

روای فردا

پزشکی در دنیای آینده

علی رجول

● «نگاه کنید! می‌درخشند! ما امید واقع داریم که با آمیختن صدها عنصر - و چگونه‌آمیختن چیزی است که باید دانست- این جوهر آدمی را آن‌گونه که می‌باید ترکیب خواهیم کرد، در بونه به تقطیرش خواهیم پرداخت و چنان‌که باید، از صافی خواهیم گذراند تا آن مقصود بزرگ سرانجام در خاموشی به دست آید.» ما در انتهای نزدیک به چهارمیلیارد سال تکامل حیات ایستاده‌ایم. این مدت‌زمان غیرقابل تصور بستر شکل‌گیری موجودات، اندام‌ها و بافت‌هایی شده است که بررسی هرکدام آنها می‌تواند شگفتی‌آفرین باشد. حین مطالعه جنین‌شناسی و همچنین رشد و بلوغ موجودات می‌توان عصاره و نتیجه این مدت‌زمان بسط طولی را به نظاره نشست و دید که طبیعت چگونه بافت‌ها را می‌آفریند. اگر از تلاش هزاران‌ساله انسان‌ها برای ساخت اندام مصنوعی مانند چشم چهارهزارساله شهر سوخته سیستان و انگشت پای سه‌هزارساله در مصر باستان و تلاش‌های کیمیاگران برای رسیدن به آنچه که «گوته» مقصود بزرگ می‌خواند بگذریم، به تحقیقات علمی پرانده امروز در زمینه مهندسی بافت و آینده نویدبخش آن می‌رسیم. تعداد زیاد افراد در صف پیوند و مشکلات متعاقب دریافت پیوند، مسئله ساخت بافت‌های سازگار با بدن هر فرد را به یکی از عمده‌ترین دغدغه‌های پزشکی امروز بدل کرده است. از آنجا که هر عضو بدن یک ساختار سه‌بعدی است که روی داربستی قرار گرفته، پرنترهای سه‌بعدی به مرور نقش پراهمیت‌تری در این دانش پیدا می‌کنند. مخازن این پرنترها از محلولی از سلول‌های هدف و مواد ضروری دیگر بر می‌شوند و روی داربست‌های آرایش‌آماده‌شده شروع به چاپ بافت می‌کنند. در بهترین حالت از کشت سلول‌های عضو آسیب‌دیده خود فرد برای ساخت بافت مصنوعی استفاده می‌شود، اما در موارد دیگر، استفاده از سلول‌های بنیادی و تحریک تمایز آنها به بافت‌های هدف مورد نیاز است که این محیط خود شاخه دیگری از پزشکی پیش‌روست. بخش عمده‌ای از فرایند شکل‌گیری بافت‌ها در درون بدن و به‌ویژه در دوران جنینی، به‌واسطه ارتباطات متقابل آنها با هم‌دیگر صورت می‌گیرد و نبود شرایط مشابه در محیط آزمایشگاهی یکی از مهم‌ترین چالش‌های این شاخه است. مشکل اساسی دیگر در تولید بافت‌های مصنوعی، ایجاد عروق در آنهاست. با وجود این مسائل آینده مهندسی بافت نشانه‌های روشن بسیاری دارد و این امید تا به آنجاست که عده‌ای از بیماران با صرف هزینه‌های گزاف بدن‌های خود را در نیروژن مایع منجمد می‌کنند تا روزی که دانش پزشکی و مهندسی بافت به جایی رسیده باشد که توان برگرداندن آنها به زندگی را داشته باشد. موضوع شاخص دیگری که می‌تواند بر آینده پزشکی تأثیر فراوانی بگذارد، ابزارهای آموزش مدرن‌اند که در رأس آنها تکنولوژی‌های واقعیت افزوده قرار دارند. یکی از پایه‌ای‌ترین مشکلات در مسیر آموزش پزشکی ایجاد تصویر سه‌بعدی دقیق از آناتومی و عملکرد اندام‌های بدن در ذهن دانشجویان و پزشکان است. ساختار پیچیده اندام‌ها و همچنین مجاورت‌ها و ارتباطات آنان با سایر اعضا در روند بسیاری از امور پزشکی؛ از ارزیابی تا جراحی و مهندسی بافت حائز اهمیت بسیاری است. ابزارهایی مانند هولولنز شرکت مایکروسافت می‌توانند تحولی در آموزش پزشکی به وجود بیاورند، اما همان‌طور که می‌دانیم، عملکرد اندام‌های بدن در سطوح بسیار ریزمقیاس سلولی و مولکولی صورت می‌گیرد و بررسی این فرایندها منشا دانش نانوتکنولوژی در عرصه پزشکی بوده است. درحال‌حاضر هنگام شرح‌حال‌گرفتن از بیمار، پزشک در اکثر موارد با علائمی کلی و مشابه مواجه است. یکی از تحولات بزرگ در آینده نزدیک پزشکی، ساخت نانوماشین‌هایی است که با حرکت به نقاط مختلف بدن، هم می‌توانند باری‌رسان تشخیص دقیق بیماری‌ها باشند و هم به‌عنوان ابزارهایی درمانی برای ارسال دارو یا ایجاد تغییرات فیزیکی مانند ازبین‌بردن لخته در عروق بیمار مورد استفاده قرار گیرند. موضوع دیگری که نوید درمانی مؤثر برای یکی از مهم‌ترین دسته از بیماری‌های چالش‌برانگیز امروز را می‌دهد، ایمونوتراپی است. این روش می‌تواند انتقالی در درمان سرطان ایجاد کند. درک اینکه چگونه یک سلول ایمنی به یک عنصر مؤثر کشنده سلول‌های سرطانی در بدن بدل می‌شود، کلید پایه این روش است. تشخیص دقیق عوامل محرک این سلول‌های ایمنی برای نابودی سلول‌های سرطانی و جلوگیری کنترل این فرایند، می‌تواند راهگشای دسترسی به روشی مؤثرتر در درمان سرطان باشد. چشم‌انداز کلی دانش پزشکی به سمت درمان‌های شخصی‌سازی‌شده که براساس خصوصیات هر فرد تعیین می‌شوند، حرکت می‌کند. می‌توان در بلندمدت مواردی مانند ابزارهای تشخیصی ساده و قابل استفاده در منزل و همچنین انجام بیشتر مراحل درمان بیمار در خانه را نیز متصور شد. این امر دور از ذهن نخواهد بود که کل نظام درمانی پزشکی در آینده‌ای نه‌چندان دور دستخوش تحولاتی بنیادین خواهد شد که بشر را بیش‌ازپیش به رزوه‌ای هزاران‌ساله‌اش نزدیک خواهد کرد یا آن‌طور که «گوته» در ادامه بند آغازین می‌گوید: «بنگرید! قوام می‌گیرد! ماده‌اش صاف می‌شود و یقین هم در من راسخ‌تر می‌شود. آنچه را که از طبیعت می‌شمرند، جرأت تجزیه‌وتحلیلش را ما به خودمان می‌دهیم و آنچه را که طبیعت در هر آفریده‌ای سازمان می‌دهد، ما متبلورش می‌سازیم.»



محمد قزل

طراح کانسپت و آینده‌پژوه

بیماری‌ها جزئی از وضعیت بشر هستند. انسان‌ها در هر دوره‌ای از حیات بشر نیز خواهان برتری‌های ظاهری و توان بدنی برای برآوردن خواسته خود بوده‌اند. در دهه‌های پیش‌رو، شاهد پیشرفت‌های باورنکردنی‌ای در زمینه بهداشت و سلامت خواهیم بود و البته چالش‌های جدیدی نیز به وجود خواهد آمد. حدود ۲۵۰ هزار سال پیش، تصویری خوب و جذاب هزارو ۸۰۰ نفری جهان به یک میلیارد نفر برسد، اما طبق آمار رسمی سازمان ملل متحد، تنها چند سال طول کشید تا یک‌میلیارد دیگر به جمعیت زمین اضافه شود و در اکتبر ۲۰۱۱ جمعیت جهان به هفت میلیارد نفر رسید. این اتفاق که یک اتریغیر است، در مقیاس بزرگ با سرعت بسیار بالا رخ داده. در آینده فناوری دستخوش تغییرات و پیشرفت‌های بسیاری خواهد شد و ابعاد جدیدی به آن اضافه خواهد شد. در زمینه پزشکی نیز شاهد تغییرات اساسی خواهیم بود، چراکه بسیاری از موانع از سر راه برداشته خواهند شد. آنچه تاکنون در رمان‌های علمی- تخیلی خوانده‌ایم، می‌تواند به واقعیت‌های سال ۲۰۵۰ تبدیل شود. حتی این احتمال می‌رود که شاهد تولد دوباره گونه‌های منقرض‌شده باشیم. زیست‌شناسی به یکی از علوم برتر تبدیل خواهد شد و مهارت زبان دوم به لطف پیشرفت‌های صورت‌گرفته در ترجمه‌های کامپیوتری و هوش مصنوعی، منسوخ و ارتباط با شبکه‌های اجتماعی باعث غلبه هوش جمعی بر هوش فردی خواهد شد. ۴۰ سال آینده، اتفاقات و اختراعات غیرقابل‌تصورى در عرصه سلامت و پزشکی رخ خواهند داد. سلول‌های بنیادی جای هر سلول دیگری را در بدن خواهند گرفت و از آنها برای فرایند درمانی استفاده خواهد شد. پیشرفت‌های حاصل‌شده به ما این امکان را خواهند داد تا اعصابی که پیش از این بازوهای طبیعی ما را حرکت می‌دادند، در آن زمان بتوانند بازوهای مصنوعی را به حرکت درآورند. تا سال ۲۰۵۰، شاهد تغییرات زیادی در زمینه دارویی نیز خواهیم بود. یک وسیله کوچک می‌تواند چندین بیماری را در بدن یک شخص مورد بررسی قرار دهد و وسایلی اختراع خواهند شد که علائم بیماری را مشخص خواهند کرد. درمان بیماری‌های مزمن بر سبب پیشرفت خواهد گرفت. جراحی‌های سنگین به‌ندرت صورت خواهد گرفت و ابزارهای کوچک به کمک جراحان می‌آیند تا ارگانی را درمان یا تومسوری را خارج کنند. یک بیمار دیابتی می‌تواند ابزاری را به‌صورت ایمپلنت در بدن خود داشته باشد که به‌صورت هوشمند هوروت لازم بود، بتواند انسولین را به‌طور خودکار در بدن تزریق کند. همه اینها پادادایم‌های جدیدی را در نظام پزشکی و بهداشتی ایجاد خواهند کرد. تشخیص علت وقوع بیماری‌ها با پیشرفت‌های ژنتیک و هوش مصنوعی، سریع‌تر و دقیق‌تر خواهد شد.

زیست‌فناوری و دنیای قشنگ نو

آثار علمی- تخیلی تأثیر زیادی در به‌وجودآمدن دید عمومی نسبت به پیشرفت‌های آینده تکنولوژی دارند و همچنین خود این آثار، سودهنده به یک روند و دیدگاه آینده‌پژوهانه هستند که جرقه اولیه به‌وجودآمدن یک تکنولوژی جدید می‌شوند. رمان «دنیای قشنگ نو» اثر «لدوس هاکسلی» (۱۹۳۲)، انقلاب تکنولوژیکی بزرگ دیگری، یعنی زیست‌فناوری را مطرح می‌کرد که در شرف وقوع بود؛ به‌وجودآوردن انسان‌ها در آزمایشگاه به‌جای رحم، داروی «سوما» که به انسان‌ها خوشحالی آتی می‌دهد، شور و هیجانی که به‌واسطه الکترودهای جاسازی‌شده ایجاد می‌شد، تغییر رفتار به‌واسطه تکرار پیوسته ناخودآگاه با همان شرطی شدن، تغییر رفتار به کمک هورمون‌های مصنوعی گوناگون و تعداد زیادی ایده و پیش‌بینی که در زمان خود برای رمان علمی- تخیلی، ایده‌هایی عجیب و باورنکردنی بودند، ولی امروزه شاهد ظهور تک‌تک آنها هستیم، البته با اسم و شیوهای متفاوت. بسیاری از تکنولوژی‌هایی که هاکسلی تصور کرده بود از قبیل باروری در لوله آزمایش، مادر مصنوعی، داروهای روان‌درمان و مهندسی ژنتیک

برای ساخت کودکان، همگی با تازه‌پا گرفته‌اند یا در حال شکل‌گیری هستند. انقلاب جوان زیست‌فناوری و خبرهایی که روزانه از پیشرفت‌های تکنولوژی زیست‌پزشکی و دستاوردهای نظیر پروژه ژنوم انسانی و پروژه مغز انسان، به ما نوید این‌را می‌دهد که باید منتظر دیدن تغییرات جدی بسیار بیشتری باشیم؛ تغییراتی که زندگی بشر را دگرگون خواهد کرد و تعریف جدیدی از انسان‌بودن به ما خواهد داد. ایده‌هایی که هاکسلی در دنیای قشنگ نو مطرح می‌کند، هوشمندانه و چالش‌برانگیزند. در بخشی از کتاب «آینده فرانسانی ما»، فوکویاما در مورد اثر هاکسلی می‌گوید: «تصویری که دنیای قشنگ نو ساخته، تصویری خوب و جذاب است، ولی دیگر انسانی نیست یا بهتر بگویم به معنای طبیعی انسان نیست، انسانی که دیگر مبارزه نمی‌کند، تلاش نمی‌کند، عاشق نمی‌شود، آرزویی ندارد، درد را نمی‌فهمد و در برابر گزینه‌های اخلاقی مشکل قرار نمی‌گیرد. نژاد انسانی که انسان طبیعی نیست». انسان امروزی محصول فرایندی تکاملی است که میلیون‌ها سال ادامه داشته و با کمی شانس در آینده نیز ادامه خواهد داشت. امروزه خود انسان‌ها هستند که این روند تکامل را می‌خواهند تغییر دهند تا آن‌طور که می‌خواهند، باشند. زیست‌فناوری و علوم نوین امروزی، تغییر طبیعت انسان و سودان‌ها به مرحله فرانسانی را با همه پدیده‌ها و خوبی‌هایش فراهم می‌کنند. تکنولوژی‌های پزشکی، در بسیاری از موارد نوعی معامله با انسان می‌کنند؛ زندگی طولانی‌تر، اما با توان ذهنی کمتر، راهی‌ای از افسردگی، اما توأم با از دست‌دادن خلایق و شور. در نتیجه پیشرفت‌های حاصل در رشته نوروفارمکولوژی، روان‌شناسان درمی‌یابند که شخصیت انسان بیش از آنچه در گذشته فکر می‌کردیم، قابل انعطاف است. در حال حاضر می‌دانیم که داروهای روان‌درمانی از قبیل پزوراک و ریتالین می‌توانند بر خصوصیات نظیر اتکا به نفس و توان تمرکز مؤثر باشند، اما به خاطر احتمال ایجاد عوارض جانبی نامطلوب، به

جز در موارد درمانی کاملاً ضروری

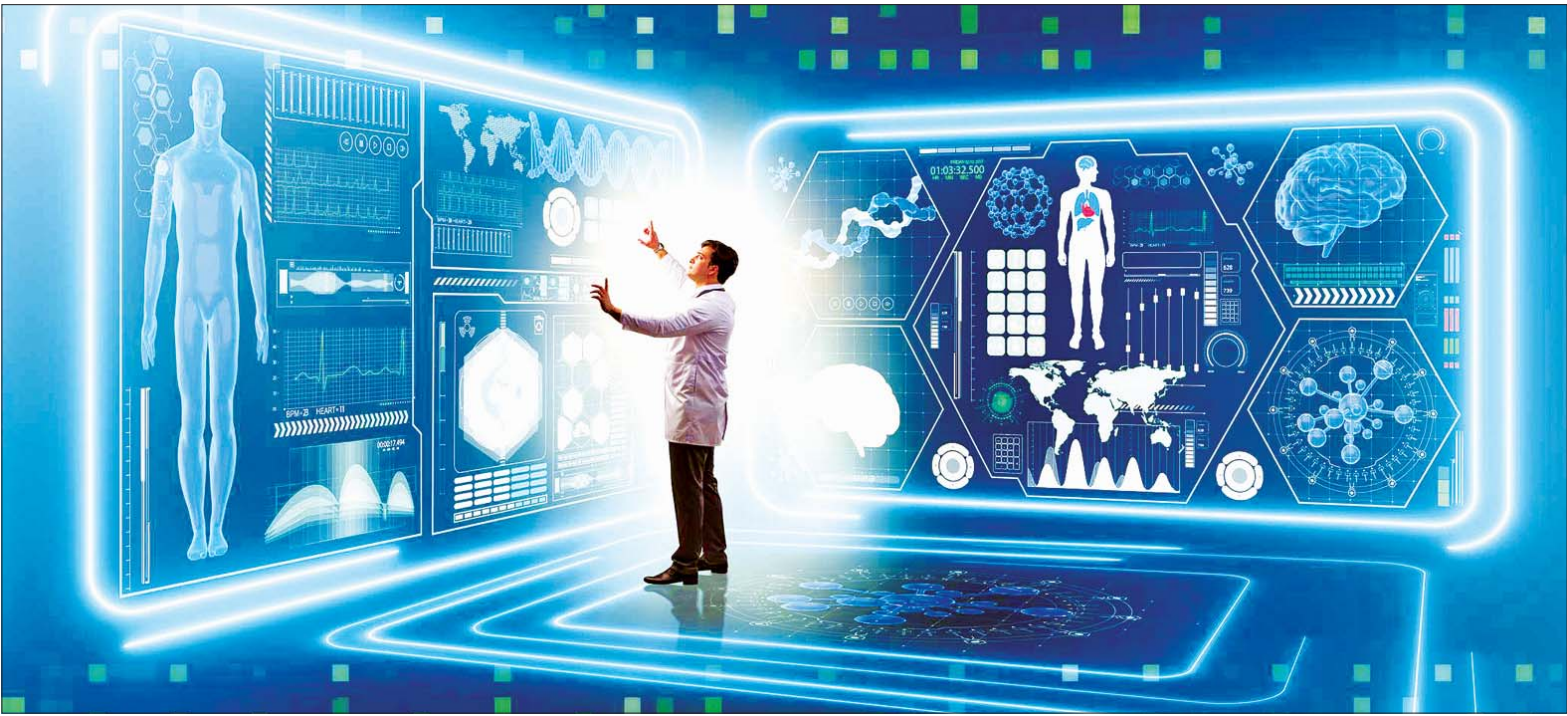
است، مصرف آن اجتناب می‌شود، اما

در آینده دانش مربوط به ژن‌ها به شرکت‌های دارویی اجازه خواهد داد تا داروهایی را مطابق با الگوی ژنتیکی و بسیار اقتصادی برای هر بیمار طراحی کنند و عوارض جانبی آن را به شکل فوق‌العاده‌ای کاهش دهند. به این طریق افراد خونسرد و بی‌احساس را می‌توان بسیار سرزنده و درون‌گرا‌ها را به افرادی بیرون‌گرا تبدیل کرد یا

چهارشنبه‌ها یک شخصیت و آخر هفته‌ها، شخصیت دیگری داشت تا بهانه‌ای برای افسردگی و غم وجود نداشته باشد و حتی افراد ذاتا خوشحال هم بتوانند بدون نگرانی از اعتیاد و خمارى یا صدمات مغزی حاصل از استفاده درازمدت، خوشحال‌تر باشند. پیشرفت‌های حاصل از سلول‌های بنیادی این امکان را می‌دهد تا دانشمندان را راحت‌تر به نوع بافتی را در بدن تکثیر کنند، اندام‌های حیاتی را در خارج از محیط بدن برای شرایط اورژانسی تولید و تکثیر کنند و به‌نوعی لوازم یکدی بدن انسانی قابل دسترس باشد.

دیگر کسی منتظر پیوند کلیه و اهدای عضو فردی که تازه مرده است یا یک انسان زنده سالم دیگری که مجبور به ایجاد نقص عضو در بدنش است، نخواهد بود. این روی قضیه را هم نگاه کنیم، اگر والدین ثروتمند ناگهان این امکان را یابند تا هوش فرزندان و نسل‌های آینده خود را افزایش دهند، چهره زیباتری را انتخاب کنند، قدرت بدنی بیشتری را به آنها منتقل کنند و موارد مشابه دیگر، آن‌گاه نه فقط یک بحران اخلاقی، بلکه یک جنگ طبقاتی تمام‌عیار را پیش‌رو خواهیم داشت. در آینده، علوم پزشکی و سلامت، زیست‌فناوری و علوم وابسته، از نظر من بیش از درمان، برای توانمندسازی استفاده خواهند شد. می‌توان داروهایی را مناسب با افراد خاص تولید کرد با شناخت مشخصات و شرایط زیستی فرد خاص، تا علاوه بر درمان، اثرات سوء جانبی به حداقل برسد و از طرفی در مقابل بیماری، مقاومت‌تر شود. با اطلاعات بسیار دقیق‌تری در اختیار پرورش‌دهندگان گیاه و دام آینده قرار داد تا گونه‌های جدیدی از مواد غذایی

علم



چشم‌اندازی به آینده سلامت و بدن انسان

برای آینده بشر امیدوار باشیم

را طراحی کنند که خواص بهتر برای سلامتی و طعم مطلوب‌تر برای لذت‌بردن از تجربه غذاخوردن داشته باشند. پیشرفت‌های مهندسی ژنتیک در عرصه‌های مختلف حوزه سلامت و پزشکی نیز قابل‌تأمل است. بچه‌های طراحی‌شده از جمله خروجی‌های شاخص این تکنولوژی خواهد بود. متخصصان ژنتیک، زن مربوط به خصوصیات نظیر هوش، بلندی قد، رنگ مو، رنگ چشم، خشونت، یا عزت نفس را جدا کرده و از این دانش برای به‌وجودآوردن نمونه بهتری از کودک استفاده می‌کنند. چنین ژنی حتی ممکن است منشأ انسانی نداشته باشد و این همان چیزی است که در زیست‌فناوری کشاورزی استفاده می‌شود.

تقابل هوش ماشینی و هوش کرینی

پیش از پایان قرن حاضر، انسان‌ها دیگر هوشمندترین یا قابل‌ترین موجودات روی کره زمین نخواهند بود. البته حقیقت این گفته بستگی به این دارد که ما انسان را چگونه تعریف کنیم. آیا هیچ می‌تواند هوشی، هوشمندتر از خود را خلق کند؟ آیا ما از روند تکاملی که ما را به خلق کرده است، هوشمندتر هستیم؟ و آیا هوشی که ما در حال خلق آن هستیم، می‌تواند از خالق خود پیشی بگیرد؟ سرعت مدار محاسباتی ما انسان‌های زیستی در مقابل سرعت محاسباتی ساخته خودمان، یعنی کامپیوترها که روز به روز پیشرفته‌تر می‌شوند، بسیار پایین است. تکامل یک راه میانبر برای حل محدودیت‌های محاسباتی مدار عصبی پیدا کرده است. تکامل، سازواره‌ای را خلق و به نوبه خود یک فناوری محاسباتی را اختراع کرده است که چند میلیون بار سریع‌تر از نورون‌های مبتنی بر کربن است. سرنجام، نظام محاسباتی مبتنی بر مدارهای عصبی فوق‌العاده کند پست‌اندازان، به همتای بسیار قابل‌تر و بسیار سریع‌تر الکترونیکی و فوتونی منتقل خواهد شد. طبق پیش‌بینی‌های پروفسور «ری کورزویل» در دهه‌های پیش‌رو در سال ۲۰۲۹-۲۰۳۰ هر دستگاه کامپیوتر هزاردلاری، قدرت محاسباتی هزار مغز انسانی را خواهد داشت. گذرگاه‌های عصبی دانسته مستقیم، جهت ارتباط دقیق و وسیع با مغز انسان، به‌وجود آمده است. طیفی از اعصاب مصنوعی ساخته شده و قوه بصری و سمعی ذهن و ادراک، قدرت حافظه و تعقل و منطق را تقویت می‌کنند. در آینده بحث کهدیدی بر سر حقوق قانونی کامپیوترها و اینکه چه چیزی انسان‌بودن را تعیین می‌کند، به‌وجود خواهد آمد. ماشین‌ها مدعی‌اند که از آگاهی و هوش برخوردارند و این ادعا مدام‌تر قبول قرار می‌گیرد. از نظر پروفسور ری کورزویل، در سال ۲۰۹۹-۲۱۰۰ گرایش قدرتمندی به سمت ترکیب فکر انسان با جهان هوش ماشینی که نژاد بشر آن را خلق کرده، به‌وجود می‌آید. دیگر هیچ وجه تمایز روشنی بین انسان‌ها و ماشین‌های کامپیوتری وجود ندارد. اکثر موجودات آگاه، حضور فیزیکی دائمی ندارند. هوش مبتنی بر ماشین‌ها که از الگوهای بسط‌یافته هوش انسانی ناشی شده، مدعی انسان‌بودن است. اکثر این هوش‌ها به یک واحد پردازنده محاسباتی مشخص وابسته نیستند. تعداد انسان‌های نرم‌افزاری بسیار وسیع‌تر از آنهایی است که هنوز از نورون‌های مبتنی بر کربن استفاده می‌کنند. حتی میان آن هوش‌های انسانی که از اعصاب کرینی استفاده می‌کنند، شاهد کاربرد همه‌جانبه فناوری پیوند عصب ماشینی هستیم تا قوه تصور و ادراک و قابلیت درک و فهم خود را به میزان وسیعی افزایش دهند. این دسته، سایبورگ‌ها یا انسان-ماشین‌هایی هستند که هم از هوش مبتنی بر ماشین و هم هوش مبتنی بر کربن استفاده می‌کنند. انسان‌هایی که از این پیوندها استفاده نمی‌کنند و به‌صورت کامل زیستی هستند، توان شرکت در گفت‌وگوها و تعامل درست با محیط اطرافشان را ندارند و نمی‌توانند ارتباط درستی با ماشین‌ها و سایبورگ‌ها برقرار کنند. طول عمر دیگر معیار معتبری برای موجودات هوشمند نیست و دغدغه‌ای برای آن وجود ندارد. ما انسان‌ها پیچیده‌ترین ماشین طبیعت را با خود حمل می‌کنیم به نام مغز با صدها میلیارد نورون و

ارتباطات بین آنها و این سخت‌افزار زیستی، نرم‌افزاری دارد که آن را ذهن می‌نامیم. سخت‌افزار و نرم‌افزاری که فکر می‌کنیم شاید در آینده از محدودیت‌های زیستی کاملاً خلاص و نامیرا شود. سؤال این است: اگر مغز را شبیه‌سازی کنیم و بتوانیم کل آگاهی را به درون کامپیوتر بفرستیم، این معنایش نامیرایی است و دیگر مجبور نیستیم بمیریم؟ چه بلایی بر سر هنجارهای اجتماعی می‌آید؟ اگر روزی بتوانیم آگاهی انسانی را درون کامپیوتر آپلود کنیم، از تعریف انسانی ما چه چیزی باقی می‌ماند؟ با نابودی کالبد و جسم ما، اگر آگاهی ما باقی بماند، آیا باز موجود و انسان زنده هستیم یا خیر؟

کسب‌وکار فروشگاه‌های بدن انسان

همان‌طور که ما در نهایت سرعت فوق‌العاده کُند نورون‌هایمان را رها می‌کنیم، سرانجام مجبور خواهیم شد از سایر محدودیت‌های شیمی مبتنی بر پروتئین خود نیز دست بکشیم. انسان در راهی گام نهاده است که بافت زنده را در فرایندهای مکانیسم‌های فیزیکی به کار خواهد برد. ما در آینده نزدیک شاهد ماشین‌هایی خواهیم بود که در عین حال هم از مواد مصنوعی و فلزات تشکیل شده‌اند و هم از مواد و اندام‌های زنده. حتی بدن انسان معنای جدیدی پیدا خواهد کرد و این همان ماهیت سایبرنتیک انسان آینده خواهد بود؛ یک سایبورگ. به اعتقاد من، در آینده نزدیک، فانتزی سایبورگ‌ها و ابرانسان‌های زائر علمی-تخیلی سایبرپانکی، تبدیل به یک فرصت کسب‌وکار پرسود خواهد شد. ما درحال‌حاضر با سرعت به سمت آینده‌ای می‌رویم که انسان‌ها می‌توانند خود را به وزن بهتری از خود تبدیل کنند و به توانایی‌های خود حاشیه‌افزایی کنند. به عنوان مثال، چشم‌انداز نیازمند یک درک درست و روشنگرانه از آنچه ما را انسان ساخته است و اینکه ما برای کمک به این محدودیت‌های زیستی خود چه کارهایی می‌توانیم انجام دهیم. در ۱۵ تا ۲۰ سال آینده، انتظار ظهور فروشگاه‌هایی می‌رود که ما آن را فروشگاه‌های بدن انسان می‌نامیم؛ فروشگاه‌هایی که به عنوان انسان وارد آن می‌شوید و به صورت یک سایبورگ از آن خارج می‌شوید. ایمپلنت‌های سایبرنتیک، پرینت سه‌بعدی اعضای مصنوعی بدن و بایوبک، خدمات این فروشگاه‌ها به انسان‌های آینده خواهد بود. معلولی را در نظر بگیرید که با پاهای مصنوعی هوشمند خود به‌راحتی در هر موقعیتی وارد می‌شود و راه می‌رود و از طرفی می‌تواند قد خود را با انتخاب طول پاهای مناسب برای مراسم خاص تنظیم کند. شما دیگر به صورت دائمی فردی کوتاه‌قد و ناتوان حرکتی نخواهید بود. امکانات و پیشرفت‌های اندام‌های مصنوعی که کم‌کم از افراد یک مرد آهنین واقعی می‌سازد، ممکن است به حدی برسد که یک فرد سالم آرزوی داشتن همچنین دست و پای مصنوعی را بکند (شاید فعلاً محقانه به نظر برسد، چون سلامتی طبیعی بارزترین داشته ماست؛ اما اگر حالت مصنوعی آن و فرمت سایبورگ ما، توانایی‌های بیشتری به ما دهد، آیا باز هم محقانه است که به داشتن آن فکر کنیم؟). بحث اندام مصنوعی دیگر درباره پرکردن نقص و ناتوانی نیست، بلکه درباره افزون به توانایی‌هاست. درحال‌حاضر، شرکت‌هایی هستند که با استفاده از سایبرنتیک، بدن زیستی انسان را هک کرده و توانایی‌های آن را بالا می‌برند. زمانی که پیشرفت‌های سایبرنتیکی به نقطه‌ای برسد که تمام بدن انسان به نوعی به سیستم‌های آنلاین متصل شود، ما رسماً «رایانش زیستی» (Bio-Computing) و در ادامه زیست‌کامپیوترها را متولد کرده‌ایم. ما می‌توانیم رسماً اعلام کنیم که با معلولیتی جسمی خداحافظی کرده‌ایم. شعار تبلیغاتی این فروشگاه‌ها دیگر این نخواهد بود که «به یک بدن توانا تبدیل شوید» بلکه این خواهد بود که «ارتقا یابید و ابرقهرمان شوید!».

آینده‌زیا

تأثیر واقعی تحولات جدید از جمله علم ژنتیک، هوش مصنوعی و روباتیک، زمانی که به مرحله ترکیب تکنولوژی‌ها برسیم، کاملاً محسوس خواهد بود. کامپیوترها، صنایع الکترونیک و مواد جدیدی که ساخته می‌شوند، در ترکیب با زیست‌فناوری و علم ژنتیک، سیلی از نوآوری‌ها و اختراعاتی را جاری خواهد کرد که در تاریخ بشر بی‌سابقه بوده است. به آینده بشر امیدوار باشیم.

رو به فردا

چاپگر سه‌بعدی و دنیای پزشکی

سمیه رستمیان

● چاپگرهای سه‌بعدی پدیده‌های نسبتاً جدیدی هستند. پیدایش این فناوری به چهار دهه پیش؛ یعنی دهه ۸۰ میلادی (دهه ۶۰ شمسی) بازمی‌گردد. دکتر «هیدو کودما» از مؤسسه تحقیقاتی شهر ناگويا نخستین کسی بود که موفق به ابداع این روش شد. در آن زمان او توانست با افزودن بخش‌های جدیدی به چاپگرهای دوبعدی، مدل‌های سه‌بعدی پلاستیکی را به وجود آورد. در ابتدا از این فناوری برای مدل‌سازی صنعتی پیش از شروع تولید انبوه محصول استفاده می‌شد، اما با گذشت زمان این فناوری جای خود را در رشته‌های گوناگون باز کرد. چاپگرهای سه‌بعدی برای تولید مدل خود، طرح موردنظر را به صورت لایه‌لایه با دقت میلی‌متری تولید می‌کنند و به‌این‌ترتیب یک ماکت با دقت بسیار بالا از طرح اولیه را ارائه می‌دهند. صرفه‌جویی در زمان، جلوگیری از هدررفتن مواد اولیه و دقت بالا سبب شد که این فناوری جای خود را به روش‌های قدیمی‌تر بدهد. امروزه مدل‌سازی سه‌بعدی جایگاه خود را در بسیاری از علوم و فناوری‌ها از جمله خودروسازی، معماری، صنایع نظامی، علوم فضایی و پزشکی باز کرده است. در علم پزشکی از دو منظر می‌توان از این چاپگرها بهره جست؛ نخست در تولید لوازم و تجهیزات پزشکی و دوم ساخت اعضای مصنوعی، اعم از اعضای غیرزنده مانند انواع ایمپلنت‌ها و همچنین اعضای زنده مانند اندام‌های بدن. چاپگرهای سه‌بعدی اکنون در طراحی و تولید سمک‌ها، دندان‌های مصنوعی و استخوان لگن مورد استفاده قرار می‌گیرند. این محصولات که ساخت آنها با استفاده از روش‌های قدیمی‌تر چندین روز زمان نیاز داشت، اکنون در چند ساعت طراحی و با هزینه‌ای بسیار کمتر تولید و آماده استفاده می‌شوند. تولید دست و پای مصنوعی با استفاده از این روش نیز جالب توجه است. تولید این محصولات معمولاً زمان‌بر و گزاف است. بااین‌حال چاپگرهای سه‌بعدی این امکان را فراهم می‌کنند که افرادی که دست و پای خود را به دلایل مختلف از دست داده‌اند بتوانند از دست و پای مصنوعی در کوتاه‌ترین زمان و با کمترین هزینه بهره ببرند. البته این طرح هنوز در ابتدای راه خود است، اما در سال گذشته میلادی حدود ۳۰۰ نفر از قربانیان جنگ وین‌گذاری در آسیا و آفریقا صاحب دست مصنوعی شدند. محققانی که در حال تحقیق روی این تکنولوژی هستند، امیدوارند که در آینده بتوانند اندام‌های زنده را تولید و کار پزشکان برای پیوند اعضا را راحت‌تر کنند. پیوند عضو پروسه‌ای پیچیده است، چراکه در اغلب موارد فرد بیمار باید منتظر دریافت عضو از فرد دیگری؛ مثلاً اعضای خانواده یا افراد غریبه باشد. سالانه بسیاری از افراد نیازمند به پیوند عضو، پیش از آنکه به مرحله عمل پیوند برسند جان خود را از دست می‌دهند و در بسیاری نیز بدن بیمار پس از اتمام عمل، با پس‌زدن عضو پیوندی فرد را دچار مشکلات عددیدی می‌کنند. این دو مسئله اساسی؛ یعنی پیدایشدن یا پس‌زده‌شدن اعضای پیوندی در آینده از طریق بهره‌جویی از چاپگرهای سه‌بعدی مرتفع خواهند شد و آینده علم پزشکی را دگرگون خواهند کرد. برای درک بهتر این مسئله یک بیمار را در نظر بگیرید که نیازمند پیوند قلب است. دانشمندان تنها با دریافت مقداری از خون این فرد می‌توانند در آزمایشگاه سلول‌های بنیادی او را استخراج و تکثیر کنند. سلول‌های بنیادی به سلول‌هایی گفته می‌شوند که توانایی تقسیم بالایی دارند و می‌توانند به انواع سلول‌ها مانند سلول عصبی، ماهیچه‌ای، استخوانی و... تبدیل شوند و در نهایت بافت‌ها و اندام‌ها را شکل دهند. در ادامه، دانشمندان با استفاده از شیوه‌های نوین از قلب بیمار و جزئیات مربوط به بافت‌های آن تصویربرداری کرده و با استفاده از این چاپگر، قلب سالمی را تولید می‌کنند که از هر نظر با قلب اصلی فرد بیمار مطابقت دارد و یک کپی سالم از قلب اوست. حال در ذهن خود مثال قلب را به اجزای دیگر بدن گسترش دهید: ریه، کبد، کلیه، چشم و حتی مغز. اگر علم بشری به این مرحله برسد که از جزی گوناگون بدن را با کیفیت بالا تولید کند، دیگر جایگزینی اعضای بدن امری آسان خواهد بود. در مثال دیگری به فردی فکر کنید که در اثر تصادف دچار مرگ مغزی شده است. مرگ مغزی افرادی که در بهترین است و حتی اگر تمامی اعضای بیمار در بهترین و سالم‌ترین حالت باشد، نمی‌توان آن را مرگ فردی که مغز او از بین رفته است، جلوگیری کرد. حال گمان کنید که این تکنولوژی قادر باشد مغز سالم و جدیدی را برای این فرد تولید کند. با جایگزینی مغز تازه، فرد از مرگ نجات می‌یابد. این فناوری در آینده قادر خواهد بود از انسان موجودی نامیرا بسازد. ممکن است این مسئله شبیه به رؤیا به نظر برسد، اما به یاد داشته باشید که در گذشته‌ای نه‌چندان دور هزاران‌هزار انسان در اثر بیماری‌های عفونی ساده جان خود را از دست می‌دادند؛ امری که امروزه به‌واسطه وجود واکسن‌ها و آنتی‌بیوتیک‌ها به پایین‌ترین سطح خود رسیده است.