پژوهش‌های فلسفی، شماره‌ی هفدهم، بهار و تابستان ۱۳۸۹، ص۹۷-۱۲۳

آیا تاریخ مهندسی به فلسفه‌ی مهندسی نیاز دارد؟[۱]

علیرضا ثقه‌الاسلامی[۲]

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

چکیده

در این مقاله به بررسی تحلیلی و نقادانه‌ی تأثیر فلسفه‌ی مهندسی بر گردآوری تاریخ مهندسی پرداخته می‌شود و به‌دنبال پاسخی تفصیلی به این پرسش هستیم که «آیا تاریخ مهندسی به فلسفه‌ی مهندسی نیاز دارد». از این‌رو، ابتدا رابطه‌ی میان مهندسی و فن (/تکنیک) و سپس رابطه‌ی میان مهندسی و فناوری (/تکنولوژی) تعریف می‌شود. بر این اساس، فناوری به منزله‌ی نظام معرفتی تحقق‌یافته و مهندسی به منزله‌ی دانش، مهارت و فعالیت خلاقانه‌ی بالقوه در چارچوب و در تعامل با نظام فناورانه‌ی مفروض تعریف می‌شود. در ادامه، فلسفه‌ی مهندسی به عنوان حوزه‌ی توسعه‌یافته‌ای از فلسفه‌ی فناوری معرفی شده و یادآوری می‌گردد فلسفه‌ی مهندسی دست‌کم با برخورداری از پرسش اصیل «مهندسی چیست؟» می‌تواند به عنوان حوزه‌ی فلسفی مستقلی شناخته شود. از این‌رو، برخی از مسائل و موضوعات فلسفه‌ی فناوری درون حوزه‌ی فلسفه‌ی مهندسی نفوذ یافته و تعمیم می‌یابد؛ مسائلی از قبیل تحدید حدود میان مصنوع مهندسی‌شده و شیء طبیعی، تحدید حدود میان مهندسی و علم، تقدم وجودی و تاریخی میان مهندسی و علم، و خودمختاری معرفت مهندسی از بافت اجتماعی. سرانجام، با طرح برخی نمونه پرسش‌های قابل بررسی و گشوده، تأثیر هر یک از مسائل مذکور بر آغاز و انجام گردآوری تاریخ مهندسی آشکار می‌شود. در نتیجه به نظر می‌رسد، محققان و مورخان تاریخ مهندسی شایسته است خود را مخاطب چنین مسائل و پرسش‌هایی قرار داده و موضعی نقادانه و راهبردی نسبت به هر یک از آن‌ها اختیار کنند.

واژگان کلیدی: تاریخ مهندسی، فلسفه‌ی مهندسی، فلسفه‌ی فناوری، مسأله‌ی تحدید حدود، مسأله‌ی تقدّم، مسأله‌ی خودمختاری.

---

۱. تاریخ وصول: ۸۹/۴/۸ تاریخ تصویب: ۸۹/۹/۲۰

۲. پست الکترونیک: aseghatoleslami@yahoo.com

این مقاله در راستای برنامه‌ی پژوهشی تدوین "تاریخ مهندسی در ایران" تحت نظر فرهنگستان علوم و با حمایت مادی و معنوی مرکز پژوهش متالورژی رازی تهیه شده است. از این‌رو، 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 می‌کنم.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

اگر بخواهیم مجموعه داده‌هایی را به عنوان «تاریخ مهندسی» استخراج، تحلیل و گردآوری کنیم، به نظر می‌رسد در ابتدای امر با پرسشی بدیهی مواجه خواهیم شد؛ کدام داده‌ها را استخراج و چگونه تحلیل و گردآوری کنیم. اما با اندکی تأمل و بررسی درمی‌یابیم برای پاسخ به چنین پرسشی ظاهرا بدیهی، با پرسش‌های قابل تامل دیگری روبه‌رو خواهیم شد؛ تاریخ مهندسی چیست؟ چگونه می‌توان تاریخ مهندسی را گردآوری کرد؟ از چه هنگام و از کجا شایسته است تاریخ مهندسی را آغاز کرد؟ آیا تاریخ مهندسی همان تاریخ علم است و یا به تعبیری همان تاریخ علم کاربردی است؟ و بر این اساس، نسبت میان علم و مهندسی چیست؟ آیا تاریخ مهندسی همان تاریخ فناوری است؟ و بر این اساس، نسبت میان فناوری و مهندسی چیست؟ آیا تاریخ مهندسی بخشی از تاریخ عمومی است؟ آیا تاریخ مهندسی را می‌توان جدا و منفک از پیش‌زمینه‌های اجتماعی، اقتصادی و سیاسی ارائه کرد؟

اما به‌نظر می‌رسد برای پاسخ به این مسائل نیز شایسته است دست‌کم بر دو پرسش بنیادی‌تر و اصیل‌تر حول موضوع تاریخ مهندسی متمرکز شویم؛ «تاریخ چیست» و «مهندسی چیست». برای تحلیل و بررسی این پرسش‌ها می‌توان از دو حوزه‌ی «فلسفه‌ی تاریخ» و «فلسفه‌ی مهندسی» یاری گرفت. این مقاله در نظر ندارد پرسش «تاریخ چیست» را مورد تأملات فلسفی قرار دهد، هرچند چنین تأملاتی از منظر فلسفه‌ی تاریخ بر موضوع تاریخ مهندسی نه تنها مناسب بلکه ضروری است، زیرا به نظر می‌آید مورخان بر دو دسته‌اند؛ آنان که مسائل فلسفه‌ی تاریخ را به‌طور صریح در تاریخ‌نگاری خود مورد توجه و تعیین موضع قرار می‌دهند، و آنانی که فلسفه‌ی تاریخ را به‌طور ضمنی در آثارشان نهفته می‌دارند. بنابر این می‌توان ادعا کرد: هیچ پژوهش تاریخی فاقد فلسفه‌ی تاریخ نیست. مورخ از زمان حال آغاز می‌کند و به گذشته می‌رود زیرا هرچه دارد متعلق به زمان حال است. مورخ در حین حرکت به گذشته، بسیاری از پیش‌فرض‌های ایدئولوژیکی، روش‌شناختی و هستی‌شناختی خود را به همراه می‌برد. او با دیدگاه خاص خود رویدادها را بررسی می‌کند تا تفسیری جدید از آن‌ها ارائه دهد.[۱] اگرچه این مقاله از منظر فلسفه‌ی تاریخ به تاریخ مهندسی نمی‌نگرد، اما در انتهای این نوشتار به‌طور ضمنی اشاره می‌شود که بسیاری از

۱. جنکینز، *بازاندیشی تاریخ*، ص ۹.

www.SID.ir

تحلیل‌ها و بررسی‌های مطرح، ابعادی از این رویکرد را گواهی می‌دهد و بـار دیگـر ضـرورت بررسی‌های فلسفی از منظر فلسفه‌ی تاریخ یادآوری می‌شود.

بنابراین، این مقاله صرفاً در پرتوی پاسخ به پرسش «مهندسی چیست»، به بررسی رابطه و تعامل میان تاریخ مهندسی و فلسفه‌ی مهندسی پرداخته و تأملاتی نقادانه را درباب نیاز تاریخ مهندسی به فلسفه‌ی مهندسی مطرح می‌کند؛ آن‌چنان که در این چارچوب تعاریفی در راستای تدقیق و تصریح مفهوم مهندسی و تأثیر این تعابیر بر تاریخ مهندسی شناسایی و عرضه می‌شود. تعاریف مذکور با یاری گرفتن از «فلسفه‌ی تحلیلی فناوری» طرح و ارائه می‌شود. حوزه‌ی مطالعاتی فلسفه‌ی تحلیلی فناوری، بر مسائل هستی‌شناختی، معرفت‌شناختی و روش‌شناختی فناوری به ویژه بر حوزه‌ی مفهوم مهندسی تمرکز بسیاری دارد. مدت‌ها چنین مسائلی، به‌خاطر این عقیده‌ی رایج که فناوری همان علم عملی یا علم کاربردی[1] است به فراموشی سپرده شده بود. بر اساس نظریه‌های مطرح در فلسفه‌ی فناوری، روایت‌ها و مراتب مختلف فناوری و نحوه‌ی پیدایش تاریخی آن بررسی می‌گردد.[2]

در این مقاله پس از مقدمه‌ی مذکور، ابتدا به بررسی نسبت میان دو مفهوم فناوری و مهندسی پرداخته می‌شود (قسمت ۲)؛ در ادامه، فلسفه‌ی مهندسی به عنوان حوزه‌ی توسعه‌یافته‌ای از فلسفه‌ی فناوری معرفی شده و برخی از مسائل فلسفی مطرح و شاخص در این حوزه بررسی می‌شود (قسمت ۳)؛ و در پایان، امکان تأثیر فلسفه‌ی مهندسی و بر تاریخ مهندسی و به‌طور کلی نیاز تاریخ مهندسی به فلسفه‌ی مهندسی تبیین شده و مورد بحث و نتیجه‌گیری قرار می‌گیرد (قسمت ۴).

۱. فناوری چیست؟ مهندسی چیست؟

در فرآیند ابداع یا طراحی مهندسی، مبدع یا مهندس تحقیق خود را بـا نگـاهی مناسـب بـه حال و گذشته آغاز می‌کند. مهندسان به اشیاء و امکانات اطراف خود، نـه لزومـاً بـه مفهـوم منفی آن، قانع نمی‌شوند. این تلاش به منظور طراحی و خلق، هنگامی هویـدا مـی‌شـود کـه ناخشنودی یا نگاه نقادانه‌ی مهندسان بر جوانبی از فناوری موجود آشکار می‌شـود. بـه طـور شاخص، مبدع یا مهندس به دنبال روشی در جهت بهبودبخشی بـه فعالیـت‌هـای گذشـته و حال است و این اولین گام در فرآیندی رو به رشد و به سوی راه‌حلی جدید اسـت. بنـابراین،

1. applied science
2. Kroes, “Technology, Philosophy of” [online].

www.SID.ir

تاریخ فناوری تا اندازه‌ای هم‌چون تاریخ مهندسی و تاریخ نوآوری است.[1] اما به نظر می‌رسد تاریخ فناوری تاریخ اموری تحقق‌یافته است، در حالی که تاریخ مهندسی علاوه بر امور تحقق‌یافته‌ی مذکور، هم‌چنین تاریخ اموری به‌طور ممکن قابل تحقق است.

۱.۱ چهار نقطه‌ی عطف در تاریخ مهندسی

در ابتدای امر و به‌طور کلی تاریخ مهندسی را می‌توان متناظر با انقلاب‌های فناورانه به چهار دوره تقسیم کرد که بعضا در مواردی با یکدیگر تلاقی زمانی می‌یابند. این دوره‌ها عبارتند از:

پیش از انقلاب علمی: پیش از مهندسی مدرن، معماری‌ها و معماران برجسته‌ی دوران باستان و مهندسان دوره‌ی رنسانس خودنمایی می‌کردند. پیشگامان مهندسی هنرمندان و صنعتگرانی عمل‌گرا بودند و اغلب دستاوردهای خود را از طریق آزمون و خطا پیش می‌بردند. بر این اساس، آنان با ترکیب و سرهم‌بندی تصورات و تخیلات خود، ابزارها و وسایل حیرت‌آوری را خلق می‌کردند. بسیاری از آثار و بناهای تاریخی دوران باستان از این‌گونه هستند.

انقلاب صنعتی اول: از قرن هجدهم تا اوایل قرن نوزدهم، مهندسان عمران و مکانیک از قالب هنرمندانی عمل‌گرا به متخصصانی علمی تغییر نقش دادند. از این‌رو، اولین حلقه از مهندسی مدرن در انقلاب علمی پدیدار شد. از نظر بسیاری از مورخان تاریخ علم و فناوری گالیله با نگارش کتاب *دو علم جدید*[2] به دنبال تبیین‌های نظام‌مند و اتخاذ رهیافتی علمی به مسائل عملی بود. این حلقه از تاریخ مهندسی در طی اولین انقلاب صنعتی گسترش یافت. هنگامی که ماشین‌ها به‌طور فزاینده‌ای با موتورهای بخار قدرت گرفتند، به تدریج در بسیاری از چرخه‌های تولید جانشین نیروی کار انسانی شدند. در حالی‌که انقلاب صنعتی در حال گسترش و نفوذ بود، صنعت‌گران سنتی تلاش می‌کردند خود را به متخصصانی مدرن تبدیل کنند.

انقلاب صنعتی دوم: در قرن گذشته و پیش از جنگ جهانی دوم شاخه‌های مهندسی شیمی، برق و دیگر مهندسی‌های علم‌بنیان در صنایعی هم‌چون برق، مخابرات، خودروسازی، هواپیماسازی و تولید بسیاری از مصنوعات مهندسی گسترش یافت. دومین انقلاب صنعتی

1. McNeil, “Introduction: Basic Tools, Devices and Mechanism”, pp.1-2.
2. Two New Sciences

www.SID.ir

که با ظهور برق و تولید انبوه شناخته می‌شود، توسط حوزه‌های متعدد مهندسی پدیدار شد. مهندسی شیمی و مهندسی برق با همکاری علوم شیمی و فیزیک توسعه یافت و نقشی حیاتی در پیشرفت صنایع شیمیایی، برق و مخابرات ایفا کرد.

انقلاب اطلاعات: در نیمه‌ی دوم قرن بیستم و با بلوغ دانش مهندسی‌های الکترونیک، رایانه، ارتباطات و مخابرات و به هم پیوستن آن‌ها، فناوری اطلاعات و ارتباطات ایجاد گردید. بعد از جنگ جهانی دوم، تحقیق و توسعه در تمامی زمینه‌های علم و فناوری رونق گرفت، البته جنگ سرد و طرح‌های فضایی روسیه نیز در این میان بی‌تأثیر نبود. تحقیقات مهندسی که تا آن زمان نسبت به علوم طبیعی در درجه‌ی دوم اهمیت قرار داشت، در رقابت‌های علمی و فنی به ارتقاء سطح قابل توجهی دست یافت.[1]

در ارائه‌ی گزارش‌ها و توصیف‌های تاریخی درباره‌ی فنون و صنایع، نوعی درهم‌تنیدگی معنایی و کاربردی میان مفهوم فناوری و مفهوم مهندسی پیش‌فرض قرار می‌گیرد. در ادامه، پیش از طرح تأملات فلسفی، این پیش‌فرض از دو منظر بررسی اصطلاح‌شناختی و تناظری میان تعاریف فناوری و مهندسی، مورد تامل قرار گرفته تا رابطه‌ی میان دو مفهوم فناوری و مهندسی آشکارتر شود.

۲.۱ بررسی اصطلاح‌شناختی: مهندسی محل تلاقی هنر، حرفه و فن

به‌طور کلی به نظر می‌رسد تمایز قاطعی میان art (به معنای هنر)، craft (به معنای حرفه یا پیشه) و technique (به معنای فن یا تکنیک) وجود ندارد، چرا که به‌لحاظ زبان‌شناختی ریشه‌ی لاتینی ars، ریشه‌ی آلمانی Kraft و ریشه‌ی یونانی techné، همگی در اصل به معنای «مهارت» یا «توانایی تولید چیزی» است. این چیز ممکن است قابل لمس باشد مانند پیکره‌تراشی، قالب‌ریزی یا ساختمان‌سازی و یا ممکن است کمتر قابل لمس باشد مانند اثری ادبی یا حتی نسخه‌ای نرم‌افزاری. امروزه، «هنر» به فعالیتی گفته می‌شود که تکرارناپذیر است و لزوما اتکای کاملی به علم ندارد و احاطه‌ی کامل احساس هنرمند در آن وجود دارد. این اصطلاح معمولا برای زمینه‌های دیداری، شنیداری، نمایشی یا ادبی و خلاصه هر آن‌چه به «هنرهای زیبا» معروف است، به‌کار می‌رود مانند هنر نویسندگی، هنر موسیقی، هنر رقص و... . «حرفه» مهارتی است که انسان برای انجام دادن و یا ساختن چیزی بدون شناخت

1. Creating Technology, *History of Engineering* [online].

www.SID.ir

علمی آن، به تدریج و براساس یادگیری کسب می‌کند و در آن حرفه مهارت عملی می‌یابد، این اصطلاح معمولا برای مهارت‌های دستی درگیر در ساخت یا تعامل حرفه‌ای با شیئی مانند خودرو در مهارت رانندگی، ماشین تحریر در مهارت ماشین‌نویسی، ماشین‌تراش فلزات در مهارت تراشکاری و... استفاده می‌شود. اصطلاح «فن» به معنای فعالیت و مهارتی صنعتی است، هم‌چنین در نسبت با هنرهای دست‌ساز نیز اطلاق می‌شود ولی در عین حال با آفرینش و سازندگی خلاقانه هم مرتبط است، و شاید به همین خاطر است که اصطلاح technḗ نزد یونانیان نوعی تولید (یا فرآوردن) به شمار می‌رفت که به تعبیری دانش تلقی می‌گردید و بدین جهت با اصطلاح episteme (به معنای معرفت و دانش) مرتبط می‌شود؛ بنابراین از یک طرف اصطلاح technology به معنای شناخت فن یا تکنیک و به تعبیری فن‌شناسی است و می‌توان گفت فناوری معرفتی نظام‌مند و چارچوبی مرجع برای فرآیندهای تولیدی و صنعتی است که در ارتباط با مهندسی و علم است.[۱]

از طرف دیگر، واژه‌ی engineer که اسم فاعل از مصدر engine است، تمام یا قسمتی از بار معنایی این مصدر را به همراه دارد. مصدر مذکور مترادف معانی و تعابیری چون ماشین، موتور، چرخ، نقشه کشیدن، طراحی کردن، تدبیر کردن و تهیه کردن معرفی شده است و برخلاف نظر مرسوم و متداول فقط به معنای موتور به کار نرفته است، بلکه موتور یک مفهوم ساخته و تحمیل شده بر engine است که بر یکی از معانی آن به معنای «محصول و مصنوع حاصل از قوه‌ی هوش و ابتکار» دلالت می‌کند. engine از ریشه‌ی لاتین ingenium مشتق شده است که آن نیـــز از in-gen و از ریشه‌ی لاتین قدیم gigmere به معنای ایجاد شدن (کردن)، تولید، خلق کردن و آفرینش به‌دست آمده است و به تدریج در معانی مختلفی که بسیاری از آن‌ها با آفرینش و با قوه‌ی هوش و ابتکار هم‌خوانی دارند به‌کار رفته است و مفاهیم ذیل را در برمی‌گیرد: استعداد ذاتی؛ خلق کردن؛ طراحی و ابتکار؛ محصول یا مخلوق ابتکاری؛ وسیله و ماشین جنگی؛ ایجاد کردن؛ ایجاد، خلق و طراحی در مواد؛ طراحی و ساخت دستگاه‌های محرک.[۲]

---

۱. دوامی، "اخلاق مهندسی"، صص ۴۴-۴۵؛ آیدی، "تقدم وجودی و تاریخی تکنولوژی بر علم"، صص ۱۰۷-۱۰۸؛ Parker, Dictionary of Science & Engineering, p.105.

۲. حجازی دهاقانی، "مهندس و مهندسی"، صص ۱-۲.

www.SID.ir

بر این اساس، به نظر می‌رسد مهندسی با هر سه مفهوم هنر، حرفه و فن چه به لحاظ معنایی و چه به لحاظ کاربردی ارتباطی اصطلاح‌شناختی دارد، آن‌چنان که می‌توان گفت این هر سه مفهوم، بُعدی از ابعاد مهندسی را نمایش می‌دهد. به‌طور خاص، رابطه‌ی مهندسی با دو مفهوم نخست، موضوع مورد بررسی در این مقاله نیست؛ هرچند در جای خود بررسی و تحقیق درباره‌ی چنین موضوعاتی دارای اهمیت است. رابطه‌ی میان مهندسی و فن و در ادامه، رابطه‌ی میان مهندسی و فناوری در روند تحلیلی این مقاله نقش به سزایی دارد. حال بر اساس تعابیر هم‌گرایانه‌ی فوق، رابطه‌ی میان مهندسی و فن را می‌تواند به‌صورت ذیل تعریف کرد:

رابطه‌ی میان مهندسی و فن (RET): مهندسی به دانش، مهارت و فعالیت خلاقانه‌ی بالقوه‌ای[1] گفته می‌شود که در راستای امکان طراحی، ساخت و تولید محصول یا مصنوعی است آن‌چنان که شخص مهندس در تمامی مراحل طراحی، ساخت و تولید، از فن یا فنونی بهره می‌برد که در اِعمال مهارت و انجام فعالیت خود مجهز شده و فرآیند مهندسی را امکان‌پذیر می‌سازد؛ چنین فن یا فنونی همان مهارت‌ها و فعالیت‌های خلاقانه و در تعامل با ابزارهای لازم است.

اکنون که رابطه‌ی میان مهندسی و فن از منظر اصطلاح‌شناختی مورد بحث قرار گرفت، لازم است از این سطح گامی فراتر نهاده و برای تعریف رابطه‌ی میان مهندسی و فناوری طبقه‌بندی سه‌گانه‌ی فینبرگ، ناظر به نظریه‌های مطرح شده درباره‌ی فناوری، را مبنای تناظری میان تعاریف فناوری و مهندسی قرار می‌دهیم.

۳.۱ تناظری میان تعاریف فناوری و مهندسی: بر اساس طبقه‌بندی فینبرگ

استیو وولگار در یادداشتی بر نقد جامعه‌شناسانه‌ی شناخت‌گرایی با عنوان بازسازی انسان و ماشین به نکته‌ی قابل تاملی اشاره می‌کند: «مباحث فناوری (ظرفیت آن، آن‌چه می‌تواند انجام دهد و آن‌چه نمی‌تواند، آن‌چه باید انجام دهد و آن‌چه نباید)، آن روی سکه‌ی موضوع ظرفیت، توانایی و تعهدات اخلاقی انسان‌هاست».[2] این دیدگاه نشان می‌دهد که پیوند

1. potential creative practice
2. Woolgar, “Reconstructing Man and Machine: A Note on Sociological Critiques of Cognitivism”, p.312.

www.SID.ir

عمیقی میان پاسخ‌های مرتبط با پرسش از انسان و پرسش از فناوری وجود دارد. از این‌رو، ادعای گزافی نیست اگر گفته شود فناوری به شناخت انسان و انسان به شناخت فناوری یاری می‌رساند، آن‌چنان که هر یک از آن‌ها فرصت‌هایی را برای شناخت ماهیت دیگری فراهم می‌کند.

برای شناخت بهتر این موضوع، ارائه‌ی مثالی تفصیلی ضروری است؛ تا پیش از گسترش و نفوذ فناوری اطلاعات و ارتباطات در میان جوامع گوناگون، چالش‌ها و مسائل اخلاقی مشخصی ذهن فیلسوفان و محققان اخلاق را به خود جلب کرده بود و نظریه‌های کلاسیک به تبیین و تحلیل این مسائل می‌پرداخت. آن‌چه قابل توجه است این که در شناخت اخلاقی انسان، نهایت وسعت نظرمان محدود به همان مسائل اخلاقی موجود بود. اما در اواخر نیمه‌ی دوم قرن بیستم و با گسترش روزافزون فناوری اطلاعات و ارتباطات در میان جوامع بشری، فیلسوفان و محققان اخلاق متوجه انبوهی از مسائل اخلاقی جدید و نوظهور شدند که بعضاً در گستره‌ی آرای و نظریه‌های کلاسیک هیچ‌گاه مورد توجه قرار نگرفته بود، چرا که به‌طور اساسی چنین ظرفیت‌های اخلاقی برای انسان‌ها تا به اکنون آشکار نشده بود. از این موارد می‌توان به مسائلی چون حفظ حریم خصوصی در فضای مجازی و یا حقوق مالکیت معنوی در محصولات رایانه‌ای نظیر نرم‌افزارهای کاربردی و چندرسانه‌ای‌ها اشاره کرد. نوظهوری این مسائل و چالش‌ها آن‌چنان است که برخی از ظهور یک نظام اخلاقی جهانی در برابر نظام‌های اخلاقی بومی و کلاسیک و هم‌چنین تحلیل چنین نظام‌های بومی در نظام اخلاق جهانی نام می‌برند، و بعضی دیگر نیز به اخلاق کلانی اشاره می‌کنند که در تمامی موقعیت‌های اخلاقی انسانی کاربست‌پذیر است و می‌تواند بر نظریه‌ها و ملاحظات اخلاقی کلاسیک برتری یابد.[۱]

در رابطه‌ی میان انسان و فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌توان گفت هم‌چنان که آدمی به طراحی، ساخت و گسترش این فناوری و ظرفیت‌های آن می‌پردازد، فناوری اطلاعات و ارتباطات نیز لایه‌های پنهان و بالقوه‌ای از ظرفیت‌های اخلاقی انسان را آشکار کرده و به فعلیت می‌رساند. آن‌چنان که در مثال فوق، فناوری مذکور کاشف و شناسایی‌کننده‌ی ابعاد و ظرفیت‌های اخلاقی تازه‌ای از آدمی است. از این‌رو، می‌توان ادعا کرد بحث از ماهیت فناوری، آن روی سکه‌ی بحث از ماهیت انسان است و هر تعریفی از فناوری، ملزوماتی برای تعریف

۱. ثقه‌الاسلامی، *چالش‌های اخلاقی در عصر اطلاعات؛ جستارهایی در اخلاق اطلاعات*، صص ۹-۲۳.

www.SID.ir

ماهیت انسانی با خود به همراه دارد. شاید به همین خاطر است که هایدگر فناوری را مفهومی فراتر از ابزاری در دست انسان بر می‌شمرد و اشاره می‌کند: «فناوری یک نحو انکشاف است. فناوری در قلمرویی حضور می‌یابد که انکشاف و عدم استتار در آن رخ می‌دهد، جایی که حقیقت در آن رخ می‌نماید.»[۱]

به نظر می‌رسد شناخت متقابل حاصل از رابطه‌ی انسان- مهندسی- فناوری، در مقایسه با شناخت متقابل حاصل از رابطه‌ی انسان- فناوری، از فرآیند شناختی کامل‌تری برخوردار است؛ آن‌چنان که «فعالیت مهندسی» حلقه‌ی واسطی در فرآیند شناخت میان «نظام فناورانه» و «انسان» در نظر گرفته می‌شود.

پس از تعریف رابطه‌ی میان مهندسی و فن (RET)، لازم است برای شناخت مناسبی از مفاهیم مهندسی و فناوری و تعامل میان آن‌ها رابطه‌ی میان مهندسی و فناوری را تعریف کنیم. این تعریف به ما کمک می‌کند مناسبات میان فناوری به‌منزله‌ی نظامی معرفتی و مهندسی به‌منزله‌ی مهارتی معرفت‌محور تبیین شود. بر اساس این تبیین، فلسفه‌ی مهندسی به عنوان حوزه‌ی توسعه‌یافته‌ای از فلسفه‌ی فناوری معرفی شده و ادعا می‌شود که برخی از مسائل و موضوعات فلسفه‌ی فناوری درون حوزه‌ی فلسفه‌ی مهندسی نفوذ یافته و تعمیم می‌یابد. برای برقراری تناظری میان تعاریف فناوری و مهندسی از طبقه‌بندی سه‌گانه‌ی فینبرگ ناظر به نظریه‌های مطرح شده درباره‌ی فناوری استفاده می‌کنیم. فینبرگ باور دارد، بسیاری از نظریه‌های فناوری به یکی از دو دسته‌ی عمده‌ی ذیل تعلق دارند: نظریه‌های ابزاری[۲] و یا نظریه‌های قائم به‌ذات[۳]. البته وی از دسته‌ی سومی نیز دفاع می‌کند و آن را نظریه‌های نقادانه‌ی فناوری[۴] می‌نامد.[۵]

در ادامه، با معرفی هر دسته از طبقه‌بندی سه‌گانه‌ی مذکور، تعاریفی متناظر میان مفاهیم فناوری و مهندسی به منظور آگاهی از ارتباط آن‌ها با یکدیگر در هر دسته ارائه می‌شود. سپس، تجمیع چنین تعاریف متناظری به ما کمک می‌کند تا به تعریفی اِجماعی ناظر به رابطه‌ی میان فناوری و مهندسی دست بیابیم. در جدول ۱، تلاش شده است چنین تناظری برای دستیابی به تعریفی تجمیعی نمایش داده شود.

---

۱. هایدگر، "پرسش از تکنولوژی"، ص ۱۴.

2. Instrumental theories
3. Substantial theories
4. critical theories of technology
5. Tiles, “Philosophy of Technology”, p.485.

www.SID.ir

طبقه‌بندی فینبرگ		فناوری به‌منزله‌ی نظامی معرفتی	مهندسی به‌منزله‌ی مهارتی معرفت‌محور
دسته‌ی اول: نظریه‌های ابزاری	ویژگی‌های نظریه‌های ابزاری: - تولید ابزاری صرف - مبتنی بر علم کاربردی - فاقد ارزش ذاتی	۱. سازمان‌دهی دانش برای مقاصد عملی.[۱] ۲. نظامی که مبتنی بر کاربرد دانش است و در اشیاء فیزیکی و صور سازمانی، به منظور دستیابی به اهداف خاصی ظهور یافته است.[۲]	۱. مهندسی، دانشی است که توسط آن ویژگی‌های مواد و منابع قدرت در طبیعت به منظور فایده‌رسانی به انسان‌ها در سازه‌ها، ماشین‌ها و محصولات به خدمت در می‌آیند.[۳] ۲. مهندسی به کارگیری اصول علمی در جهت اهداف عملی از قبیل طراحی، ساخت، و بهره‌برداری از ساختارها، تجهیزات، و نظام‌های کارآمد و مقرون به صرفه است.[۴]
دسته‌ی دوم: نظریه‌های قائم به‌ذات	ویژگی‌های نظریه‌های قائم به‌ذات: - دارای خودمختاری	۳. همه‌ی روش‌هایی که به صورت عقلانی به دست آمده‌اند و در هر زمینه از فعالیت انسانی بازده مطلقی دارند (در	۳. مهندسی اساسا یک فعالیت علمی است که هدف نهایی آن تغییر جهان است.[۱]

1. Musson & Rosenberg, *Science and technology in the Industrial Revolution*, p.5.
2. Volti, *Society and Technological Change*, p.6.
3. Parker, *Dictionary of Science and Engineering*, p.105.
4. Morris, *The American Heritage Dictionary of The English Language*, p.55.

Archive of SID
www.SID.ir

	فرهنگی - روشی عقلانی - دارای ارزش ذاتی	هر مرحله‌ی خاص از توسعه).[۱]	
دسته‌ی سوم: نظریه‌های نقادانه	ویژگی‌های نظریه‌های نقادانه: - دارای ارزش‌های اجتماعی - رقابت میان ارزش‌های رقیب - محملی برای پذیرش و گسترش ارزش‌ها	۴. نظام‌های کنترل عقلانی بر گروه‌های بسیار بزرگ انسانی، وقایع ماشین‌ها، به‌وسیله‌ی گروه‌های کوچک متشکل از افراد با مهارت تکنیکی که از طریق سلسله‌ای سازمان‌یافته عمل می‌کنند.[۳] ۵. شیوه‌های زندگی که در آن اشیاء انسانی و غیرانسانی، به اشکال مختلف با هم مرتبط هستند.[۴]	۴. مهندسی یا دانش عملی عبارت از شناختی است که انسان از آن بهره‌برداری عملی دارد و آن را در سازندگی خویش یا جامعه به کار می‌بندد... مهندسی قابلیت طراحی، برنامه‌ریزی و مدیریت یک فعالیت تولیدی است.[۵] ۵. مهندسی عبارت از استعدادهای ذاتی و پرورش‌یافته برای نوآوری، خلق و طراحی است که با آگاهی‌های علمی زمانه همراه است.[۶] (حجازی دهاقانی، ۱۳۷۷)

1. Dieter, *Engineering Design*, p.2.
2. Ellul, *The Technological Society*, p.xxv.
3. McDermott, Technology: the opiate of the intellectuals, p.95.
4. Winner, “Artifact/ideas and political culture”, p.61.

۵. دوامی، "اخلاق مهندسی"، ص ۴۵.

۶. حجازی دهاقانی، "مهندس و مهندسی"، ص ۲.

Archive of SID

www.SID.ir

تجمیع ویژگی‌های مطرح در تعاریف فناوری و مهندسی برای دستیابی به تعریفی اِجماعی برای رابطه‌ی میان فناوری و مهندسی بر اساس طبقه‌بندی سه‌گانه‌ی فینبرگ	ویژگی‌های مطرح در تعاریف فناوری: - نظام تحقق‌یافته‌ای از فنون و روش‌ها - نظام تحقق‌یافته‌ای از ابزارها و مصنوعات فناورانه - نظامی ارزشی و متأثر از پارادایم‌های اجتماعی	ویژگی‌های مطرح در تعاریف مهندسی: - مهارت و فعالیتی دانش‌محور و بالقوه - مهارتی و فعالیتی ابتکاری و خلاقانه - مهارتی برخوردار از دانش به‌کارگیری و استفاده از فنون، روش‌ها و ابزارها

جدول۱: تناظری میان تعاریف فناوری و مهندسی بر اساس طبقه‌بندی فینبرگ

در سطر اول جدول، نظریه‌های ابزاری مبتنی بر این تلقی رایج هستند که فناوری از ابزارهایی تشکیل شده که برای کاربرانی بالقوه طراحی شده‌اند و برای استفاده از آن‌ها و به منظور برآورده کردن اغراض کاربران مذکور در دسترس هستند. به عبارت دیگر فناوری‌ها ابزارهایی هستند که خود برخوردار از هیچ ارزش ذاتی نیستند و تابع ارزش‌های موجود در سایر حوزه‌ها (سیاست، فرهنگ، اقتصاد، دین و...) هستند. نظریه‌های ابزاری، فناوری را صرفاً شامل ابزارها و به بیانی گسترده‌تر «علم کاربردی یا دانش عملی» تلقی می‌کنند و مطابق این نگرش، فناوری را تعریف می‌کنند.[1] به‌نظر می‌رسد متناظر با چنین تعریفی از فناوری می‌توان مهندسی را به عنوان دانش و مهارتی خلاقانه برای به‌کارگیری اصول علمی در جهت اهدافی عملی و در چارچوب نظام فناورانه‌ای ابزارانگارانه تلقی کرد.

در سطر دوم جدول، نظریه‌های قائم به‌ذات نیروی فرهنگی خودمختاری را به فناوری‌ها نسبت می‌دهند؛ نیرویی که تمامی ارزش‌های رقیب و سنتی را تحت‌الشعاع قرار می‌دهد. این نظریه‌ها ادعا می‌کنند فناوری صرفاً ابزار نیست بلکه اثری که به‌کارگیری فناوری بر انسان‌ها و طبیعت می‌گذارد بسیار قابل ملاحظه‌تر از اهداف ابزاری ظاهری آن است.[2] به‌نظر می‌رسد هم‌سو با چنین تعریفی از فناوری می‌توان مهندسی را به عنوان فعالیتی علمی معرفی کرد

1. Tiles, “Philosophy of Technology”, p.486.
2. Ibid, p.486.

www.SID.ir

که هدف نهایی آن تغییر جهان و مناسبات اجتماعی حاکم بر آن متأثر از نظام فناوری غالب است.

در سطر سوم جدول، نظریه‌های نقادانه به فناوری‌ها به عنوان ابزارها و یا نظام‌های فنی و تکنیکی خودمختاری نمی‌نگرند، بلکه آن‌ها را چون برساخت‌های اجتماعی غیرخنثی می‌بینند؛ زیرا ارزش‌های اجتماعی، نه تنها وارد استفاده از آن‌ها، بلکه وارد طراحی نظام‌های تکنیکی نیز می‌شوند. لذا توسعه‌ی فناورانه، به عنوان یک فرایندِ سیاسیِ چند جانبه یعنی فرآیندی که در آن ارزش‌های رقیب در حال نزاع هستند، نگریسته می‌شود.[1] به‌نظر می‌رسد در راستای چنین تعریفی از فناوری می‌توان مهندسی را استعدادهای ذاتی و پرورش‌یافته برای نوآوری، خلق و طراحی معرفی کرد که با دستاوردهای علمی و معرفتی حاکم و با عمده‌ی خصوصیت‌ها و ارزش‌های اجتماعی و سیاسی نهفته در آن همراه است.

فینبرگ مبتنی بر دیدگاه نظریه‌های نقادانه، در توصیف فناوری بیان می‌کند: «فناوری یک سرنوشت نیست بلکه صحنه‌ی نبرد است. میدان کارزار اجتماعی است که در آن بدیل‌های تمدنی محل نزاع و تصمیم‌گیری هستند.»[2] بر این اساس، شاید بتوان گفت مهندسان همان افسران خط مقدم این «میدان کارزار اجتماعی» هستند که به طراحی و برنامه‌ریزی می‌پردازند و «بدیل‌های تمدنی» را حفظ و خلق می‌کنند و جوامع انسانی را از سرنوشتی محتوم به سرنوشتی مختار می‌رسانند.

طبقه‌بندی فینبرگ بر ویژگی‌های متمایزکننده در هر دسته از تعاریف فناوری متمرکز شده است. مطابق جدول ۱ تلاش گردید، برای برقراری تناظری میان تعاریف گوناگون از فناوری و مهندسی، و تعمیم طبقه‌بندی فینبرگ به تعاریف متعدد از مهندسی، بر ویژگی‌های متمایزکننده در هر دسته از تعاریف مهندسی متمرکز شویم. اکنون، در سطر چهارم جدول برای دستیابی به تعریفی حداکثری (و در عین حال سازگار) از رابطه‌ی میان فناوری و مهندسی بایستی به دنبال تعریفی واحد، تجمیعی و فراگیر میان تعاریف متعدد فناوری و مهندسی باشیم، آن‌چنان که تعریف مذکور تا حد امکان تمامی تعاریف مطرح در جدول فوق را پوشش دهد. بنابراین، ویژگی‌های مجتمع (و نه مشترک) و سازگار میان هر یک از این مفاهیم را مبنای تعریف رابطه‌ی میان فناوری و مهندسی قرار می‌دهیم؛ بر این

1. Ibid, p.486
2. Feenberg, *Critical Theory of Technology*, p.14.

www.SID.ir

اساس (و با نگاهی توسعه‌یافته به RET)، می‌توان رابطه‌ی میان مهندسی و فناوری را این چنین تعریف کرد:

رابطه‌ی میان مهندسی و فناوری (RET): مهندسی به دانش، مهارت و فعالیت خلاقانه‌ی بالقوه‌ای[1] گفته می‌شود که در چارچوب و تعامل با نظامی از فنون، روش‌ها، ابزارها و نیز متأثر از پارادایم‌های اجتماعی متعدد و متنوع به امکان طراحی، ساخت و تولید محصول یا مصنوعی دست می‌یابد (تعریف گسترده‌ای از مهندسی DE)؛ چنین نظام معرفتی تحقق‌یافته‌ای[2] از فنون، روش‌ها، ابزارها و مصنوعات که متأثر از پارادایم‌های اجتماعی نیز است را فناوری می‌خوانند؛ مانند فناوری چاپ، فناوری اطلاعات، فناوری زیستی و... (تعریف گسترده‌ای از فناوری DT).

۲. از فلسفه‌ی فناوری تا فلسفه‌ی مهندسی

آن‌چنان که اشاره شد، با تردید در نگرش متعارفی که فناوری را علم کاربردی یا دانش عملی معرفی می‌کرد، مفاهیم فناوری و مهندسی مورد ملاحظات فلسفی جدی قرار می‌گیرند. فلسفه‌ی تحلیلی فناوری به مسائل هستی‌شناختی، معرفت‌شناختی و روش‌شناختی فناوری می‌پردازد. در این حوزه‌ی مطالعاتی انواع تعابیر و نظریه‌های مختلف درباره‌ی فناوری و نحوه‌ی پیدایش تاریخی آن بررسی می‌شود. موضوعاتی هم‌چون سرشت معرفت فناورانه، ماهیت مصنوع فناورانه و ارتباط علم، مهندسی و فناوری از این موارد هستند.

به دنبال تصریح رابطه‌ی میان فناوری و مهندسی، حوزه‌ی فلسفه‌ی مهندسی به عنوان حوزه‌ی مطالعاتی توسعه‌یافته‌ای از فلسفه‌ی فناوری ظهور می‌کند. در حوزه‌ی فلسفه‌ی مهندسی پرسش‌های اصیلی در برابر تحلیل‌های هستی‌شناسی، معرفت‌شناسی و روش‌شناسی خودنمایی می‌کند که به‌لحاظ ماهوی در حوزه‌ی فلسفه‌ی فناوری قرار نمی‌گیرد. پرسش‌های اولیه و اصیلی هم‌چون: مهندسی چیست؟ ماهیت طراحی مهندسی چیست؟ آیا مصنوع مهندسی امر امکانی است یا ضرورتاً تحقق یافته؟ مهندسی چه نسبتی با پیش‌زمینه‌های معرفتی خود دارد؟ روش طراحی در مهندسی از چه الگوی معرفتی پیروی

1. potential creative practice
2. realized epistemic system

www.SID.ir

می‌کند؟ آیا مهندسی هنر است یا فن یا مهارت؟ البته باید اذعان کرد، از آن‌جا که فلسفه‌ی مهندسی به عنوان حوزه‌ی مطالعاتی توسعه‌یافته‌ای از فلسفه‌ی فناوری تلقی می‌شود، برخی از مسائل و موضوعات مطرح در فلسفه‌ی فناوری درون فلسفه‌ی مهندسی آشیان می‌گزینند. از این رو، اختیار هر موضع فلسفی در برابر این مسائل و موضوعات، کم و بیش بر تمامی حوزه‌های مطالعاتی میان‌رشته‌ای در ارتباط با مهندسی هم‌چون اخلاق مهندسی، جامعه‌شناسی مهندسی، اقتصاد مهندسی، زیبایی‌شناسی مهندسی و به‌طور خاص بر تاریخ مهندسی تأثیر گذاشته و پی‌آمدهایی معرفتی را به همراه دارد.

به طور کلی، مهندسی فعالیت خلاقانه‌ی بالقوه‌ای است که تغییر محیط طبیعی را از طریق امکان طراحی و ساخت مصنوعات به منظور خدمت به جامعه برعهده دارد. از این‌رو، ممکن است با علم که هدفش فهم و کشف قوانین طبیعت است مقایسه شود. به دلیل ارتباط عمیق معرفتی میان حوزه‌ی مهندسی با دو حوزه‌ی علم و فناوری، به نظر می‌رسد برخی مسائل مطرح در فلسفه‌ی مهندسی علاوه بر چالش‌های موجود در فلسفه‌ی فناوری، هم‌چنین یادآور بعضی مسائل مطرح در فلسفه‌ی علم است. می‌توان فلسفه‌ی مهندسی را به عنوان رشته‌ی مطالعاتی نوظهوری در نظر گرفت که دست‌کم با پرسش اساسی «مهندسی چیست» مواجه است و در نظر دارد از رویکردهای هستی‌شناسی، معرفت‌شناسی، روش‌شناسی، و ارزش‌شناسی به ملاحظات فلسفی درباره‌ی مسائل خود بپردازد. از این‌رو، فلسفه‌ی مهندسی به تأمل و بررسی موضوعات و مسائلی فلسفی می‌پردازد که در ارتباط با مهندسی است. هم‌چنین علاوه بر پرسش‌های اولیه‌ای که به آن‌ها اشاره شد، مسائلی دیگری را نیز می‌توان برشمرد: بررسی زبان مهندسی و مفاهیم پایه‌ای آن، تحلیل ساختار و پویایی نظریه‌های مهندسی، بررسی فرانظریه و روش‌شناسی داوری و تصمیم‌گیری در مهندسی، اخلاق مهندسی در محیط کار و اجتماع، زیبایی‌شناسی مصنوعات مهندسی‌شده و مواردی دیگر.[1]

اکنون پس از تعریف رابطه‌ی میان فناوری و مهندسی و سپس معرفی جایگاه فلسفه‌ی مهندسی، در راستای پاسخ به این پرسش که «آیا تاریخ مهندسی به فلسفه‌ی مهندسی نیاز دارد» به بررسی سه مسأله‌ی مهم در فلسفه‌ی فناوری که به قلمروی فلسفه‌ی مهندسی تعمیم یافته و می‌توانند تاریخ مهندسی را متاثر از مواضع خود کنند، پرداخته می‌شود:

1. McGrann, “Philosophy of Technology in Engineering Education”, pp.29-30.

www.SID.ir

۱.۲ مسأله‌ی تحدید حدود[1]؛ مهندسی چیست؟ مصنوع مهندسی‌شده چیست؟

به طور کلی و در معنایی متعارف، فناوری عبارت است از تبدیل یا دستکاری طبیعت (محیط‌های فیزیکی و زیستی موجود) برای برآوردن نیازها و اهداف انسان و جامعه‌ی انسانی. از این رو، تصور می‌شود فناوری نظامی هدف‌مند و غایت‌مند است که در فرآیندی مهندسی شده و توسط یک مهندس (یا گروهی از مهندسان) در «مصنوعی فناورانه»[2] و یا از منظر فلسفه‌ی مهندسی «مصنوعی مهندسی‌شده»[3] تجلی می‌یابد؛ این مصنوع، شیء یا وضعیت اموری[4] بشرساخته است که کارکردی مفید یا عملی را محقق می‌سازد. ایجاد تغییر و دگرگونی در طبیعت ممکن است از طریق مصنوعات وساطت شود که در این صورت مصنوعات مذکور ابزار نامیده می‌شود.

چنین تعابیری از فناوری و مهندسی، پرسش‌های بسیاری را نمایان می‌کند. از یک سو، این مفاهیم بسیار محدودکننده است، زیرا با قلمروهای معینی که به نظر می‌رسد متعلق به فناوری و مهندسی مدرن[5] است از قبیل مهندسی نرم‌افزار که با تبدیل چیزی غیرمادی (هم‌چون اطلاعات) سرو کار دارد، هماهنگ نیست. از سوی دیگر، مفاهیم مذکور بسیار گسترده است، زیرا هر شیء یا وضعیت اموری که نیازی عملی را برآورده کند و نتیجه‌ی مداخله‌ی آگاهانه‌ی انسان در طبیعت باشد، مصنوعی فناورانه یا مهندسی‌شده تلقی می‌شود. مسأله‌ی تحدید حدود در حقیقت شامل دو مسأله است؛ مسأله‌ی نخست به تحدید حدود میان اشیاء فناورانه (یا مصنوعی)[6] و اشیاء طبیعی[7] مربوط می‌شود؛ این موضوع درگیر

1. Demarcation Problem
2. technological artifact
3. engineered artifact
4. state of affairs

۵. modern engeereing: از دیدگاه جامعه‌شناسی، مفهوم مدرن ناظر به نظام‌های فناورانه و فعالیت‌های مهندسی در چارچوب چنین نظام‌هایی است که تقریبا تمامی جوانب جامعه و زندگی روزمره‌ی انسان‌ها را تحت تاثیر قرار داده و درگیر زندگی آنان می‌شود. (ثقه‌الاسلامی، "نگاهی جامعه‌شناختی به رابطه‌ی میان مهندسی و جامعه"، صص ۱۵۳-۱۵۴) هم‌چنین از دیدگاه تاریخی، آن‌چنان که در قسمت دوم این مقاله اشاره شد، اولین حلقه از مهندسی مدرن در دوران انقلاب علمی پدیدار می‌شود، به‌طوری که از قرن هجدهم تا اوایل قرن نوزدهم، مهندسان عمران و مکانیک از قالب هنرمندانی عمل‌گرا به متخصصانی علمی تغییر نقش می‌دهند.

6. technological (artificial) objects
7. natural objects

Archive of SID

www.SID.ir

رابطه‌ی انسان، طبیعت و فرهنگ است، و مسأله‌ی دوم به تحدید حدود میان علم و فناوری و قلمروی توسعه‌یافته‌ی آن یعنی تحدید حدود میان علم و مهندسی به عنوان دو نوع معرفت مربوط می‌گردد.[1]

به طور کلی، در مسائل تحدید حدود معطوف به فلسفه‌ی مهندسی دو پرسش اساسی را می‌توان مطرح کرد: «مهندسی چیست؟» و «مصنوع مهندسی‌شده چیست؟»، پاسخ به این پرسش‌ها نیازمند معیاری است تا مرز میان «مهندسی» از «غیر مهندسی» را مشخص کند. به بیان دیگر، چه نوع فعالیتی «فعالیت مهندسی» به‌حساب آمده و چه نوع شئ یا وضعیت اموری «مصنوع مهندسی‌شده» است؟

مسأله‌ی اول تحدید حدود: آن‌چه در این مسأله بررسی می‌شود شناسایی تفاوت میان شیء مصنوعی و شیء طبیعی است که به‌نظر می‌رسد امری دشوار و دارای ابهام است. این تفاوت موضوعاتی فلسفی در باب ارتباط نوع بشر و طبیعت را پیش می‌آورد. تنها در صورتی این تفاوت معنادار است که نوع بشر آن‌چنان ملاحظه شود که بخشی از طبیعت تلقی نگردد، چرا که بشر هم‌چون بخشی لازم از طبیعت و به‌عنوان نتیجه‌ی تکامل طبیعی، نمی‌تواند در طبیعت اختلالی ایجاد کند. تفاوت امر طبیعی و امر مصنوعی عموماً با تفاوت امر «به‌خودی‌خود (یا غیرالتفاتی)»[2] و امر «التفاتی»[3] یکسان تلقی می‌شوند؛ اما خود این مفاهیم نیز مسائلی فلسفی را آشکار می‌کنند. وقتی مصنوعات مهندسی‌شده به عنوان اشیائی توصیف می‌شوند که بر اساس طراحی‌های انسان[4] (توسط مهندسان) نقشی عملی را ایفا می‌کنند، پرسش‌های مشابهی مطرح می‌شوند. وقتی درباره‌ی فناوری می‌اندیشیم چنین تلقی می‌شود که یک «طراحی» (مهندسی‌شده)، الگو یا نقشه‌ای است که ساختار و نحوه‌ی طرز کار یک نظام را توصیف می‌کند و نشان می‌دهد چگونه هدف یا فرآیند کارکردی مفروضی می‌تواند تحقق بیابد. چنین تعریفی از مفهوم طراحی بر سرشت ذاتاً التفاتی/غایت‌مدار مصنوعات مهندسی‌شده تأکید می‌کند. اما ویژگی متمایز مصنوعات مهندسی‌شده در مقایسه با اشیاء طبیعت مبهم باقی می‌ماند. آیا این تفاوت به‌طور اساسی تفاوتی ذاتی (ساخته‌ی انسان‌ها یا طبیعت) است و یا مبنایی‌تر بوده بدین معنا که انتساب

1. Kroes, “Technology, Philosophy of” [online].
2. spontaneous (or non- intentional)
3. intentional
4. human designs

www.SID.ir

صفت «طراحی‌شدگی» به اشیاء طبیعت تهی از معناست (آن‌چنان که در مفهوم علمی مدرن، طبیعت این‌گونه است)؟ گاهی پاسخ به چنین پرسش‌هایی را باید در حوزه‌ی فلسفه‌ی طبیعت جست‌وجو نمود.[1]

مسأله‌ی دوم تحدید حدود: در این مسأله تفاوت میان معرفت مهندسی و معرفت علمی شناسایی می‌شود. دانشمندان علوم تجربی تلاش می‌کنند طبیعت را بشناسند و مهندسان به‌دنبال تغییر طبیعت به منظور بهره‌برداری از آن هستند. آنان مکمل یکدیگر هستند چرا که از سویی مهندسان برای تغییر طبیعت به‌طور مؤثر نیازمند شناخت مناسبی از طبیعت هستند، و از سویی دیگر دانشمندان به منظور کشف رازهای طبیعت به ابزارهایی برای اصلاح و بهبود آزمایش‌های علمی خود نیازمندند. از آن‌جا که این هر دو گروه به طبیعت اشاره می‌کنند، پس دانش‌ها و روش‌های متعدد خود را با تأکیداتی متفاوت به اشتراک می‌گذارند؛ ابهام در تحدید حدود میان علم و مهندسی از همین نقطه آغاز می‌گردد. مهندسی نیز همانند علم به تجزیه و ترکیب می‌پردازد و در نهایت مهندسان، ترکیب ده‌ها هزار اجزای سازنده را درون نظامی پیچیده هدف خود قرار می‌دهند؛ اما دانشمندان علوم تجربی تمایل به درهم شکستن ماده و تفکیک آن به اجزای سازنده و بنیادین دارند. در حالی‌که دانشمندان علوم تجربی به طراحی آزمایش‌های خاصی در جهت کشف قوانین عام طبیعت علاقه دارند، ولی مهندسان به صورت‌بندی اصولی عام در راستای طراحی مصنوعات خاص تمایل دارند. برخلاف دانشمندان که می‌توانند رازهای حل‌ناشده‌ی طبیعت را تا پیشرفت آتی علم به تعویق بیاندازند، مهندسان باید نتیجه و محصول تدبیر خود را به‌موقع تحویل دهند، آنان گاهی ناچار هستند بر اساس سطح دانش موجود حتی بعضاً ناکامل تصمیم بگیرند.

بنابراین مهندسی با روش‌هایی مهارتی‌تر رشدیافته و به مواضعی نامتعین هدایت می‌شود و بر خلاف علم، معطوف به نتیجه‌ای عملی و فایده‌گرایانه است. حال آن‌که دانشمندان عمدتاً به‌دنبال تولید علم هستند، اما تولیدات قابل توجه مهندسی اشیاء و مصنوعاتی است که در کالبد زندگی مدرن سرایت می‌کند. مهندسان در تمامی چرخه‌ی حیات از طریق تولیدات فناورانه درگیر می‌شوند؛ از مفهوم‌سازی و طراحی در ساخت

1. Ibid [online].

www.SID.ir

مصنوعات گرفته تا نگهداری و دسترسی نهایی بـه محصـولات. مهندسـان عـلاوه بـر یـافتن ابزارهای ناموجود ولی مؤثر برای اهداف مشخص، به تحلیل اهداف بـه‌منظـور یـافتن آن‌چـه مردم به آن‌ها نیاز دارند می‌پردازند. معرفت مهندسی در پایه‌ای‌ترین شکل خود، تجـویزی و هنجاری است؛ این نوع معرفت شامل رویه‌ها یا قواعدی است که توصـیف‌گـر اعمـالی بـرای دستیابی به اهدافی عملی است و بایستی انجام شود. در مقابل آن، معرفت علمی در مرتبه‌ی نخست، معرفتی توصیفی و تبیینی است؛ صـدق، صـحت تجربـی و تبیـین‌پـذیری از جملـه معیارهای ارزیابی این نوع معرفت است. چنین تفاوت‌هایی در مفاهیم اساسی برای تفسـیر و ارزیابی دعاوی معرفتی از این باور پشتیبانی می‌کند که علم و مهندسـی متضـمن دو شـکل متفاوت معرفت و به تعبیری دو شکل متفاوت از عقلانیت هستند. اما براستی با چه معیـاری مرزهای این دو را می‌توان از یکدیگر تشخیص داد؟ به نظر می‌رسد با پرسش‌هایی اساسـی و فلسفی مواجه هستیم؛ علم چیست؟ و مهندسی چیست؟[1]

هر دو مسأله‌ی تحدید حدود و طرح پرسش‌های اصلی آن، تبعاتی معرفتی به‌دنبـال دارد؛ بـا توجه به تعریف RET، هرگونه موضع‌گیری و پاسـخ بـه چنـین پرسـش‌هـایی در تجزیـه و تحلیل‌های هر یک از حوزه‌های مطالعات میان‌رشته‌ای مرتبط با مهندسی، کم و بیش مبنا و رویکردی متفاوت را ایجاب می‌کند.

۲.۲ مسأله‌ی تقدّم[2]؛ میان علم و مهندسی کدام یک بر دیگری تقدّم وجودی یا تاریخی دارد؟

وقتی صحبت از دنیای قدیم و جدید می‌شود گفته می‌شود که دنیای قدیم، دنیایی آلوده به خرافه و اندیشه‌های باطل بوده است و انقلاب علمی این دنیا را زیر و رو می‌کند و در پرتوی آن است که فناوری شکل می‌گیرد و هدف‌هایی را برای انسان به ارمغان می‌آورد. در این چارچوب بدیهی است که علم مقدم است و چیزی که تعیّن می‌پذیرد فناوری است. به بیان دیگر علم نسبت به فناوری پیشینی است و فناوری، علم‌بنیان است و مهندسی نیز همان دانش عملی یا علم کاربردی است. چنین نگرشی به فناوری و مهندسی براساس طبقه‌بندی فینبرگ در طبقه‌ی نظریه‌های ابزاری قرار می‌گیرد. آن‌چنان که پیش‌تر بیان شد ویژگی‌های

1. Auyang, “Similarity and complementarity of science and engineering”, pp.1-2.
2. Priority Problem

www.SID.ir

این طبقه تولید و خلق ابزاری صرف، مبتنی بر علم کاربردی و فاقد ارزش ذاتی است، و این‌ها ویژگی‌های نگرش ابزاری به فناوری و مهندسی است.

نظریه‌ی دیگری را نیز می‌توان در برابر این نظریه مطرح کرد؛ چرا فناوری مقدم بر علم نباشد؟ انقلاب صنعتی در قرن هجدهم به وقوع پیوست، در صورتی که انقلاب علمی در قرون شانزدهم و هفدهم به وقوع پیوسته است. بر اساس چنین نگرشی به نظر می‌رسد، به‌لحاظ تاریخی و وجودی، علم بر فناوری مقدم است. اما هایدگر استدلال جالب توجهی ارائه می‌کند؛ اگر امکانات و مصنوعات فناورانه و مهندسی‌شده برای انجام آزمون‌ها و آزمایش‌های علمی وجود نداشت، چگونه می‌توانست چنین علمی تولید شود؟ هایدگر معتقد است از نظر وجودی، فناوری بر علم مقدم است اما از نظر تاریخی علم بر فناوری مقدم می‌باشد.[۱]

دون آیدی بیان می‌کند که وایت با بازنگری تاریخ تحولات فناورانه‌ی قرون وسطی و ارائه‌ی شواهدی تاریخی باور دارد فناوری از نظر تاریخی هم بر علم مقدم است. وایت ادعا می‌کند اگر یک فناوری ساده مثل عدسی‌ها نبود، به هیچ عنوان نمی‌توانستید دنیای فضایی و نامتناهی نیوتونی و گالیله‌ای را تصور کنید؛ این مکانیسم‌ها و مصنوعات فناورانه و مهندسی‌شده کمکی است برای این که بتوان فضاهایی را مشاهده و تصور کرد که از نظر مکانی بسیار دور از ذهن به نظر می‌رسند. وایت از نظر زمانی هم معتقد است که اگر ساعت نبود، نمی‌توانستید چنین امکاناتی را داشته باشید و هنگامی که زمان در قالب ساعت ساخته و عرضه می‌شود و تمام افعالمان را نظارت می‌کند، این امکان برای ما فراهم می‌شود که مفاهیم اصلی دیگری یعنی مکانیک گالیله‌ای و نیوتنی را برای صورت‌بندی انواع و اقسام قوانین به دست آوریم.[۲]

از نظر ارسطو علم و فناوری به دو حوزه‌ی متفاوت تجربه‌ی انسان (تفکر در مقابل عمل تولیدی) تعلق دارند و دو شکل متفاوت معرفت (دانش نظری در مقابل دانش عملی) را شکل می‌دهند. هم‌چنین به نظر می‌رسد معرفت علمی ذاتاً به حل مسائل فناورانه مرتبط نمی‌شود، بلکه علم و فناوری مدرن آن‌چنان به‌هم نزدیک شده‌اند که مرزبندی میان آن‌ها پیچیده

۱. آیدی، "تقدم وجودی و تاریخی تکنولوژی بر علم"، صص ۱۰۳-۱۰۵.

۲. همان، صص ۱۱۳-۱۱۴.

www.SID.ir

شده است. این موضوع بار دیگر مسأله‌ی تحدید حدود میان علم و فناوری و به‌تعبیری که اشاره شد علم و مهندسی را آشکار می‌کند.

فناوری مدرن، علم‌بنیان و علم مدرن، فناوری‌بنیان است و معرفت مهندسی به موازات علوم طبیعی سنتی شکل گرفته است. به‌طور کلی آن‌چه به عنوان «علمی‌سازی فناوری»[1] شناخته می‌شود، ویژگی اصلی فناوری مدرن است که مستقیماً به نقش بارز آن در جامعه مربوط می‌شود. این موضوع باعث توجه به مسأله‌ی ارتباط میان علم و فناوری می‌شود و این‌که چگونه علم، سرشت فناوری را تغییر می‌دهد.[2]

آن‌چنان که اشاره شد، یکی از شاخص‌ترین الگوهای ارتباط علم و فناوری، الگوی فناوری به مثابه علم کاربردی است. این الگو تأکید می‌کند که فناوری، بر خلاف صنایع دستی سنتی، هم‌چون علم نظریه‌بار[3] است و فناوری نظریات علمی را بر روی مصنوعاتی که استفاده‌ی عملی دارند اِعمال می‌کند. الگوی مذکور معرفت فناورانه را گونه‌ای اقتباسی از معرفت علمی می‌داند. این الگو از نظر تاریخی مورد نقد قرار گرفته است، زیرا پیشرفت فناورانه را تماماً به توسعه‌ی علمی وابسته می‌کند. از دیدگاه شناختی، این الگو بسیار مسأله‌ساز است، چرا که به‌لحاظ منطقی وجود مسیری قیاسی از معرفت علمی (نظریه‌ها) به طراحی‌های فناورانه را مفروض می‌گیرد. البته لازم به یادآوری است، تاکنون بدیلی برای الگوی فناوری به مثابه علم کاربردی که پذیرش عام داشته باشد، عمومیت نیافته است.[4]

آن‌چنان که در تعریف RET اشاره شد می‌توان گفت مهندسی به منزله‌ی فعالیت خلاقانه‌ی بالقوه‌ای است که تحت تأثیر الگویی فناورانه، علم کاربردی (به تعبیر متعارف) را در راستای امکان طراحی، ساخت و تولید مصنوعاتی مهندسی‌شده به کار می‌گیرد. از این‌رو، معرفت مهندسی نیز آبستن چنین تاملاتی فلسفی می‌شود.

1. scientification of technology
2. Kroes, “Technology, Philosophy of” [online].
3. theory-laden
4. Ibid [online].

www.SID.ir

۳.۲ مسأله‌ی خودمختاری[1]؛ آیا شکل‌گیری معرفت مهندسی فارغ از بافت اجتماعی خود است؟

جامعه‌شناسی فناوری بر روابط میان اشکال خاصی از فناوری و برساخت‌های اجتماعی، اقتصادی و سیاسی متمرکز می‌شود و توسعه‌ی فناوری را به عنوان فرایندی اجتماعی تحلیل می‌کند، هم‌چنین به مسأله‌ی چگونگی نظارت بر این توسعه می‌پردازد. یکی از مسائل کلیدی این حوزه آن است که آیا توسعه‌ی فناوری اساساً از طریق ارزش‌ها و هنجارهای محفوظ در بافت اجتماعی فناوری تعیین می‌شود و یا این که چنین بافت اجتماعی را که دربردارنده‌ی نظام‌های هنجاری و ارزشی است، فناوری تعیین می‌کند؟[2]

برخی بر این عقیده‌اند که فناوری به‌خودی‌خود، به عنوان نظامی از ابزارها، به لحاظ ارزشی خنثی و بی‌طرف است و بعضی دیگر تلاش می‌کنند تا نشان دهند تلقی فناوری به عنوان نظامی صرفاً متشکل از ابزارها ناکافی است، چرا که فناوری بر زندگی انسان تأثیر گسترده‌ای دارد. پیش‌تر به این موضوع در طبقه‌بندی فینبرگ درباب فناوری و در قالب معرفی نظریه‌های ابزاری اشاره شد.

خودمختاری توسعه‌ی فناوری و تثبیت اجتماعی آن، موضوعی مطرح در فلسفه‌ی فناوری است. این مسأله با پویه‌شناسی تغییر فناورانه[3] مرتبط است. این امر موضوعی بسیار پیچیده است، چرا که ابداع و نوآوری فناورانه در مراحل گوناگون طراحی، توسعه، تولید و اشاعه، متأثر از عوامل بسیار مختلفی (از قبیل عوامل اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، نظامی، جغرافیایی، فرهنگی و...) است. دیدگاه‌های مبتنی بر پویه‌شناسی تغییر فناورانه با در نظر گرفتن یکی از این عوامل به عنوان محرک اصلی تغییر فناوری، تمایل به اثبات اصول مسلمی با رویکرد به شدت تقلیل‌گرایانه دارند. از نمونه‌های نام آشنای چنین دیدگاه‌هایی می‌توان به «جبرگرایی فناورانه»[4] و «تفاسیر برساختارگرایانه‌ی اجتماعی از فناوری»[5] اشاره کرد. در دیدگاه اولی فناوری خود محرک اصلی است؛ این نگرش مدعی است فناوری از روند ذاتی تکامل خود پیروی می‌کند و جامعه ناچار است با آن سازگار شود؛ فناوری با افزایش

---

1. Autonomy Problem
۲. ثقه‌الاسلامی، "نگاهی جامعه‌شناختی به رابطه‌ی میان مهندسی و جامعه"، صص ۱۴۳-۱۴۴.
3. dynamics of technological change
4. technological determinism
5. social constructivist interpretations of technology

www.SID.ir

بهره‌وری به عنوان یکی از اصول اساسی پویه‌شناسی خود، خود-تعیین‌کننده[1] است. بنابراین هیچ مجالی برای شکل‌های بدیل فناوری نیست. از طرف دیگر، در دیدگاه دوم فناوری تا حد زیادی، یا حتی کاملاً، مبتنی بر بافت اجتماعی شکل می‌گیرد.[2]

از این‌رو به نظر می‌رسد مطابق با تعریف RET، پارادایم‌های اجتماعی متعدد و متنوع و عوامل ملحوظ در بافت اجتماعی از قبیل عوامل اقتصادی، سیاسی، نظامی، جغرافیایی، فرهنگی و... مهارت و فعالیت نوآورانه و بالقوه‌ی مهندسی را که در چارچوب و در تعامل با نظام معرفتی تحقق‌یافته‌ای از فنون، روش‌ها و ابزارها شکل می‌گیرد و به امکان طراحی، ساخت و تولید محصول یا مصنوعی منجر می‌شود، تحت تأثیر خود قرار می‌دهد.

نتیجه‌گیری: آیا تاریخ مهندسی به فلسفه‌ی مهندسی نیاز دارد؟

اگر فلسفه‌ی فناوری را حوزه‌ای مطالعاتی تعریف کنیم که به بررسی ماهیت فناوری، نظام فناورانه و تأثیرات آن بر زندگی و جامعه‌ی بشری می‌پردازد، می‌توان فلسفه‌ی مهندسی را نیز حوزه‌ای مطالعاتی مستقلی تعریف کرد که به بررسی ماهیت مهندسی، فعالیت مهندسی و تأثیرات آن بر زندگی و جامعه‌ی بشری می‌پردازد. فناوری به منزله‌ی نظامی ضرورتا تحقق‌یافته است، و مصنوع فناورانه نیز مصنوعی تحقق‌یافته است، در حالی که مهندسی به منزله‌ی مهارت و فعالیت خلاقانه‌ی بالقوه است و مصنوع مهندسی‌شده نیز مصنوعی به‌طور ممکن تحقق‌پذیر است. از این‌رو، می‌توان فلسفه‌ی مهندسی را حوزه‌ی توسعه‌یافته‌ای از فلسفه‌ی فناوری دانست. در ابتدای امر با پرسش اصیلی در فلسفه‌ی مهندسی مواجه می‌شویم که این حوزه را می‌تواند به عنوان حوزه‌ی فلسفی مستقلی نمایان سازد: «مهندسی چیست؟». بنابراین، برخی از مسائل و موضوعات مطرح در فلسفه‌ی فناوری درون فلسفه‌ی مهندسی نفوذ کرده و آشیان می‌گزینند. به بعضی از این مسائل به تفصیل اشاره شد؛ مسأله‌ی تحدید حدود میان مصنوع مهندسی‌شده و شیء طبیعی، مسأله‌ی تحدید حدود میان مهندسی و علم، مسأله‌ی تقدم وجودی و تاریخی میان مهندسی و علم، و مسأله‌ی خودمختاری معرفت مهندسی از بافت اجتماعی. اکنون با ارائه‌ی برخی پرسش‌های قابل بررسی، تأثیر هر یک از مسائل مذکور بر آغاز و انجام گردآوری تاریخ مهندسی آشکار

1. self-determinative
2. Kroes, “Technology, Philosophy of” [Online]; Misa, “History of Technology”, pp.7-8.

www.SID.ir

می‌شود؛ به نظر می‌رسد مورخان تاریخ مهندسی شایسته است خود را مخاطب چنین پرسش‌هایی قرار داده و موضعی نقادانه و راهبردی نسبت به آن‌ها اختیار کنند:

مسأله‌ی تحدید حدود و تاریخ مهندسی: آن‌چنان که بیان شد این مسأله خود شامل دو موضوع است: ۱) ابهام در تحدید حدود میان مصنوع مهندسی‌شده و شیء طبیعی؛ برخی از رشته‌های مهندسی مدرن که لزوما به معنای متعارف به «مصنوعی مهندسی‌شده» دست نمی‌یابند، چه جایگاهی در تاریخ مهندسی دارند؟ به عنوان مثال برخی گرایش‌ها در مهندسی‌های ژنتیک (گیاهی یا جانوری)، کشاورزی (زراعت و اصلاح نباتات) و منابع طبیعی که در نهایت به اصلاح ژنتیکی و اصلاح نژادی شیئی طبیعی می‌پردازند، و هم‌چنین می‌توان به برخی گرایش‌های مهندسی صنایع اشاره کرد که بعضاً رویکردی صرفاً مدیریتی دارند. ۲) ابهام در تحدید حدود میان علم و مهندسی؛ هر «رشته‌ی علمی» که دارای ظرفیتی کاربردی است، چه جایگاهی در تاریخ مهندسی دارد؟ برای مثال به برخی گرایش‌های موجود در رشته‌های علوم پایه مانند ریاضی کاربردی، شیمی کاربردی، فیزیک کاربردی، و حتی علوم رایانه (در مقایسه با مهندسی نرم‌افزار) می‌توان اشاره کرد.

مسأله‌ی تقدم و تاریخ مهندسی: ابهام در تقدم وجودی و به‌ویژه تقدم تاریخی میان علم و مهندسی؛ براستی، تاریخ مهندسی را بایستی از کجا آغاز کرد؟ آیا تاریخ مهندسی با تعریف «علم اندازه‌گیری» و یا تعبیر متعارف اما نه‌چندان دقیق «علم کاربردی» آغاز می‌شود؟ با شواهد تاریخی متعددی می‌توان این نگرش رایج و متعارف را به چالش در می‌آورد. علم و مهندسی در بیشترین موقعیت‌های تاریخی و دست‌کم پیش از قرون متاخر، از نظر فکری و از نظر جامعه‌شناختی در جدایی نسبی یا کامل از یکدیگر پیشرفت کرده‌اند؛ از این‌رو، رابطه‌ی میان آن‌ها فرآیندی تاریخی و نه هویتی ذاتی است. به عنوان مثال، در سال ۱۰۵۰م. عدسی به منزله‌ی مصنوعی فناورانه و مهندسی‌شده ساخته شده بود، و عدسی مرکب در سال ۱۲۷۰م.، عینک در سال ۱۲۸۵م. و تا سال‌های ۱۶۰۰م. چنین روندی ادامه داشته است. این تاریخ‌ها بیان‌کننده‌ی آن است که پیش از دوران گالیله، میکروسکوپ و تلسکوپ همه اختراع شده بودند. و یا ساعت به منزله‌ی مصنوعی دیگر که در اندازه‌گیری‌های علمی نقشی اساسی دارد، از قرون نهم و دهم میلادی به صورت ابتدایی ساخته و تا سال‌های ۱۵۰۰م.

www.SID.ir

کامل و فراگیر شده بود و بعدها به عنوان ابزاری فناورانه برای فهم و ادراک زمان در اندازه‌گیری‌ها و آزمایش‌های گالیله، کپلر و نیوتن استفاده گردید.

مسأله‌ی خودمختاری و تاریخ مهندسی: ابهام در رابطه‌ی تعاملی (اثرپذیری یا اثرگذاری) میان عوامل ملحوظ در بافت اجتماعی و شکل‌گیری معرفت مهندسی. آیا تاریخ مهندسی را می‌توان جدا و منفک از بدنه‌ی تاریخ عمومی ملاحظه کرد؟ تاریخ مهندسی تا چه اندازه وابسته و متأثر از تاریخ فرهنگی، تاریخ سیاسی و تاریخ اقتصادی است؟ تا چندین دهه‌ی پیش، مورخان فناوری هرگونه ادعایی درباره‌ی جبرگرایی فناورانه را رد می‌کردند، اما فیلسوفان فناوری بسیار علاقه‌مند به کاوش و بررسی جبرگرایی فناورانه بودند، بدین معنا که فناوری تغییرات اجتماعی و فرهنگی را تعیین می‌کند و هم‌چنین تاحدی خودمختار از تأثیرات اجتماعی و فرهنگی است. اما از اواخر قرن بیستم، فضای نامشترک میان این دو دیدگاه کم‌رنگ شده و فضای گفت‌وگویی نقادانه با علائق مشترک ایجاد گردید.

منابع

۱. آیدی، دن، "تقدم وجودی و تاریخی تکنولوژی بر علم"، *فلسفه‌ی تکنولوژی*، ترجمه‌ی شاپور اعتماد، تهران، نشر مرکز، ۱۳۷۷: ۹۷-۱۳۰.

۲. ـــــ، "هنر و تکنولوژی: فلسفه‌ی پدیدار شناختی هایدگر در باب تکنولوژی"، *فلسفه‌ی تکنولوژی*، ترجمه‌ی شاپور اعتماد، تهران، نشر مرکز، ۱۳۷۷: ۴۴-۹۶.

۳. هایدگر، مارتین، "پرسش از تکنولوژی"، *فلسفه‌ی تکنولوژی*، ترجمه‌ی شاپور اعتماد، تهران، نشر مرکز، ۱۳۷۷: ۴-۴۳.

۴. ثقه‌الاسلامی، علیرضا، *چالش‌های اخلاقی در عصر اطلاعات؛ جستارهایی در اخلاق اطلاعات*، تهران، انتشارات چاپار، ۱۳۸۸.

۵. ـــــ، "نگاهی جامعه‌شناختی به رابطه‌ی میان مهندسی و جامعه"، *دو فصل‌نامه‌ی پژوهش‌های فلسفی*، سال پنجم، شماره‌ی ۱۵، ۱۳۸۸: ۱۴۱-۱۶۲.

۶. حجازی دهاقانی، جلال، "ارکان نظام آموزشی مهندسی"، *فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی آموزش مهندسی ایران*، سال هفتم، شماره‌ی ۲۸، ۱۳۸۴: ۹۳-۱۳۴.

۷. ـــــ، جلال، "مهندس و مهندسی"، *فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی آموزش مهندسی ایران*، سال چهارم، شماره‌ی ۱۳، ۱۳۸۲: ۱-۱۸.

۸. جنکینز، کیت، *بازاندیشی تاریخ*، ترجمه‌ی ساغر صادقیان، تهران، نشر مرکز، ۱۳۸۴.

Archive of SID

www.SID.ir

۹. دوامی، پرویز، "اخلاق مهندسی"، *ویژه‌نامه‌ی ریخته‌گری ضمیمه‌ی مجله‌ی ریخته‌گری*، شماره‌ی ۴، سال ۱۷، ۱۳۷۵.

10. Auyang, S. Y., "Similarity and complementarity of science and engineering" [Online], Presented lecture in the *Conference on the Philosophy of Technology*, Copenhagen, 13 October, 2005. Available: http://www.creatingtechnology.org/eng/complement.pdf [02 December 2011].

11. Dieter G. E., *Engineering Design*, McGraw Hill Publishing, 1987.

12. Ellul, J., *The Technological Society*, trans. John Wilkinson, New York, Knopf Press, 1964.

13. Feenberg, A., *Critical Theory of Technology*, Oxford & New York, Oxford University Press, 1991.

14. "Creating Technology: Engineering and Biomedicine" [Online]. History of engineering. Available: http://www.creatingtechnology.org/history.htm [02 December 2011].

15. Kroes, P. (1998), "Technology, philosophy of", in *The Routledge Encyclopedia of Philosophy*, Craig, E. (Ed.), London: Routledge, Available:http://homepage.usask.ca/~wjb289/PHIL398/readings/Kroes_Philosophy_of_Technology.PDF [02 December 2011].

16. McDermott, J. (1969), "Technology: the opiate of the intellectuals" *New York Review of Books*, July: repr. In *Shrader-Frechette and Westra*, 1997: 87-104.

17. McGrann, R. T. R., "Philosophy of Technology in Engineering Education", in *38th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, Saratoga Springs, New York, 22-28 October, 2008: 29-34.

18. Misa, T. J., "History of Technology", in *A Companion to the Philosophy of Technology*, Olsen, J. K. B., Pedersen, S. A. & Hendricks, V. F. (eds.), Blackwell Publishing, 2009: 7-17.

19. McNeil, I., "Introduction: Basic Tools, Devices and Mechanism", in *An encyclopedia of the history of technology*, McNeil, I. (ed.), London, Routledge, 1990: 1-40.

20. Morris, W., *The American Heritage Dictionary of The English Language*, American Heritage Publishing Co, 1981.

21. Musson, A. E., Rosenberg, E., *Science and technology in the Industrial Revolution*, London, Curtis Brown Ltd. & New York, Gordon and Breach, 1969.

22. Parker, S. P., *Dictionary of Science and Engineering*, McGraw-Hill Publication, 1984.

Archive of SID

www.SID.ir

23. Tiles, M., “Philosophy of Technology”, in *A Companion to Philosophy of Science*, Newton-Smith, W.H., London, Blackwell Publishers, 2001: 483-491.
24. Volti, R., *Society and Technological Change*, New York, St Martin’s Press, 1992.
25. Winner, L., “Artifact/ideas and political culture”, *Whole Earth Review*, 73, 1991: 18-24; repr. in *Shrader-Frechette and Westra*, 1997: 55–68.
26. Woolgar, “Reconstructing Man and Machine: A Note on Sociological Critiques of Cognitivism”, in *The Social Construction of Technological Systems*, Bijker, W. Pinch, T. & Hughes, T. (eds.), Cambridge, Mass, MIT Press, 1987:311-328.