دانشگاه شهید بهشتی

معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه

گزارش نهایی

عنوان پژوهش:

تبیین ماهیت، کارکرد و عاملیت مصنوعات فناوری‌های همگرا

مجری

محمود مختاری

پژوهشکده

مطالعات بنیادین علم و فناوری

مهرماه ۱۳۹۶

حق چاپ محفوظ است.

گزارش نهایی طرح پژوهشی
پژوهشکده مطالعات بنیادین علم و فناوری

معاونت پژوهشی و فناوری

به نام خدا

فهرست مطالب

چکیده ۲
مقدمه ۳
۱. چیستی (ماهیت) فناوری‌های همگرا ۵
۱,۱ دو رویکرد در جنبش همگرایی ۶
۱,۲ ماهیت علوم و فناوری‌های چهارگانه (NBIC) ۹
۱,۳ چشم‌انداز NBIC ۱۳
۱,۴ همگرایی: توصیف یا تجویز ۱۶
۱,۵ منتقدان همگرایی ۲۱
۲. کارکرد و عاملیت مصنوعات فناوری‌های همگرا ۲۵
۲,۱ مسئله فبا: عاملیت اجتماعی فناوری‌های بهسازی انسان ۲۶
۲,۲ ذات‌گرایی فناورانه و مسئله فبا ۲۷
۲,۳ برساخت‌گرایی اجتماعی و مسئله فبا ۳۱
۲,۴ نظریه ماهیت دوگانه مصنوعات فناورانه و مسئله فبا ۳۴
۳. بحث و نتیجه‌گیری ۳۹
منابع ۴۱
چکیده انگلیسی ۴۵

حق نشر محفوظ است.

چکیده

همگرایی حوزه‌های مختلف علم و فناوری (به‌ویژه نانوفناوری، زیست‌فناوری، فناوری اطلاعات و علوم و فناوری‌های شناختی) منجر به طراحی مصنوعات فناورانه بدیعی شده است. همچنین پیش‌بینی‌های ایده‌پردازان این حرکت و طراحان مصنوعات نوظهور همگرا حاکی از این است که در نیم قرن آینده، بشر شاهد تحولات شگرف و دگرگون‌کننده‌ای خواهد بود. بدیهی است که انتقال علوم و فناوری‌های نوظهور همگرا و نیز مصنوعات فناورانه این حوزه به کشور، مستلزم توجه به زمینه‌های بومی فناوران و کاربران داخلی است.

پژوهش حاضر شامل دو بخش اصلی است؛ در بخش اول چیستی فناوری‌های همگرا مورد مطالعه و تحلیل قرار می‌گیرد و در بخش دوم به مسئله رابطه این فناوری‌ها با اجتماع، در چارچوب مطالعات فناوری معاصر، پرداخته می‌شود. هدف از بخش اول عبارت از بررسی ابعاد و جوانب جنبش همگرایی علوم و فناوری‌های نوظهور و تبعات آن، و نیز کاوش در برخی پروژه‌ها و محصولات این همگرایی است. در بین پروژه‌های همگرایی، تأکید پژوهش حاضر بر پروژه بهسازی یا ارتقای عملکرد انسان است. بنابراین در بخش دوم پژوهش، که متمرکز بر تحلیل و تبیین نقش ویژگی‌های فیزیکی و جنبه‌های انسانی مصنوعات فناورانه در تغییرات اجتماعی است، تأکید مصداقی بر فناوری‌های همگرای بهسازی انسان (فبا) است. برای بررسی رابطه ویژگی‌های فیزیکی مصنوعات فناورانه با جنبه‌های انسانی و اجتماعی، سه دیدگاه اصلی در باب عاملیت اجتماعی مصنوعات فناورانه شامل ذات‌گرایی، برساخت‌گرایی اجتماعی و نظریه ماهیت دوگانه مصنوعات فناورانه مورد بررسی و تحلیل واقع می‌شود.

دیدگاه مختار این پژوهش، مبتنی بر تفسیر کارکردی از نظریه ماهیت دوگانه و ملاحظهٔ عوامل اجتماعی در انتساب کارکرد به مصنوعات فناورانه است. نتیجهٔ تحلیل نهایی این است که مصنوعات فناوری‌های همگرا را می‌توان در جامعه‌ای با اهداف متفاوت از مقاصد طراحان این مصنوعات مورد استفاده قرار داد، اما اهداف قابل دستیابی شامل آن مواردی خواهد بود که ساختار و ویژگی‌های فیزیکی این مصنوعات قابلیت تحقق آن را داشته باشند.

حق نشر محفوظ است.

مقدمه

مرکز راهبردی فناوری‌های همگرا، در اواخر سال ۱۳۹۴ در معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری کشور ایجاد شد و تدوین نسخه اولیه سند فناوری‌های همگرا در دستور کار آن قرار گرفت. همگرایی علوم و فناوری‌های چهارگانه (شناختی، زیستی، اطلاعاتی و نانو که با کلمه اختصاری "شزان" نیز مورد اشاره قرار می‌گیرد) یا آنچه که موج جدید توسعه نامیده می‌شود، پیش از این نیز مورد توجه برخی از صاحبنظران و پژوهشگران داخلی قرار گرفته بود (پایا، علی؛ کلانتری‌نژاد، رضا, ۱۳۹۰) (پایا، علی و همکاران, ۱۳۹۰) (علایی، حسین؛ حکیم، امین, ۱۳۹۲) (حسن بیگی، ابراهیم؛ عین القضاتی، علیرضا, ۱۳۹۴) اما اقبال و سرمایه‌گذاری اخیر درخصوص فناوری‌های همگرا در چنین سطح بالایی از دستگاه اجرایی کشور موضوع قابل توجهی است که برای دانشمندان علوم تجربی و مهندسی نویدآفرین و برای اندیشمندان علوم انسانی مسئله‌آفرین است. یکی از مهمترین مسائل انسانی ناشی از انتقال و توسعه فناوری‌های همگرا مربوط به ماهیت و تبعات شگرف اینگونه فناوری‌هاست. اصولاً آیا این فناوری‌ها و تبعات آنها را می‌توان عامل نوعی از تغییرات در جامعه دانست که خارج از کنترل عوامل انسانی باشد؟ به عبارتی *آیا می‌توان به مصنوعات فناوری‌های همگرا، عاملیت اجتماعی نسبت داد یا اینکه عاملیت اجتماعی این مصنوعات، قابل تقلیل به عاملیت کاربران آنهاست؟*

در بخش اول این گزارش ضمن معرفی پروژه همگرایی فناوری‌های چهارگانه، که ابتدا در بنیاد ملی علوم آمریکا (National Science Foundation: NSF) و تحت عنوان "فناوری‌های همگرا برای بهسازی عملکرد انسان" (Converging Technologies for Improving Human Performance) تدوین شده بود، ماهیت یا چیستی فناوری‌های همگرا، چشم‌اندازها، برخی از پروژه‌ها و مراکز مبتنی بر همگرایی NBIC و نیز انواع مسائل مرتبط با پروژه همگرایی مورد تحلیل و بررسی قرار خواهد گرفت.

در بخش دوم و در چارچوب مسئله خاص پژوهش حاضر به کارکرد و عاملیت اجتماعی مصنوعات فناوری‌های همگرا پرداخته خواهد شد. از بین فناوری‌های نوظهور همگرا، تمرکز این پژوهش به‌صورت

حق نشر محفوظ است.

مشخص بر روی فناوری‌هایی خواهد بود که برای بهبود کارآیی انسان طراحی می‌شوند. در این گزارش، "فناوری‌های بهسازی انسان" (Human Enhancement Technologies: HETs) برای اختصار به‌صورت "فبا" مورد اشاره قرار خواهند گرفت. در مواجهه با مسئله عاملیت اجتماعی مصنوعات فبا، سه رویکرد اصلی ذات‌گرایی، برساخت‌گرایی اجتماعی و نظریه ماهیت دوگانه، تحلیل و ارزیابی خواهد شد. بررسی این رویکردها نشان می‌دهد که نظریه ماهیت دوگانه مصنوعات فناورانه، با ملاحظات و نکات تکمیلی، می‌تواند نظریه قابل دفاعی باشد. بر اساس دیدگاه مختار در این پژوهش، انتقال و توسعه و/ یا به‌کارگیری فناوری‌های همگرا در جامعه ما، که دارای اهدافی متفاوت از مقاصد طراحان و پیشقراولان جنبش همگرایی است، به‌صورت مشروط ممکن است ما را به اهداف‌مان نایل کند.

حق چاپ محفوظ است.

۱. چیستی (ماهیت) فناوری‌های همگرا

در این بخش ابتدا جنبش همگرایی علوم و فناوری‌های نوظهور و برخی پروژه‌ها و مصنوعات آن را مورد تحلیل و بررسی قرار می‌دهیم و سپس به مبانی و نیز مسائل مرتبط با همگرایی می‌پردازیم.

ویژگی برخی از حوزه‌های علوم و فناوری این است که زمینه‌ای را برای انواع وسیعی از راه‌حل‌های تکنیکی فراهم می‌کنند. فناوری‌های دارای این خصوصیت را فناوری‌های توانمندساز (Enabling technologies) می‌نامند زیرا این فناوری‌ها پتانسیل‌های زیادی را آزاد می‌کنند و راه را برای توسعه رادیکال فناوری‌های دیگر باز می‌کنند. بنابراین یک فناوری توانمندساز، توسعه فناورانه را در یک جبهه وسیع فراهم می‌سازد. شکی نیست که نانوفناوری یک فناوری حائز اهمیت در توانمندسازی فناوری‌های دیگر است. سابقه همگرایی علوم و فناوری‌ها به پیش از جنبش همگرایی در سطح NBIC و به اواخر دهه ۱۹۹۰ برمی‌گردد که در آن، علوم و فناوری‌های مجزا، بر اساس درک فزاینده از ریزساختارها در مقیاس نانو، تحت عنوان "نانوفناوری" یکپارچه شدند. در پی رویای نانوفناوری برای کنترل مولکولی هرچیز و همچنین با توجه به توانایی فزایندهٔ فناوری اطلاعات در تغییر شکل هرچیز به اطلاعات، به نظر می‌رسید که هیچ چیز نمی‌تواند از دسترس فناوری‌ها در امان باشد و در واقع باید بتوان ذهن، حالت‌های احساسی، ارتباطات، تعاملات اجتماعی و ... را مهندسی کرد. اما گام مهم در پروژه فناوری‌های همگرا درک این نکته بوده است که فناوری‌ها و سیستم‌های معرفتی توانمندساز دیگری هم وجود دارند که برای حل چالش‌های جدید تحقیق و توسعه می‌توانند یکدیگر را توانمند کنند. علاوه بر نانوفناوری و فناوری اطلاعات، زیست‌فناوری نیز از مهمترین فناوری‌های توانمندساز تلقی می‌شود، چنانکه علوم و فناوری‌های شناختی نیز می‌توانند فناوری‌های دیگر را توانمندتر و فعال‌تر کنند. اگر بینش‌ها و تکنیک‌هایی که علوم و فناوری‌های توانمندساز در اختیار قرار می‌دهند برای دستیابی به یک هدف مشترک مورد استفاده قرار گیرد، علوم و فناوری‌های مزبور همگرا خواهند بود. بنابراین علوم و فناوری‌های همگرا عبارتند از علوم و فناوری‌هایی که برای رسیدن

حق نشر محفوظ است.

به یک هدف مشترک، یکدیگر را توانمند و فعال‌تر می‌نمایند.

فرایند تولید و کاربری مصنوعات فناوری‌های همگرا در واقع شامل دو مرحله همگرایی و واگرایی است و به‌کارگیری یک مصنوع فناورانه در مرحله واگرایی است. مرحله همگرایی شامل تحلیل، ایجاد ارتباط‌های خلاق بین ایده‌های مختلف و یکی کردن آن‌هاست و مرحله واگرایی شامل به‌کارگیری این همگرایی‌های جدید برای تشکیل مفهومی سیستم‌های جدید؛ به‌کارگیری نوآوری برای حوزه‌های جدید؛ اکتشافات جدید مبتنی بر این فرایندها؛ و پیامدهای چندبعدی جدید در فناوری‌ها و محصولات است. مثلاً برای به‌کارگیری یک "گوشی همراه هوشمند" ابتدا طیف وسیعی از فناوری‌ها (ارتباطات فرکانس بالا، علم مواد، نانوفناوری، علوم شناختی و فناوری‌های ارتباط انسان- رایانه) برای خلق تکنولوژی مورد نظر همگرا می‌شوند و سپس این محصول به هزاران کاربرد واگرا می‌شود که از شبکه‌های اجتماعی تا کنترل گروه‌هایی از ماهواره‌های مینیاتوری را دربرمی‌گیرد.

در سال ۲۰۰۲ گزارشی توسط بنیاد ملی علوم آمریکا منتشر شد که در آن، ایده همگرایی چهار حوزه علم و فناوری (NBIC) شامل نانوفناوری (Nano)، زیست‌فناوری (Bio)، فناوری اطلاعات (Info) و علوم و فناوری‌های شناختی (Cogno)، مطرح شد (Roco & Bainbridge, 2002). این ایده در آمریکا و اروپا و کشورهای دیگر، با رویکردهای مختلف گسترش یافته و امروزه مراکز پژوهشی و فناورانه متعددی در سطح جهان به تحقیق و تولید محصول در این زمینه مشغول‌اند.

۱,۱ دو رویکرد در جنبش همگرایی

همگرایی را می‌توان به دو صورت متمایز همگرایی علمی و همگرایی فناورانه در نظر گرفت. منظور از همگرایی علمی، همکاری و باروری متقابل حوزه‌های علمی مختلف است که روی یک مبحث مشترک کار می‌کنند. اما منظور از همگرایی فناورانه، استفاده از یافته‌هایی از حوزه‌های مختلف در کاربردها و محصولات فناورانه است. همچنین نسبت به گستره همگرایی علوم و فناوری‌ها و جهت‌گیری و هدف این همگرایی نیز رویکردهای مختلفی وجود دارد که دو رویکرد شاخص متمایز در این خصوص عبارتند از دیدگاه آمریکایی و دیدگاه اروپایی.

حق چاپ محفوظ است.

پروژه بنیاد ملی علوم آمریکا در همگرایی علوم و فناوری‌ها به‌صورت همگرایی چهارحوزه مشخص NBIC بوده و در این بین حوزه نانو نقشی محوری داشته است به‌طوری که عقیده بر این است که سلطه در حوزه مقیاس نانو، نهایتاً به سلطه در همه طبیعت خواهد انجامید. بنابراین رویکرد آمریکایی از آنجا که به نفع یک مبنای مشترک برای کلّ علم در مقیاس نانو استدلال می‌کند، بیشتر نزدیک به همگرایی علمی است گرچه نتایج فناورانه نیز خواهد داشت. این همگرایی را "رنسانس جدید" علم نیز نامیده‌اند که مبتنی بر وحدت مادی در مقیاس نانو و یکی‌شدن فناوری از آن مقیاس است. علم و فناوری از طریق درک و طراحی طرق مختلف ترکیب اتم‌ها، به ایجاد انواع مولکول‌های پیچیده منجر می‌شود. همچنین از ترکیب این مولکول‌ها، انواع ساختارهای ارگانیک و غیرارگانیک تشکیل می‌گردند. بنابراین یک "وحدت مادی" در سطح ریزساختار، منجر به یکپارچگی همه مواد زنده و غیرزنده می‌شود و بدین ترتیب فناوری‌های همگرا می‌توانند فرایندهای طبیعی را مطیع خود کنند و دست به مهندسی مواد، محصولات زیست‌شناختی، و ماشین‌های جدید از مقیاس نانو تا مقیاس متر بزنند. همین اصول به ما این امکان را می‌دهد که رفتار ریزسامانه‌های پیچیده، همچون نورون‌ها و اجزای رایانه، و نیز بزرگ‌سامانه‌هایی همچون متابولیسم انسان و وسایل نقلیه را درک کنیم و درصورت نیاز کنترل کنیم. در نهایت هدف پروژه همگرایی NBIC عبارت از "بهبود کارایی انسان" هم از نظر فیزیکی و هم شناختی است.

برخلاف تصویری که رویکرد آمریکایی همگرایی NBIC ارائه می‌دهد، اولویت در دیدگاه اروپایی عبارت از تعیین یک هدف و مسئله اجتماعی خاص برای فناوری‌های همگرا ضمن توجه به پتانسیل و محدودیت‌های این فناوری‌هاست. بر اساس گزارش کمیسیون اروپا (Nordmann, 2004) فناوری‌های همگرا اصولاً برای جامعه دانشی اروپا پیشنهاد شده است و برنامه‌های پژوهشی مختلف در زمینه همگرایی، متوجه حل مسئله بوده است. بنابراین رویکرد اروپایی به همگرایی صرفاً یک قالب برای همکاری بین‌رشته‌ای بین حوزه‌های موجود ایجاد می‌کند، و اصولاً هدف آن این نیست که به همگرایی واقعی علمی در سطح زیرین و تشکیل حوزه‌ها یا زیرحوزه‌های علمی جدید منجر شود، گرچه امکان آن را منتفی نمی‌کند. در واقع در این دیدگاه، همگرایی متوجه ساخت مصنوعات و اسباب کاملاً جدید است و در سطح کاربردی است و

حق چاپ محفوظ است.

الزامی در سطح نظری ندارد.

همچنین در رویکرد اروپایی، علوم اجتماعی و انسانی از ابتدا به‌عنوان مشارکت‌کننده‌ها و بازیگرانی مهم مورد توجه بوده‌اند و این امکان برای متخصصین این حوزه‌ها فراهم شده است که در تعیین برنامه کاری پژوهش فناوری‌های همگرا و مرزهای قابل قبول برای تحقیق، اظهار نظر کنند. (ETC-Group, 2004)

البته اصولاً در رویکرد آمریکایی نیز طی چند سال اخیر (بعد از ۲۰۱۰) به حوزه‌های علوم انسانی- اجتماعی توجه خاصی شده است و پروژه "همگرایی معرفت و فناوری برای بهره‌مندی جامعه" (Convergence of knowledge and technology for the benefit of society: CKTS) مطرح شده است. (Roco M. C., 2013) این رویکرد، که به‌صورت "ورای NBIC" یا "NBIC2" نیز مورد اشاره قرار می‌گیرد، متمرکز بر یکپارچه‌سازی دانش، فناوری و رفتار انسانی- اجتماعی بر اساس ارزش‌ها و نیازهای اجتماعی است.

علوم انسانی و اجتماعی درک بهتری از همگرایی علوم و فناوری‌ها، مبانی نظری آن و نیز پیامدهای انسانی- اجتماعی و ... این برنامه پیش‌رِوی قرار می‌دهند. در هریک از حوزه‌های علوم انسانی، موضوعات پژوهشی متنوعی در ارتباط با همگرایی مطرح است، از جمله الهیات (همگرایی و تکامل هدایت شده؛ همگرایی و ماهیت انسان و مفهوم انسان‌بودن)، اخلاق و حقوق (همگرایی و عدالت توزیعی؛ همگرایی، پسا-انسان و کرامت انسان؛ همگرایی‌های بهسازی انسان و رضایت آگاهانه؛ مصنوعات فناوری‌های همگرا و ارادهٔ آزاد انسان)، مطالعات (فلسفه، تاریخ و جامعه‌شناسی) علم و فناوری (چالش‌های معرفت‌شناسانه همگرایی؛ شیوه‌های همگرایی در تولید دانش؛ وضعیت هستی‌شناسانهٔ توسعه فناوری‌های همگرا؛ همگرایی و پارادایم‌های در حال تغییر علم و فناوری؛ ارتباط دیدگاه‌های دانشمندان و جامعه در برنامه همگرایی؛ همگرایی و نقش در حال تغییر علم در جامعه؛ عاملیت اجتماعی فناوری‌های همگرا؛ تحلیل تجربی فرایندهای همگرایی علمی- فناورانه؛ مشاهده مشارکتی در همگرایی؛ رویکردهای سیستمی در همگرایی)، انسان‌شناسی و مطالعات فرهنگی (همگرایی و روابط انسان- مصنوع؛ همگرایی، فرا-انسان‌گرایی و پسا- انسان‌گرایی؛ همگرایی و مطالعات سایبورگ؛ همگرایی و هویت فرهنگی)، علم‌سنجی (ارتباط مفاهیم همگرایی؛ تحقیق و توسعه میان رشته‌ای و فرا رشته‌ای)، تحلیل نوآوری و سیاست‌گذاری (نظام‌های نوآوری و فناوری‌های همگرا؛ نظام حمایت‌های مالی از فناوری‌های همگرا؛ قابلیت عرضه تولیدات

حق چاپ محفوظ است.

فناوری‌های همگرا در بازار؛ همگرایی و نقش رقابت و همکاری بین‌المللی؛ همگرایی و نقش موسسات و آژانس‌ها)، تحلیل گفتمان (تحلیل روابط میان بازیگران سیاست، تجارت، متخصصین فناوری، سازمان‌های مردم نهاد، و جنبش‌های اجتماعی فرهنگی در بحث فناوری‌های همگرا؛ همگرایی و شکل‌های جدید حاکمیت؛ سیاست‌های هستی‌شناسانهٔ همگرایی) و ...

۱,۲ ماهیت علوم و فناوری‌های چهارگانه (NBIC)

توسعه فناوری‌های همگرا عملاً متمرکز بر همان حوزه‌های چهارگانه (NBIC) بوده است که هدف اصلی آن عبارت از توسعه فناوری‌های بهسازی انسان (فبا) است. منظور از فناوری‌های همگرا برای بهسازی انسان، علوم اعصاب و بهسازی مغز، ارتباطات انسان- ماشین، ربات‌های پیشرفته انسان‌مانند و ... هستند که هدف آنها غلبه بر محدودیت‌های فعلی در قابلیت‌های فیزیکی و شناختی انسان و تحقق فرا-انسانی با بدنی بادوام‌تر، سالم‌تر، باانرژی‌تر، ترمیم‌پذیرتر و مقاوم‌تر در برابر انواع فشارها، تهدیدات زیست‌شناختی و فرآیندهای پیری است. طراحان و پیشقراولان این جنبش معتقدند که همگرایی فناورانه منجر به یک "عصر طلایی" خواهد شد که مشخصه آن "صلح جهانی، خوشبختی همگانی، و تکامل به سطح بالاتری از مهربانی و کمال" است.

بین‌بریج که یکی از طراحان اصلی جنبش همگرایی است، یک جامعه‌شناس حرفه‌ای دین است که از دهه ۱۹۹۰ مسؤول پروژه‌هایی در پژوهش میان علوم اجتماعی، رفتاری و اقتصادی و فناوری اطلاعات بوده است. وی به‌طور جدی در خصوص پیوند میان جنبش همگرایی و تفکر فرا-انسان‌گرایی (Transhumanism) فعالیت می‌کند. بین‌بریج چشم‌اندازهای خیلی دوری از یک تمدن فرا-انسانی و بدون مرگ ارائه کرده است که ادعا می‌کند با استفاده از ابزار فناورانه قابل دستیابی است. وی معتقد است که سیاره زمین صرفاً برای جوامعی که دارای افق دید و اراده محدود و فناوری‌های سطح پایین هستند مناسب خواهد بود و انسان‌های بی‌باک تمدن آینده که به فناوری‌های پیشرفته همگرا دست می‌یابند به جای دیگری خواهند رفت.

حق چاپ محفوظ است.

شناخت چیستی فناوری‌های همگرا (NBIC) در گرو بررسی نحوه همگرایی بین این حوزه‌های چهارگانه و مستلزم کاوش در ماهیت هر یک از این حوزه‌هاست. بنابراین ابتدا در اینجا ویژگی‌های هریک از این علوم و فناوری‌ها را مورد بررسی قرار دهیم تا نشان دهیم که چگونه امکان فعال‌تر یا توانمندتر شدن علوم و فناوری‌های دیگر را فراهم می‌سازد و منجر به هم‌افزایی و همگرایی می شود. (Bainbridge & Roco, 2006)

N: نانوفناوری

در چهارگانه علم و فناوری، نانوفناوری نقشی محوری ایفا می‌کند. دانش و فناوری نانو، در واقع از اواخر دهه ۱۹۹۰ تا دهه ۲۰۰۰ موجب یکپارچگی بسیاری از رشته‌های علمی و نیز فناوری‌های مختلف بوده است. همگرایی نانو به این علت اتفاق می‌افتد که در مقیاس نانومتر ($۱۰^{-۹}$ متر)، که بر حسب قرارداد برای ابعاد متغیر از ۱ تا ۱۰۰ نانومتر تعریف می‌شود، می‌توان در خصوص المان‌های هم‌سطح مرتبط با علوم و فناوری‌های مختلف، با استفاده از اصول و ابزار کم و بیش یکسان، به کشف و تحلیل‌های بهتری دست یافت. در واقع آنچه که در مقیاس نانو اتفاق می‌افتد از یک طرف عبارت است از تشکیل مولکول‌های پیچیده و از طرف دیگر ساخته شدن سنگ بناهای سلول‌های زنده. همچنین کوچکترین اجزای حافظه‌ها و پردازنده‌های رایانه، بسیاری از ساختارهای کلیدی سیستم بزرگ عصبی انسانی و نیز مولکول‌های رنگدانه در چشم که بینایی را ممکن می‌نمایند و ... در ابعاد نانو قرار دارند. بنابراین در نانوفناوری، یکپارچه شدن واحد پژوهش برای چند رشته علمی موجب هم‌افزایی توانایی دانشمندان و فناوران برای کشف یا ایجاد پیوستگی‌های علّی، از اجزای ساده گرفته تا ساختارهای پیچیده و معماری‌های سطح بالا می‌شود.

نانوفناوری قابلیت‌های جدیدی برای "مشاهده" در مقیاس نانو فراهم آورده است. همچنین توانایی ما برای کاوش در بار و اسپین مجزا، برانگیختگی اسپین، و نیز ارتعاشات پیوندی در مقیاس اتمی، ناشی از نانوفناوری است. توأم با این قابلیت‌های جدید، پیشرفت‌ها در شبیه‌سازی‌ها در سطح اتمی و مولکولی، در روش‌های ترکیب و جداسازی نانوکریستال‌ها و ماکرومولکول‌ها و فرآیندهای تشخیص مولکولی، و ... منجر به کاربردهای جدید در فناوری پزشکی زیستی، انرژی و اطلاعات شده است.

حق چاپ محفوظ است.

بنابراین نانوفناوری، هم از نظر مفهومی و هم از طریق ابزاری منجر به توانمندسازی حوزه‌های دیگر و همگرایی با آنها می‌شود. در واقع از نظر مفهومی، نانوفناوری یک چارچوب مشترک برای همه مسائل مهندسی در سطح سخت‌افزار فراهم می‌کند که علوم و فناوری‌های مرتبط را توانمند و همگرا می‌سازد. زیرا از آنجا که هرچیزی که از مولکول ساخته شده است اصولاً می‌تواند با هر چیز مشابه دیگری یکی شود، بنابراین درک ویژگی‌های مواد در مقیاس نانو، تحقق معماری های مطلوب در مقیاس میکرو و ماکرو را میسر می‌نماید. اما از نظر ابزاری نیز نانوفناوری منجر به توسعه روش‌ها، پروب‌ها، تراشه‌ها و حسگرهای مختلفی می‌شود که کارهای مینیاتوری در زیست‌فناوری، فناوری اطلاعات، به مینیاتورسازی نیز کمک می‌کند. نانوتراشه‌ها و نانوحسگرها پیشرفت در دنیای جدید علم اطلاعات زیستی را نیز فراهم می‌کنند. در واقع بیشتر فناوری زیستی امروزی، تغییر یافتهٔ نانوفناوری است. شیمی ارگانیک لزوماً وابسته به زیست‌شناسی نیست، زیرا این اصطلاح به دسته گسترده‌ای از مولکول‌های پیچیده‌ای ارجاع دارد که نیازی نیست توسط ارگانیسم‌های زنده تولید شده باشند.

B: زیست‌فناوری

حوزه زیست‌فناوری شامل کلیه علوم و فناوری‌هایی است که منجر به استفاده مستقیم یا غیرمستقیم از اندام‌واره‌های زنده، یا محصولات اندام‌واره‌های زنده، در شکل طبیعی یا اصلاح‌شده آن‌ها می‌شوند. پیشرفت‌های شگرف در ارتقای قابلیت و سرعت آرایش دی.ان.ای و ژن صورت گرفته است، ردیابی سه‌بعدی (در سطح تک مولکولی) موتورهای پروتئینی، آنزیم‌ها، لیپوزوم‌ها و نانوساختارهای زیستی دیگر ممکن شده است و زیست‌فناوری موجب تغییر شکل پزشکی و نیز زیست‌شناسی ترکیبی شده است.

زیست‌فناوری از نظر مفهومی، فناوری‌های دیگر را از طریق شناسایی فرایندهای شیمیایی- فیزیکی و ساختارهای الگوریتمی سیستم‌های زنده، توانمند و همگرا می‌کند. همچنین زیست‌فناوری از نظر ابزاری، با فراهم کردن سازوکارهای بازتشخیص سلولی و ترابرد هدفدار، نانوفناوری را فعال و توانمند می‌سازد و فناوری اطلاعات را از طرقی همچون توسعه مبانی محاسبه مبتنی بر DNA توانمند می‌کند. یک هارد درایو ژنتیکی

حق نشر محفوظ است.

می‌تواند اطلاعات دیجیتال را تبدیل به کد DNA نماید تا حافظه‌ای بسیار متراکم‌تر از آنچه که با فناوری‌های متداول ممکن است، تولید کند. به‌علاوه اینکه زیست‌فناوری در حوزه علم تقلید زیستی و ساخت موتورهای سلولی می‌تواند تحقیق و توسعه دوگانه نانو-اینفو را در نانورباتیک توانمند سازد.

I: فناوری اطلاعات

این حوزه که شامل کلیه سیستم‌های رایانه‌ای کاربردی، اعم از سخت‌افزار و نرم‌افزار، و نیز شبکه و ارتباطات از راه دور است، در پی پیشرفت‌های شگرف نانوالکترونیک، شاهد ارتقای قدرت پردازنده‌های چند هسته‌ای و سرعت محاسبه و نیز ظرفیت حافظه و همچنین گسترش سیستم‌های ارتباطی فیبری و بی‌سیم بوده است. تراشه‌های رایانه‌ای در مقیاس نانو نازک شده‌اند و این نازکی زیاد به آنها ویژگی‌های الکتریکی منحصربه‌فرد می‌دهد. پیشرفت‌های فعلی در نانولایه‌ها با ویژگی‌های خاصّ عایق‌سازی یا رسانایی، به نانوساختارها منتهی خواهد شد و ممکن است منجر به جایگزینی حامل اطلاعات از بار الکترون به حامل‌های جدیدی همچون اسپین الکترون، فوتون، یا حالت کوانتمی بشود.

فناوری اطلاعات از نظر مفهومی، فناوری‌های دیگر را از طریق توانایی آن برای بازنمایی حالت‌های فیزیکی به‌عنوان اطلاعات و فرایندهای مدل با انواع روش‌های محاسباتی توانمند می‌سازد. همچنین از نظر ابزاری، فناوری اطلاعات توان محاسبه‌ای را فراهم می‌نماید که در همه حوزه‌های تکنیکی برای فرایند پژوهش، اساسی است. فناوری اطلاعات به‌طور مشخص نانوفناوری را از طریق کنترل دقیق الگوسازی (patterning) و مداخله، توانمند می‌سازد. زیست‌فناوری را نیز از طریق فراهم کردن وسایل مدل‌کردن فرایندهای پیچیده توانمند می‌سازد. مجموعه منبع- باز AFNI (مجموعه‌ای از برنامه‌های C برای پردازش، تحلیل و نمایش داده‌های fMRI) مثالی از کاربرد گسترده ابزار فناوری اطلاعات در زیست‌فناوری است. به‌علاوه، نرم‌افزار شبیه‌سازی می‌تواند تحقیق و توسعه نانو- بیو را در پایش محیطی توانمند سازد.

حق کپی محفوظ است.

C: علوم و فناوری‌های شناختی

این حوزه که شامل مطالعه هوش و سامانه‌های هوشمند است، نسبت به سه حوزه دیگر از چهارگانه NBIC، رشد و مشارکت کمتری در همگرایی داشته است. در عین حال خود این حوزه در واقع یک همگرایی از چندرشته همچون روان‌شناسی شناختی و ادراکی، زبان‌شناسی، مردم‌شناسی فرهنگی، علوم اعصاب، و جنبه‌های هوش مصنوعی از رایانه است.

علوم اعصاب و هوش مصنوعی، علوم شناختی را به زیست‌شناسی و علوم اطلاعات گره می‌زنند. پیوند با علوم اعصاب، هم از طریق درک جدید از کارکردهای نرون‌ها در مقیاس نانو نمایان می‌شود و هم از طریق روش‌شناسی‌های پژوهشی جدیدی که، توسط نانو، برای مطالعه مغز و تعامل انسان با ابزار و ماشین، فعال شده است.

۱,۳ چشم‌انداز NBIC

مروری بر مراکز و پروژه‌های مهم همگرایی نشان‌دهنده وضعیت فعلی و چشم‌انداز شگرف این حرکت است. از آنجا که هر پروژه پیشرفته دارای ریزساختار مبتنی بر نانو است و برای پردازش اطلاعات به اینفو نیاز دارد، بنابراین پروژه‌های این‌چنینی مستلزم نانو و اینفو هستند و همگرایی دوگانه نانو- اینفو قطعی است. اگر پروژه شامل بخش زیستی باشد، مثل پروژه‌هایی که در اینجا معرفی می‌شوند، همگرایی در سه‌گانه نانو- اینفو- بایو رخ می‌دهد. درصورتی که پروژه معطوف به علوم اعصاب و مغز باشد، کاگنو نیز در پروژه وارد می‌شود و همگرایی چهارگانه نانو- اینفو- بایو- کاگنو منجر به نتایج و پیشرفت‌هایی می‌شود که بدون همگرایی قابل دستیابی نمی‌بود. البته میزان پروژه‌هایی که عملاً دربرگیرندهٔ چهارگانه کامل NBIC باشند، محل بحث است.

حق کپی محفوظ است.

پروژه دست مصنوعی در دانشگاه لوند سوئد[1]

هدف این پروژه، توسعه پروتزهای دست است که توسط مغز کنترل می‌شوند. این پروژه شامل راهبردهایی برای کنترل موتور بر اساس سیگنال‌های الکتریکی تولید شده از الکترودهای عضلانی چندگانه یا میکروتراشه‌های کاشته شده در سیستم عصبی خارجی یا مرکزی است. حسگرها، اطلاعات بافت‌های سطحی را جمع‌آوری می‌کنند و این اطلاعات سپس به محرک مغزی ترجمه می‌شوند. محققان این پروژه از دپارتمان‌های اندازه‌گیری‌های الکتریکی، جراحی دست، علوم فیزیولوژیکی، فیزیک حالت جامد و علوم شناختی هستند.

پروژه محاسبه شناختی

این پروژه با الهام از زیست‌شناسی در پی ساخت سیستم‌های خبره، یعنی نرم‌افزار و سخت‌افزاری است که به جای تلاش در جهت تکرار یا شبیه‌سازی معماری‌ها، الگوریتم‌ها و فرآیندهایی که در مغز برای پردازش داده‌ها برای استخراج معنا استفاده می‌شوند، به رقابت با آنها می‌پردازد. این سیستم‌ها به جای اینکه برنامه‌ریزی شوند، یاد می‌گیرند که به‌صورت خودمختار به رویدادهای پیش‌بینی نشده در یک جهان نامتعیّن و متغیر، پاسخ دهند.

پروژه آی.بی.ام برای شبیه‌سازی در مقیاس مغز[2]

گرچه اتلاف توان در سیستم عصبی مرکزی انسان از مرتبه ۱۰ وات است، شبیه‌سازی مغز انسان به طریق متداول، نیازمند چنان انرژی زیادی است که فراهم کردن آن مستلزم یک نیروگاه اختصاصی است. بنابراین ادامهٔ انجام محاسبات به طریق متداول نمی‌تواند ما را به شبیه‌سازی در مقیاس مغز برساند و لازم است از قابلیت‌های شگرف فناوری‌های همگرا بهره‌گیری شود. پروژه شبیه‌سازی مغز در آی.بی.ام مبتنی بر نانوفناوری و قابلیت‌های

[1] Artificial Hand Project at Lund University in Sweden
[2] IBM brainscale simulation project

حق نشر محفوظ است.

محاسباتی متعددی است که این فناوری فعال خواهد کرد.

موسسه طراحی زیستی دانشگاه آریزونا[1]

این موسسه شامل مراکز متصل به‌هم زیست‌پزشکی، نانوفناوری و زیست‌انفورماتیک است و پژوهشگران و متخصصینی را از حوزه‌های فیزیک، شیمی، زیست‌شیمی، مهندسی برق، مهندسی انتقال انرژی، مهندسی سیستم‌های زیست‌شناختی، مهندسی داده‌پردازی و تصمیم رایانه‌ای، مهندسی مواد، و زیست‌داده‌پردازی پزشکی در پروژه‌ها سهیم کرده است. فضاهای آزمایشگاهی در یک محیط تعاملی برای پژوهشگران حوزه‌های چندگانه به اشتراک گذاشته شده است. میزها و تأسیسات این آزمایشگاه‌ها قابل حرکت و تا حد ممکن انعطاف‌پذیرند تا به‌راحتی برای پروژه‌های مختلف و مشترک قابل استفاده و تطبیق باشند.

مرکز همگرایی کورچاتف[2]

این مرکز متمرکز بر تحقیقات و توسعه بین‌رشته‌ای است. مجموعه تأسیسات عظیم این مرکز، مبنای تجربی مرکز NBIC است: چشمه تابش سنکروترون و راکتور تحقیقاتی نوترونی IR-8؛ که هر دوی این تأسیسات اختصاصی، با ایستگاه‌های تحلیلی و فناورانه متنوعی تجهیز شده‌اند تا تحقیقات در حوزه علم مواد، نانوزیست‌فناوری، پزشکی و غیره انجام شود. همچنین در این مرکز آزمایشگاه‌های پیشرفته میکروسکوپ الکترونی با تفکیک بالا، تحقیقات ژنومیک و پروتئین، علوم شناختی و ... وجود دارد. این مرکز یک مجموعه از تأسیسات همبافتی تابش مولکولی و سیستم نانوفناورانه چندمنظوره دارد. پردازش و ذخیره داده‌ها در مرکز پردازش اطلاعات ابررایانه انجام می‌شود. (Kurchatov Center of Converging of NBIC

[1] Biodesign Institute at Arizona State University
[2] Kurchatov Center of Converging NBIC

حق کپی محفوظ است.

Sciences and Technologies, 2011)

موسسه نانوفناوری نظامی ام.آی.تی[1]

مأموریت این موسسه، که از سال ۲۰۰۲ شروع به کار کرده است، پیگیری یک چشم‌انداز بلند مدت برای این مسئله است که *فناوری چگونه می‌تواند آسیب‌پذیری نظامیان را در برابر تهدیدات دشمن و خطرات محیطی کاهش دهد*. هدف نهایی این پروژه عبارت از ساخت یک لباس نظامی است که ضمن بهره‌گیری از قابلیت‌های فناوری پیشرفته، دارای وزن کم و راحتی نیز باشد. در واقع مهندسی زیستی، رباتیک و نانوفناوری همگرا می‌شوند تا این پوشش محافظ خاص را تولید کنند. این اَبَرلباس، شبیه یک لایه دوم از پوست مسلّح، مبادله متابولیکی بدن با محیط را پشتیبانی می‌کند و در عین حال قدرت عضلانی و محافظت در برابر گلوله را نیز با خود دارد. تحقیقات این موسسه در حوزه‌های مختلف راهبردی، ساماندهی شده است که عبارتند از: نانو مواد سبک‌وزن چندمنظوره، پزشکی و مراقبت‌های پیشرفته نظامی، انفجار و تهدیدات بالستیک، تخریب مواد، مکانیسم‌های صدمه، حسگرهای مواد پرخطر، یکپارچه‌سازی نانوسیستم‌ها و ارتقای قابلیت‌های انعطاف‌پذیر در محیط‌های پیچیده.

۱,۴ همگرایی: توصیف یا تجویز

یکی از مسائل مطرح در خصوص همگرایی علوم و فناوری‌ها این است که آیا این همگرایی منجر به ایجاد یک حوزه پژوهشی واقعی و دائمی، مثلاً تحت عنوان حوزهٔ NBIC می‌شود که پژوهشگران و پروژه‌های مختص خود را خواهد داشت یا اینکه NBIC صرفاً یک حوزه موقت است که دانشمندان حوزه‌های مختلف را به اعتبار سهیم‌شدن‌شان در پروژه‌های مشترک، گرد آورده است و وقتی که چنین پروژه‌هایی پایان یابد، حوزه NBIC نیز

[1] MIT Institute for Soldier Nanotechnology

حق کپی محفوظ است.

ناپدید خواهد شد. آیا پژوهشگران و دانشمندان، در کار روزمره‌شان از مفهوم همگرایی به‌عنوان یک چشم‌انداز راهنما استفاده می‌کنند؟ آیا ایده همگرایی اصولاً توسط سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان پژوهش خلق و ابداع شده است، یا اینکه به‌عنوان نتیجه طبیعی توسعه فناورانه و الزامات سازمانی آن، از خود جامعه علمی بیرون آمده است؟

بنابراین از یک سو همگرایی را می‌توان به‌صورت یک مفهوم هنجاری تلقی کرد که توسط سیاست‌گذاران علم و فناوری بر پژوهشگران اِعمال شده است و ممکن است بر شیوهٔ تولید دانش و نقش آن در شکل‌های جدید "فن-علم[1]" تأثیر بگذارد. از سوس دیگر می‌توان همگرایی را برآمده از خود فرایند توسعه و پیشرفت علم و فناوری دانست که به نوعی الزامات آینده برای توسعه مشارکتی پژوهش و فناوری را مجسّم می‌کند. در واقع هرچه فاصله بین چشم‌اندازهای NBIC و توسعه‌های واقعی در حوزه‌های مرتبط، بیشتر باشد می‌توان نتیجه گرفت که به‌کارگیری ایدهٔ همگرایی به‌عنوان مفهوم یک هنجاری پذیرفتنی‌تر از تلقی آن در چارچوب یک مفهوم ناشی از خود علم و فناوری است.

چشم‌انداز همگرایی عبارت است از عزیمت از پژوهش‌های چندرشته‌ای و بین‌رشته‌ای به یک حوزه فرارشته‌ای. ویژگی پژوهش‌های چندرشته‌ای این است که ابزارها و تکنیک‌هایی را حوزه‌های مختلف اتخاذ می‌کند تا راه‌حل‌های نوآورانه برای مسائل فراهم آورد. درحالیکه پژوهش فرارشته‌ای، از طریق تعاملات دگرگون‌کننده‌ای که اصولاً قابلیت آن حوزه‌ها را تغییر می‌دهند و حوزه‌های جدیدی در تقاطع حوزه‌ها ایجاد می‌کنند، از حوزه‌ها فراتر می‌رود و به‌جای راه‌حل‌های موضعی برای مسائل، چارچوب‌های کلّی جدیدی ایجاد می‌کند.

علیرغم چشم‌انداز ترسیم شده، در عمل و بر اساس تحلیل پژوهش‌های پیشرو در مرزهای دانش در حوزه‌های همپوشانی نانو، بایو، اینفو و کاگنو نشان می‌دهند که آنچه بخش غالب همگرایی فناورانه را تشکیل

---

[1] technoscience

حق کپی محفوظ است.

می‌دهد عبارت از پژوهش و توسعه چندرشته‌ای و بین‌رشته‌ای است. مفهوم همگرایی به معنای یکپارچه شدن علوم و فناوری‌های چهارگانه و منجر شدن به مصنوعات بدیعی که نتیجه این همگرایی کامل باشد، هنوز به آن سطح مناسب برای سرمایه‌گذاری و صنعت نرسیده است. اگرچه رویکردهایی در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی شرکت‌های بزرگ در حوزه زیست‌دارویی یا زیست‌پزشکی وجود دارد که می‌تواند "همگرایی فناورانه" نامیده شود و علاقه به فرآیندهای جدید همگرایی درباره بخشی از شرکت‌های فناوری بایو و اینفو وجود دارد، در عین حال انتظارات از مفهوم یا ایده همگرایی کامل چهارگانه NBIC با آنچه که تحقق یافته فاصله قابل توجهی دارد. شاید بتوان ادعا کرد که در برخی حوزه‌ها همچون ارتقای عصبی و مغزی، ارتقای فیزیکی و زیست‌پزشکی و نیز زیست‌شناسی ترکیبی، همکاری و ترکیب حوزه‌های پژوهشی مجزای سابقاً موجود، منجر به یک فرایند همگرایی فناورانه و تشخص حوزه‌های فرارشته‌ای شده است. ولی در علوم اعصاب و زیست‌پزشکی، تمرکز صرفاً روی کاربردهای پزشکی و بهبود درمان‌های از پیش موجود است.

در برخی حوزه‌ها همچون هوش مصنوعی نیز همگرایی به معنای یک رویکرد جدید نیست بلکه شامل یک حوزه پژوهشی موجود است که حالا می‌تواند از یک رویکرد قوی‌تر بین‌رشته‌ای بهره ببرد. ماهیت علوم شناختی نیز همواره بین‌رشته‌ای بوده است و این علوم با منافع و مسائل متداولِ کار بین‌رشته‌ای تشخص می‌یابند. همین برچسب "علوم شناختی" دلالت بر این دارد که هیچ وحدتی بین رشته‌های مختلف در این حوزه وجود ندارد. در واقع نه تنها تحقق پژوهش فرارشته‌ای، بلکه حتی گاهی تحقق پژوهش‌های قوی بین‌رشته‌ای نیز مورد تردید قرار می‌گیرد. اصولاً یکی از مسائل پیشِ رو در اینجا این است که آیا هیچ مبنایی برای همگرایی رشته‌های مختلف و شکل‌گیری یک علم بین‌رشته‌ای وجود دارد؟

برخی از پژوهشگران در حوزه فلسفه علم به بررسی ماهیت پژوهش‌های بین‌رشته‌ای پرداخته‌اند. از جمله اینکه یان اشمیت (Schmidt, 2007) چهار نوع پژوهش بین‌رشته‌ای را تحلیل می‌کند که می‌توانند از یکی از طرق نظری، روش‌شناختی، مسئله محور یا موضوع محور، منجر به یکپارچگی شوند. اشمیت با بررسی این چهار نوع بین‌رشتگی در خصوص مفهوم همگرایی فناورانه، نتیجه می‌گیرد که فناوری‌های همگرا مبتنی بر بین‌رشتگی "موضوع- محور" هستند که درک ضعیفی از بین‌رشتگی است. مطابق تحلیل اشمیت، هیچ چارچوب یا پارادایم

حق کپی محفوظ است.

نظری یا روش‌شناختی وجود ندارد که بتواند از حوزه‌های مختلف پژوهش در فناوری‌های همگرا فراتر رود و منجر به یکپارچگی شود. به‌عبارتی دو عامل مشترک در فناوری‌های همگرا، یعنی اندازه و مقیاس اشیاء و موضوعات تحت بررسی و نیز هدف پژوهش، برای همگرایی کافی نیستند. زیرا اگر اندازه و مقیاس را به‌عنوان مبنای مشترک در نظر بگیریم، موضوعات پژوهشی بسیار متفاوتی وجود دارند که می‌توان نشان داد که یکپارچگی بین‌رشته‌ای آنها تقریباً غیرممکن است. همچنین هدف فناورانه یا هدفی که می‌توان با فناوری به آن رسید، به‌اندازه کافی برای یک پژوهش بین‌رشته‌ای انضمامی نیست. این واقعیت را که یکپارچه‌سازی بین‌رشته‌ای هنوز اتفاق نیفتاده است، می‌توان با نگاه به نرخ بین‌رشتگی (IR) در تألیفات نشان داد. IR نشان می‌دهد که چه تعداد مؤلف از حوزه‌های مختلف در یک تألیف خاص مشارکت دارند. شواهد روزافزونی وجود دارد که این نرخ در فناوری‌های همگرا بیشتر از دیگر حوزه‌های پژوهش نیست، یعنی اینکه تحقیق و توسعه در فناوری‌های همگرا هنوز حاکی از پراکندگی است.

اما از نظر ارزیابی میزان تحقق واقعی آنچه که در چشم‌اندازهای NBIC آمده است، به دو شاخص عمده یعنی تعداد و گستره همکاری‌ها و پروژه‌های پژوهشی مشترک و نیز کاربردهای بالقوه جدید ارجاع داده می‌شود. گرچه هم از همگرایی علمی و هم از همگرایی فناورانه شواهدی وجود دارد در عین حال، در برخی زمینه‌ها چشم‌اندازها فاصلهٔ قابل ملاحظه‌ای از کاربردهای انضمامی دارند. این شکاف، به‌ویژه در دو حوزه ارتقای انسان (ارتقای مغزی و ارتقای فیزیکی) و همچنین در زیست‌شناسی ترکیبی زیاد است ولی در حوزه‌های دیگر، فاصله آنچنان زیاد نیست و می‌توان انتظار داشت در آینده نه چندان دور، چشم‌اندازها به کاربردها تبدیل شوند.

گذشته از این مباحث، واقعیت این است که عموم دانشمندانی که در حوزه‌های متعلق به علوم و فناوری‌های همگرا (NBIC) کار و تحقیق می‌کنند، این واژه را به‌کار نمی‌برند و حتی گاهی از وجود آن بی‌خبرند. بدین معنا که چه بسا کار پژوهشگران در آزمایشگاه‌ها واقعاً و بصورت آگاهانه، در جهت همگرایی نباشد. به‌عبارتی فعالیت پژوهشی در یک رشته علمی، فی‌نفسه وابسته به همگرایی آن با دیگر رشته‌ها نیست و می‌توان گفت اصولاً وضع حوزه‌ای تحت عنوان NBIC در فضای سیاست‌گذاری علم و فناوری جایگاه و

حق چاپ محفوظ است.

معنای مهم‌تری دارد تا در خود فضای علم و فناوری.

البته ممکن است پژوهشگران و دانشمندان، به دلایل راهبردی، پروژه‌های خود را در چارچوب خاصی و تحت عنوان NBIC معرفی و ارائه کنند. مثلاً بعضی دانشمندان اذعان کرده‌اند که برای دریافت اعتبار پژوهشی و پشتوانه مالی پروژه‌های خود، ادعا کرده‌اند که در چارچوب همگرایی علوم و فناوری‌ها کار می‌کنند و طرح خود را در قالب چنین حوزه‌ای توجیه کرده‌اند گرچه آن مفهوم در کار روزانه‌شان اهمیتی نداشته است. البته برخی از دانشمندان نیز معتقدند که مفهوم همگرایی واقعاً ممکن است در آزمایشگاه منجر به ترغیب یا هدایت تحقیق شود و در کار روزانه و نیز در نتیجه پژوهش، تفاوت ایجاد کند.

در خصوص مشارکت دانشمندان علوم انسانی- اجتماعی در برنامه همگرایی نیز تردیدهایی مطرح شده است. در واقع پژوهشگران سنتی و جاافتاده علوم انسانی- اجتماعی اصولاً نسبت به ورود و مشارکت در بحث همگرایی بی‌میل هستند و معتقدند که این ایده برای آنها هیچ چیز جدیدی در بر نخواهد داشت. نتیجه اینکه این گروه، با دیدگاه‌های فراگیر همگرایی که متضمن تغییرات بنیادی در جامعه هستند نیز با شکاکیت برخورد می‌کنند. اما حتی همین پژوهشگران علوم اجتماعی و انسانی، هنگامیکه به دلایل راهبردی و ...، به این مناقشه می‌پیوندند عمدتاً مدافع مواضع موجود (مثلاً در مناقشه مربوط به اراده آزاد که عموماً در پروژه‌های همگرایی دربرگیرنده فناوری عصبی بروز می‌یابد) خواهند بود. (Andler, 2008)

بنابراین اصولاً تحقق همگرایی در نهایت مستلزم تغییر نگرش‌های سیاستگذاران و دانشمندان است. همچنین لازم است ضمن ایجاد زیرساخت‌های فنی خاص، پارادایم‌های آموزشی جدیدی نیز توسعه یابد تا الهام‌بخش نسل بعدی دانشمندان و مهندسان باشد و آنها را آماده کند تا پتانسیل دانش و فناوری‌های همگرا را محقق کنند. از طرفی همگرایی واقعی نیازمند راهبردهای جدیدی در تحقیق و توسعه است تا نوع پژوهش فرارشته‌ای را که در حوزه همگرایی مورد نیاز است پشتیبانی کند. در سطح اجرایی و سازمانی نیز لازم است افراد فعال در امر پژوهش و توسعه، برای کارکردن در حوزه‌های بین‌رشته‌ای و فرارشته‌ای تشویق شوند. زیرا در حال حاضر نوعاً به نظر می‌رسد که ارزیابان رزومه‌های پژوهشی در هر حوزه تخصصی، نسبت به آن دسته از فعالیت‌هایی که درون آن حوزه قرار نمی‌گیرد و معطوف به پروژه‌های بین‌رشته‌ای هستند، رویکرد چندان مثبتی ندارند و به راحتی حاضر به

حق کپی محفوظ است.

قبول و ابراز قدردانی نیستند.

۱.۵ منتقدان همگرایی

جنبش همگرایی با نقدهای متفاوتی مواجه شده است. برخی از منتقدین مسائلی را در خصوص مبانی نظری و نیز اهداف خاص پیشقراولان جنبش همگرایی مطرح کرده‌اند، که این نقدها شامل انواع ملاحظات الهیاتی، اخلاقی و ... می‌شود. عده‌ای دیگر از منتقدین همگرایی نیز به نتایج و تبعات قابل تأمل این برنامه پرداخته‌اند.

دسته اول از منتقدین عموماً به رویکرد طبیعت‌گرایانه برنامه همگرایی و نزدیکی این جنبش به دیدگاه فرا-انسان‌گرایی و پسا-انسان‌گرایی اشاره می‌کنند. برنامه همگرایی علوم و فناوری‌ها برای ارتقای نوع انسان، اصولاً انسان را موجودی صرفاً طبیعی می‌بیند که می‌توان آنرا به کمک علوم طبیعی کاملاً فهمید و توضیح داد و همچنین از طریق فناوری می‌توان به تغییر و کنترل دلخواه آن در سطح فردی و اجتماعی پرداخت. نتیجه چنین رویکردی این خواهد بود که علوم انسانی- اجتماعی چیزی بیش از علوم طبیعی دربرندارند و هم از لحاظ روش‌شناسی و هم از نظر یافته‌ها و نتایج، به این علوم قابل تقلیل‌اند. همچنین این رویکرد منجر به تهدید و تحدید اراده آزاد انسان نیز می‌شود.

برنامه همگرایی برای ارتقای انسان، در واقع مبتنی بر میل به جاودانگی[1] است. در دیدگاه انسان طبیعت‌گرا پیری و مرگ موجب ناتمام ماندن برنامه طبیعی دستیابی به اهداف و آرزوهاست، مرگ به‌صورت یک پدیده طبیعی تلقی نمی‌شود بلکه به‌عنوان رخداد شرّی به آن نگاه می‌شود که می‌توان از آن جلوگیری کرد. بنابراین انسان در درجه اول تلاش خود را در جهت امتداد زندگی و افزایش عمر از طریق حفظ سلامتی

[1] desire for immortality

حق کپی محفوظ است.

و مراقبت در مقابل بیماری‌ها به‌کار می‌گیرد. اما در درجه بعد، انسان متوسل به علوم و فناوری‌های مختلف می‌شود تا مدت زمان زنده ماندن خود را افزایش دهد. این ایده در رویکرد فرا-انسان‌گرایی[1] به شکل جدی و با بهره‌گیری از علوم و فناوری‌های همگرا پی‌گیری می‌شود تا انسان از شرایط و وضعیت نوع طبیعی خود به فاز پسا-انسان[2] گذر کند که در آن، نه تنها از بیماری‌ها در امان خواهد بود بلکه اصولاً کنترل تکامل خود را نیز در دست خواهد گرفت.

تمام ادیان بزرگ جهانی مرگ را تصدیق کرده‌اند و برای زندگی پس از مرگ، بهشت جاودان را بشارت داده‌اند، اما اساساً اکثر طرفداران فرا-انسان‌گرایی باورهای دینی ندارند. بر اساس گزارشی که از بررسی علایق و باورهای مذهبی یا معنوی اعضای انجمن جهانی فرا-انسان‌گرایی در دست است حدود ۷۸ درصد از فرا-انسان‌گرایان خداناباور، اومانیست سکولار، لاادری و ... هستند و تنها حدود ۲۲ درصد به نوعی مذهب یا معنویت اعتقاد دارند. (Hughes J. J., 2005)

همچنین متفکران فرا-انسان‌گرا، در واقع از آنجا که معتقدند برای پسا-انسان‌ها تکامل طبیعی جای خود را به تکامل هدایت شده توسط علوم و فناوری‌های همگرا خواهد داد، بنابراین انسان را دارای حق کامل برای در اختیار گرفتن و تغییر دادن ماهیت زیست‌شناختی خود می‌دانند و از این حیث اصولاً جایگاهی برای خلقت الهی قائل نیستند.

علاوه بر نقد الهیاتی رویکرد فرا-انسان‌گرایانه در برنامه همگرایی، این دیدگاه از جنبه اخلاقی نیز محل بحث است. منتقدین اخلاق‌گرا معتقدند که اصولاً امکان دستکاری و کنترل‌های شگرف زیستی و ژنتیکی، با نادیده گرفتن طبیعت انسانی، موجب تزلزل مبنای بسیاری از احکام اخلاقی و اجتماعی و نیز تضعیف کرامت انسانی می‌شود. اما طرفداران برنامه همگرایی معتقدند که فناوری‌های همگرا اصولاً منجر به "اصول اخلاقی کاملاً جدید"ی می‌شوند که بر حوزه‌های پیشرفته فناوری حاکم خواهند شد. در واقع فرا-انسان‌گرایان بر این باورند که

[1] Transhumanism
[2] Posthum

حق کپی محفوظ است.

هیچ الزام اخلاقی‌ای نمی‌تواند توسعه و به‌کارگیری فناوری‌های بهسازی انسان (فبا) را ممنوع کند.

اما صرفنظر از نقدهایی که به جنبه‌های الهیاتی و اخلاقی رویکرد فرا-انسان‌گرایانه در برنامه همگرایی وارد است، برخی از متفکران در همان کمپ خداناباوری، همچون واتسون (Watson, 2009) برنده جایزه نوبل فیزیولوژی و پزشکی، به این نکته پرداخته‌اند که فرا-انسان‌گرایی و فناوری‌های در خدمت آن، در نهایت نمی‌توانند پاسخگوی میل به جاودانگی انسان باشند.

دسته دوم از منتقدین برنامه همگرایی، پیامدهای خاص اجتماعی- سیاسی آن را مورد توجه قرار داده‌اند. مصنوعات فناوری‌های بهسازی انسان (فبا) این امکان را برای طراحان و کارفرمایان فراهم می‌کنند که اطلاعات شگرفی را دربارهٔ حالت‌های ذهنی و ساختارهای شخصیتی افراد مورد نظرشان بدست آورند که این به نوبه خود، کنترل فردی و جمعی افراد مزبور را امکان‌پذیر خواهد کرد. مثلاً به نظر می‌رسد با کنترل حالات ذهنی، می‌توان امیال و خواسته‌های افراد را جهت‌دهی کرد و از این وسیله برای کنترل بازار استفاده کرد. همچنین وقتی همهٔ فرایندهای مغز را بتوان مشاهده و تحلیل کرد، اصولاً معنا و شیوه تنبیه و توبیخ افراد تغییر خواهد کرد. یا مثلاً از طریق ایمپلنت‌های حسگر دریافتن دروغگویی افراد خیلی راحت‌تر و دقیق‌تر خواهد شد. ضمن اینکه با استفاده از داروهای عصب‌شناختی می‌توان حافظه افراد را ارتقا یا تقلیل داد و کنترل آن را در به‌یادآوری یا فراموشی خاطرات خاص، به دست گرفت.

بنابراین توسعه این فناوری‌ها می‌تواند به مسائل حقوقی- اجتماعی عمیقی معطوف به جُرم و عدالت اجتماعی نیز منجر شود. منتقدین با مورد توجه قراردادن این جنبه از فناوری‌های فبا، ادعا می‌کنند که حکومت‌های دارای این فناوری‌ها، رویکرد اساساً متفاوتی به مهندسی اجتماعی خواهند داشت و در واقع جامعه را به‌صورت شبکه‌ای از موجودات انسانی تحلیل خواهند کرد که به کمک علم، قابل پیش‌بینی و تنظیم است.

منتقدین دسته دوم همچنین ایده‌های برتری‌جویانه نظامی و فرهنگی در سطح جهانی از سوی حکومت‌های حامی همگرایی را از پیامدهای خاص فناوری‌های همگرا برشمرده‌اند و معتقدند که این برنامه، تهدیداتی در مقابل فرهنگ و سنت، تمامیت و استقلال و نیز ثبات سیاسی و اقتصادی کشورهای جهان

حق چاپ محفوظ است.

عرضه می‌کند.

یکی دیگر از گروه‌های منتقد پیامدهای همگرایی، گروه‌های زیست‌محیطی‌اند که برای اشاره به فناوری‌های چهارگانه همگرا به جای استفاده از عنوان اختصاری NBIC کلمه BANG را به کار می‌برند که ضمن اشاره به بیت، اتم، نرون و ژن به‌عنوان واحدهای اساسی فناوری‌های مزبور، نوعی هشدار نیز در بر دارد. این منتقدین ضمن تأکید بر تأثیرات شگرف BANG بر معیشت و محصولات غذایی و کشاورزی در کشورهای مختلف جهان و افزایش فاصله جنوب و شمال، معتقدند که برنامه همگرایی تنها تنوع فرهنگی و ژنتیکی مردم جهان، بلکه ایمنی و سلامت آنها را نیز کاملاً در اختیار می‌گیرد.

بدیهی است که در چشم‌انداز فراهم شده توسط علوم و فناوری‌های همگرا می‌توان انتظار داشت که برای انواع مشکلات راه حل‌های فناورانه خلاق، بادوام و مطلوب ارائه شود. اما مسئله جدی و محوری در خصوص برنامه همگرایی این است که *آیا می‌توان همگرایی علوم و فناوری‌ها را برای حل چالش‌های بزرگ و مسائل عمدهٔ امروز یا آینده بشر به‌کار برد؟* آیا چنین پتانسیلی در فناوری‌های همگرا وجود وجود دارد که دسترسی مردم جهان به انرژی، غذا، ارتباطات، و صلح و امنیت را تسهیل و تسریع کند یا اینکه دسترسی محدود و بسیار نامتوازن مردم به فناوری‌های همگرا باعث ناپایداری امنیت جهانی در آینده خواهد شد؟

نکته‌ای که لازم است در خصوص نقد برنامه همگرایی مورد توجه و تأکید قرار بگیرد این است که صرفنظر از وجوه نظری و آکادمیک این مباحث و نیز جنبه‌های مرتبط با سیاست‌گذاری علم و فناوری، این نقدها باید به حوزه عمومی نیز منتقل شود و با ادبیات متناسب با کاربران مصنوعات فناوری‌های همگرا نیز مطرح شود. زیرا بازخورد کاربران مصنوعات فناورانه و میزان پذیرش عمومی مصنوعات در جامعه، در بازطراحی و نیز توسعه یا محدودسازی این مصنوعات تأثیر قطعی و به‌سزایی خواهد داشت.

این مسئله، در بخش دوم گزارش و در ذیل عنوان "کارکرد و عاملیت اجتماعی مصنوعات فناوری‌های همگرا" مورد بحث قرار خواهد گرفت.

حق کپی محفوظ است.

۲. کارکرد و عاملیت مصنوعات فناوری‌های همگرا

هر مصنوع فناورانه، وسیله‌ای برای محقق‌کردن یک هدف عملی معیّن است. تحلیل وجه التفاتی مصنوعات فناورانه، نوعاً از طریق مفهوم کارکرد صورت می‌گیرد چرا که کارکرد یک مصنوع فناورانه معمولاً بازتابی از هدف طراح یا کاربر آن مصنوع است و نسبت‌دادن کارکرد به مصنوعات برحسب پس‌زمینه استفاده و طراحی مصنوع، صورت می‌گیرد. در واقع از یک طرف طراح مصنوع، با درنظر گرفتن ویژگی‌های فیزیکی و ساختاری مشخصی برای آن، انتظار دارد که مصنوع مورد نظر بتواند کار معیّنی را انجام دهد، از طرف دیگر وقتی که این مصنوع در اختیار کاربر قرار می‌گیرد، ویژگی‌های فیزیکی آن در اغلب موارد، این امکان را به کاربر می‌دهد که بتواند کارکردهای اتفاقی دیگری نیز برای آن در نظر بگیرد.

بر اساس بازنمایی فاسن (Vaesen, 2011) از این نگاه ابزاری، اگر S بخواهد که A انجام شود و انجام B موجب انجام A شود، دراین‌صورت S، B را انجام خواهد داد. اگر وساطت فناوری در انجام کار را مدنظر داشته باشیم، انجام B می‌تواند به‌کارگیری مصنوع فناورانه x باشد و لذا در اینجا مصنوع x صرفاً یک جنبه کارکردی برای تحقق A دارد. بنابراین نتیجه این نگرش این خواهد بود که ادعاهای هنجاری درباره هر مصنوع فناورانه نیز بر اساس کارکرد آن مصنوع معنا پیدا خواهد کرد. یعنی با توجه به اینکه کارکرد یک مصنوع به ما می‌گوید که آن مصنوع چه کار باید بکند، درصورتی که مصنوع مورد نظر، آن کار را انجام ندهد می‌گوییم بد کار می‌کند یا نمونه بدی از آن مصنوع است. (Franssen, 2006)

مسئله‌ای که در اینجا مطرح است این است که وقتی از کارکرد مصنوعات فناورانه، به ویژه مصنوعات پیشرفته فناوری‌های همگرا، صحبت به میان می‌آید، آیا کارکرد واقعی این مصنوعات مدنظر است یا کارکرد اتفاقی آنها و آیا کارکرد واقعی صرفاً توسط طراحان مصنوعات تعیین می‌شود یا کاربران نیز نقشی در تعیین کارکرد واقعی دارند. در اینجا لازم است دو نکته مورد توجه قرار بگیرد، نکته اول اینکه برخی از ویژگی‌های مرتبط با طراحی و تولید مصنوعات فناورانه، غیرکارکردی تلقی می‌شوند (همچون قابلیت عرضه در بازار و

حق چاپ محفوظ است.

راحتی ساخت و ...) ولی در توسعه و گسترش مصنوعات و نیز پذیرش اجتماعی آنها بسیار مؤثرند و از این جهت نباید از آنها غفلت کرد. نکته دیگر که در ارتباط تنگاتنگ با نکته قبلی است اینکه تحلیل مسئله انتساب کارکرد به مصنوعات فناورانه (دوگانه طراح / کاربر) به نوعی در گرو میزان نقش نسبی خواهد بود که برای مصنوعات فناورانه، طراحان و نیز کاربران آنها در نظر خواهیم گرفت. این مسئله در حوزه مطالعات فناوری، تحت عنوان عاملیت اجتماعی مصنوعات فناورانه مورد اشاره قرار می‌گیرد. تمرکز این بخش از گزارش پژوهش حاضر نیز اساساً بر همین مسئله و تبیین جوانب آن و نیز بررسی رویکردهای مختلف در برابر آن، با تأکید بر مصنوعات فناوری‌های همگرا و به‌ویژه مصنوعات فناوری‌های بهسازی انسان (فبا) خواهد بود.

۲,۱ مسئله فبا: عاملیت اجتماعی فناوری‌های بهسازی انسان

در علوم اجتماعی، عاملیت عبارت است از ظرفیت افراد برای اینکه به‌صورت مستقل عمل کنند و دست به انتخاب‌های آزاد بزنند. این مفهوم در مقابل مفهوم ساختار قرار دارد که شامل عناصر مؤثر از پیش موجود همچون طبقه اجتماعی، دین، جنس، نژاد، رسوم و ... است که یک عامل و تصمیماتش را متعیّن یا محدود می‌کند. (Barker, 2005, p. 448) درخصوص تأثیرات نسبی عامل و ساختار در کنش‌های اجتماعی، رویکردهای مختلف و مناقشات فراوانی مطرح شده است و درباره اینکه کنش‌های افراد تا چه اندازه توسط ساختارها و سیستم‌های اجتماعی مقید می‌شوند، هیچ توافقی وجود ندارد.

این مسئله درخصوص مصنوعات فناورانه نیز به طریق نسبتاً مشابهی مطرح شده است. به این معنا که برخی از فیلسوفان و صاحبنظران در حوزه مطالعات فناوری، به مصنوعات فناورانه نوعی عاملیت اجتماعی نسبت داده‌اند و این مصنوعات را به‌عنوان عامل مستقلی در تحولات اجتماعی جوامع دارای فناوری، تلقی می‌کنند. صورت‌بندی این مسئله درباره مصنوعات فناوری‌های بهسازی انسان، که در این گزارش تحت عنوان "مسئله فبا" مورد اشاره قرار خواهد گرفت، بدین شکل است که *آیا مصنوعات فبا، عاملیتی مستقل از عوامل انسانی دارند یا اینکه عاملیت اجتماعی- سیاسی آنها در نهایت قابل تقلیل به عاملیت توسعه‌دهندگان و کاربران آنها و گروه‌های اجتماعی و سیاستگذاران است؟*

حق نسخه‌برداری محفوظ است.

در بخش اول این گزارش، در قسمت چشم‌اندازهای NBIC، موسسه نانوفناوری نظامی ام.آی.تی و مأموریت و هدف آن تشریح شد. همانگونه که توضیح داده شد محصول نهایی پروژه این موسسه، که یکی از پیشروترین مصنوعات فبا خواهد بود و در این بخش از گزارش بارها مورد اشاره قرار خواهد گرفت، عبارت خواهد بود از نوعی لباس کم‌وزن و بسیار راحت برای سربازان، که با بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته همگرا، آسیب‌پذیری آنها را در برابر تهدیدات دشمن و نیز خطرات محیطی، به حداقل میزان ممکن کاهش خواهد داد.

در این پروژه، همگرایی نانوفناوری، مهندسی زیستی، رباتیک و علوم اعصاب، منجر به اَبَرلباس فبا خواهد شد که همچون یک لایه از پوست، امکان مبادله متابولیکی بدن با محیط را فراهم می‌کند و در عین حال، قدرت فیزیکی، سرعت پردازش ذهنی و تصمیم‌گیری، و انعطاف‌پذیری فرد را در واکنش به شرایط محیطی و تهدیدات دشمن افزایش می‌دهد. *آیا می‌توان ادعا کرد مصنوعاتی همچون این اَبَرلباس، عاملیتی مستقل از عوامل انسانی خواهند داشت و توسعه یا کاربرد آنها فی‌نفسه تغییرات اجتماعی- سیاسی شگرفی همچون نظامی‌گری و استیلا را رقم خواهد زد یا اینکه نتیجه در نهایت وابسته به عوامل انسانی و گروه‌های اجتماعی، سیاستگذاران و کاربران خواهد بود؟* پاسخگویی به چنین سوالی می‌تواند مبنایی برای برنامه بومی انتقال و توسعه فناوری‌های همگرا فراهم کند. در ادامه، رویکردهای مختلف در برابر "مسئله فبا" مورد طرح و بررسی قرار خواهند گرفت.

۲,۲ ذات‌گرایی فناورانه و مسئله فبا

در فلسفهٔ کلاسیک فناوری، متفکرانی همچون مارکس، هایدگر، ایلول، وینر، یوناس و ... عموماً ماهیت و ذات فناوری یا ویژگی‌های فیزیکی مصنوعات فناورانه را در کانون تحلیل‌های خود قرار می‌دهند. چنانکه فلیپ بری (Brey, 2005, pp. 62-64) رویکرد ذات‌گرایی (واقع‌گرایی خام) نسبت به عاملیت مصنوعات فناورانه را شرح می‌دهد طرفداران این دیدگاه معتقدند که ویژگی‌های فیزیکی و مشخصه‌های لحاظ شده در طراحی و ساخت یک مصنوع فناورانه، اصولاً به‌صورت قیودی عمل می‌کنند که دامنه عمل کاربر را محدود

حق کپی محفوظ است.

می‌کنند و بنابراین در نهایت تعیین می‌کنند که با آن مصنوع چه کارهایی می توان انجام داد و چه کارهایی نمی‌توان انجام داد.

تأکید ذات‌گرایان بیشتر بر "قیود قوی" مصنوعات فناورانه است که از طریق اِعمال قوانین فیزیکی، مانع رویداد یا فرایند مشخصی می‌شوند؛ مثل ماشین لباسشویی که کاربر را مجبور می‌کند که قبل از بازکردن درِ آن، ماشین را خاموش کند. این در حالی است که "قیود ضعیف" در مصنوعات فناورانه نمی‌توانند به‌صورت مانعی قطعی در مقابل یک عمل یا رویداد ظاهر شوند بلکه صرفاً موجب سوق دادن کاربر به سمت یک کنش خاص، یا اختلال در کنشی دیگر می‌شوند؛ مثل زنگ هشدار گوشخراش اتومبیل که در هنگام تخطی راننده از سرعت مجاز، وی را مجبور به کاهش سرعت می‌کند.

لانگدون وینر با تکیه بر نقش قیود فیزیکی قوی در مصنوعات فناورانه برای اِعمال اهداف و سیاست‌های خاص انسانی، در مقاله معروفش (Winner, 1980) این مسئله را که "آیا مصنوعات فناورانه دارای سیاست‌اند؟" مطرح می‌کند. وینر با اشاره به پل‌های لانگ آیلند در نیویورک، که ارتفاع آنها از سطح زمین کمتر از اندازه معمول بود و لذا عبور اتوبوس‌ها از زیر آنها غیرممکن بود، ادعا می‌کند (Winner, 1980, pp. 123-124) که این پل‌ها علت عدم دسترسی طبقه فقیر و سیاه‌پوست (که عمدتاً فاقد اتومبیل سواری بودند و از اتوبوس استفاده می‌کردند) به ساحل و لذا عامل تبعیض نژادی در آنجا بودند. بنابراین مطابق این مثال کلاسیک، یک ویژگی ذاتی در طراحی و ساخت مصنوع فناورانه، به‌صورت قید فیزیکی قوی عمل می‌کند و به‌عنوان علت و عامل یک تغییر اجتماعی ظاهر می‌شود. اما به نظر می‌رسد وینر برای دفاع از ادعای سیاسی بودن مصنوعات فناورانه، همچنان به نمونه‌ای رادیکال‌تر نیاز دارد. بنابراین وینر سراغ مثال بمب اتمی می‌رود (Winner, 1980, p. 131) و از آن به‌عنوان یک مصنوع فناورانه یاد می‌کند که ذاتاً سیاسی است. دلیل وی برای این ادعا اینست که یک بمب اتمی تا وقتی که وجود دارد، مستلزم یک زنجیرهٔ شدیداً سلسله‌مراتبی از فرماندهی است که تحت تأثیر هیچ کسی غیر از مرکز فرماندهی نباشد تا از هرگونه عملکرد و نتیجهٔ پیش‌بینی‌نشدهٔ این مصنوع فناورانه جلوگیری شود. بنابراین اساساً سیستم اجتماعی حول و حوش بمب اتمی باید استبدادگرا باشد و راه دیگری وجود ندارد.

بر اساس رویکرد ذات‌گرایانه، ساختار طراحی ابرلباس فبا علت تأثیرات اجتماعی- سیاسی ناشی از

حق کپی محفوظ است.

به‌کارگیری آن خواهد بود. به‌عبارت دیگر مصنوعاتی همچون ابرلباس فبا فی‌نفسه و به‌خاطر ویژگی‌های فیزیکی و ساختاری‌شان، دارای قدرت ایجاد تغییر هستند و لذا می‌توان آنها را کنشگر اجتماعی تلقی کرد. بنابراین پاسخ مقدّر ذات‌گرایان به مسئله فبا اینگونه قابل صورت‌بندی خواهد بود که مصنوعات فبا ذاتاً عاملیتی مستقل از انسان دارند و توسعه یا کاربرد آنها صرفنظر از اینکه در چه جامعه‌ای باشد، منجر به کنش‌های جمعی و راهبردهای سیاسی خاصی همچون نظامی‌گری (Militarism) و استیلا خواهد شد.

ولتی در کتاب *جامعه و تغییرات فناورانه* (Volti, 2013, pp. 324-325) در بحث درباره توسعه فناوری‌های نظامی و در مقایسه فناوری اسلحه گرم با فناوری قدیمیِ تیر و کمان، به این نکته اشاره می‌کند که در تیراندازی با تیر و کمان، مهارت کماندار بسیار تعیین‌کننده و در واقع جزء اساسی سیستم فناورانه تیراندازی بود. ضمن اینکه کسب این مهارت، علاوه بر قابلیت‌های طبیعی فرد، آموزش و ممارست فراوانی نیز می‌طلبید و ممکن بود تا سال‌ها کامل نشود. اما با توسعه اسلحه‌های گرم، تبدیل افراد عادی به سربازانی قابل، طی یک دوره کوتاه مدت آموزشی امکان‌پذیر شد. گرچه ولتی متعهد به ذات‌گرایی نیست، قطعاً می‌توان این نکته وی را درباره مصنوعات فبا با کاربری نظامی تعمیم داد و به نفع ذات‌گرایان تعبیر کرد. زیرا ویژگی مهم چنین مصنوعاتی، همچون ابرلباس فبا، این است که عملکرد کاربر را به سطحی فراتر از انسان عادی ارتقا می‌دهند و لذا کارآیی مصنوع اصولاً نه تنها وابسته به مهارت و توانایی‌های کاربر انسانی آن نیست، بلکه بسیار فراتر از آن نیز خواهد بود. به عبارتی رویکرد ذات‌گرایانه نسبت به عاملیت مصنوعات فبا، که به معنای تفوق ویژگی‌های ذاتی و ساختاری مصنوعات بر مشخصه‌های انسانی خواهد بود، موجه به نظر می‌رسد. در این‌صورت مصنوعات فبا با کاربری نظامی، ذاتاً منجر به نظامی‌گری و نیز استیلای قدرت‌های توسعه‌دهنده یا به‌کارگیرنده آنها خواهد شد، چنانکه گویی نظامی‌گری، در ساختار این مصنوعات مندرج شده است و به‌کارگیری آنها در هر بستر اجتماعی، نتیجه‌ای از پیش تعیین‌شده خواهد داشت.

اما سوالی که در اینجا قابل طرح است این است که اصولاً آیا مصنوع پیچیده‌ای همچون ابرلباس فبا، بدون اینکه توسط کاربر برنامه‌ریزی شود و صرفاً بر اساس ویژگی‌های ذاتی خود، قادر به تمیز دشمن از خودی خواهد بود؟ ابرلباس فبا محصولی خواهد بود که با بهره‌گیری از فناوری‌های همگرا می‌تواند واکنش

حق کپی محفوظ است.

کاربر نظامی خود را به تهدیدات محیطی به‌طور خارق‌العاده‌ای ارتقا دهد، اما اگر هیچگونه تهدید یا وضعیت جنگی و خصمانه وجود نداشته باشد، آیا ویژگی‌های فیزیکی این ابرلباس فی‌نفسه موجب تنش و نظامی‌گری خواهد شد؟ به نظر می‌رسد پاسخ چنین سوالاتی منفی است و تعریف دشمن یا دشمنی، فراتر از فیزیک مصنوعات و امری وابسته به انسان‌هاست. در واقع پاسخ ذات‌گرایان به مسئله فبا، خلاف شهود است و با این مشکل اساسی مواجه است که اراده انسانی را به‌کلی نادیده می‌گیرد.

همانگونه که بری (Brey, 1997, pp. 57-59) می‌نویسد دیدگاه ذات‌گرایانه فیلسوفان کلاسیک فناوری، مورد نقدهای جدی صاحبنظران حوزه مطالعات فناوری در دهه ۱۹۸۰ میلادی و پس از آن قرار گرفته است. برخی نظریه‌پردازان فلسفه کلاسیک فناوری، ادعاهایی تجربی و آزمون‌پذیر مطرح کرده یا پیشفرض گرفته‌اند که مطالعات تجربی فناوری نشان داده است که این ادعاها مبتنی بر شواهد تجربی نیستند یا توسط چنین شواهدی حمایت نمی‌شوند یا حتی بدتر اینکه بر اساس این شواهد، ادعاهایی نادرست‌اند.

به‌ویژه مطالعات تجربی فناوری (Noble, 1984) (MacKenzie & Wajcman, 1985) (Pinch & Bijker, 1987) نشان داده است که جبرانگاری فناورانه با نقدهای جدی مواجه است و تغییرات فناورانه و نیز نوآوری فناورانه، اصولاً تحت تأثیر انتخاب‌های اجتماعی است. هاربرس (Harbers, 2005, pp. 11-18) نیز در کتاب *درون سیاست فناوری* ضمن اشاره به این نکته که در رویکردهای جدید مطالعات علم و فناوری، توجه ویژه‌ای به چگونگی تولید علم و فناوری و نیز شرایط اجتماعی آن معطوف شده است، این مسئله جدی را مورد توجه قرار می‌دهد که حتی اگر بتوان عاملیت را به مصنوعات فناورانه نسبت داد، آیا مسؤولیت را هم می‌توان به آنها تسری داد و این امر، چه تبعاتی در سیاست‌گذاری دارد؟

به نظر می‌رسد مصنوعات فناورانه حامل نشانه‌هایی از فرآیندهای اجتماعی‌ای هستند که آنها را به ثمر رسانده‌اند و تأثیرات اجتماعی و فرهنگی یک فناوری نیز متناظر با تصمیماتی است که در طی مرحله توسعه آن اتخاذ شده است. بخش مهمی از مطالعات فناوری تحت تأثیر رویکرد برساخت‌گرایی اجتماعی است که بخش بعدی گزارش معطوف به بررسی مواجهه این رویکرد با مسئله فبا خواهد بود.

حق نشر محفوظ است.

۲,۳ برساخت‌گرایی اجتماعی و مسئله فبا

مقاله پینچ و بیجکر (Pinch & Bijker, 1987) سرآغاز شکل‌گیری رویکرد برساخت‌گرایی اجتماعی فناوری تلقی می‌شود. جانسون (Johnson & Wetmore, 2009, p. 107) معتقد است مهمترین دستاورد این مقاله عبارت بود از طرد ایده جبر فناوری و تأکید بر این نکته که همه جنبه‌های فناوری را گروه‌های اجتماعی هدایت می‌کنند. گروه‌های اجتماعی مورد نظر پینچ و بیجکر برای ایجاد تغییر در فناوری، محدود به گروه‌های صاحب قدرت نیستند. یعنی نه تنها سرمایه‌گذاران، صنعتگران و مهندسین که در طراحی و ساخت مصنوعات فناورانه نقش دارند، بلکه افرادی که مصنوعات ساخته شده را در اختیار می‌گیرند نیز می‌توانند به بازتعریف معنا و کاربرد این مصنوعات بپردازند. به‌عبارتی مصنوعات فناورانه دارای انعطاف‌پذیری تعبیری (Interpretive flexibility) هستند و گروه‌های اجتماعی مختلف بر اساس نیازها، ارزش‌ها و ... خود می‌توانند در خصوص معانی، طراحی‌ها و کاربردهای متفاوت مصنوعات تصمیم‌گیری کنند.

اصل انعطاف‌پذیری تعبیری متضمن این نتیجه است که تعابیر متفاوت گروه‌های اجتماعی، اساساً ویژگی‌های متفاوتی به یک مصنوع فناورانه نسبت می‌دهند. نکته حائز اهمیت در این ادعا، که بری (Brey, 2005, pp. 67-68) به آن اشاره می‌کند، این است که این تفاوت ویژگی‌ها منحصر به کارکرد مصنوعات نیست بلکه به محتوای فنی آنها نیز مرتبط است، تا آنجا که وولگار (Woolgar, 1991)، به‌عنوان یک برساخت‌گرای اجتماعی تمام عیار، ادعا می‌کند که جنبه‌های فیزیکی طراحی مصنوعات فناورانه، محصول بازنمایی‌های اجتماعی و لذا برساخته‌هایی اجتماعی‌اند و تعیین‌کنندهٔ امکانات و قیود این مصنوعات نیستند. همچنین فافنبرگر (Pfaffenberger, 1992) نیز معتقد است که امکانات مصنوعات فناورانه، جنبه‌های عینی طراحی آنها نیستند بلکه برساخته یا بازنمایی‌هایی اجتماعی‌اند. البته به‌تدریج که یک تعبیر یا بازنمایی خاص برای یک مصنوع فناورانه تثبیت می‌شود، بازتعریف آن مصنوع به‌صورت‌های دیگر مشکل‌تر می‌شود و در طی چنین فرایندی است که به نظر می‌رسد آن معنا یا کاربرد خاص، ذاتی یا جزء طبیعی از مصنوع است.

یک برداشت همدلانه از رویکرد برساخت‌گرایان اجتماعی این است که در زندگی اجتماعی، در بسیاری

حق کپی محفوظ است.

از مواقع نقشی که مصنوعات فناورانه ایفا می‌کنند در واقع از طریق فهم و درک مردم از ظرفیت‌های این مصنوعات است و نه از طریق اِعمال واقعی و مستقیم قوانین فیزیکی. چنانکه در مثال کلاسیک پل‌های لانگ آیلند گرچه ارتفاع پل‌ها، یک ویژگی فیزیکی است که کم‌تر بودن آن از ارتفاع اتوبوس، به‌صورت یک قید فیزیکی قوی عمل می‌کند، در عین حال آنچه که مانع عبور اتوبوس از زیر این پل‌ها می‌شود برخورد فیزیکی اتوبوس با پل‌ها نیست بلکه تعبیر مردم از مانع بودن چنین پل‌هایی برای عبور اتوبوس است. گیت‌های امنیتی در ورودی ساختمان‌های تحت کنترل نیز همین وضعیت را دارند، با این تفاوت که در اینجا عبور افراد از زیر یا بالای این گیت‌ها نیز امکان‌پذیر است ولی عموماً کسی زحمت چنین تجربه‌ای را متحمل نمی‌شود زیرا تعبیر مانع از این گیت‌ها در بین مردم جا افتاده است.

این موضوع در مصنوعات فناورانه پیچیده و هوشمند و به‌ویژه در خصوص مصنوعات فناورانه با کاربرد نظامی، اهمیت بیشتری می‌یابد. ولتی (Volti, 2013, p. 324) معتقد است توسعه و به‌کارگیری تسلیحات نظامی، چه تهاجمی و چه دفاعی، به علت ویژگی فیزیکی و برتری ذاتی‌شان نیست. ابداع و استفاده از مصنوعات فناورانه نظامی، ناشی از عوامل کلان اجتماعی- سیاسی و جهت‌گیری‌های بومی- فرهنگی است. مثلاً گرچه تسلیحات هسته‌ای به موجب ویژگی‌های فیزیکی‌شان بسیار مخرب و هراسناک هستند، نقش بازدارنده خود را از اِعمال دائمی این ویژگی‌های فیزیکی به دست نیاورده‌اند بلکه این جایگاه را گروه‌های اجتماعی و سیاسی به این مصنوعات داده‌اند. اگر وجود ویژگی‌های فیزیکی خاصی در یک بمب اتمی برای اینکه این مصنوع نقش بازدارنده داشته باشد کافی بود، بمباران اتمی هیروشیما و ناکازاکی هیچگاه نباید اتفاق می‌افتاد. بنابراین در نهایت این انسان‌ها هستند که تصمیم می‌گیرند قیود فیزیکی در مصنوعات فناورانه را محترم بشمرند یا آنها را نقض کنند.

بر اساس رویکرد برساخت‌گرایی اجتماعی، نمی‌توان عاملیت اجتماعی- سیاسی را به مصنوعات فبا نسبت داد، زیرا کنش این مصنوعات اصولاً به کنش‌ها و تعبیرهای گروه‌های اجتماعی قابل تقلیل است. به‌عبارتی اینگونه نیست که مصنوعاتی همچون ابرلباس فبا عامل ایجاد نظامی‌گری و استیلا باشند بلکه عاملیت را باید به گروه‌های اجتماعی- سیاسی خاصی منتسب کرد که فارغ از ابداع و به‌کارگیری این ابرلباس نیز گرایش به نظامی‌گری دارند و لذا تعبیر و بازنمایی نظامی‌گرایانه از این مصنوع ارائه می‌دهند.

حق چاپ محفوظ است.

مطابق این رویکرد، نگاه مزبور به ابرلباس فبا و کاربرد آن، محصول ویژگی‌های فیزیکی و ذاتی آن نیست بلکه صرفاً یک برساختهٔ اجتماعی است که می‌توانست به‌گونه متفاوتی شکل بگیرد. با چشمپوشی از نام موسسه نانوفناوری نظامی MIT، که مأموریت طراحی و تولید ابرلباس فبا را به‌عهده دارد، می‌توان مصنوع مزبور را با کاربری مدنی و غیرنظامی بازتعریف کرد. در واقع ابرلباس فبا، صرفاً یک لباس با قابلیت مبادله متابولیکی با محیط است که توان فیزیکی کاربر و سرعت و دقت تصمیم‌گیری او را افزایش می‌دهد و فی‌نفسه مستلزم این نیست که حتماً توسط نیروی نظامی مورد استفاده قرار بگیرد. به‌عبارتی ویژگی‌های طراحی ابرلباس فبا، هیچ قیدی روی کاربر یا نوع کاربرد آن اِعمال نمی‌کند.

این دیدگاه برساخت‌گرایان اجتماعی نسبت به ویژگی‌های فیزیکی مصنوعات فناورانه، در واقع به معنای انکار قیود فیزیکی است. چنانکه بری (Brey, 2005, pp. 71-74) اشاره می‌کند برساخت‌گرایان اجتماعی، در خصوص قیود فیزیکی مصنوعات فناورانه دو نوع تعبیر به‌کار می‌برند؛ یا آنها را برساخته‌های اجتماعی کاربران تلقی می‌کنند که با تغییر تفسیر اجتماعی کاربران، می‌توان این قیود را از میان برداشت، یا آنها را برساخته‌های اجتماعی تحلیلگران اجتماعی می‌دانند که در این‌صورت نیز عینی نیستند.

برساخت‌گرایان اجتماعی در پاسخ به منتقدینی که به بدیهی بودن قیود فیزیکی قوی و مستقل از تعبیر بودن این قیود اشاره می‌کنند، این ادعا را مطرح می‌کنند که اصولاً بدیهی یا مسلّم بودن، محصول بازنمایی‌های مشروط اجتماعی است که خود در معرض تغییر است. بدین ترتیب در تحلیل برساخت‌گرایان اجتماعی، از آنجا که تفسیر و بازنمایی‌های گروه‌های اجتماعی تنها عامل تعیین‌کننده است، ویژگی‌های فیزیکی مصنوعات فناورانه هیچ‌گونه عاملیت و حتی شأن هستی‌شناختی مستقلی ندارند. انکار هستی‌شناسانه ویژگی‌های فیزیکی مصنوعات فناورانه توسط برساخت‌گرایان اجتماعی، دیدگاهی خلاف شهود است.

فیلسوفان معاصر فناوری در دهه اخیر ضمن ارائه مباحث قابل توجهی در باب هستی‌شناسی مصنوعات فناورانه، به وجوه تمایز این مصنوعات از اشیای طبیعی پرداخته‌اند. مصنوعات فناورانه گرچه از حیث ویژگی‌های فیزیکی ممکن است در زمره اشیای فیزیکی قرار بگیرند، از نظر کارکردی که برای آن ساخته شده‌اند نسبت به اشیای دیگر متمایز می‌شوند. این دیدگاه در چارچوب نظریه ماهیت دوگانه مصنوعات

حق کپی محفوظ است.

فناورانه پیگیری می‌شود.

۲,۴ نظریه ماهیت دوگانه مصنوعات فناورانه و مسئله فبا

بر اساس نظریه ماهیت دوگانه مصنوعات فناورانه، که توسط کروس و میجرز (Kroes & Meijers, 2006) ارائه شده و بسط یافته است (Kroes, 2010)، ویژگی‌های فیزیکی این مصنوعات، برای متعین کردن آنها کافی نیستند. در واقع مصنوعات فناورانه دارای ماهیتی دوگانه‌اند، یعنی ساختارهای فیزیکی طراحی شده‌ای هستند که مقاصد انسانی را محقق می‌کنند. به بیان فاسن (Vaesen, 2011) این مصنوعات به خاطر ساختار فیزیکی‌شان تابع قوانین فیزیک‌اند ولی به این دلیل از اشیای فیزیکی یا طبیعی متفاوتند که انسان‌ها آنها را عامدانه برای تحقق اهداف معیّنی، تولید و استفاده می‌کنند. فرماس (Vermaas, 2011, p. 11) نیز گرچه تصریح می‌کند که هیچ خط فاصل واضحی بین جهان طبیعی و جهان مصنوعی وجود ندارد در عین حال به وجوه متمایزکننده نمونه‌های پارادایمی مصنوعات فناورانه از اشیای طبیعی می‌پردازد و به کارکرد، نقشه کاربری و نیز امکان ارزیابی و بیان اظهارات هنجاری در مورد میزان تحقق کارکرد مصنوعات فناورانه اشاره می‌کند.

هوکز و فرماس (Houkes & Vermaas, 2010) با مرور سه نظریه کارکرد برای مصنوعات فناورانه (نظریه قصدمندانه I، نظریه نقش علّی C، و نظریه تکامل‌گرا E) و نشان دادن ضعف این روایت‌ها، نظریه خود را ارائه می‌کنند که نظریه ICE نامیده می‌شود و مؤلفه‌هایی از هر سه نظریه مزبور را ترکیب می‌کند. در نظریه هوکز و فرماس، طراحی مصنوعات اصولاً به‌عنوان توسعه نقشه‌های کاربری جدید برای مصنوعات درنظر گرفته می‌شود و چنین نیست که کارکرد مصنوعات برحسب ویژگی‌های مصنوعات مشخص شود. بنابراین در واقع کاری که هوکز و فرماس انجام می‌دهند به نوعی عبارت است از اینکه در تحلیل مصنوعات فناورانه، نقش محوری را به جای کارکرد، به مفهوم نقشه کاربری می‌دهند. ادعای اینان این است که آنچه که ماهیت یک مصنوع فناورانه را متعیّن می‌کند کارکرد نیست بلکه نقشه کاربری است و بدون نقشه کاربری، هیچ مصنوع فناورانه‌ای نخواهیم داشت. مطابق این دیدگاه آنچه که یک شیء فیزیکی را تبدیل به مصنوع فناورانه می‌کند قرار گرفتن آن در طرحی است که مقاصد انسانی برای به‌کارگیری آن تعیین کرده‌اند.

حق چاپ محفوظ است.

بنابراین در خصوص وجه تمایز مصنوعات فناورانه، به‌طور کلی می‌توان گفت که دیدگاه برخی از فیلسوفان فناوری مبتنی بر مفهوم کارکرد است و رویکرد عده‌ای مبتنی بر مفهومی غیر از کارکرد، همچون نقشه کاربری، است. اما آنچه که حائز اهمیت است این است که بر اساس هر دو دیدگاه، دو ماهیت ساختاری و التفاتی در مصنوعات فناورانه شناسایی می‌شود و تعیّن این مصنوعات و تمیز آنها از اشیای فیزیکی نهایتاً در گرو یک جنبه غیرذاتی و زمینه‌ای مرتبط با قصدمندی انسان‌هاست.

بنابراین مواجهه طرفداران نظریه ماهیت دوگانه با مسئله فبا بدین‌صورت خواهد بود که گرچه ویژگی‌های ذاتی مصنوعاتی همچون ابرلباس فبا، قابلیت‌های فوق‌العاده‌ای پیشِ روی قرار می‌دهد که مستقل و فراتر از کاربر انسانی است ولی این ویژگی‌ها به تنهایی نمی‌توانند کارکرد این مصنوعات را تعیین کنند. کارکرد مصنوعات فبا وابسته به عوامل انسانی و طرح کاربری آنهاست و عاملیت این مصنوعات، گرچه به ویژگی‌های فیزیکی‌شان بستگی دارد در عین حال قابل تقلیل به آنها نیست.

البته این واقعیت که برای تعیّن مصنوعات فناورانه، علاوه بر ویژگی‌های فیزیکی این مصنوعات باید نقش عوامل انسانی نیز مورد توجه قرار گیرد، فی‌نفسه ایده جدیدی نیست. فلیپ بری (Brey, 2005, pp. 65-66) چنین دیدگاهی را، پیش از ارائه نظریه ماهیت دوگانه، با عنوان واقع‌گرایی زمینه‌ای مورد تحلیل قرار داده بود. در رویکرد واقع‌گرایی زمینه‌ای، قیود فیزیکی قوی فاقد آن نقش محوری‌ای هستند که در تحلیل واقع‌گرایان خام (ذات‌گرایان) از عاملیت اجتماعی داشتند. این قیود همواره در شرایط زمینه‌ای خاصی، علت تغییرات اجتماعی واقع می‌شوند؛ همانگونه که در نمونه کلاسیک پل‌های لانگ آیلند، شرایط اقتصادی سیاهان، که کاملاً مستقل از ویژگی‌های فیزیکی پل‌های مزبور بود، به‌عنوان یک پس‌زمینهٔ تعیین‌کننده موجب تأثیرگذاری آن پل‌ها در تغییرات اجتماعی بعدی شد. در همان مثال و حتی در شرایط اقتصادی کم و بیش مشابهی، اگر شرایط زمینه‌ای دیگر به گونه‌ای بود که سیاهان از وسایل نقلیه با ارتفاع کمتر، همچون موتورسیکلت یا دوچرخه، استفاده می‌کردند، در این‌صورت ارتفاع پل‌ها اصولاً به‌هیچوجه مانع دسترسی سیاهان و لذا عامل تبعیض نژادی تلقی نمی‌شدند.

ارتباط قیود فیزیکی مصنوعات فناورانه با زمینه‌های اجتماعی- فرهنگی طراحان و کاربران، در صنایع

حق کپی محفوظ است.

مختلف قابل تحلیل است. مثلاً گرچه نوع طراحی و رنگ لباس را عموماً به‌عنوان ویژگی‌های تعیین‌کننده برای مکان استفاده از آن لباس و جنسیت کاربر آن در نظر می‌گیرند، در عین حال در اغلب موارد، این ویژگی‌ها فی‌نفسه مانع از تغییر کاربری لباس یا به‌کارگیری آن توسط جنس مخالف نیستند. در واقع ویژگی‌های فیزیکی لباس صرفاً در یک زمینهٔ فرهنگی- اجتماعی مشخص و نه در خلأ، می‌توانند مکان مناسب استفاده از آن و جنسیت خاص کاربرش را تعیین کنند. ممکن است لباسی با همان طرح و رنگ، در جامعه و فرهنگ دیگری، پوشش مناسب مکانی دیگر و پوشاک مختص جنس دیگری باشد.

مشابه این تحلیل را در مورد رنگ و طرح گوشی همراه و حتی اتومبیل نیز می‌توان ارائه داد. بنابراین قیود فیزیکی ناشی از ویژگی‌های یک مصنوع فناورانه گرچه بسیار مهم‌اند، به‌تنهایی تعیین‌کننده تغییرات اجتماعی بعدی نیستند و تأثیر آنها وابسته به شرایط پس‌زمینه‌ای طراحی و نیز کاربرد آن مصنوع است.

اما اهمیت برنامه پژوهشی ماهیت دوگانه اصولاً در این است که صاحبنظران این حوزه، با نگاه عمیق‌تری به تحلیل چگونگی ارتباط میان ویژگی‌های فیزیکی و جنبه‌های التفاتی مصنوعات فناورانه می‌پردازند. چنانکه قبلاً اشاره شد این فیلسوفان، جنبه‌های غیرفیزیکی و التفاتی مصنوعات فناورانه را بر اساس کارکرد آنها تبیین می‌کنند. البته برخی از فیلسوفان نیز با این دیدگاه مخالفند و رویکردی غیرکارکردی دارند ولی در چارچوب نظریه ماهیت دوگانه، دیدگاه غیرکارکردی از اقبال اندکی برخوردار است.

فاسن (Vaesen, 2011)، گرچه خود به‌نوعی منتقد تقلیل ماهیت التفاتی مصنوعات فناورانه به کارکرد آنهاست، اذعان می‌کند که تأکید شدید بر کارکرد این مصنوعات، کاملاً طبیعی است و در ادبیات تحلیلی در باب مصنوعات فناورانه کاملاً متداول است؛ تا جایی‌که در آثار برخی از فیلسوفان کلمات *التفاتی* و *کارکردی* تقریبا به‌صورت مترادف به‌کار می‌روند. کارکرد یک مصنوع فناورانه بازتاب کاملی از ماهیت التفاتی آن، یعنی اهداف و مقاصد انسانی طراح و/یا کاربر آن، در نظر گرفته می‌شود و ارزیابی کارکرد آن، علاوه بر ارزیابی ابزاری مصنوع، ارزیابی هنجاری آن نیز تلقی می‌شود. مثلاً مارتن فرانسن (Franssen, 2006) اصولاً خوب بودن یک مصنوع فناورانه را بر حسب ظرفیت آن مصنوع برای تحقق کارکردش تعریف می‌کند. اما مسئله‌ای که بلافاصله در مقابل رویکرد کارکردی قابل طرح است، و پاسخ آن به‌نوعی تعیین‌کننده پاسخ مسئله فبا خواهد بود، این است که اصولاً

حق چاپ محفوظ است.

منظور از کارکرد یک مصنوع فناورانه، چیست؟ آیا کارکرد یک مصنوع فناورانه را طراح آن مصنوع تعیین می‌کند یا کاربر آن؟

معمولاً برای هر مصنوع فناورانه، علاوه بر کارکرد واقعی و اصلی آن، کارکردهای اتفاقی دیگری نیز می‌توان در نظر گرفت که چه‌بسا مورد نظر طراح آن مصنوع نبوده است. مثلاً کارکرد اصلی پیچ‌گوشتی عبارت است از باز و بسته کردن پیچ‌ها و کارکرد هواپیمای مسافربری جابجا کردن انسان‌هاست ولی ممکن است پیچ‌گوشتی برای باز کردن درِ قوطی رنگ و هواپیمای مسافربری برای حمله به یک برج و تخریب آن مورد استفاده قرار گیرد. درخصوص تمایز کارکرد واقعی و اتفاقی یک نوع مصنوع فناورانه و اینکه آیا کارکرد واقعی را اهداف طراحان تعیین می‌کند یا مقاصد کاربران یا اینکه اصولاً از این حیث، تفاوتی بین طراحان و کاربران وجود ندارد، بین فلاسفه فناوری اختلاف نظر وجود دارد.

پریستون (Preston, 2003, p. 608) با برشمردن انواع تفاوت‌های ممکن میان مقاصد طراحان و کاربران (همچون تفاوت ساختارِ شناختی، تفاوت در خلاقیت، امکان تغییر مصنوع برای طراحان و ...) و سپس استدلال علیه این امکان‌ها، نتیجه می‌گیرد که اگر کارکرد واقعی مصنوعات فناورانه، از مقاصد طراحان قابل استنتاج باشد از مقاصد کاربران نیز قابل استنتاج خواهد بود. اما همانگونه که کروس (Kroes, 2012, p. 72) در روایت نقادانه‌اش از رویکرد پریستون بیان می‌کند چنین دیدگاهی اصولاً تمایز بین کارکردهای واقعی و اتفاقی مصنوعات فناورانه را از بین می‌برد زیرا بر اساس آن، هر استفاده تصادفی کاربران از یک مصنوع فناورانه منجر به یک کارکرد واقعی جدید می‌شود. به‌نظر می‌رسد که اگر مطابق دیدگاه پریستون، قائل به بازتعریف کارکرد مصنوعات فناورانه بر حسب مقاصد کاربران باشیم، در واقع ماهیت فیزیکی و ساختاری مصنوعات فناورانه را دست‌کم گرفته‌ایم. مثلاً در خصوص مصنوعات فناورانه پیچیده و هوشمند، همچون ابرلباس فبا، این دیدگاه به معنای آن است که هیچگونه کارکرد واقعی یکتا و مشخصی برای این ابرلباس وجود ندارد و مقاصد کاربران، می‌تواند کارکرد واقعی را به‌صورت‌های مختلفی تعیین کند که این دیدگاه، خلاف شهود است. ون‌دی‌پل (Van de Poel & Kroes, 2014, p. 110) نیز تصریح می‌کند که آنچه تعیین کننده کارکرد واقعی یک مصنوع فناورانه خاص است و اینکه آیا یک شیء معین، مصداقی از آن

حق چاپ محفوظ است.

نوع مصنوع هست یا نه، مقاصد طراحان (و نه مقاصد کاربران) است. هوکز و فرماس (Houkes & Vermaas, 2004, p. 65) نیز مقاصد طراح را به‌عنوان شرط انتساب کارکرد در نظر می‌گیرند.

اما دقت در این مباحث نشان می‌دهد که برنامه پژوهشی ماهیت دوگانه مصنوعات فناورانه، در عین تحلیل دقیق رابطه جنبه ساختاری و التفاتی مصنوعات، نهایتاً در وضعیتی نزدیک به رویکرد ذات‌گرایانه قرار گرفته است. این وضعیت نتیجه تفسیر نظریه ماهیت دوگانه به‌صورت نظریه‌ای در باب کارکرد مصنوعات و واسپاری تعیین این کارکرد به طراحان مصنوعات فناورانه است که به ویژگی‌ها و قیود فیزیکی این مصنوعات آشناترند. در چنین رویکردی اصولاً نقش اراده و عاملیت اجتماع انسانی کاربران، به حداقل ممکن کاهش خواهد یافت. بنابراین بر اساس مجموعه دیدگاه‌های مطرح شده می‌توان نتیجه گرفت که راه حل مختار در خصوص عاملیت مصنوعات فناورانه، در عین اینکه مبتنی بر نظریه ماهیت دوگانه و تعیّن ماهیت التفاتی مصنوعات فناورانه بر اساس کارکرد این مصنوعات است، باید شرایط و عوامل اجتماعی انتساب کارکرد به این مصنوعات را نیز مورد توجه و تحلیل قرار دهد. شیل (Scheele, 2006) چنین دیدگاه بدیعی اتخاذ کرده است. مطابق اصلاحی که وی بر نظریه‌های فعلی در خصوص کارکرد مصنوعات فناورانه اعمال کرده است، اساساً مفهوم کارکرد واقعی مصنوعات فناورانه، به‌صورت مستقل از عوامل و ایده‌های اجتماعی قابل درک نیست. مثلاً چگونگی استفاده از مصنوعات، نوعاً در یک بستر و زمینه اجتماعی آموزش داده می‌شود. برای نمونه نحوه بهره‌برداری از دستگاه خودپرداز، یا قواعد و مقررات استفاده از وسایل نقلیه عمومی. حتی استفاده از مصنوعات فناورانه شخصی، مثل خودرو و تلفن همراه، نیز عموماً تابع قواعد اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی جامعه است. بنابراین استفاده از مصنوعات فناورانه اصولاً در یک زمینه اجتماعی، مقید می‌شود و اینگونه نیست که کارکرد یک مصنوع عبارت باشد از هر چیزی که آن مصنوع قابلیت تحقق آن را داشته باشد. به‌عبارتی می‌توان ادعا کرد که زمینه اجتماعی، در انتساب کارکرد به یک مصنوع فناورانه دخلیت دارد و پاسخ این سوال که کارکرد واقعی یک مصنوع چیست، درون مجموعه‌ای از ارزش‌های اجتماعی و توسط مقاصد جمعی تعیین می‌شود.

بنابراین شیل (Scheele, 2006) معتقد است که گرچه می‌توان طراح یک مصنوع فناورانه را در انتساب کارکرد به آن مصنوع، دارای اولویت دانست این انتساب در خلأ اتفاق نمی‌افتد و شرایط و عوامل اجتماعی در

حق چاپ محفوظ است.

منتسب کردن کارکرد به آن مصنوع، نقش تعیین‌کننده‌ای دارند و کارکرد یک مصنوع فناورانه، از طریق استفاده دیگران از آن مصنوع، به واقعیت‌های اجتماعی دیگر مرتبط می‌شود. توضیح اینکه طراح یک مصنوع فناورانه در فرایند طراحی و نیز پس از دریافت بازخورد از کاربران آن مصنوع، ارزش‌ها را از جامعه (یا گروه هدف) اخذ می‌کند و در طراحی خود لحاظ می‌کند. زیرا در واقع هر مصنوع فناورانه، پاسخی به نیازها و خواسته‌های کاربران محصول در جامعه است و بر اساس بازخوردهای دریافتی، طراحی و کارکرد منتسب به آن نیز تعدیل، اصلاح و به‌روزآوری می‌شود. به‌عبارتی گرچه کارکرد واقعی را طراح مصنوع فناورانه تعیین می‌کند، در عین حال ممکن است جامعه و گروه‌های اجتماعی کاربر آن مصنوع، کارکرد منتسب شده از طرف طراح را اشتباه بدانند و آنرا اصلاح کنند.

۳. بحث و نتیجه‌گیری

با بررسی و نقد سه رویکرد اصلی تشریح شده در این گزارش، شامل ذات‌گرایی، برساخت‌گرایی اجتماعی و نظریه ماهیت دوگانه، تحلیل مختار از عاملیت مصنوعات فناورانه بر اساس تفسیر کارکردی از نظریه ماهیت دوگانه مصنوعات فناورانه و با ملاحظه عوامل اجتماعی در انتساب کارکرد به این مصنوعات، ارائه شد. بر طبق این دیدگاه مصنوعات فناورانه علاوه بر ماهیت ساختاری و ویژگی‌های فیزیکی، دارای ماهیت التفاتی نیز هستند که تماماً از طریق کارکرد این مصنوعات استیفاد می‌شود. کارکرد مصنوعات فناورانه نیز به دو صورت کارکرد واقعی، که توسط طراح تعیین می‌شود، و کارکرد اتفاقی، که توسط کاربران قابل انتساب است، در نظر گرفته می‌شود. نکته حائز اهمیت این است که انتساب کارکرد به مصنوعات فناورانه در یک زمینه اجتماعی صورت می‌گیرد. بنابراین ممکن است کارکرد اتفاقی یک مصنوع فناورانه در یک جامعه به‌صورت جمعی مورد پذیرش قرار بگیرد و کسی با چنین کارکردی از آن مصنوع فناورانه مخالفت نکند. از طرف دیگر ممکن است کارکرد واقعی یک مصنوع فناورانه، تحت تأثیر فرایندهای اجتماعی تغییر یابد. بنابراین گرچه قدرت یا مرجعیت طراحان مصنوعات فناورانه را نمی‌توان نادیده گرفت،

حق کپی محفوظ است.

در عین حال آنچه که این قدرت را حفظ می‌کند پذیرش اجتماع کاربران است.

بر اساس دیدگاه مختار در این پژوهش می‌توان این نکته را مطرح کرد که گرچه مصنوعات فبا برای تحقق کارکردشان نیاز به ویژگی‌های ساختاری خاصی دارند، کارکرد آنها را نمی‌توان از ساختار و ویژگی‌های فیزیکی آنها استنتاج کرد. حتی چنین مصنوعات فناورانه پیچیده و هوشمندی نیز فی‌نفسه دارای غایت نیستند و مقاصد یا اهداف فناورانه، مربوط به حالات التفاتی‌اند که فقط در بستر کنش‌های التفاتی انسانی معنا می‌یابد. بنابراین می‌توان در یک جامعه با اهدافی متفاوت از طراحان مصنوعات فناوری‌های همگرا، همچون ابرلباس فبا، این مصنوعات را برای رسیدن به هدف مورد نظر، که ساختار و ویژگی‌های فیزیکی این مصنوعات قابلیت تحقق آن را داشته باشد، مورد استفاده قرار داد.

حق چاپ محفوظ است.

منابع

Andler, D. (2008). *Converging Technologies and their impact on the Social Sciences and Humanities.* CONTECS consortium.

Bainbridge, W. S., & Roco, M. C. (2006). *Managing Nano-Bio-Info-Cogno Innovations Converging Technologies in Society.* Springer.

Barker, C. (2005). *Cultural Studies: Theory and Practice.* London: Sage.

Brey, P. (1997). Social Constructivism for Philosophers of Technology: A Shopper's Guide. *Techné: Journal of the Society for Philosophy and Technology, 2*(3-4), 56-78.

Brey, P. (2005). Artifacts as Social Agents. In H. Harbers, *Inside the Politics of Technology. Agency and Normativity in the Co-Production of Technology and Society* (pp. 61-84). Amsterdam University Press.

Est, R. V. (2014). *From Bio to NBIC Convergence, From Medical Practice to Daily Life, written for the Council of Europe, Comittee on Bioethics.* Rathenau Institute.

ETC-Group. (2004). *Down on the Farm: the Impact of Nano-Scale Technologies on Food and Agriculture.* ETC Group.

ETC-Group. (2013). *Converging Technologies: a Definition and an Overview of Some Different Viewpoints.* ETC Group.

Franssen, M. (2006). The normativity of artefacts. *Studies in History and Philosophy of Science, 37*(1), 42-57.

Harbers, H. (2005). *Inside the Politics of Technology. Agency and Normativity in the Co-Production of Technology and Society.* Amsterdam University Press.

Houkes, W., & Vermaas, P. E. (2004). Actions versus functions: A plea for an alternative metaphysics of artefacts. *Monist, 87*, 52-71.

Houkes, W., & Vermaas, P. E. (2010). *Technical functions: On the use and design of artefacts.* Dordrecht: Springer.

حق کپی محفوظ است.

Hughes, J. (2005). *Report on the 2005 interests and beliefs survey of the members of the World Transhumanist Association.*

Hughes, J. J. (2005). *Report on the 2005 Interests and Beliefs Survey of the Members of the World Transhumanist Association.* World Transhumanist Association.

Johnson, D., & Wetmore, J. (Eds.). (2009). *Technology and Society: Building our sociotechnical future.* Cambridge: MIT Press.

Kroes, P. (2010). Engineering and the dual nature of technical artefacts. *Cambridge Journal of Economics, 34*, 51–62.

Kroes, P. (2012). *Technical artefacts: Creations of mind and matter: A philosophy of engineering design.* Dordrecht: Springer.

Kroes, P., & Meijers, A. (2006). The dual nature of technical artefacts. *Studies in History and Philosophy of Science, 37*, 1-4.

Kurchatov Center of Converging of NBIC Sciences and Technologies. (2011). Retrieved from National Rerearch Center "Kurchatov Institute“: http://www.nrcki.ru/e/nbic.html

MacKenzie, D., & Wajcman, J. (1985). Introduction: The Social Shaping of Technology. In D. MacKenzie, & J. Wajcman (Eds.), *The Social Shaping of Technology.* Milton Keynes: Open University Press.

Meijers, A. (Ed.). (2009). *Philosophy of Technology and Engineering Sciences* (Vol. 9). Oxford: Elsevier.

Noble, D. (1984). *Forces of Production: A Social History of Industrial Automation.* New York: Knopf.

Nordmann, A. (2004). *Converging Technologies: Shaping the Future of European Societies.* Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, European Commission.

Online: http://www.nrcki.ru/e/nbic.html • National Rerearch Center "Kurchatov Institute“ .(2011): Kurchatov Center of Converging of NBIC Sciences and Technologies

• *National Rerearch Center "Kurchatov Institute“ (2011): Kurchatov Center* .(۲۰۱۱)
of Converging of NBIC Sciences and Technologies, Online: National Rerearch Center • تم الاسترداد من . *http://www.nrcki.ru/e/nbic.html*

حق چاپ محفوظ است.

"Kurchatov Institute“ (2011): Kurchatov Center of Converging of NBIC Sciences and Technologies, Online: http://www.nrcki.ru/e/nbic.html .

Pfaffenberger, B. (1992). Technological dramas. *Science, Technology, & Human Values, 17*, 282-312.

Pinch, T., & Bijker, W. (1987). The Social Construction of Facts and Artifacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other. In W. Bijker, T. Pinch, & T. Hughes (Eds.), *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*. Cambridge, MA: MIT Press.

Preston, B. (2003). Of Marigold Beer: A Reply to Vermaas and Houkes. *British Journal for the Philosophy of Science, 54*(4), 601–612.

Roco, M. C. (Ed.). (2013). *Convergence of Knowledge, Technology and Society: Beyond Convergence of Nano-Bio-Info-Cognitive Technologies.* Springer.

Roco, M. C., & Bainbridge, W. S. (Eds.). (2002). *Converging technologies for improving human performance: nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science.* U.S. National Science Foundation.

Scheele, M. (2006). Function and use of technical artefacts: social conditions of function ascription. *Studies in History and Philosophy of Science, 37*, 23-36.

Schmidt, J. C. (2007). Towards a philosophy of interdisciplinarity. *Poiesis and Praxis, 5*(1), 53-69.

Schmidt, J. C. (n.d.). Towards a philosophy of interdisciplinarity.

Vaesen, K. (2011). The functional bias of the dual nature of technical artefacts program. *Studies in History and Philosophy of Science, 42*(1), 190-197.

Van de Poel, I., & Kroes, P. (2014). Can technology embody values. In P. Kroes, & P. Verbeek (Eds.), *The Moral Status of Technical Artefacts* (pp. 103-124). Dordrecht: Springer.

Vermaas, P. e. (Ed.). (2011). *A Philosophy ofTechnology - FromTechnical Artefacts to Sociotechnical Systems.* Morgan & Claypool.

Volti, R. (2013). *Society and Technological Change.* Worth Publishers Inc.

Watson, J. (2009). The Harm of Premature Death, Immortality - The Transhumanist Challenge. *Ethical Perspectives, 16*(4), 435-458.

حق نشر محفوظ است.

Winner, L. (1980). Do Artifacts Have Politics? *Daedalus*, *109*(1), 121-136.

Woolgar, S. (1991). The Turn to Technology in Social Studies of Science. *Science, Technology & Human Values*, *16*, 20-50.

پایا، علی و همکاران. (۱۳۹۰). ارزیابی آینده پژوهانه تأثیرات علوم و فناوری های همگرا بر حوزه های اخلاق، اجتماع و سیاست در ایران تا ۱۴۰۴. *رهیافت*, ۴۹, ۱۹-۲۸.

پایا، علی؛ کلانتری‌نژاد، رضا. (۱۳۹۰). *بررسی تأثیر چهارمین موج توسعه علمی- فنّاورانه برای حوزه فرهنگ و اجتماع در ایران*. تهران: مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور.

حسن بیگی، ابراهیم؛ عین القضاتی، علیرضا. (۱۳۹۴). نقش فناوری های همگرا در ارتقای توان دفاعی جمهوری اسلامی ایران. *مطالعات دفاعی استراتژیک*, ۶۰, ۲۷-۵۲.

علایی، حسین؛ حکیم، امین. (۱۳۹۲). بررسی کاربردها و تحلیل فرصت‌ها و تهدیدهای فناوری‌های همگرا در حوزه دفاعی کشور. *سیاست دفاعی*, ۸۲, ۶۱-۱۱۰.

حق نشر محفوظ است.

چکیده انگلیسی

Nature, Function and Agency of Artefacts in the Converging Technologies (NBIC)

Abstract

This project surveys the roles of physical properties and intentional features of technical artefacts in social changes. Three approaches to social agency of artefacts are reviewed and assessed: technological essentialism, social constructivism and dual nature thesis about the technical artefacts. According to the functional interpretation of the dual nature thesis and considering the social conditions of function ascription, I will conclude ,in a social context of intentions different from the designers', unless the functions forbided by the physical properties of the artefacts, it is possible, for realizing the users' intentions, to use the converging artefacts, such as MIT nanotechnology battlesuit. ,.

حق کپی محفوظ است.

Vice Presidency for

Research and Technology, Shahid Beheshti University

Research project Final Report:

Nature, Function and Agency of Artefacts in the Converging Technologies (NBIC)

By:

Mahmoud Mokhtari

Institute for Science and Technology Studies

Oct. 2017

حق چاپ محفوظ است.