پژوهش‌های فلسفی، شماره‌ی پانزدهم، بهار و تابستان ۱۳۸۸، ص۷-۳۰

نگاهی جامعه‌شناختی به رابطه‌ی میان مهندسی و جامعه[۱]

علیرضا ثقه‌الاسلامی[۲]

دانشجوی دکتری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه فلسفه‌ی علم، تهران، ایران.

چکیده

در این مقاله از نگاهی جامعه‌شناسانه به بررسی جایگاه مهندسی به عنوان نهادی اجتماعی پرداخته و رابطه‌ی میان مهندسی و جامعه بررسی می‌شود. در چارچوب نگاهی جامعه‌شناسانه به مهندسی، بر ارتقای کیفیت آموزش مهندسی و تربیت مهندسانی حساس به ارزش‌های اجتماعی تأکید می‌شود. ابتدا با نگاهی توصیفی، به رابطه‌ی میان فناوری و جامعه و سهم تأثیرگذاری هر یک بر شکل‌گیری دیگری اشاره می‌گردد. سپس نقش مهندسی در جامعه‌ی مدرن نسبت به جامعه‌ی سنتی پررنگ‌تر و ژرف‌تر شناخته می‌شود آن‌چنان که پس از معرفی ۱۴ چالش اجتماعی مهم مهندسی در دوران معاصر، آن را می‌توان فعالیتی به مراتب اجتماعی‌تر و ناگسستنی‌تر از بافت جامعه ملاحظه کرد. بر این اساس، مهم‌ترین دستاورد چنین نگرشی، آموزش و تربیت «مهندس-جامعه‌شناس» است. ایده‌ی مهندس-جامعه‌شناس به عنوان سیاست و تدبیری راهبردی در حوزه‌ی آموزش مهندسی اولویت یافته، به‌طوری که چنین امری در خدمت ارتقای ارزش‌های انسانی، اخلاقی و اجتماعی در تولید، گسترش و نگهداری فناوری و مصنوعات فناورانه به‌کار گرفته می‌شود. استادان و دانشجویان مهندسی و جامعه‌شناسی، پیشگامان اصلی این فرآیند آموزشی و تحقیقاتی هستند، آن‌چنان که نگرش گسترده و نقادانه‌ای را نسبت به مسائل و موضوعات اجتماعی مطرح در این چارچوب کسب کرده و ابعاد آن را در فرآیند شکل‌گیری فعالیت مهندسی مورد توجه قرار می‌دهند. از این‌رو، به رسمیت شناختن حوزه‌ی مطالعات میان‌رشته‌ای مهندسی و جامعه‌شناسی به عنوان حوزه‌ی مطالعاتی مستقلی ضرورت می‌یابد، به‌طوری که در این قلمروی مطالعاتی فرصت بررسی چالش‌های اجتماعی مطرح در فناوری‌ها و فعالیت‌های مهندسی بیش از پیش فراهم می‌گردد.

واژگان کلیدی: آموزش مهندسی، برساخت اجتماعی فناوری، جامعه‌شناسی مهندسی، شبکه‌های کنش‌گر، نظام‌های فناورانه، مهندس-جامعه‌شناس.

---

۱. تاریخ وصول: ۱۳۸۹/۲/۵ تاریخ تصویب: ۱۳۸۹/۵/۱۰

۲. پست الکترونیک: aseghatoleslami@yahoo.com

مقدمه

در این مقاله از نگاهی جامعه‌شناسانه به بررسی مفهوم و جایگاه مهندسی به عنوان نهادی اجتماعی پرداخته و رابطه‌ی میان مهندسی و جامعه بررسی می‌شود. از این‌رو، ابتدا باید دانش مهندسی را به عنوان دانشی در تعامل با کنش‌های اجتماعی معرفی کرد. مصنوعات فناورانه و محصولات مهندسی‌شده حاصل فرآیندی هستند که دانش مهندسی در آن سهم به‌سزایی دارد. سال‌هاست که ماهیت این دانش، موضوعی بحث برانگیز بوده است. برخی فیلسوفان اظهار داشته‌اند که دانش مورد استفاده‌ی مهندسان تا حد زیادی از علم حاصل می‌شود؛ این دیدگاه عموماً در قالب ایده‌ی «فناوری به منزله‌ی علم کاربردی»[1] مطرح می‌گردد. اما برخی دیگر مدعی هستند فناوری از مجموعه دانشی از آنِ خود برخوردار است و ماهیتی متفاوت از علم دارد. هم‌اکنون بسیاری از فیلسوفان بر این عقیده‌اند که دست‌کم بخشی از دانش مهندسان ماهیتی متفاوت با دانش دانشمندان دارد.[2]

در این‌جا لازم است پیش از نگاهی جامعه‌شناختی به مهندسی، قدری به رابطه‌ی میان علم و فناوری پرداخته شود، چرا که به مرور زمان رابطه‌ای میان علم و فناوری شکل گرفته که پیامدهایی را برای هر دو حوزه به‌دنبال داشته است. با به‌کار گرفتن وسایل فناورانه هم‌چون ابزارهای اندازه‌گیری، علم دست‌خوش تغییرات شگرفی شده و فناوری نیز تحت تأثیر روش‌شناسی علمی قرار گرفته است. امروزه مهندسان نیز برای حل مشکلات علمی به انتزاع و ایده‌آل‌سازی که از روش‌های مطرح در علم و نظریه‌پردازی علمی است، مبادرت می‌ورزند؛ اگرچه بی‌شک آنان باید همواره در برخی مواضع به موقعیت‌های انضمامی و غیرایده‌آل بازگردند. بنابراین، می‌توان ادعا کرد که امروزه ماهیت فناوری علمی‌تر شده است و دانش مهندسی نیز از روش‌های علمی به‌شدت استفاده می‌کند.[3]

تأثیر علم بر فناوری به ظهور رشته‌های علمی جدید، یعنی «علوم مهندسی» منجر شده است. در این علوم دانشی شکل می‌گیرد که به فراسوی یک مسأله‌ی فناورانه‌ی خاص می‌رود و می‌تواند برای طیف گسترده‌ای از مسائل به‌کار گرفته شود. این امر به علوم مهندسی، در قیاس با علوم دیگر، ماهیتی منحصر به‌فرد می‌بخشد. برخی علوم قانونی-

---

1. technology as applied science

۲. دووریس، *آموزش درباره‌ی تکنولوژی: درآمدی بر فلسفه‌ی تکنولوژی برای غیرفیلسوفان*، ص۴۳.

۳. همان، ص۵۶.

ریاضیاتی[1] هستند، به عبارتی به دنبال قوانینی هستند که در همه‌ی زمان‌ها و مکان‌ها معتبر باشند؛ علوم طبیعی مثال خوبی از این‌گونه علوم هستند. علوم دیگر فکری-نموداری[2] هستند، به عبارت دیگر درصدد توضیح جزئیات‌اند و نه کلیات؛ تاریخ مثال خوبی از این دست علوم است چرا که وقایع خاص را شرح می‌دهد و نه قوانین و الگوهای کلی تاریخی را. به نظر می‌رسد، علوم مهندسی تا اندازه‌ای بین این دو حدّ واقع شده‌اند. از یک سو، این علوم به دنبال قوانین و قواعدی هستند که از مسائل خاص طراحی فراتر می‌روند، و از دیگر سو آنها نباید از موقعیت‌های واقعی زیاد فاصله بگیرند، زیرا کلّی‌نگری بیش از حدّ سبب اخلال در کارشان خواهد شد. به رغم این‌که علوم مهندسی با انواع معمول علوم، یعنی علوم قانونی-ریاضیاتی و فکری-نموداری که با روابط علّی و یا با قصدها سروکار دارند، سازگاری کامل ندارند، اما می‌توان آنها را به منزله‌ی علوم اصیل پذیرفت و از این‌رو، انتظار می‌رود دانش در این علوم نیز به شیوه‌هایی مشابه با نحوه‌ی شکل‌گیری دانش در سایر علوم تکوین یابد.[3]

در ادامه‌ی مقاله و در راستای ارائه‌ی تحلیلی جامعه‌شناختی از جایگاه مهندسی به عنوان نهادی اجتماعی، به رابطه‌ی میان فناوری و جامعه پرداخته می‌شود و حول این پرسش اساسی که «آیا مهندسی فعالیتی در خلاء است؟» دیدگاه‌های موجود معرفی می‌شوند. در نسبت میان فناوری و جامعه سه رویکرد: ۱. برساخت اجتماعی فناوری، ۲. نظام‌های فناورانه و ۳. شبکه‌های کنش‌گر، مرور و بررسی می‌شوند. مسأله‌ی کنترل جامعه‌ی انسانی بر فناوری در مقابل کنترل شدن جامعه‌ی انسانی توسط فناوری در فرایند شکل‌گیری و تحول فلسفه‌ی فناوری (به‌ویژه در سنت فلسفه‌ی اروپایی) همواره از اهمیت بسیاری برخوردار بوده است. هر زمان که نوعی فناوری با احتمال تأثیرات و تحولات اجتماعی شدید پدیدار می‌شود، این مسأله نیز احیا می‌گردد. در قرن نوزدهم، فناوری سایبرنتیک آشکارا ایده‌ی کنترل شدن به‌وسیله‌ی فناوری را ترویج می‌کرد.

نوربرت وینر[4]، ریاضی‌دان قرن بیستم، در آثار خود نیاز به داشتن کنترل فناوری بر جامعه را به‌منظور حل مشکلات آن مطرح می‌کرد. وی درباره‌ی جنبه‌های سیاسی و

1. nomo-thetical
2. ideo-geraphical

۳. همان، ص۵۶.

4. N. Wiener

اجتماعی مصنوعات فناورانه ادعا می‌کرد که فناوری نه تنها هرگز خنثی نیست، بلکه تأثیرات ژرفی بر زندگی انسان‌ها دارد. کارل مارکس[1]، فیلسوف قرن نوزدهم، به شدت به حل مشکلات اجتماعی از طریق کنترل مبتنی بر فناوری باور داشت. به نظر وی، فناوری در تحقق بخشیدن به گذار از جامعه‌ی سرمایه‌داری به جامعه‌ی کمونیستی حائز اهمیت بود. ژاک ایلول[2]، فیلسوف قرن بیستم، عقیده دارد که رابطه‌ی میان فناوری و جامعه عمدتاً یک سویه است: این فناوری است که بر زندگی اجتماعی مسلط است و نه برعکس. در مقابل، برخی دیگر از متفکران باور دارند فناوری صرفاً فرآیندی طبیعی نیست که ناگزیر روی می‌دهد و جامعه‌ی انسانی هیچ اثری بر آن ندارد، بلکه فناوری پدیده‌ای تماما نشأت گرفته از جامعه‌ی انسانی است و از این‌رو، جامعه‌ی انسانی می‌تواند کاملاً آن را در کنترل خود درآورد.[3]

در ادامه‌ی مقاله، به نقش مهندسی در جامعه‌ی مدرن اشاره شده و فرصت‌ها و تهدیدهای اجتماعی بالقوه و بالفعل بررسی می‌شوند. بر این اساس، اهمیت آموزش مهندسی و نقش محوری آن در تعامل میان مهندسی و جامعه که از نتایج راهبردی رویکرد جامعه‌شناختی به مهندسی است، آشکارتر می‌گردد. دانش‌های بنیادین، علوم و فنون مهندسی را به‌طور فزاینده‌ای تقویت می‌کنند و رشته‌های مهندسی نیازمند تحقیق در این مرزهاست؛ از سطح میکروسکوپی نانوفناوری تا سطح ماکروسکوپی نظام‌های جهانی نیازمند توجه جدی‌تر دولت‌ها، مراکز سیاست‌گذاری و تحقیقاتی هستند تا از سویی در جهت پشتیبانی از ضرورت تحقیقات مبنایی و طولانی مدت در علوم و فنون مهندسی برای هدایت مهندسی به‌سوی نیازهای واقعی جامعه گام بردارند، و از سویی دیگر به مطالعه و بررسی پیآمدهای اجتماعی، سیاسی و اقتصادی آنها پرداخته و تدابیری مقتضی را در سطح جامعه‌ی بومی و جامعه‌ی بین‌المللی ارائه و گسترش دهند.

در پایان مقاله راهبردها، ظرفیت‌ها و چشم‌اندازهای موجود در تعامل میان مهندسی و جامعه شناسایی می‌گردد. آموزش و تربیت مهندس-جامعه‌شناس مهم‌ترین دستاورد چنین رویکردی است، آن‌چنان که استادان و دانشجویان مهندسی و مطالعات میان‌رشته‌ای

---

1. K. Marx
2. J. Ellul
۳. همان، صص۱۰۳-۱۰۷.

مهندسی و جامعه‌شناسی، پیشگامان اصلی این فرآیند آموزشی و تحقیقاتی هستند. چنین فرآیندی نگرش گسترده و نقادانه‌ای را نسبت به مسائل و موضوعات اجتماعی مطرح در فعالیت‌های مهندسی فراهم می‌آورد، به‌طوری که تربیت مهندسان حساس به ارزش‌های اجتماعی در اولویت برنامه‌های آموزشی مذکور قرار می‌گیرد.

۱. آیا مهندسی فعالیتی در خلاء است؟

چنان که اشاره شد، به نظر می‌رسد فناوری و علوم مهندسی از بدنه‌ی جامعه جدا نیست و در خلاء شکل نمی‌گیرند. آن‌چه درباب اهمیت توسعه به منظور رشد و پیشرفت جامعه درک می‌کنیم، تعیین‌کننده‌ی آن‌چیزی است که در جهان پیرامون خود خلق و ابداع می‌کنیم؛ به همین دلیل است که ارزش‌های متفاوت در هر جامعه‌ای می‌تواند به مجموعه‌ی کاملا متفاوتی از توسعه‌های فناورانه در آن جامعه منجر شود.

ابتدا لازم است برخی آرای معاصر درباب رابطه‌ی میان فناوری و جامعه را مرور و بررسی کرد. در این‌جا دو دیدگاه متعارف را می‌توان مطرح کرد: در دیدگاه اول، فناوری‌ها درون نظام‌هایی از روابط اجتماعی و نهادهای اجتماعی یکپارچه شکل می‌گیرند. از این‌رو، فناوری را به عنوان نظامی مبتنی بر جامعه می‌توان تعبیر کرد که در صورت تحقق روابط و شرایطی اجتماعی، فناوری خاصی حتمی الوقوع یا اجتناب‌ناپذیر[1] خواهد بود. به عبارت دیگر، امر فناورانه‌ای که تحقق می‌یابد درون ترکیب پیچیده‌ای از موضوعات اقتصادی، اجتماعی و سیاسی شکل می‌گیرد.[2] بر این اساس، اگر تمامی شرایط این ترکیب پیچیده اعم از شرایط اقتصادی، اجتماعی و سیاسی تحقق بپذیرد، تحقق امر فناورانه حتمی الوقوع و اجتناب‌ناپذیر است. اما هم‌چنان که نظام‌های موجود در نهادهای اجتماعی به امری فناورانه تعیّن می‌بخشند، خود این نظام‌ها نیز از طریق امری فناورانه تعّین می‌یابند.

حال ممکن است بپرسیم: آیا فناوری‌ها به هر نحو ممکن و توسط هر نظامی اجتماعی توسعه خواهند یافت؟ این موضوع پرسش مهمی است، بدین معنا که اگر حمایتی سیاسی و فرصتی اقتصادی برای چنین توسعه‌هایی پیش نیاید، آیا واقعاً باز هم امر فناورانه حتمی

---

1. inevitable
2. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions* & Shapin, "Here and everywhere: sociology of scientific knowledge" & Zuckerman, "The sociology of science".

الوقوع می‌شود؟ به نظر می‌رسد پیش‌برد تحقیقات و پروژه‌ها در زمینه‌هایی که دست‌کم تأمین مالی وجود ندارد به سرانجام نخواهد رسید. اگر هیچ فرد یا گروهی، ایده‌ها و پروژه‌ها را حمایت مالی نکند، بر این اساس توسعه‌ای شکل نگرفته و فناوری‌ها به محصولاتی تجاری نمی‌انجامند.[۱]

در مقابل دیدگاه اول، دیدگاه دیگری مطرح می‌شود که پیشرفت فناورانه را فی نفسه برخوردار از نوعی چرخه‌ی حیات می‌پندارد، آن‌چنان که برای هدف خاصی توسعه نمی‌یابد، بلکه این فناوری است که روش زندگی‌مان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. جبرگرایان فناوری باور دارند تغییرات در فناوری باعث تغییرات اجتماعی می‌شود و قدرت‌های مادی و ویژگی‌های فناوری‌های موجود، رویدادهای اجتماعی را تعیین می‌کنند.[۲]

بنابراین پرسش ابتدایی را می‌توان این‌گونه صورت‌بندی کرد: آیا علم و فناوری است که جامعه را شکل می‌دهد و یا این ارزش‌های اجتماعی است که به علم و فناوری سمت و سو می‌بخشد؟ برای پاسخ به این پرسش لازم است بر رابطه‌ی میان فناوری و جامعه متمرکز شده و آن را بررسی کرد.

۲. رابطه‌ی میان فناوری و جامعه

بسیاری از جامعه‌شناسان علم و فناوری به بحث درباره‌ی این مهم پرداخته‌اند که آیا فناوری، علم کاربردی است و یا این که آیا عمده‌ی توسعه‌های فناورانه جدای از علوم پایه شکل می‌گیرند. بیکر[۳] به مهندس-جامعه‌شناسانی[۴] اشاره می‌کند و از این طریق به توضیح شیوه‌ی ارتباط مهندسان با جامعه و بازار می‌پردازد و رابطه‌ای را معرفی می‌کند که از تخصصی صرفاً مطرح در مهندسی فراتر رفته و نیازمند شبکه‌ی گسترده‌تری از کنش‌گران و نظام‌های

---

1. Mumford, *Techniques and Civilization & The Myth of the Machine;* Muller, *The Children of Frankenstein*; Noble, *The Children of Frankenstein*; MacKenzie, *The Social Shaping of Technology*.

2. Baillie, *Engineers within a Local and Global Society: Synthesis Lectures on Engineers, Engineering and Society*.

3. Bijker,W.

۴. engineer-sociologists: این اصطلاح توسط میکائیل کالون، جامعه‌شناس معاصر، مطرح گردید؛ از نظر وی مهندسان کسانی هستند که باعث پیدایش فناوری‌های جدید می‌شوند. از این‌رو، فعالیت مهندسان وارد بحث‌هایی می‌شود که معمولا باید در حوزه‌ی تحلیل‌های جامعه‌شناختی بررسی گردد. در ادامه‌ی مقاله به این موضوع بیشتر پرداخته می‌شود.

اجتماعی است. بر اساس این توصیف ممکن است مهندسی به عنوان یک «نظام فناورانه»[۱] بررسی شود. هرگاه از علم محض، علم کاربردی، فناوری، نظام‌های فناورانه و یا مهندسی صحبت می‌شود، غالباً چنین موضوعاتی در مطالعات اجتماعی یکسان تلقی می‌شود. با وجود این، برخورداری از مرزبندی‌هایی مشخص در تحلیل بهتر ارتباطات مفاهیم اجتماعی، به محقق کمک می‌کند تا درباره‌ی هر یک از این موارد شفاف و متمایز سخن بگوید.[۲]

دانشمندان شاید علاقه‌ای به تصدیق مسؤولیت خود در برابر کاربرد بالقوه‌ی کشفیات علمی‌شان نداشته باشند، اما مهندسان موضع بسیار روشنی درباره‌ی تصدیق این مسؤولیت و بایستگی آن دارند و بخش مهمی از نظام اعتبارگذاری در بررسی اخلاق حرفه‌ای آنان را همین موضوع شکل می‌دهد. بنابراین، بار دیگر تصویر معطوف به رابطه‌ی متقابل نیازهای جامعه، انگیزه‌های سیاسی، نهادهای تأمین مالی، تقاضای برآمده از بازار و مطالعات مالی شرکت‌های حقوقی، تمامی اینها در نظر دارند تا چگونگی پیچیدگی این مناسبات را بیان کرده و نشان دهند که علمِ محض (نسبت به فناوری) به‌ندرت از این مناسبات پیچیده برخوردار است. در ادامه به بررسی سه رویکرد تعاملی میان علم و فناوری از یک سو و جامعه از سویی دیگر پرداخته و این روابط را بررسی می‌شود.[۳]

۱.۲. فناوری به جامعه شکل می‌دهد

این دیدگاه در دو قرن اخیر موافقان و مخالفان متعددی داشته است. برخی از حامیان عمده‌ی این دیدگاه باور دارند که علم و فناوری به‌شدت مرتبط با اقتصاد هر کشوری است. علم و فناوری به عنوان قدرت‌هایی مثبت در اقتصاد اجتماعی[۴] ملاحظه می‌شوند. برنال[۵] استدلال می‌کند علم در حکم سنگِ بنایی در ساختمان جامعه‌ی مدرن است. بسیار پیش‌تر کارل مارکس و فردریش اِنگلس[۶] نشان دادند که توسعه‌ی فناورانه در کارخانه‌ها بر اساس

1. technological system
2. Sismundo, *An introduction to Science and Technology Studies;* Bijker, Hughes, & Pinch, *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*.
3. Baillie, *Engineers within a Local and Global Society: Synthesis Lectures on Engineers, Engineering and Society.*
4. socioeconomic
5. J. D. Bernal
6. F. Engels

روابط اجتماعی میان مالکان فناوری (یعنی سرمایه‌داران) و کارگران تعیین می‌شود. هم‌چنین ژاک ایلول با بیان عوامل منحرف فناوری، تلقی بدبینانه‌ای از فناوری را نسبت به بشریت و معنویت به تصویر در می‌آورد.[۱]

این دیدگاه که فناوری به جامعه شکل می‌دهد، غالباً دیدگاه «جبرگرایی فناوری»[۲] خوانده می‌شود که توسط مکنزی و واکمن[۳] مطرح شد تا به عنوان یکی از با نفوذترین نظریه‌ها در ارتباط میان فناوری و جامعه شناخته شود. در این نظریه ادعا می‌شود که تغییرات در فناوری باعث تغییرات اجتماعی می‌شود. قدرت‌های مادّی و ویژگی‌های فناوری‌های موجود، رویدادهای اجتماعی را تعیین می‌کنند. یک رویکرد نقادانه به این دیدگاه آن است که به نظر می‌رسد در این نظریه فناوری جدای از جامعه و منفک از آن تلقی می‌شود، بدین معنا که فناوری می‌تواند جامعه را تحت تأثیر قرار دهد بدون آن که خود تحت تأثیر قرار گیرد. مکنزی و واکمن درباره‌ی «شکل‌دهی اجتماعی فناوری»[۴]، چنین چنین پرسش‌هایی را مطرح می‌کنند: پیش از برخورداری فناوری از عوامل تأثیرگذار، چه چیز فناوری را شکل می‌دهد؟ و در شکل‌دهی فناوری، جامعه چه نقشی را بازی می‌کند؟[۵]

۲.۲. جامعه به فناوری شکل می‌دهد

فورسلنگ[۶] از دو زاویه به تحول در دیدگاه جبرگرایی فناوری اشاره می‌کند: جهان تجاری و جهان دانشگاهی. در مورد نخست این باور وجود دارد که علم و فناوری باید با اهداف تجاری ارتباط بیشتری بیابد. مورد دوم ادعا می‌کند که دانشگاه‌ها به دنبال بررسی و شناخت پیوندهای میان انگیزه‌های اجتماعی در علم و فناوری هستند. برنامه‌ی مهم «جامعه‌شناسی معرفت علمی»[۷] در انگلستان به مطالعه‌ی چنین انگیزه‌ها و قدرت‌های اجتماعی می‌پردازد. با با توجه به فناوری‌های متفاوت و بدیل‌های آنها در هر لحظه از انتخاب، ممکن است ملاحظه

---

1. Baillie, *Engineers within a Local and Global Society: Synthesis Lectures on Engineers, Engineering and Society.*
2. technological determinism
3. D. Mackenzie & J. Wajkman
4. The Social Shaping of Technology
5. Baillie, *Engineers within a Local and Global Society: Synthesis Lectures on Engineers, Engineering and Society.*
6. L. Furslang
7. The Sociology of Scientific Knowledge: SSK

شود آن‌چه حاصل می‌گردد به علت تصمیم‌هایی است که اختیار می‌شود. دیوید نوبل[1] در مورد پیشرفت‌های فناورانه می‌پرسد: «[پیشرفت] برای چه چیزی یا برای چه کسی؟» و ادعا می‌کند که توسعه‌های فناورانه اغلب به نام میهن‌پرستی و رقابت میان اهداف دوگانه‌ی نظارت و تسلط صورت گرفته است؛ وی هم‌چنین مطرح می‌کند که در فناوری‌های جدید انتقالی از نظارت به مدیریت انجام شده است.[2]

۳.۲. دیدگاه تعاملی میان فناوری و جامعه

دیدگاه تعاملی هنگامی تحقق می‌یابد که جامعه، فناوری را تحت تأثیر قرار می‌دهد و فناوری، جامعه را متأثر می‌کند. در این دیدگاه سه رویکرد توسط بیکر و پینچ[3] معرفی می‌شوند:[4]

- رویکرد نخست، برساخت‌گرایی اجتماعی[5] است که مطرح می‌کند فناوری نیازمند تحلیل جامعه‌شناختی است.
- رویکرد دوم، فناوری را نوعی نظام تلقی می‌کند که مصنوعات فیزیکی و مادّی در محیط آن یکپارچه می‌شوند.
- رویکرد سوم تلاش دارد تا تمایز میان کنش‌گران (یا نقش آفرینان) انسانی و غیر انسانی را درهم بشکند (مانند نظریه‌ی شبکه‌ی کنش‌گر[6]).

۱.۳.۲. رویکرد اول: برساخت اجتماعی فناوری

پینچ و بیکر در کتاب *برساخت اجتماعی نظام فناورانه: تمایزاتی نوین در جامعه و تاریخ فناوری* و در فصل «برساخت اجتماعیِ واقعیت‌ها و مصنوع‌ها»، دو روش تحلیل در چارچوب چنین رویکردی را بررسی می‌کنند که عبارتند از[7]:

---

1. Noble, D.
2. Baillie, *Engineers within a Local and Global Society: Synthesis Lectures on Engineers, Engineering and Society*.
3. Pinch, T. J.
4. Bijker, Hughes & Pinch, *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*.
5. social constructivism
6. actor network theory
7. Ibid.

- روش اول EPOR: برنامه‌ی تجربی نسبی‌گرایی[۱] و
- روش دوم SCOT: برساخت اجتماعی فناوری[۲].

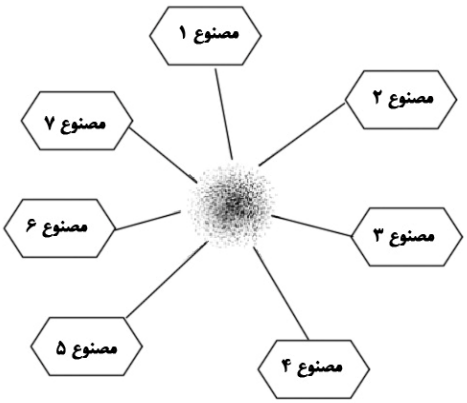
روش EPOR برآمده از سنت جامعه‌شناسی معرفت علمی است و سه مرحله از توسعه‌ی علمی را بررسی می‌کند. مرحله‌ی اول انعطاف‌پذیری در تفسیر یافته‌های علمی را در نظر می‌گیرد، مرحله‌ی دوم طرح مکانیزم‌های اجتماعی به منظور پایان دادن به مجادلات علمی را مجاز می‌شمرد، و مرحله‌ی سوم بافت اجتماعی و فرهنگی گسترده‌تری را در رابطه با توسعه‌ی علمی مطرح می‌کند.

روش SCOT توسط بیکر و همکارانش توسعه یافت و برآمده از جامعه‌شناسی فناوری است که فرآیند توسعه‌یافتگی را در مصنوعی فناورانه نشان می‌دهد. این روش، بر تأثیر عوامل اجتماعی بر تحولات فناورانه تأکید می‌کند. در این دیدگاه، عوامل فنی تقریباً هیچ نقشی در تحولات فناوری ایفا نمی‌کنند. فرآیند شکل‌گیری دوچرخه، بنا بر توصیف‌های بیکر، نمونه‌ای تقریبا سنتی در این باره است. به تعبیر وی، کل فرآیند ابداع دوچرخه موضوعی مربوط به نحوه‌ی فهم و درک مردم از این محصول بوده است. در ابتدا، دوچرخه وسیله‌ی حمل‌ونقل محسوب نمی‌گردید، بلکه کم‌وبیش وسیله‌ای بود که مردان جوان به کمک آن شجاعت و مهارت‌های خود را به نمایش می‌گذاشتند. بعدها دوچرخه اساساً تبدیل به وسیله‌ی حمل‌ونقل گردید و همین امر موجب تغییراتی در طراحی دوچرخه شد.[۳]

بیکر و همکارانش تلاش کردند با ترکیب دو روش تحلیل EPOR و SCOT دورنمای الگوی کاملا یکپارچه‌ای را از فرآیند توسعه‌ی یک مصنوع فناورانه نشان دهند. این الگو در تصاویر چهارگانه‌ی ذیل نمایش داده شده است. تصویر (۱) الگویی چندراستایی در مطالعات نوآوری و خلق مصنوعات را نشان می‌دهد که بر خلاف الگویی خطی است. الگوی چندراستایی گونه‌های مصنوعی را مطالعه می‌کند و به ما اجازه می‌دهد بررسی کنیم که چرا برخی از این گونه‌ها از چرخه‌ی حیات خارج شده و برخی به حیات خود ادامه می‌دهند. با بزرگنمایی هسته‌ی مرکزی سایه خورده در تصویر(۱)، شبکه‌ی ارتباطات اجتماعی با مصنوعات مختلف گرداگردمان آشکار می‌شود[۴]:

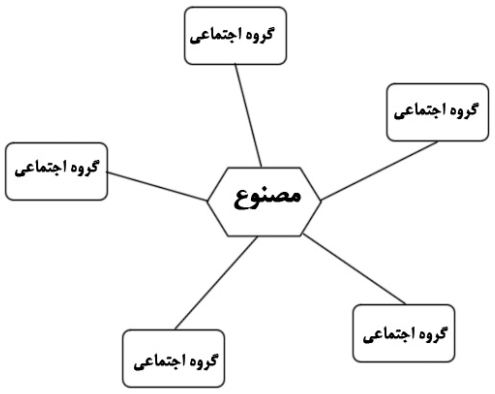
---

1. Empirical Programme of Relativism: EPOR
2. Social Construction of Technology: SCOT
3. Bijker, *Of Bicycles, Brakelites and Bulbs.*
4. Bijker, Hughes & Pinch, *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology.*



تصویر ۱: الگویی چندراستایی در مطالعات نوآوری و خلق مصنوعات

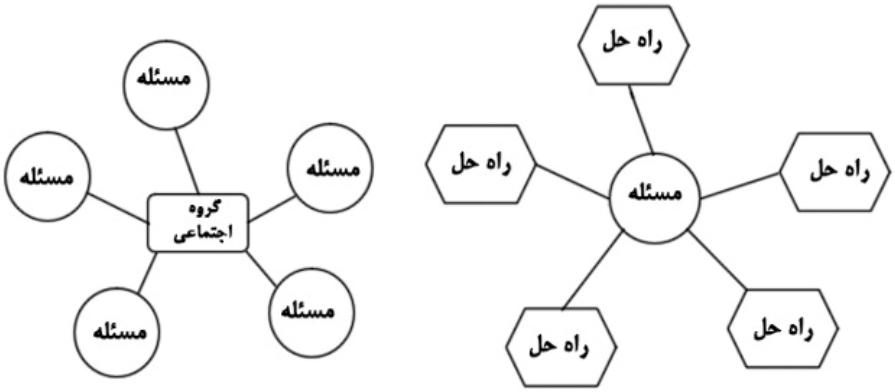
برای ملاحظه‌ی این که چرا برخی گونه‌ها ادامه‌ی حیات می‌یابند، لازم است بررسی شود کدام گروه‌های اجتماعی به این مصنوع مرتبط می‌شوند و کدام گروه‌های اجتماعی مرتبط نمی‌شوند. تصویر (۲) را ملاحظه کنید.



تصویر ۲: گروه‌های اجتماعی مختلف و مرتبط با مصنوعات خلق‌شده

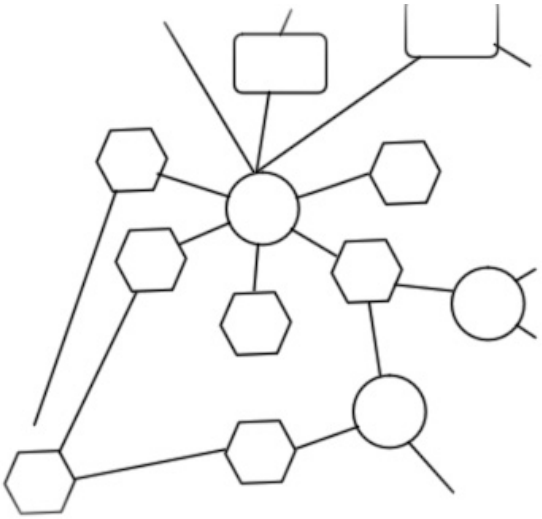
هر گروه اجتماعی به مصنوع مورد نظر نیاز کارکردی خاصی دارد و از این‌رو مسأله‌ی مشخصی را مطرح می‌کند (شکل سمت چپ تصویر ۳) و به دنبال آن برای هر مسأله

چندین راه‌حل پیشنهاد می‌شود (شکل سمت راست تصویر ۳). توجه داشته باشید که این راه‌حل‌ها همان مصنوعاتی است که در پاسخ به مسائل گروه‌های اجتماعی شکل می‌گیرند. به تصویر (۳) توجه کنید.



تصویر ۳: نیازهای کارکردی گروه‌های اجتماعی و پیشنهاد راه‌حل‌ها پیرامون این نیازها

سرانجام این‌که با ریزنمایی تصاویر فوق می‌توانیم دورنمایی از الگوی چندراستایی مذکور را نمایش دهیم. تصویر (۴)، نسخه‌ی دورنمایی‌شده‌ای از الگوی کاملاً یکپارچه و چندراستایی در مطالعات نوآوری و خلق مصنوعات با ترکیب دو روش تحلیل EPOR و SCOT است.



تصویر ۴: دورنمایی از الگوی یکپارچه و چندراستایی در مطالعات نوآوری و خلق مصنوعات

۲.۳.۲. رویکرد دوم: نظام‌های فناورانه

این رویکرد زمینه‌ای است که توسط مورخ فناوری، توماس هوگس[1] معرفی شد. چنان که فناوری را به عنوان نظامی از عوامل اجتماعی، سیاسی، اقتصادی و محیطی ملاحظه می‌نماید و این عوامل نقش مهمی را در توسعه‌ی فناوری بازی می‌کنند. این عوامل و وابستگی‌ها ممکن است در جهت‌های متعددی باشد. مثلاً استفاده از سوخت فسیلی اغلب عاملی محیطی برای روشنایی الکتریکی و شبکه‌ی نیروی برق بوده است و این مهم وابسته به آن سوخت فسیلی است. فعالیت‌های پژوهشی اخیر بر روی انتقال فناوری[2] و آینده‌نگاری فناورانه[3] منطبق بر این زمینه‌ی مطالعاتی است که به منظور شناسایی تمایلات در طراحی، معیارهایی را فراهم می‌آورند.[4]

1. T. Hughes
2. technology transfer
3. technological forecasting
4. Ibid.

۳.۳.۲. رویکرد سوم: شبکه‌های کنش‌گر

این رویکرد با کارهای میکائیل کالون[1] معرفی می‌شود. وی به توصیف اصطلاح خودساخته‌ی «مهندس-جامعه‌شناس» پرداخت. از نظر وی مهندسان کسانی هستند که باعث پیدایش فناوری‌های جدید می‌شوند؛ اعم از طراحان، توسعه‌دهندگان، و آنانی که به پیاده‌سازی می‌پردازند. تمامی این فعالان حقیقتاً وارد بحث‌هایی می‌شوند که معمولا در حوزه‌ی تحلیل‌های جامعه‌شناختی بحث و بررسی می‌گردد. کالون این موضوع را در رابطه با آینده‌نگاری صنعت خودروسازی فرانسه در آغاز دهه‌ی ۷۰ به دلیل ورود خودروی برقی VEL مطرح می‌کند. وی فعالیت مهندسان را در شرکت برق فرانسه[2] (EDF) و مهندسان شرکت رنو به هنگام همکاری مشترک بررسی کرده است.[3]

مهندسان EDF تصمیم گرفتند شرایط جامعه‌ی فرانسه در ۱۹۷۳ را پیش‌بینی کنند، یعنی زمانی که آنان با نوآوری خود به تولید و عرضه‌ی خودروهای برقی VEL می‌پرداختند. آنان جهانی تکنیکی و جهانی اجتماعی را تصور کردند که خودروی برقی در این جهان‌ها به بهره‌برداری رسیده است. بر این اساس متوجه شدند که نیازمند باتری‌های الکتروشیمیایی برای به‌کارگیری آنها در حمل و نقل عمومی و خودروهای شخصی هستند، این باتری‌ها نیازمند کاتالیزورهایی ارزان قیمت و نیز تولیدکنندگانی برای تولید این محصول متناسب با این خودروهای برقی بود. مهندسان مذکور با پیشنهاد این که لازم است شبکه‌ی بسیار بزرگی از جایگاه‌های خدمات برای تغذیه‌ی الکترولیت تأسیس شود چالش اجتماعی بزرگی آفریدند، چرا که این امر به رقابت با کنسرسیوم‌های بزرگ نفتی منجر می‌گردید و این شرکت‌ها به دلایل مختلف اجتماعی، اقتصادی و حتی سیاسی هرگز اجازه‌ی چنین کاری را به مهندسان نمی‌دادند. البته مهندسان EDF هم‌چنین نشان دادند که جنبش‌های اعتراضی علیه خودروهای با سوخت فسیلی کم‌کم فروکش خواهد کرد. از نظر کالون چنین تحلیل‌های جامعه‌شناختی در فرآیند تولید و گسترش فناوری توسط مهندس-جامعه‌شناسان، حقیقتاً بایستی انجام شود.[4]

---

1. M. Callon
2. Electricite de France: EDF
3. Ibid.
4. Ibid.

۳. چالش‌های اجتماعی مهندسی در دوران معاصر

در طی ۴۰۰ سال گذشته، نقش مهندسان از تمرکز واحد بر استحکامات نظامی و موتورهای احتراق به سوی محصولات و مصنوعاتی گسترش و تکثر یافته که تقریباً تمامی جوانب جامعه و زندگی روزمره‌ی افراد را متأثر می‌کند چنان که بسیاری از آنها شناخته شده‌اند. مهندسان مصنوعاتی را طراحی می‌کنند هم‌چون کامپیوترها و نرم‌افزارهایی که بر روی آنها اجرا می‌شوند، خودروها، جاده‌ها و پل‌هایی که بر روی آنها رفت‌وآمد می‌شود، نیروگاه‌های برق و سامانه‌های انتقال که برق را به مراکز مورد نیاز می‌رسانند. با وجود این، در بسیاری از موارد دست‌آوردهای مهندسان شناخته‌شده نیستند. برای مثال، هر قطعه از تجهیزات پزشکی از ساده‌ترین دماسنج تا پیچیده‌ترین دستگاه MRI توسط مهندسان طراحی شده است، هم‌چنان که ماشین‌هایی طراحی می‌شوند تا در تولید دیگر ماشین‌ها به کار گرفته شوند و دانشمندان را به منظور دستیابی به کشفیات علمی تجهیز کنند.

یک روش مناسب برای آگاهی از اهمیت مهندسی در جامعه‌ی مدرن، معرفی و بررسی فهرست ۱۴ چالش مهم مهندسی است که توسط آکادمی ملّی مهندسی ایالات متحده[1] در سال ۲۰۰۸ تهیه و تنظیم شده است. این چالش‌ها مسائل عمده‌ای است که جامعه در قرن بیست‌ویکم با آنها مواجه خواهد شد و دانش مهندسی در هدایت هر یک از این موارد تعیین‌کننده خواهد بود. چاره‌اندیشی برای این چالش‌ها سهم بزرگی از تخصص‌های گوناگون مهندسی را درگیر می‌کند. هم‌چنان که مهندسان به تنهایی نمی‌توانند این مسائل را حل کنند، این مسائل نیز بدون دخالت مهندسان حل نخواهد شد. این چالش‌ها به صورت فهرست‌وار عبارتند از: ۱. تهیه‌ی انرژی به‌صرفه‌ی خورشیدی ۲. تهیه‌ی انرژی حاصل از هم‌جوشی ۳. توسعه‌ی روش‌های جداسازی کربن ۴. مدیریت چرخه‌ی نیتروژنی ۵. دستیابی به آب تمیز ۶. ترمیم و بهبود زیرسازه‌های شهری ۷. پیشرفت در اطلاع‌رسانی درباره‌ی سلامتی ۸. مهندسی بهتر از پزشکی ۹. مهندسی معکوس مغز ۱۰. جلوگیری از تروریسم هسته‌ای ۱۱. تأمین امنیت فضای سایبر ۱۲. ارتقاء واقعیت مجازی ۱۳. پیشرفت در آموزش‌های فردی، و ۱۴. ابزارهای مهندسی در خدمت اکتشافات علمی.[2]

1.National Academy of Engineering of United States

2. Katehi, Pearson & Feder, “Engineering in K–12 Education: Understanding and the Status and Improving the Prospects”.

برای نمونه، تحمل‌پذیری[1] زمینه‌ی اصلی پیوند پنج چالش مهم فوق است. هم‌چنان که جوامع به دنبال روش‌هایی برای حفظ خود در نسبت با محیط از طریق تحمل‌پذیری هستند، مهندسان باید روش‌هایی را برای فراهم کردن آب تمیز، انرژی اقتصادی خورشیدی، انرژی حاصل از هم‌جوشی، توسعه‌ی روش‌هایی برای زدودن دی اکسید کربن از جو بیابند. مهندسان با پزشکان همکاری می‌کنند و با توسعه‌ی روش‌های بهتر ذخیره‌سازی، تحلیل، و مخابره‌ی اطلاعات و نیز با طراحی داروهای مؤثرتر می‌توانند سلامت آنان را ارتقا بخشند. برای پرهیز از استفاده‌ی نادرست از فناوری‌های قدرتمند، مهندسان به دنبال روش‌هایی برای عدم دستیابی و عدم استفاده‌ی تروریست‌ها از مواد و فناوری‌های هسته‌ای و امنیت فضای سایبر هستند. هم‌چنین مهندسان در قرن بیست و یکم در جهت ارتقاء قابلیت‌های انسانی نقش تعیین‌کننده‌ای خواهند داشت، مثلاً از طریق پیشرفت در یادگیری‌های شخصی و توانا نمودن ابزارهای مهندسی در خدمت اکتشافات علمی.[2]

نکته‌ی قابل تأمل آن که چالش‌های مهندسی در فهرست فوق، هر یک می‌تواند به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم به منزله‌ی یک مسأله و یا چندین مسأله‌ی اجتماعی خودنمایی کند، آن‌چنان که چشم‌پوشی و غفلت از مقدمات و نتایج اجتماعی این چالش‌ها و عدم ارائه‌ی تحلیل‌های جامعه‌شناختی برای این مسائل می‌تواند لطمه‌ها و آسیب‌هایی جدی به خُردترین و کلان‌ترین نهادهای اجتماعی وارد کند. حال آن‌که توجه جامعه‌شناختی به ابعاد اجتماعی این چالش‌ها و به دنبال آن تهیه و تدوین سیاست‌ها و تدابیر راهبردی مقتضی، نه تنها می‌توان هزینه‌های اجتماعی آنها را تحت مدیریت و نظارت درآورده و به دنبال آن چنین هزینه‌هایی را به‌نحو مطلوبی کاهش داد، بلکه هم‌چنین می‌توان تهدیدهای اجتماعی بالقوه را به فرصت‌های اجتماعی بالفعلی تبدیل کرد. از این‌رو، به نظر می‌رسد نقش مهندسی در جامعه‌ی مدرن، تاییدی جدی و تأکیدی فزاینده و روزافزون بر جدایی‌ناپذیری و درهم‌تنیدگی مصنوعات و فعالیت‌های مهندسی با نهادها و فعالیت‌های اجتماعی است.

۴. آموزش و تربیت مهندس-جامعه‌شناس

مهندسان باید با احساس مسؤولیت‌پذیری و بر اساس منشوری رفتاری به برخی از مسائل جامعه پاسخ دهند. در جهت دستیابی به این مهم به نظر می‌رسد، ایده‌ی مهندس-

1. sustainability
2. Ibid.

جامعه‌شناس می‌تواند به عنوان سیاست و تدبیری راهبردی در مبحث آموزش مهندسی اولویت یافته و در راستای ارائه‌ی فرصت‌های فناورانه و اجتماعی مطلوب تحقق یابد. از این رو، دانشگاه‌ها باید مضامین اجتماعی و مردم‌شناختی را در مطالعات مهندسی وارد کنند. علاوه بر این، علاقه به حفظ طبیعت باید در فعالیت مهندسان تجلی یابد. بایستی در ضرورت آموزش ارزش‌های انسانی، اخلاقی و اجتماعی تأمل بیشتری کرد. احترام، همکاری و تشریک مساعی بین‌المللی می‌تواند ارزش‌های مهندسی را شکل دهد. در جهت تحقق ایده‌ی مهندس-جامعه‌شناس، مؤلفه‌های آموزشی بسیاری را می‌توان فهرست کرد. در ادامه، صرفاً به مهم‌ترین این مؤلفه‌ها اشاره شده و ضرورت آموزش آن‌ها نزد مهندسان توجیه می‌شود.[۱]

۱.۴. قابلیت‌های اجتماعی

مهندسان محصولی را با خصوصیاتی تولید می‌کنند که برای توسعه‌ی جامعه مفید باشد. از این‌رو، باید آموزش مهندسی در فضای آموزش جهانی تعریف شود تا خصوصیات مهندسی که جامعه بدان نیاز دارد آشکار شده و ویژگی‌های انسانی و اجتماعی آن طرح گردد. چگونگی شکل‌دهی این فرآیند در راستای توسعه‌ی تجاری محصولات مهندسی نیز بسیار حائز اهمیت است، از این رو مهندسان باید در آموزش‌های دانشگاهی خود به تمهیدات مناسب و کافی در این زمینه دست یابند. توسعه‌ی توانایی‌ها و استعدادهای میان افراد، چالش بزرگی را در آینده‌ی نزدیک نشان می‌دهد؛ توجه به مشتری، دفاع از طرح‌ها یا استعداد رهبری تنها برخی از این موارد هستند. در نتیجه، مهندسان برای مواجهه با این چالش‌ها و تعریف مناسب‌ترین شکل محصولات فناورانه بایستی از ظرفیت‌های آموزشی روزآمد و کارآمدی برخوردار باشند.[۲]

۲.۴. ارزش‌های فناورانه

لازم است تا بر شکاف و تمایز میان فرهنگ علمی و فرهنگ انسانی فائق آمده و این هر دو مفهوم یکپارچه شود، زیرا آنها صورت‌های متفاوتی از تجلی هوش بشری هستند و در نتیجه امکان ندارد متمایز باشند. باید از فرهنگ و استعدادهای متجلی و خلاقیت سخن گفت.

1. Mata Cabera, “Engineering and Philosophy. Insertion of Social and Anthropological Contents”.
2. Ibid.

فرهنگ انسانی بایستی فعالیت مهندسی را به همراه مجموعه‌ای از ارزش‌های ذاتی در نسبت با انسان و طبیعت جهت‌دهی کند. جامعه‌ی وابسته به فناوری نیازمند منشورهای اخلاقی و ارزش‌های حرفه‌ای هم‌چون مسؤولیت‌پذیری، همبستگی، انجام وظیفه و مواردی دیگر است. این موضوع نیازمند طرح‌های آموزشی مناسب با هدف برقراری سازگاری کامل میان خصوصیات فناوری و ارزش‌های انسانی است. جامعه نیازمند متخصصانی است که ارزش‌های شخصی، استعداد نوآوری، احترام آنان به افراد و منابع مادی را با ذکر دلیل نشان دهند. اکنون در بسیاری از دوره‌های آموزش مهندسی، ارزش‌های اخلاقی در فعالیت‌های حرفه‌ای بررسی نمی‌شود. لازم است مهندسان آگاهی یابند که در توسعه‌ی فعالیت‌های تخصصی خود هم به‌لحاظ فنی و هم به‌لحاظ اجتماعی باید مسؤولیت‌پذیر باشند، چرا که تصمیم‌گیری‌ها و فعالیت‌هایشان بر تک تک افراد جامعه تأثیر می‌گذارد.[1]

۳.۴. مدیریت اخلاقی

هر واحد صنعتی پیوند میان فناوری و جامعه را نشان می‌دهد. این واحدها مستلزم زنجیره‌ای فرهنگی است که ارزش هر فرد را در فرآیندی تولیدی قرار می‌دهد. خیلی اوقات به مدیریت کیفیت یا به مدیریت یکپارچه اشاره می‌کنیم، اما در ادامه جوانب فنی و اقتصادی اهمیت بیشتری می‌یابد. لازم است تا منابع انسانی، هوش افراد خلاق و در نهایت ارزش تجاری محصول اولویت‌بندی شود. آن‌چه مهندسی بشردوستانه نام می‌نهیم، اشاره به جوانب اخلاقی در مدیریت مذکور است. واحدهای صنعتی، جوامعی کوچکی هستند که در آن‌جا تعاملات انسانی شکل ثابتی دارد. مزیت فرآیندهای تولیدی بدون چنین رهیافت یکپارچه‌سازی امکان‌پذیر نیست، بلکه باید بخش فرهنگ، اهداف و کارکردهای هر واحد شکل بگیرد. بنابراین، مدیریت این واحدها بایستی مدیریت استعدادهای فردی در انگیزه‌های کارکنان باشد. مدیریت این افراد بایستی بر اساس ارزش‌های مشترک انسانی باشد. این به معنای تجدید قوای انگیزه و کسب مهارت حرفه‌ای، تصدیق خودمختاری، خلاقیت و نوآوری در استعداد کارکنانی است که در پیشرفت کار و زندگی خود سهمی دارند. در نتیجه باید در سطح مدیریت واحدهای صنعتی، تغییری آموزشی انجام داد هم‌چون مدیریت اخلاقی نوین که ارزش‌های انسانی را در فرآیندهای تولید لحاظ می‌کند. این فرهنگ نوین در واحدهای

1. Ibid.

صنعتی می‌تواند الگویی برای پیروی در دیگر حوزه‌های اجتماعی باشد. لازم است این موضوع در میان افراد ترویج شود تا وظایف و محیط‌های فناورانه‌ی آنان با گسترش فعالیت‌هایشان پیشرفت کند. این واحدها بایستی با روش فکری انعطاف‌پذیری هدایت شوند به‌طوری که اشیاء اقتصادی و اشیاء اجتماعی از دیدگاه مدیریتی قابل ملاحظه باشند. مسؤولیت‌پذیری اجتماعی در واحدهای صنعتی و هم‌چنین مسؤولیت‌پذیری اجتماعی مهندسان بسیار حائز اهمیت است. هدایت چنین نگرشی از مهندسی برای خدمت به رشد و پیشرفت جامعه، نشانه‌ی اهمیت صورت‌بندی انسانی در مدیریت اخلاقی است.[۱]

۴.۴. مهندس انسان‌گرا

مهندس انسان‌گرا، مهندسی حساس به مسائل اجتماعی و ویژگی‌هایی هم‌چون: مسؤولیت‌پذیر، رازدار، همکار، بردبار، انسانی متعهد به جامعه و خصوصیاتی از این قبیل. این ویژگی‌ها به شکلی یکپارچه و انسجامی مناسب احراز می‌شوند. هر ویژگی جداشده از سایر ویژگی‌ها، مخاطره‌ی قطبی شدن فرهنگی را گسترش می‌دهد و مطلقاً مطلوب نیست. از این‌رو، ضروری است تا شاکله‌ی فنی به همراه موضوعات کلی مرتبط با تاریخ بشری، اخلاق حرفه‌ای، روان‌شناسی، جامعه‌شناسی و مواردی دیگر کامل شود. از این طریق، مهندسان و دانشمندانی با بینشی کامل‌تر و واقعیتی مؤثرتر پرورش می‌یابند. در نتیجه، الگوی تربیتی جدیدی به همراه قابلیت پرورش مهندسانی با صلاحیت فنی بالا ضرورت می‌یابد، اما با حساسیت قابل تحسینی نسبت به مسائل جامعه و جهان. نوآوری در تمامی حوزه‌های توسعه‌ی اجتماعی و نیز در حوزه‌ی تربیتی مفهومی بنیادی است. از این‌رو، به نظر می‌رسد دوره‌ی تحصیلات دانشگاهی و مدارس فنی نیازمند بازنگری هستند. هر مهندسی لازم است به هنگام طراحی‌ها، پروژه‌ها، هدایت فرآیندهای صنعتی و به هنگام تعامل با محیطی حرفه‌ای (مشتریان، همکاران و...) تحت اصولی اخلاقی عمل کند. در واقع، مزیت حرفه‌ای مهندسی و تعهد به پیشرفت پیوسته، تنها وقتی امکان دارد که ارزش‌های اخلاقی به‌طور جدی یکپارچه شوند. مدیریت اخلاقیِ دانش، خلاقیت و کار شامل انسان‌گرایی فرهنگی و تأمل فلسفی است. مهندس، خالق این نوع مدیریت است و در نتیجه باید با مفاهیم تربیتی مقتضی آموزش دیده و آماده شود.[۲]

---

1. Ibid.
2. Ibid.

۵.۴. فلسفه و مهندسی

تقسیم میان فلسفه و مهندسی، نظریه و عمل، به طور مطلق مصنوعی است. آنها دانش‌های مکملی با هدف مشترک هستند که سهمی در توسعه و رشد آدمی دارند. فلسفه از تأمل عمیق و خودنقادی پیوسته و مهندسی از نوآوری و خلاقیت حکایت دارد. آنها ابعادی از دانش هستند که سهمی در ساخت، تغییر، تکامل و دگرگونی جامعه دارند. بنابراین، این موضوع با جدا ساختن مهندسی از سیاق اجتماعی و تأمل فلسفی سازگار نمی‌شود. در مقابل، نقش مهندسی با ظرفیت عمیق‌تر در گشایش مسائل، با حساسیت اجتماعی فراگیرتر و با تعهد بیشتر درباره‌ی ارزش‌های اخلاقی رایج و مورد قبول غنی و پربارتر می‌شود. از این‌رو، بُعد انسانی مهندسان از طریق حرکت به‌سوی شناخت مهندسی اجتماعی ارتقاء می‌یابد: یعنی با تقویت انگیزه‌ها از طریق دانش مردم‌شناختی و از طریق اخلاق حرفه‌ای، آن‌چنان که حساسیت و احترام به آدمی، جامعه و طبیعت را منعکس کند. این مهم با آموزشی یکپارچه از مراحل اولیه و با موضوعات خاصی در دوره‌ی تحصیلات احراز می‌شود که محتویات اجتماعی و مردم‌شناختی را در شکلی نظام‌مند یکپارچه می‌سازد. هم‌چنین این قرائت جدید باید به طور جداگانه موضوعات فناوری را از طریق تحلیل شرایط عملی تحت تأثیر قرار دهد و در این شرایط است که دانشجو می‌تواند به تقویت ارزش‌ها و فراگیری آنها اقدام کند. محتویات علمی و قابلیت‌های فناورانه باید با شناختی تفصیلی از جامعه همراه شوند تا بتوانند به لحاظ فنی مؤثر و به لحاظ اجتماعی یکپارچه در خدمت جامعه باشند. این امر تنها راه یکپارچه کردن دانش انسانی (مفاهیم و روش‌ها)، نگرش‌ها و ارزش‌ها است. این موضوع نشان می‌دهد که برنامه‌های تحصیلی در رشته‌های مهندسی بایستی روزآمد شوند، تا دوره‌ی تحصیلات مربوطه انعطاف‌پذیرتر و منسجم‌تر شده و با ضروریات جامعه همراه شوند. دیدگاه چنین دانشجویان مهندسی به علوم اجتماعی و علوم انسانی مبنایی است. دانشگاه باید فرهنگ دانشگاهی مشترک میان تمامی حرفه‌ها را به طور یکپارچه ارتقاء دهد. توانایی‌ها و مهارت‌های علمی باید به همراه اصول اخلاقی و ارزش‌های فرهنگی و اجتماعی در راستای توسعه‌ی حرفه‌ای مطلوب در حوزه‌های اجرایی متفاوت (حرفه‌ای، اجتماعی، محیطی، و...) قرار داده شوند تا بدین طریق توسعه‌ای یکپارچه و هماهنگ را حاصل کنند. ارزش‌هایی هم‌چون مسؤولیت‌پذیری، خدمت‌رسانی، تعهد اجتماعی، دوست داشتن طبیعت،

درستکاری و مواردی از این قبیل نیازمند ساختاری هماهنگ و نه منحصرا فنی است. این دورنمای ارزش‌شناختی بایستی روش حرفه‌ای مهندس شایسته بودن را مشخص کند.[۱]

نتیجه‌گیری

رشد و توسعه‌ی سریع فناوری‌ها بر نقش مهندسی در جامعه تغییرات ژرفی می‌گذارد. تغییر در نیازهای نیروی کار و فناوری بر اقتصاد دانش، تغییر چشم‌گیری بر ماهیت فعالیت مهندسی، یعنی نیاز به مهارت‌هایی به مراتب گسترده‌تر از مهارت در رشته‌های علمی و فناورانه دارد. رشد آگاهی بر اهمیت نوآوری فناورانه در رقابت اقتصادی و امنیت ملی، از اولویت نوینی در تحقیقات بنیادی و کاربردی برخوردار است. ماهیت غیرخطی جریان دانش میان تحقیقات بنیادی و کاربرد مهندسی، ماهیت به‌شدت میان‌رشته‌ای در فناوری‌های نوین و تاثیر زیرساخت‌های سایبری[۲] پارادایم‌های نوینی را در تحقیق و توسعه‌ی مهندسی طلب می‌کند. علاوه براین، چالش‌هایی از قبیل انبوه فارغ‌التحصیلان مهندسی فاقد توانایی‌های عملی و حرفه‌ای، ارتباط ضعیف میان مراکز صنعتی با پژوهشکده‌ها و دانشگاه‌های صنعتی به عنوان مهم‌ترین مراجع علمی و تخصصی، مهاجرت نیروهای متخصص فنی و مهندسی، عدم روزآمد بودن منابع درسی به ویژه در حوزه‌های میان‌رشته‌ای، فقدان روحیه‌ی دانش‌اندوزی و کسب مهارت و افزایش ناهنجاری مدرک‌گرایی، عدم داشتن اعتماد و اختیارات لازم به بخش خصوصی مهندسی و صنعت، عدم آموزش توانایی‌های اخلاقی و ارزش‌های حرفه‌ای لازم به دانشجویان، مسائل و چالش‌های اجتماعی و فرهنگی جدی و قابل تاملی را در حوزه‌ی فعالیت‌های مهندسی و ابعاد اجتماعی آن به‌بار می‌آورد. تمامی این موارد مؤید و بیان‌کننده‌ی ضروت مطالعه‌ی جامعه‌شناسانه‌ی مهندسی و به دنبال آن تعریف پارادایم‌های نوینی در فعالیت، تحقیق و آموزش مهندسی است.[۳]

چنان که اشاره شد، با رویکردی جامعه‌شناختی به مهندسی می‌توان فعالیت و حرفه‌ی مهندسی را در مقام نهادی اجتماعی معرفی کرده، آن‌چنان که بخش جدایی‌ناپذیری از بافت جامعه شناخته گردد. در راستای ارائه‌ی تحلیلی جامعه‌شناختی از جایگاه مهندسی به عنوان نهادی اجتماعی، به رابطه‌ی میان فناوری و جامعه پرداخته شد و حول این پرسش اساسی

1. Ibid.
2. impact of cyberinfrastructure
3. Duderstadt, “Engineering for a Changing World: A Roadmap to the Future of Engineering Practice, Research, and Education”.

که «آیا مهندسی فعالیتی در خلاء است؟» دیدگاه‌های موجود معرفی گردید. در این میان، دیدگاه تعاملی میان فناوری و جامعه، به عنوان دیدگاه و چارچوبی مبنایی، رویکرد تحلیل جامعه‌شناسانه‌ی مهندسی در این مقاله فرض گردید. دیدگاه تعاملی هنگامی تحقق می‌یابد که جامعه و ارزش‌های اجتماعی می‌تواند فرآیند شکل‌گیری فناوری را تحت تأثیر قرار دهد و هم‌چنین فناوری و مصنوعات فناورانه می‌تواند جامعه و هنجارهای اجتماعی را متأثر کند. در این دیدگاه و در راستای تبیین رابطه‌ی تعاملی میان فناوری و جامعه، سه رویکرد مهم معرفی شد: ۱. برساخت اجتماعی فناوری، ۲. نظام‌های فناورانه و ۳. شبکه‌های کنش‌گر. در ادامه با شناسایی ۱۴ چالش اجتماعی مهم مهندسی در دوران معاصر، نشان داده شد که هر یک از این چالش‌ها می‌تواند به طور مستقیم و یا غیرمستقیم به منزله‌ی یک مسأله و یا چندین مسأله‌ی اجتماعی خودنمایی کند، آن‌چنان که چشم‌پوشی و غفلت از مقدمات و نتایج اجتماعی این چالش‌ها آسیب‌هایی جدی به نهادهای اجتماعی وارد می‌کند. از این‌رو، به نظر می‌رسد نقش مهندسی در جامعه‌ی مدرن، تاییدی جدی و تأکیدی فزاینده و روزافزون بر جدایی‌ناپذیری و درهم‌تنیدگی فعالیت‌های مهندسی با نهادها و فعالیت‌های اجتماعی است.

برای مواجهه با چنین چالش‌هایی و در چارچوب جامعه‌شناسی مهندسی و مطالعات میان‌رشته‌ای مهندسی و جامعه‌شناسی، ایده‌ی آموزش و تربیت مهندس-جامعه‌شناس مطرح گردید. مهندس-جامعه‌شناس می‌تواند به عنوان سیاست و تدبیری راهبردی در مبحث آموزش مهندسی اولویت یافته و در راستای مواجهه با چالش‌های مذکور و ارائه‌ی فرصت‌های فناورانه و اجتماعی مطلوب تحقق یابد. از این رو، دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی باید با حمایت نهادهای سیاست‌گذاری مربوطه، مضامین اجتماعی و مردم‌شناختی را در مطالعات مهندسی وارد کنند، آن‌چنان که به برخی از مؤلفه‌های اجتماعی مذکور اشاره شد.

به نظر می‌رسد محققان، استادان و دانشجویان مهندسی و جامعه‌شناسی، پیشگامان اصلی این فرآیند آموزشی و تحقیقاتی مبتنی بر رویکرد جامعه‌شناسی به مهندسی هستند، آن‌چنان که نگرش گسترده و نقادانه‌ای را نسبت به مسائل و موضوعات مطرح در این چارچوب کسب می‌کنند و ابعاد اجتماعی متعددی را در فرآیند شکل‌گیری فعالیت مهندسی و تربیت مهندسان حساس به ارزش‌های اجتماعی مورد توجه و تأمل قرار می‌دهند. استادان به دانشجویان فرصت می‌دهند تا به این نکته آگاهی یابند که هر فرآیند تولیدی و هر

مصنوع فناورانه باید در بافتی اجتماعی ملاحظه و محاسبه شود به‌طوری که چنین توسعه‌ای از طریق تعاملات مضاعف و روابط اجتماعی مقتضی شکل گرفته و گسترش می‌یابد.
از این‌رو، به رسمیت شناختن حوزه‌ی مطالعات میان‌رشته‌ای مهندسی و جامعه‌شناسی، به عنوان حوزه‌ی مطالعاتی مستقلی ضرورت پیدا می‌کند، آن‌چنان که در این حوزه ملاحظات اجتماعی و فرهنگی در فعالیت‌های مهندسی برجسته شده و بررسی و تحلیل می‌گردد.

سپاس‌گزاری

این مقاله با حمایت مرکز پژوهش متالورژی رازی تهیه گردیده است. از این‌رو، لازم است مراتب سپاس‌گزاری خود را از استاد محترم جناب آقای دکتر پرویز دوامی عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی شریف و مدیر عامل مرکز پژوهشی مذکور اعلام نمایم.

منابع

۱. دووریس، مارک جِی.، *آموزش درباره‌ی تکنولوژی: درآمدی بر فلسفه‌ی تکنولوژی برای غیرفیلسوفان*، ترجمه‌ی مصطفی تقوی و محبوبه مرشدیان، تهران، انتشارات دانشکده صدا و سیما، ۱۳۸۹.

2. Baillie, C., *Engineers within a Local and Global Society: Synthesis Lectures on Engineers, Engineering and Society*, US: Morgan and Claypool, 2006.
3. Bijker,W., Hughes, T. P. & Pinch, T. (eds.), *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, MIT press, 1998.
4. Bijker, W., *Of Bicycles, Brakelites and Bulbs: Towards a Theory of Sociotechnical Change*, Cambridge: MA, MIT Press, 1995
5. Duderstadt J. J., "Engineering for a Changing World: A Roadmap to the Future of Engineering Practice, Research, and Education" [online], The University of Michigan: The Millennium Project, 2008. Available:http://milproj.ummu.umich.edu/publications/EngFlex_report/download/EngFlex%20Report.pdf [07 Jun 2011].
6. Katehi, L., Pearson, G. & Feder, M. (Eds.), "Engineering in K–12 Education: Understanding and the Status and Improving the Prospects" [online], Washington, D.C.: National Academies Press, 2009. Available: http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=12635 [07 Jun 2011].

7. Kuhn, T. S., *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago: University of Chicago Press, 1962.
8. MacKenzie D. & Wajcman, J. (eds.), *The Social Shaping of Technology*, Philadelphia: Open University Press, 1985.
9. Mata Cabrera, F., "Engineering and Philosophy. Insertion of Social and Anthropological Contents" [online], In *Proceeding of International Conference on Engineering Education*, Valencia, Spain: July 21–25, 2003.
10. Mumford, L., *Techniques and Civilization*. New York: Harcourt Brace &World, 1963.
11. ____, *The Myth of the Machine: Techniques and Human Development*, New York: Harcourt Brace &World, 1967.
12. Muller, H., *The Children of Frankenstein: A Primer on Modern Technology and Human Values*, Bloomington & London: Indiana University Press, 1971.
13. Noble, D., *America by Design: Science, Technology and the Rise of Corporate Capitalism*. Oxford: Oxford University Press, 1977.
14. Sismundo, S., *An Introduction to Science and Technology Studies*, Blackwell, 2004.
15. Shapin, S., "Here and Everywhere: Sociology of Scientific Knowledge", *Annual Review of Sociology*, 21 (1984): 289-333. Available:http://www.ineer.org/events/icee2003/proceedings/pdf/5675.pdf [07 Jun 2011].
16. Zuckerman, H. "The Sociology of Science", In N. J. Smelser (Ed), *Handbook of Sociology*, Thousand Oaks, CA: Sage Publications, (1988): 511-574.