انقلاب زیستی با سایبورگ‌ها:
ادغام هوش مصنوعی و بدن انسان

سیده معصومه احمدی[1]، علی خلخالی*[،1]، اسماعیل کاظم پور[1]

چکیده

پیشرفت‌های شگرف در حوزه‌های زیست فناوری، رباتیک و هوش مصنوعی، مرزهای سنتی بین انسان و ماشین را به‌تدریج محو نموده و مفاهیم سایبورگ و پساانسان‌گرایی را در کانون مباحثات علمی و فلسفی معاصر قرار داده است. مفهوم سایبورگ، که با الهام ازتئوری سایبورگ دونا هاراوی و تئوری همزیستی درون‌سلولی لین مارگولیس شکل گرفته است، به‌عنوان نمادی از گذار به عصری جدید معرفی می‌گردد. این موجودات هیبریدی، که از ترکیب اجزای زیستی و مصنوعی پدید آمده‌اند، با بهره‌گیری از فناوری‌هایی نظیر رابط‌های مغز–رایانه، نانورباتیک و سلول‌های سوختی زیستی، امکان ادغام عمیق زیست‌شناسی و مهندسی را فراهم می‌سازند. با این حال، چالش‌های عمیقی همچون ابهام در شخصیت حقوقی سایبورگ‌ها، شکاف دیجیتالی گسترده، مصرف انرژی فزاینده مراکز داده، توسعه این فناوری‌ها را با موانع جدی مواجه ساخته است. این مقاله، با ترسیم سه سناریوی محتمل برای آینده، یعنی بهینه‌سازی انسان، فراانسان‌گرایی و اکوسیستم‌های سایبر بیولوژیک نشان می‌دهد که مسیر پیش‌رو نه‌تنها به پیشرفت‌های فناورانه وابسته است، بلکه نیازمند بازاندیشی در مفاهیم اخلاقی و اجتماعی است. در نهایت، مقاله بر ضرورت خروج از انسان‌محوری و حرکت به‌سوی همزیستی اکولوژیک تأکید می‌نماید. این گذار، مستلزم ایجاد فلسفه سایبورگ‌ها و چارچوب‌های جهانی نظیر حکمرانی سایبر–زیستی، استانداردهای طراحی سبز و نهادهایی همچون سازمان ملل سایبرنتیک برای تضمین عدالت فناوری است. پذیرش سیالیت هویت انسانی و تقویت گفت‌وگوهای بین‌رشته‌ای،کلید تبدیل سایبورگ‌ها از نمادی از سلطه به محرکی برای دموکراسی زیستی و تعادل اکولوژیک محسوب می‌گردد.

واژگان کلیدی: سایبورگ، فلسفه سایبورگ، انقلاب صنعتی پنجم، همگرایی فناوری، هک شدن قطعات سایبورگ، همکاری زیستی، پیچیدگی حقوقی، عدالت فناوری، فراانسان‌گرایی

* عهده‌دار مکاتبات: دانشیار، تلفن: ۰۹۱۱۱۹۲۶۷۷۳، پست الکترونیکی: khalkhali_ali @iau.ac.ir

[1] گروه مدیریت آموزشی، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران

مقدمه

فناوری، از نخستین ابزارهای سنگی تا پیچیده‌ترین سیستم‌های هوش مصنوعی، همواره پویا و در حال تکامل بوده است. این مسیر تکاملی در چهار انقلاب صنعتی متجلی شده است: انقلاب اول (۱۷۶۰–۱۸۴۰) با محوریت ماشین بخار و راه‌آهن، تولید ماشینی را بنیان نهاد؛ انقلاب دوم (۱۸۷۰–۱۹۱۴) با معرفی برق و خطوط مونتاژ، عصر تولید انبوه را رقم زد؛ انقلاب سوم (۱۹۶۰) با دیجیتال‌سازی و اتوماسیون، جهان را به‌سوی جامعه اطلاعاتی سوق داد؛ و انقلاب چهارم (اوایل قرن ۲۱) با همگرایی هوش مصنوعی، نانوتکنولوژی و زیست‌فناوری، مرزهای بین جهان فیزیکی، دیجیتال و زیستی را محو کرد با این حال، این پیشرفت‌ها با چالش‌های عمیقی همراه بوده‌اند [۱]. در زمان وقوع انقلاب صنعتی چهارم، ۱۷ درصد از جمعیت جهان هنوز به برق دسترسی نداشتند و بیش‌از نیمی از جمعیت جهان، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، از اینترنت محروم بودند، شکافی که نشانگر نابرابری در بهره‌مندی از دستاوردهای فناورانه است[۲].

اکنون، در آستانه انقلاب صنعتی پنجم، بشر با پرسشی بنیادین روبه‌روست: چگونه می‌توان فناوری را نه به‌مثابه ابزار سلطه، بلکه به‌عنوان شریکی برای همزیستی پایدار با طبیعت بازتعریف کرد؟ این انقلاب، با محوریت همگرایی انسان–ماشین و پایداری زیستی، در حال بازنویسی مفهوم انسانیت است [۳]. سایبورگ‌ها ترکیبی از اجزای ارگانیک و مصنوعی نماد این گذار تاریخی هستند. دونا هاراوی[1] در مانیفست سایبورگ (۱۹۹۱) این موجودات را نه به‌عنوان هیولاهای علمی–تخیلی، بلکه به‌مثابه نماد امکانی رهایی‌بخش برای عبور از دوگانگی‌های سنتی (انسان/ماشین، طبیعت/فرهنگ) توصیف می‌کند [۴]. از سوی دیگر، لین مارگولیس[2] با نظریه همزیستی درون‌سلولی (۱۹۶۷) نشان می‌دهد که تکامل زیستی نیز همواره از همکاری بین گونه‌ها شکل گرفته است. ایده‌ای که می‌تواند الگویی برای همزیستی انسان و فناوری در عصر حاضر باشد [۵].

این مقاله با تکیه بر چارچوب نظری هاراوی و مارگولیس، به بررسی این پرسش می‌پردازد که چگونه سایبورگ‌ها به‌عنوان نماد همگرایی زیستی فناورانه، می‌توانند بازتعریف انسانیت در عصر انقلاب صنعتی پنجم را شکل دهند و چه پیامدهایی برای مفاهیمی چون عاملیت، اخلاق زیستی و عدالت اجتماعی به‌همراه خواهند داشت.

روش تحقیق

این مطالعه کیفی با روش کتابخانه‌ای انجام شده و برای گردآوری داده‌ها از پایگاه‌های معتبری مانند پابمد[3]، ساینس دایرکت[4]، گوگل اسکولار[5]، و پایگاه استنادی جهان اسلام[6] و پرتابل جامع علوم انسانی استفاده کرده است. جستجو با کلیدواژه‌هایی نظیر فناوری، سایبورگ، انقلاب صنعتی پنجم، همگرایی فناوری، عدالت تکنولوژیک و معادل انگلیسی آنها انجام شد و مقالات منتشرشده پس از سال ۱۳۹۴ (به‌جز موارد ضروری خاص) در عنوان، چکیده یا کلیدواژه‌ها بررسی گردید. پس از شناسایی اولیه مقالات مرتبط در نشریات معتبر، فرآیند غربالگری در دو مرحله ارزیابی عنوان و چکیده صورت گرفت و در نهایت ۲۷ مقاله که معیارهای ورود به مطالعه (مانند ارتباط با اهداف پژوهش و دارا بودن اطلاعات کلیدی) را داشتند، انتخاب و برای تحلیل نهایی استخراج شدند.

فلسفه سایبورگ: به‌مثابه ابزار واسازی دوگانگی‌ها

سایبورگ[7]، که از ترکیب دو واژه سایبرنتیک[8] و ارگانیسم[9] تشکیل شده است، به موجوداتی اشاره دارد که از ترکیب بخش‌های زنده مثل اندام‌های بدن و فناوری‌های مصنوعی مثل ربات یا تراشه‌های کامپیوتری ساخته می‌شوند. این ایده اولین بار در دهه ۱۹۶۰ توسط ناسا برای کمک به فضانوردان در شرایط سخت فضایی مطرح شد، اما فیلسوفی به نام دونا هاراوی در کتاب معروف خود به نام مانیفست سایبورگ آن را به نمادی برای نقد دنیای مدرن تبدیل کرد. هاراوی معتقد بود سایبورگ‌ها مرزهای سنتی بین انسان و ماشین، طبیعت و فناوری، یا حتی زن و مرد را از بین می‌برند و نشان می‌دهند که هویت انسان‌ها ثابت نیست، بلکه در تعامل با فناوری و جامعه شکل می‌گیرد[۶].

هاراوی از سایبورگ‌ها به‌عنوان ابزاری برای مقابله با نظام‌های قدرت مثل سرمایه‌داری افراطی یا نابرابری‌های جنسیتی استفاده

[1] Donna J. Haraway
[2] Lynn Margulis
[3] PubMed
[4] ScienceDirect
[5] Google Scholar
[6] ISC
[7] Cyborg
[8] Cybernetic
[9] Organism

می‌کند. او می‌گوید همانطور که سایبورگ‌ها انسان و ماشین را یکی می‌کنند، باید رابطه سلطه‌جویانه انسان بر طبیعت را هم تغییر دهیم و به جای کنترل، به همکاری با محیط‌زیست بپردازیم. این ایده با نظریه‌های اکوفمینیسم همسو است که بر احترام به طبیعت و برابری تأکید دارند. به گفته هاراوی، سایبورگ‌ها امیدی برای ساختن دنیایی عادلانه‌تر و آزادتر هستند [۴].

پایه‌های علمی سایبورگ‌ها: از زیست‌فناوری تا هوش مصنوعی

سایبورگ‌ها ترکیبی از زیست‌فناوری، نانوتکنولوژی، رباتیک و هوش مصنوعی هستند [۷]. در مرکز این فناوری‌ها، زیست‌فناوری نقش مهمی دارد، به‌خصوص در توسعه ابزارهایی که مغز انسان را مستقیماً به سیستم‌های دیجیتال متصل می‌کنند [۸]. این ابزارها می‌توانند پیام‌های مغزی را بخوانند و آنها را به دستورات قابل‌فهم برای رایانه تبدیل کنند. به‌عنوان مثال، در سال ۲۰۲۱، محققان توانستند افکار ذهنی بیماران فلج را با دقت بالا به متن تبدیل کنند [۹].

نانوتکنولوژی نیز امکان می‌دهد سیستم‌های مصنوعی در مقیاس بسیار کوچک مانند نانوربات‌ها با بدن انسان ادغام شوند. این فناوری می‌تواند برای ارسال داروها به نقاط خاص بدن یا اتصال نورون‌ها به تراشه‌های الکترونیکی استفاده شود. در مؤسسه ویس هاروارد[1]، محققان نانو ساختارهایی طراحی کردند که می‌توانند شبکه‌های الکتریکی در بافت عصبی ایجاد کنند[۱۰].

توسعه زیست‌مواد سازگار[2] مانند هیدروژل‌های حساس به محرک‌های زیستی، چالش پس‌زدن ایمپلنت‌ها را کاهش داده است. برای مثال، پوشش‌های ویژه‌ای برای پروتزهای استخوانی ساخته شده‌اند که باعث کاهش رد شدن آنها توسط بدن می‌شوند[۱۱].

هوش مصنوعی و یادگیری ماشین نیز با تحلیل داده‌های بدن انسان، به سایبورگ‌ها کمک می‌کنند تا بهتر با محیط اطراف تعامل داشته باشند. در دانشگاه ام‌آی‌تی[3]، یک دست مصنوعی مجهز به هوش مصنوعی توانست اشیا ظریف را بدون آسیب بلند کند. [۱۲].

سینبیولوژی[4] (ترکیب زیست‌شناسی و فناوری) نیز با مهندسی ژنتیک سلول‌ها، امکان ساخت ارگان‌های ترکیبی را فراهم کرده است. در دانشگاه برکلی، محققان نورون‌ها را طوری تغییر دادند که با تحریک نوری کنترل شوند [۱۳].

در نهایت، انرژی زیستی[5] نیز به‌دنبال حل مشکل تأمین انرژی برای دستگاه‌های سایبرنتیک است. برای مثال، سلول‌های سوختی که از گلوکز بدن استفاده می‌کنند یا ژنراتورهای کوچک که از حرکت بدن انرژی تولید می‌کنند، از جمله این تلاش‌ها هستند [۱۴].

چالش‌های بنیادین سایبورگ‌ها: از زیست‌شناسی تا اخلاق و جامعه

سایبورگ‌ها، با چالش‌های علمی، اخلاقی و اجتماعی عمیقی روبه‌رو هستند. این چالش‌ها فراتر از مسائل فنی، بازتابی از تنش بین پیشرفت فناوری و ارزش‌های انسانی است. حل این چالش‌ها مستلزم سرمایه‌گذاری در پژوهش‌های بین‌رشته‌ای (مانند اخلاق زیستی–سایبری)، و مشارکت عمومی در تصمیم‌گیری درباره مرزهای انسانی–ماشینی است. تنها از این طریق می‌توان از تبدیل سایبورگ‌ها از نماد امید به ابزار سلطه جلوگیری کرد.

۱. چالش‌های زیست فنی[6]

یکی از مشکلات بزرگ در ساخت ایمپلنت‌ها، بیوسازگاری[7] و ادغام سامانه‌های مصنوعی با بافت‌های زنده بدن است، زیرا ممکن است بدن به ایمپلنت‌های فلزی یا پلیمری واکنش التهابی نشان دهد و آنها را رد کند. حتی وقتی از مواد پیشرفته مثل هیدروژل‌ها استفاده می‌شود، حفظ عملکرد ایمپلنت در شرایط متغیر بدن مثل تغییرات pHیا فشاردشوار است. برای مثال، الکترودهایی که مغز را به رایانه متصل می‌کنند، پس‌از مدتی توسط بافت‌های عصبی احاطه شده و دیگر به‌درستی کار نمی‌کنند. مشکل دیگر، تأمین انرژی برای ایمپلنت‌هاست، زیرا باتری‌های فعلی بزرگ، سنگین و عمر کوتاهی دارند. محققان روی سلول‌های سوختی زیستی[8] که از گلوکز خون انرژی می‌گیرند کار می‌کنند، اما بازده آنها هنوز برای ایمپلنت‌های پیچیده کافی نیست [۱۵].

۲. پیچیدگی‌های عصب‌شناسی و اتصال سایبرنتیک

برای اتصال دستگاه‌های الکترونیکی به سیستم عصبی انسان، باید نقشه اتصالات مغز و سیگنال‌های آن را به‌خوبی درک شود. اما

[1] Wyss
[2] Biocompatible Materials
[3] MIT
[4] Synthetic Biology
[5] Bioenergy Harvesting
[6] Bioengineering Challenges
[7] Biocompatibility
[8] Biofuel Cells

حتی فناوری‌های پیشرفته مثل پروژه نورالینک[1] تنها می‌توانند فعالیت تعداد کمی از ۸۶ میلیارد سلول عصبی مغز را ثبت کنند. مشکل دیگر انعطاف‌پذیری مغز است که می‌تواند اتصالات خود را تغییر دهد. این ویژگی ممکن است باعث شود مغز اطراف ایمپلنت‌ها مسیرهای جدید و غلط بسازد و سیگنال‌ها به‌درستی منتقل نشوند. به‌عنوان مثال، در آزمایش روی موش‌ها، تحریک مصنوعی منجر به ارتباطات نادرست بین سلول‌های عصبی و حرکات غیرقابل کنترل مثل پرش‌های ناگهانی شد [۱۶].

۳. چهار بحران نظری بنیادین در گسترش فناوری سایبورگ‌ها

گسترش فناوری سایبورگ‌ها بحران‌های نظری بنیادین در حوزه‌های حقوقی، اجتماعی، فلسفی ایجاد می‌کند. این بحران‌ها بازتابی از پیچیدگی‌های همگرایی فناوری‌های پیشرفته با ماهیت انسانی است و نیازمند بازنگری در مفاهیم کلیدی و توسعه چارچوب‌های نوین برای سیاست‌گذاری بین‌رشته‌ای است.

الف) بحران حقوقی

ماده ۱ اعلامیه جهانی حقوق بشر (۱۹۴۸) انسان‌ها را آزاد و برابر در حقوق می‌داند. با این حال، ظهور سایبورگ‌ها ، مفاهیم انسانیت و شخصیت حقوقی را دگرگون کرده است. پژوهش‌ها نشان می‌دهند نظام‌های حقوقی کنونی فاقد چارچوبی برای مسئولیت سایبرنتیکی هستند. برای مثال، در موارد نقض حریم خصوصی توسط ایمپلنت‌های متصل به اینترنت اشیاء، تعیین مسئولیت فرد، شرکت سازنده، یا الگوریتم ناممکن است. این خلاء حقوقی، بازتاب ناتوانی فلسفه حقوق در تطابق با مفاهیمی مانند عاملیت توزیع شده است [۷]. لذا در آینده می‌باید برای شناخت بیشتر حقوق سایبرنتکی، رشته‌های دانشگاهی برمبنای این موضوع ایجاد شود.

ب) شکاف فناورانه

دسترسی نابرابر به فناوری‌های ارتقاءدهنده مانند ایمپلنت‌های شناختی[2] به آپارتاید سایبرنتیک می‌انجامد. داده‌های سازمان جهانی بهداشت (۲۰۲۱) نشان می‌دهد تنها ۱۰٪ از نیازهای پروتزی در کشورهای کم‌درآمد تأمین می‌شود [۱۷]. هابرماس (۲۰۰۳) مهندسی ژنتیک را تهدیدی برای برابری ذاتی انسان‌ها می‌داند [۷].

لذا در آینده می‌باید برای شناخت بیشتر حقوق سایبرنتکی، رشته‌های دانشگاهی برمبنای این موضوع ایجاد شود.

ج) معمای خودآگاهی

اگر هوش مصنوعی روزی به مرحله‌ای برسد که خودآگاه شود، آیا باید حقوق اخلاقی برای آن درنظر گرفت؟ پروژه Blue Brain با شبیه‌سازی سلول‌های مغز، خطفاصل بین هوش مصنوعی و هوشیاری را تقریباً از بین برده است. این موضوع نشان می‌دهد که باید قوانین موجود درباره بردگی و حقوق موجودات را دوباره تعریف کنیم [۸].

د) بازتعریف مرگ و جاودانگی دیجیتال

فناوری‌هایی مانند آپلودینگ ذهن[3] (انتقال محتوای آگاهی به سیستم‌های دیجیتال)، مفاهیم فلسفی ریشه‌داری مانند مرگ را به چالش می‌کشند هایدگر معتقد بود مرگ بخشی از زندگی انسان است که به آن معنا می‌دهد و باعث می‌شود انسان‌ها مسئولانه زندگی‌کنند. اما اگر آپلودینگ ذهن عملی شود، این پرسش مطرح می‌شود: آیا منِ دیجیتال که از مرگ زیستی جان سالم به در برده، می‌تواند تجربه هستی اصیل هایدگری را بازتولید کند؟ یا این فناوری صرفاً توهمی از جاودانگی ایجاد می‌کند که هستیِ انسانی را به سطحی تقلیل‌یافته از محاسبات الگوریتمی تنزل می‌دهد؟

از سوی دیگر، پیاده‌سازی این فناوری مستلزم زیرساخت‌های عظیم فنی است. براساس پژوهش سوجیت و مائو[4] (۲۰۲۰) مراکز داده میزبان یا ذهن‌های آپلودشده تا سال ۲۰۴۰ به ۱۴٪ از کل انرژی جهانی مصرفی خواهند رسید [۱۸]. چنین مصرفی نه‌تنها تغییرات اقلیمی را تشدید می‌کند، بلکه پرسش‌هایی اخلاقی درباره توزیع منابع مطرح می‌سازد: آیا جوامع فقیر باید بار انرژیِ جاودانگی دیجیتال ثروتمندان را به دوش بکشند؟

این تناقض، ماهیت پارادوکسیکال فناوری‌های پیشرفته را آشکار می‌سازد: از یک سو، وعده رهایی از مرگ را می‌دهند و از سوی دیگر، تهدیدی برای بقای جمعی زمین محسوب می‌شوند. همان‌گونه که هایدگر هشدار می‌داد، فناوری می‌تواند به چیرگی بی‌قید و شرط اراده معطوف به قدرت تبدیل شود، جایی که انسان در دام خواسته‌های سیری‌ناپذیر خود گرفتار می‌شود.

[1] Neuralink
[2] CRISPR-Cas9
[3] Mind Uploading
[4] Das, Sujit, and Elizabeth Mao

٤. مخاطرات امنیتی و حریم خصوصی

سایبورگ‌ها و ایمپلنت‌های متصل به اینترنت، مثل دستگاه‌های نظارت بر قند خون یا ضربان‌سازهای قلبی، در معرض خطرات سایبری قرار دارند. در سال ۲۰۱۷، محققان نشان دادند که ضربان‌سازهای قلبی با قابلیت وایفای می‌توانند هک شوند و تنظیمات آنها تغییر داده شود. این حملات می‌توانند منجر به مشکلات جدی مثل ایجاد شوک الکتریکی یا سرقت اطلاعات حساس بدنی (مثل پیام‌های مغزی) شوند [۱۹].

۵. تأثیرات اکولوژیک و پایداری

تولید انبوه سایبورگ‌ها با مشکلات زیست‌محیطی بزرگی همراه است. باتری‌های لیتیوم-یونی که در پروتزها و ایمپلنت‌ها استفاده می‌شوند، شامل فلزات سنگینی مثل کبالت و نیکل هستند که استخراج و بازیافت آنها باعث آلودگی خاک و آب می‌شود. به‌علاوه، تنها ٪۵ از این باتری‌ها به‌درستی بازیافت می‌شوند که این موضوع مشکل زباله‌های الکترونیکی را بدتر می‌کند [۲۰].

همچنین، مراکز داده‌ای که برای پردازش اطلاعات عصبی (مثل ارتباط مغز با رایانه) استفاده می‌شوند، مقدار زیادی انرژی مصرف می‌کنند. پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰، این مراکز حدود ٪۲۰ از کل انرژی جهانی را مصرف کنند که معادل انتشار ۱/۵ میلیارد تن دی‌اکسید کربن است. اگر فناوری‌های شبیه‌ساز مغز نیز اضافه شوند، این رقم می‌تواند به ٪۳۰ برسد. برای حل این مشکلات، کارشناسان معتقدند که توسعه قوانین بین‌المللی برای اقتصاد چرخشی و استفاده از طراحی سبز در تولید ایمپلنت‌ها ضروری است. گزارش سازمان ملل نشان می‌دهد که اعمال اصول طراحی سبز می‌تواند ردپای کربن این فناوری‌ها را تا ٪۴۰ کاهش دهد [۲۱].

آینده سایبورگ‌ها: سناریوهای ممکن

پیشرفت‌های سریع در فناوری‌های زیستی، رباتیک، و هوش مصنوعی، آینده سایبورگ‌ها را به یکی از بحث‌برانگیزترین و امیدوارکننده‌ترین حوزه‌های علم معاصر تبدیل کرده است. در این میان، سه سناریوی کلیدی به‌عنوان مسیرهای محتمل برای تکامل سایبورگ‌ها مطرح می‌شود که هر یک پیامدهای عمیقی برای اخلاق، جامعه، و تعریف هویت انسانی دارند.

۱. بهینه‌سازی انسان: درمانگری و اخلاق محافظه‌کارانه

این سناریو بر استفاده محدود و اخلاقی از فناوری‌های پزشکی برای بهبود زندگی انسان‌ها تمرکز دارد. در این رویکرد، فناوری‌ها فقط برای درمان بیماری‌ها و جبران ناتوانی‌ها (مثل نابینایی، قطع عضو یا دیابت) توسعه می‌یابند و مرز مشخصی بین درمان و تقویت مصنوعی توانایی‌ها وجود دارد. به‌عنوان مثال، دستگاه‌های تنظیم ضربان قلب و چشم‌های مصنوعی مانند سیستم Argus II که بینایی جزئی را به افراد نابینا بازمی‌گردانند، نمونه‌هایی از کاربردهای درمانی هستند [۲۲].

نهادهای قانونگذاری و نظارتی پزشکی مثل سازمان غذا و داروی آمریکا[1] و اتحادیه اروپا[2] با تعیین استانداردهای سخت‌گیرانه، ایمنی و اثربخشی این فناوری‌ها را کنترل می‌کنند. آنها تأکید می‌کنند که منافع درمانی این فناوری‌ها باید بیشتر از خطرات احتمالی باشد. این رویکرد برای جلوگیری از تبدیل شدن فناوری‌ها به ابزاری برای نابرابری اجتماعی یا دستکاری غیرضروری بدن انسان است.

با این حال، مسائل اخلاقی پیچیده‌ای وجود دارد. برای مثال، اگر یک پروتز نه‌تنها عملکرد طبیعی بدن را بازگرداند، بلکه توانایی‌های فراتر از حدطبیعی انسان ایجاد کند، آیا این فناوری درمان محسوب می‌شود یا تقویت؟ این ابهامات نیاز به توسعه قوانین اخلاقی انعطاف‌پذیر را نشان می‌دهد که بتوانند با پیشرفت فناوری همراه شوند.

همچنین، حتی فناوری‌های درمانی نیز ممکن است به نابرابری‌های جهانی دامن بزنند. دسترسی نابرابر به پروتزهای هوشمند در کشورهای کم‌درآمد می‌تواند شکاف سلامت را تشدید کند. بنابراین، پیشنهاد می‌شود سازمان‌هایی مثل سازمان بهداشت جهانی[3] استانداردهایی برای توزیع عادلانه این فناوری‌ها تدوین کنند.

۲. فراانسان‌گرایی: فراتر از محدودیت‌های زیست‌شناختی

سناریوی فراانسان گرایی[4] می‌خواهد مرزهای طبیعی بدن انسان را با فناوری‌های پیشرفته مثل ایمپلنت‌های حافظه مصنوعی، اسکلت‌های رباتیک یا تراشه‌های افزایش‌دهنده هوش از بین ببرد تا انسان‌ها به موجوداتی با توانایی‌های فراتر از محدودیت‌های

[1] FDA
[2] EMA
[3] WHO
[4] Transhumanism

امروزی تبدیل شوند. طرفداران این ایده، مانند ری کورزویل[1]، معتقدند این فناوری‌ها نه‌تنها اجتناب‌ناپذیرند، بلکه برای بقای انسان در برابر چالش‌هایی مانند تغییرات آب‌وهوایی یا هوش مصنوعی پیشرفته ضروری هستند. اما منتقدان هشدار می‌دهند این اهداف مشکلات بزرگی دارند: تمرکز بیش‌ازحد روی بهبود انسان‌ها با فناوری ممکن است باعث ایجاد شکاف‌های عمیق اجتماعی شود و حتی مفهوم هویت انسانی و عدالت را زیرسوال ببرد [۲۳].

از سوی دیگر، پژوهش‌ها نشان می‌دهند بدون قوانین جهانی برای کنترل این فناوری‌ها، ممکن است جامعه‌ای شکل بگیرد که در آن، ثروتمندان با دسترسی به فناوری‌های تقویتی، دارای قدرت شده و دیگران را تحت‌سلطه بگیرند [۲۴]. همچنین، وابستگی انسان به سیستم‌های فناورانه ممکن است از کنترل خارج شود و آسیب‌های زیستی و محیطی بزرگی ایجاد کند. مثلاً تولید انبوه ایمپلنت‌ها می‌تواند به محیط‌زیست آسیب برساند [۲۵]. درنتیجه، سوال اصلی این است: آیا تلاش برای فراتررفتن از انسانیت، باعث تکرار اشتباهات گذشته (مانند استثمار طبیعت و نابرابری) نخواهد شد؟

۳. اکوسیستم‌های سایبربیولوژیک: همزیستی با طبیعت

این ایده، سایبورگ‌ها را نه به‌عنوان موجوداتی جدا، بلکه به‌عنوان بخشی از یک شبکه بزرگترِ طبیعت معرفی می‌کند. این دیدگاه از نظریه همکاری زیستی[2] لین مارگولیس الهام گرفته است که نشان داد تکاملِ موجودات زنده، تنها نتیجه رقابت نیست، بلکه حاصل همکاری بین جانداران است[۲۶]. امروز، این نظریه به فناوری‌هایی مانند ربات‌های تجزیه‌پذیر که با کمک باکتری‌ها آلودگی‌ها را پاک می‌کنند، یا ایمپلنت‌هایی که داده‌های بدن را با محیط به اشتراک می‌گذارند، گسترش یافته است. این فناوری‌ها مرز بین انسان، ماشین و طبیعت را از بین می‌برند و سیستم‌های یکپارچه‌ای می‌سازند که برای حفظ تعادل محیط زیست تلاش می‌کنند.

همانگونه که ساگان (۲۰۲۱) تأکید می‌کند، میراث مارگولیس به ما می‌آموزد که: زندگی، تلاش برای تسلط بر زمین نیست، بلکه هنر همزیستی با آن است. این فلسفه امروزه در تلاقی زیست‌شناسی و فناوری، به الگویی برای طراحی اکوسیستم‌های یکپارچه انسانی–ماشینی تبدیل شده است [۲۶]. در دنیای امروز که فناوری‌های پیشرفته مانند هوش مصنوعی و سایبورگ‌ها به‌طور فزایندهای با طبیعت ادغام می‌شوند، این نگاه می‌تواند راه‌حلی برای بحران‌هایی مانند تغییرات آب‌وهوایی باشد. به‌جای کنترل یک‌طرفه طبیعت، باید مانند همکاری بین سلول‌ها و باکتری‌ها، فناوری را طوری طراحی کنیم که با محیط‌زیست هماهنگ شود [۲۷]. این تغییر نگرش، امیدی برای ایجاد تعادل بین پیشرفت های انسانی و حفاظت از زمین است.

نتیجه‌گیری

تئوری سایبورگ با شکستن دوگانه‌های سنتی مانند طبیعت/فناوری و انسان/ماشین، به‌عنوان ابزاری فلسفی ساختارهای قدرت و مفاهیم هویت و عاملیت را بازتعریف می‌کند. آینده سایبورگ‌ها نه‌تنها به پیشرفت فناوری، بلکه به انتخاب‌های اخلاقی و اجتماعی انسان‌ها وابسته است. با الهام از نظریه همکاری تکاملی لین مارگولیس، می‌توان با تدوین چارچوب‌های جهانیِ انعطاف‌پذیر مانند منشور پایداری سایبر–زیستی، از تبدیل این فناوری‌ها به ابزار سلطه یا نابودی زیست‌کره جلوگیری کرد. پذیرش سیالیت انسانیت و تقویت گفتمان‌های انتقادی، مسیری است برای تبدیل سایبورگ‌ها به محرکی در جهت دموکراسی زیستی و بهبود کیفیت زندگی، به شرطی که جامعه جهانی بتواند بر چالش‌هایی مانند عدالت دیجیتال و تعادل اکولوژیک غلبه کند. در نهایت، ذهنیتی تاب‌آور که هم از فرصت‌های بی‌سابقه استقبال کند و هم از خطرات آرمانشهرها یا ضدآرمانشهرهای افراطی بپرهیزد، کلید عبور از این گذار تاریخی خواهد بود.

این مقاله توسط ماشین نگارش نشده است و جایی دیگر هم به چاپ نرسیده است.

منابع و ماخذ

[1]. Schwab, K. (2016). The fourth industrial revolution. Geneva: World Economic Forum; 2016.

[2]. Feenberg, A. (2010). Ten paradoxes of technology. Techne: Research in Philosophy & Technology, 14(1).

[۳]. آراسته حمیدرضا, & خباره کبری. (۲۰۲۳). نقش هوش مصنوعی و تحول در آموزش عالی.۱۴(۱). ۸-۲.

[4]. Haraway D. (1991). A cyborg manifesto: Science, technology, and socialist-feminism in the late

[1] Ray Kurzweil

[2] Endosymbiotic theory

twentieth century. In: Simians, cyborgs and women. New York: Routledge; 1991.
[5]. Margulis L. (1967).Origin of eukaryotic cells. New Haven: Yale University Press; 1967.
[۶]. مظفری, فاطمه, & عامری, فیروزه. (۱۴۰۳). درهم‌آمیختگی و توانمندسازی: واکاوی پیکربندی «خودِ پسامدرن» از منظر فمنیسم سایبورگ. مجله پژوهش های فلسفی
[۷]. مرادی برلیان, مهدی . (۱۴۰۲). سایبورگ و چالش های آن؛ درنگی از چشم انداز حقوق بشر. دوفصلنامهٔ بین‌المللی حقوق‌بشر, ۱۸(۱), ۲۴۱-۲۶۲
[8]. Grinin, L., & Grinin, A. (2020). The cybernetic revolution and the future of technologies. The 21st century singularity and global futures: a big history perspective, 377-396. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33730-8_17
[9]. Willett, F. R., Avansino, D. T., Hochberg, L. R., Henderson, J. M., & Shenoy, K. V. (2021). High-performance brain-to-text communication via handwriting. Nature, 593(7858), 249-254.
[10]. Martel, S. (2015). Magnetic nanoparticles in medical nanorobotics. Journal of Nanoparticle Research, 17, 1-15.
[11]. Shah, N. J., Hyder, M. N., Quadir, M. A., Dorval Courchesne, N. M., Seeherman, H. J., Nevins, M., & Hammond, P. T. (2014). Adaptive growth factor delivery from a polyelectrolyte coating promotes synergistic bone tissue repair and reconstruction. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(35), 12847-12852.
[12]. Svensson, P., Wijk, U., Björkman, A., & Antfolk, C. (2017). A review of invasive and non-invasive sensory feedback in upper limb prostheses. Expert Review of Medical Devices, 14(6), 439-447.
[13]. Bashor, C. J., & Collins, J. J. (2018). Understanding biological regulation through synthetic biology. Annual Review of Biophysics, 47(1), 399-423.
[14]. Wang, Z. L. (2013). Triboelectric nanogenerators as new energy technology for self-powered systems and as active mechanical and chemical sensors. ACS Nano, 7(11), 9533-9557.
[15]. Piech, D. K., Johnson, B. C., Shen, K., Ghanbari, M. M., Li, K. Y., Neely, R. M., & Muller, R. (2020). A wireless millimetre-scale implantable neural stimulator with ultrasonically powered bidirectional communication. Nature Biomedical Engineering, 4(2), 207-222.
[16]. Moulin, T. C. (2020). Chronic optogenetic stimulation in freely moving rodents. In Channelrhodopsin: Methods and protocols (pp. 391-401). New York, NY: Springer US.
[17]. World Health Organization (WHO). (2021). Global report on assistive technology. 2021. ISBN: 978-92-4-004945-1.
[18]. Das, S., & Mao, E. (2020). The global energy footprint of information and communication technology electronics in connected Internet-of-things devices. Sustainable Energy, Grids and Networks, 24, 100408.
[19]. Barua, A., Al Alamin, M. A., Hossain, M. S., & Hossain, E. (2022). Security and privacy threats for bluetooth low energy in IOT and wearable devices: A comprehensive survey. IEEE Open Journal of the Communications Society, 3, 251-281.
[20]. Xu, C., Dai, Q., Gaines, L., Hu, M., Tukker, A., & Steubing, B. (2020). Future material demand for automotive lithium-based batteries. Communications Materials, 1(1), 99.
[21]. Masanet, E., Shehabi, A., Lei, N., Smith, S., & Koomey, J. (2020). Recalibrating global data center energy-use estimates. Science, 367(6481), 984-986.
[22]. da Cruz, L., Dorn, J. D., Humayun, M. S., Dagnelie, G., Handa, J., Barale, P. O., & Argus II Study Group. (2016). Five-year safety and performance results from the Argus II retinal prosthesis system clinical trial. Ophthalmology, 123(10), 2248-2254.
[23]. Hofmann, B. (2017). Limits to human enhancement: nature, disease, therapy or betterment? BMC Medical Ethics, 18, 1-11.
[24]. Braidotti, R. (2019). A theoretical framework for the critical posthumanities. Theory, Culture & Society, 36(6), 31-61.
[25]. Ezeani, C. C., & Nweke, C. C. (2023). Transhumanism and limits of enhancement. CACH Journal of Humanities and Cultural Studies, 4, 15-31.
[26]. Sagan, D. (2021). From empedocles to symbiogenetics: Lynn Margulis's revolutionary influence on evolutionary biology. BioSystems, 204, 104386.
[27]. Gray, M. W. (2017). Lynn Margulis and the endosymbiont hypothesis: 50 years later. Molecular Biology of the Cell, 28(10), 1285-1287.

The Biological Revolution with Cyborgs:

The Integration of Artificial Intelligence and the Human Body

Seyedeh Masoumeh Ahmadi[1], Ali Khalkhali[*,1], Esmail Kazempour[1]

Remarkable advancements in biotechnology, robotics, and artificial intelligence (AI) are gradually dissolving the traditional boundaries between humans and machines, placing concepts such as cyborgs and post-humanism at the heart of contemporary scientific and philosophical discourse. The notion of the cyborg, inspired by Donna Haraway's Cyborg Theory and Lynn Margulis' Endosymbiosis Theory, emerges as a symbol of humanity's transition into a new era. These hybrid entities, born from the fusion of biological and artificial components, enable a profound integration of biology and engineering through technologies such as brain-computer interfaces, nanorobotics, and biofuel cells. However, significant challenges—including ambiguity in the legal personhood of cyborgs, a widening digital divide, and the escalating energy consumption of data centers—pose critical obstacles to the development of these technologies.

By outlining three plausible future scenarios—human optimization, transhumanism, and cyber-biological ecosystems—this article demonstrates that the path forward depends not only on technological progress but also on a radical rethinking of ethical and social paradigms. Ultimately, the paper emphasizes the necessity of moving beyond anthropocentrism toward ecological coexistence. This transition demands the creation of a cyborg philosophy and global frameworks such as cyber-bio governance, green design standards, and institutions like a Cybernetic United Nations to ensure technological justice. Embracing the fluidity of human identity and fostering interdisciplinary dialogue are key to transforming cyborgs from symbols of domination into catalysts for bio-democracy and ecological balance.

Keywords: Cyborg, Cyborg Philosophy, Fifth Industrial Revolution, Technological Convergence, Hacking of Cyborg Components, Biological Collaboration, Legal Complexity, Technological Justice, Transhumanism

[*] Corresponding Author. Associate Professor, Tel/Fax: (+98)9111926773, Email: khalkhali_ali@iau.ac.ir

[1] Department of Educational Management, To.C., Islamic Azad University, Tonekabon, Iran