان پدیدآورندگان و توسعه‌دهندگان فناوری نانو، سیاستگذاران فناوری، کاربران، تحلیل‌گران و ارزیابان، گروه‌های حامی، دانشمندان علوم انسانی (مدیریت فناوری)، دانشمندان علوم اجتماعی (جامعه‌شناسان و فیلسوفان فناوری)، آینده‌پژوهان و سازمان‌های حرفه‌ای و مدنی در این شبکه تعاملی نیاز به حضور دارند. حائز اهمیت است تا در دنیای کنونی این شبکه در ظرفیت‌های ملی و سپس در ظرفیت جهانی تقویت و به کار گرفته شود. وجود این شبکه، راهبری فناوری نانو را از جنبه‌های صرفاً اقتصادی به ابعاد و جنبه‌های اخلاقی و اجتماعی، فرهنگی، زیست محیطی و ... هدایت می‌کند و به نوعی با هشدار و اعلام آینده‌نگر و یا بهنگام پیامدهای فناوری به نوعی با پیش‌بینی و پایش تحولات، تأثیرات فناوری نانو را در تمامی ابعاد مشخص می‌نماید. یکی از رویکردهای اساسی که باید مورد بحث قرار گیرد این است که شرکت‌های فناوری فعال در حوزه نانو نقشی را در جامعه بر عهده گیرند که بیشتر از مبانی مالی به موازین اخلاقی و اجتماعی توجه نمایند. نتیجه تحقیق نشان داد که در تدوین اسناد بالادستی و برنامه‌ریزی‌های استراتژیک صنعت برق و انرژی، علاوه بر شناسایی شکاف استراتژیک و شکاف دانشی، به شناسایی شکاف

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

ارزشی نیز به طور دقیق پرداخته شود. احاطه ارزش‌های اخلاقی و اجتماعی بر فناوری و دیده‌بانی ارزشی فناوری می‌تواند از وظایف مهم مدیران و سیاست‌گذاران باشد تا به واسطه آن شکاف ارزشی در بحث‌های اخلاقی و اجتماعی در جهت توسعه و تحقیق و یا انتقال فناوری‌های مورد نیاز و منتخب و بهره‌برداری از آنها از میان برود.

کاربست نظام ارزشی اخلاقی و اجتماعی بایستی در سطح راهبرد کلان سازمانها و صنایع نهادینه گردد تا اینکه در سطح راهبرد فناوری نیز پیاده‌سازی و اجرا گردد. فناوری‌ها بر اساس راهبردهای تدوین شده انتخاب و مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. با اجرای این راهبرد در نظام ارزشی، پدیدآورندگان و کاربران فناوری به آثار اخلاقی و اجتماعی فناوری آگاه خواهند شد. جاری‌سازی ارزش‌های اخلاقی و اجتماعی در فرآیند تحقیق تا تجاری‌سازی فناوری نانو بهبود در محیط زیست و ارتقاء ایمنی و بهداشت عمومی، امنیت و حفظ حریم خصوصی و ممانعت از تشدید نابرابری در توزیع را به همراه خواهد داشت. بنابراین به ویژه قبل از بهره‌برداری از انواع فناوری نسبت به انتقال ارزش‌های اخلاقی و اجتماعی توسط فناوری در جوامع شناسایی و پایش انجام می‌گردد و در این مسیر نه تنها مزایای ارزشی بلکه پیامدهای پیش‌بینی نشده نیز مدنظر قرار می‌گیرند.

این تحقیق به دنبال این موضوع نیست که ارزش‌های اخلاقی و اجتماعی را در برابر ارزش‌های صنعت و سازمان قرار دهد بلکه به نوعی به دنبال جاری‌سازی این نظام در امر سیاستگذاری و تدوین استراتژی‌های فناوری است و توسعه آن در کنار توجه به ارزش‌های اقتصادی و فنی است و در نظام ارزیابی علاوه بر توانمندی و قابلیتهای بکارگیری انواع فناوری و میزان جذابیت تجاری انواع فناوری به نهادینه کردن ارزشهای اخلاقی و اجتماعی با مدلی که ارائه کرده است تأکید دارد.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

منابع

آراستی، محمدرضا، مختارزاده، نیما، و خانلری، امیر (۱۳۹۲)، ارائه مدل یکپارچه تدوین استراتژی تکنولوژی مبتنی بر رویکرد موقعیت یابی، *مجله چشم انداز مدیریت صنعتی*، شماره ۹، صص. ۱۸۵ – ۲۰۹

اسمعیلی آبدر، محمد، و حیدری، علی احسان (۱۳۹۷)، اخلاق و فنّاوری نانو، *فصلنامه اخلاق در علوم و فنّاوری*، ۱۳ (۲)، صص. ۲۸-۱۹

باقری مقدم، ناصر، قاضی‌نوری، سیدسپهر، معلمی، عنایت‌اله، و موسوی درچه، سیدمسلم (۱۳۹۷)، روش‌شناسی تدوین اسناد ملی فناوری‌های راهبردی، تهران، ناشر مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور

پسندیده، اشرف السادات، کرمی پور، آزیتا، و بشارتی‌راد، زهره (۱۳۸۵)، بکارگیری رویکرد فرایندی در تدوین استراتژی توسعه تکنولوژی صنعت برق کشور، *مجموعه مقالات بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق*، تهران: دبیرخانه کنفرانس بین المللی برق، شرکت توانیر و پژوهشگاه نیرو، صص.۱۱۷۹-۱۱۶۷

جلیلی، حسین (۱۳۸۸)، ارزیابی سیاست‌گذاری فناوری، ، پارک فناوری پردیس، سال ششم، شماره ۱۹، صص. ۹-۱۷

جهانی، مهشید (۱۳۹۵، ۶ آذر)، مفهوم سیاست گذاری علم و فناوری، بازیابی شده در ۹۹/۳/۲۹: **https://shiftit.ir/science-technology-policy/**

حیدری؛ علی احسان (۱۳۸۶)، ملاحظات اخلاقی در بکارگیری فناوری نانو، *فصلنامه اخلاق در علوم و فناوری*، سال دوم شماره ۳ و ۴، صص. ۲۳ – ۳۰

خسروی، مهدی (۱۳۹۸)، تفاوت بین استراتژی و سیاست‌گذاری، دنیای اقتصاد، http://www.iranstrategyacademy.com/guide/weblog

خنجری، ملیحه، عسگر شهبازی، مهیا، و حیدری، غلامرضا (۱۳۹۷)، تدوین نقشه راه مباحث مدیریتی و علوم اجتماعی در صنعت برق ایران با رویکرد تحلیل محتوا، *سی و سومین کنفرانس بین المللی برق*، تهران، صص. ۷-۱

دهنایی، نوید (۱۳۸۸)، سیاست، استراتژی و تاکتیک، http://www.dehnaee.ir/difference-between-strategy-and-policy.html

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

رضایی، روح اله، سرافرازی، علیمراد، و قلی فر، احسان (۱۳۸۹)، بررسی ملاحظات اجتماعی، اخلاقی و قانونی فناوری نانو در راستای توسعه پایدار آن، *اولین کنفرانس بین المللی مدیریت، نوآوری و کارآفرینی*، شیراز .

زارع احمدآبادی، حبیب، و طاهری دمنه، محسن (۱۳۸۸)، ارائه چارچوبی برای سیاست گذاری اخلاق گرایانه در نانوفناوری، *فصلنامه اخلاقی در علوم و فناوری*، شماره ۳ و ۴، صص. ۱۰۲ – ۱۱۵

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو (۱۳۹۴)، محصولات فناوری نانو در صنعت برق، معاونت علمی و فناوری، ریاست جمهوری، صص. ۵۲-۱

سند توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی (۱۳۹۴)، گروه مواد غیر فلزی، پژوهشگاه نیرو

سوزنچی کاشانی، ابراهیم، خالدی، آرمان، صابر، علی، و نصری، شهره (۱۳۹۵)، بررسی برساخت اجتماعی تفکرات حوزه علمی مدیریت و سیاست گذاری فناوری و نوآوری ایران، *فصلنامه علمی- پژوهشی سیاست علم و فناوری*، ۸ (۴)، صص. ۶۱-۴۹

طاهری، الهه، و طاهری، ریحانه (۱۳۹۱)، ارائه الگوی تدوین استراتژی تکنولوژی در شرکت‌های دانش بنیان، کنفرانس ملی کارآفرینی و مدیریت کسب و کارهای دانش بنیان، دانشگاه مازندران، صص. ۱-۱۲

فرنیا، پوپک، غنوی، جلال الدین، عباسی، محمود، و ولایتی، علی‌اکبر (۱۳۹۰)، نانو تکنولوژی و آثار اخلاقی آن، *فصلنامه اخلاق زیستی*، سال اول، شماره دوم، صص. ۱۴۷ – ۱۵۷

قاضی‌نوری، سید سپهر، و حیدری، ابراهیم (۱۳۸۷)، بیم‌ها و امیدها درباره آثار اجتماعی تکنولوژی نانو (با نگاهی بر ایران)، تهران: ناشر مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور

قاضی‌نوری، سید سپهر، و قاضی‌نوری، سید سروش (۱۳۹۳)، مقدمه‌ای بر سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری، ۱۳۹۳، تهران، ناشر دانشگاه تربیت مدرس، مرکز نشر آثار علمی، ۲

کاکاپور، صبا، و روزبان، فرناز (۱۳۹۲)، الگوی مارپیچ چهارجانبه: رویکرد نوین در تقویت ارتباط صنعت با دانشگاه، *فصلنامه صنعت و دانشگاه*، سال ششم، شماره ۲۱ و ۲۲، صص. ۴۹-۵۹

کریمیان، امیرهوشنگ ، اثباتی، حسین ، و آقاپور، حمید (۱۳۹۵)، آشنایی با مبانی و الگوهای تدوین استراتژی تکنولوژی، تهران: مرکز نشر آینده پژوه

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

کریمی‌پور، مهدی، بیات ترک، امیر، و نجفی، امیر (۱۳۹۸)، مدل دستیابی تکنولوژی‌های پیشرفته حوزه IT مبتنی بر رویکرد داده بنیاد، *فصلنامه پژوهش‌های راهبردی*، ۲۵ (۷۲)، صص. ۱۲۴-۹۹

کوثری، سحر، قاضی‌نوری، سید سپهر، ثقفی، فاطمه، و عموعابدینی، قاسم (۱۳۹۵). "توسعه سناریوی مطلوب آثار اجتماعی توسعه فناوری نانو در ایران: یک رویکرد مورفولوژیک"، *فصلنامه سیاست علم و فناوری*، سال هشتم، شماره ۲، صص. ۱-۱۶

گودرزی، مهدی، علیزاده، حسین‌رضا، غریبی، جلیل و محسنی کیاسری، محسن (۱۳۹۳)، آسیب‌شناسی سیاستهای علم و فناوری در ایران: تحلیلی بر برنامه‌های پنجساله توسعه، آسیب‌شناسی سیاستهای علم‌وفناوری در ایران، *فصلنامه مدیریت توسعه فناوری*، ۲ (۲)، صص ۱۶۱-۱۳۷.

محمدپور، احمد (۱۳۹۲)، تجربه نوسازی مطالعه تغییر و توسعه در هورامان با روش نظریه‌ی زمینه‌ای، تهران: ناشر جامعه‌شناسان، ۱

مختاری نوری، جمیله، نظریه زمینه‌ای (بسترزاد، پایه)، www.bmsu.ac.ir، [۹۹/۰۱/۱۲]

مداحی، آزاده (۱۳۹۲، آذرماه)، به کارگیری «نظریه پردازی زمینه بنیان» (Grounded Theory) در تحقیقات حسابداری و حسابرسی، بازیابی شده در ۹۸/۶/۲۳، از https://txtzoom.com/2659-

مؤمنی، منصور (۱۳۹۰)، خلاصه کتاب مدیریت تکنولوژی و نوآوری، دانشگاه علوم تحقیقات خوزستان، shahroodut.ac.ir

نایب پاشایی، نسیم (۱۳۹۵)، جایگاه ملاحظات اخلاقی در تحقیق، توسعه و کاربرد فناوری نانو، *اولین همایش ملی استاندارد و ایمنی در فناوری نانو*، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس

هور، مهرنوش (۱۳۹۳)، گزارش تدوین مبانی توسعه و هوشمندی فناوری نانو در صنعت برق و انرژی، گروه مواد غیرفلزی پژوهشگاه نیرو، صص. ۴ و ۵

Advanced Materials Science & Technology in China: A Roadmap to 2050 (2010), http://www.bdp.cas.cn/zlyjjwqgl/ptcg/201608/t20160830_4573036.html

Arasti, M. Khaleghi, M., & Noori, J. (2017), Corporate-level technology strategy and its linkage with corporate strategy in multi-business companies: IKCO case study, *Technological Forecasting & Social Change*, 122, pp. 243-252

Baron, J. (2019, Dec. 27), Tech Ethics Issues We Should All Be Thinking about in 2019, Retrieved from https://www.forbes.com/sites

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

Bertoldo, R., Mays, C., Poumadère, M., Schneider, N., & Svendsen, C. (2017), Great deeds or great risks? Scientists' social representations of nanotechnology, Retrieved from https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01261365, pp. 1-34

Brey, P. (2017, Feb. 2), The Strategic Role of Technology in a Good Society, Retrieved from https://ris.utwente.nl/ws/files/19191526/Brey_2017_Strategic_Role_of_Tech.pdf

Brusoni, S., & Vaccaro, A. (2017), Ethics, Technology and Organizational Innovation, *J. Bus. Ethics*, (143), pp. 223-226

Elliott, Kevin C. (2018). "BOOK REVIEWS Fritz Allhoff, Patrick Lin, James Moor, and John Weckert (eds.), Nanoethics: The Ethical and Social Implications of Nanotechnology*"*. Hoboken, NJ: Wiley-Interscience (2007), Philosophy of Science, Vol. 75, No. 3, pp. 405-408.

Gebeshuber, I.C. (2007). "SOCIAL, HEALTH AND ETHICAL IMPLICATIONS OF NANOTECHNOLOGY", Proc. 2nd, Vienna Intl. Conf. Micro – and Nonotechnol, pp. 15-17.

Gupta, N., Fischer, A.R.H., Van der Lans, I.A.V., & Frewer, L.J. (2012), Factors influencing societal response of nanotechnology: an expert stakeholder analysis, *J Nanopart Res* (14) 857, pp. 1-15

Martin, K., Shilton, K., & Smith, J. (2019), Business and the Ethical Implications of Technology: Introduction to the Symposium, *Journal of Business Ethics*, (160), pp. 307-317

Roco, M.C. (2003). "Broader societal issues of nanotechnology", Journal of Nanoparticle Research 5, pp. 181–189.

Roco, M.C., Harthorn, Barbara, Guston, David, & Shapira, Philip (2011). "Innovative and responsible governance of nanotechnology for societal development", *J. Nanopart Res*., pp. 1-34.

The Institute of Nanotechnology (2006), Road Maps for Nanotechnology in Energy, a project co-funded by the 6th Framework Programme of the EC (the European Commission)**,** https://www.nanowerk.com/nanotechnology/reports/reportpdf/report11.pdf

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]

پیوست ۱. جدول اطلاعات افراد مصاحبه شونده

تحصیلات	محل خدمت	سابقه کار
دکتری جامعه‌شناسی	پژوهشگاه نیرو	۱۲
	پژوهشگاه نیرو	۱۴
	پژوهشکده مطالعات فناوری	۶
دکتری سیاستگذاری فناوری	پژوهشگاه نیرو و استاد دانشگاه	۱۸
دکتری آینده‌پژوهی	پژوهشگاه نیرو	۱۱
دکتری فلسفه علم	دانشگاه صنعتی شریف	۲۰
دکتری مدیریت سیاستگذاری عمومی	پژوهشگاه نیرو	۳۰
دکتری مدیریت استراتژیک	رئیس آکادمی مجازی ایرانیان و مدرس	۲۲
دانشجوی دکتری فلسفه علم و فناوری	شرکت فناپ و سابقه کاری در مرکز راهبردی فناوری همگرا معاونت علمی و فناوری	۱۳
دکتری مهندسی برق	پژوهشکده فتونیک و فناوری کوانتومی	۲۰
دکتری مهندسی مواد (نانو مواد)	مرکز نانوفناوری صنعت برق و انرژی و استاد دانشگاه	۶
فوق لیسانس مهندسی برق	صندوق پژوهش و فناوری صنعت برق و انرژی	۲۹

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-10-31]