تکنولوژی‌های نوین و سرنوشت بشر

شهیندخت خوارزمی*

هرگاه حالِ ما ــ همسرم و من ــ به‌خاطر وضعیتِ ایران و اوضاع نابسامانِ جهان خراب می‌شود، به سراغ فیلم یا مقاله‌ای می‌رویم دربارهٔ آخرین دستاوردهای علم و تکنولوژی. فضای ذهنی‌مان به‌طرز غریبی بهتر می‌شود. آینده‌نگری مرهمی است بر این رنجِ جانکاهِ ما.

این نوشتار، داستانِ جست‌وجوی بی‌پایان بشر است برای کشف واقعیت و دستکاری در طبیعت. داستانی شگفت‌انگیز و خواندنی.

جامعهٔ بشری وضعیت عجیبی را می‌گذراند. قرار نبود در قرن بیست‌ویکم شاهد چنین اوضاعی باشیم. انگار ادارهٔ امور از کنترل خارج شده. رهبران جوامع، در مقایسه با وظایف سنگینی که برعهده دارند، بیش از پیش به کوته‌قامتانی شبیه شده‌اند که، در صندلی بزرگ رهبری کشور خود، کوتوله‌ای مضحک به نظر می‌آیند. ساختارهای سیاسی و حکمرانی به‌شدت ناکارامد شده‌اند و نمی‌توانند برای مسائل پیچیدهٔ امروز راه‌حل مناسب بیابند. رشد فسادِ نهادینه و سقوطِ غم‌انگیز ارزش‌های انسانی و نابرابری‌های فزایندهٔ اجتماعی و اقتصادی دورنمای تاریکی از آیندهٔ بشر ترسیم می‌کند. آن‌چه امیدبخش است، حضور پررنگ مردم بسیاری از کشورها در خیابان‌ها در اعتراض به ناکارامدی و فساد دولتمردانی است که برآنان حکومت می‌کنند.

اما این فقط یک روی سکهٔ واقعیتِ جهانِ کنونی است. روی دیگر روند پرشتاب پیشرفت‌های علمی‌ـتکنولوژیک است که شاید دورنمای دیگری از جامعهٔ بشری نشان می‌دهد.

هدف این نوشتار، معرفی مهم‌ترین دستاوردهای علمی و تکنولوژی‌های نوینی است که از منظری دیگر زندگی بشر را دگرگون می‌سازند. شاید با این نوشتار بتوان این پرسش مهم را

---

* پژوهشگر، مترجم؛ تهران. تازه‌ترین کتاب ایشان: **کیفیت زندگی و شاخص خوشبختی**، انتشارات روابط عمومی و تبلیغات هفت تبلیغ، ۱۳۸۹.

❖❖❖ از همسرم، دکتر همایون شهریاری، که در تهیهٔ این مقاله سهم ارزنده‌ای داشتند، سپاسگزاری می‌کنم. ❖❖❖

طرح کرد که آیا این دستاوردها در بطن خود راه‌حلی برای معضلاتی ارائه می‌دهند که به کلافی سردرگم تبدیل شده‌اند؟

نخست، حوزه‌های اصلی تکنولوژی‌های نوین و تکنولوژی‌های نوظهور معرفی می‌شوند. فرق این دو آن است که کاربرد دستهٔ نخست فراگیر شده و آثارش محسوس است. ولی کاربرد و آثار دستهٔ دوم چندان آشکار نشده است. در جریان بحث، آثار این تکنولوژی‌ها بر زندگی بشر مطرح خواهد شد. سعی می‌شود بدون موضع‌گیری و پیش‌داوری، آثار مثبت و منفی این تکنولوژی‌ها معرفی شوند. هدف طرح سوال است.

باید اعتراف کنم که روزگاری در دام علم‌باوری گرفتار بودم و تصور می‌کردم پیشرفت علم و تکنولوژی می‌تواند به خلق جامعه‌ای انسانی‌تر بینجامد. ولی واقعیت‌های چند دههٔ اخیر نشان داد که پدیده‌های سیاسی و اجتماعی و حتی فرهنگی در جامعهٔ بشری در آن بخش از طبیعتِ انسان ریشه دارند که هنوز ناشناخته مانده و تا رسیدن به وضعیت مطلوب راه درازی در پیش است. علم و تکنولوژی نتوانسته مانع بروز فجایعی شود که قدرت‌طلبی، حرص و آز، انتقام‌جویی، منیّت، نبود مُدارای فرهنگی و قومی و نژادی و، بیش از همه، جهلِ مرکبِ انسانِ معاصر، به‌ویژه رهبران کشورها، عامل آن بوده است. شاید پیشرفت‌های علوم مغز و اعصاب و ژنتیک بتواند در آینده ریشهٔ فیزیکی این هیجان‌ها و رفتارهای آسیب‌رسان بشر را کشف کند و برای کنترل آن راهکاری بیابد.

پیش از باز کردن بحث، باید به نکته‌ای اشاره کنم. پیشرفت‌های علمی و تکنولوژیک در برخی زمینه‌ها، لحظه‌ای یا دست‌کم روزانه است. چه بسا هر روز چیزی نو کشف یا اختراع می‌شود. همگامی با این شتاب و روزامد نگاه‌داشتن مطلب شاید ممکن نباشد. سعی کرده‌ام تا آن‌جا که امکان داشته، دستاوردهای جدید را معرفی کنم.

☑ حوزه‌های اصلی تکنولوژی‌های نوین

پیش از معرفی حوزه‌های اصلی، لازم است فهم خود را از معنای تکنولوژی بیان کنم.

تکنولوژی محصولِ تبدیل فهم و شناخت انسان از واقعیت به کاربرد است. و کاربرد، یعنی دستکاری در طبیعت از طریق ابزاری ساختهٔ انسان. در آغاز، پیش از انقلاب علمی، این فهم و شناخت، بیشتر تجربی و حسی بود. جرقه‌ای بود در ذهن یک مخترع که سعی داشت ابزاری بسازد که یا بارِ کار بدنی انسان را کاهش دهد، یا کارکردی تازه را وارد زندگی انسان کند. پس از انقلاب علمی و همگامی آن با انقلاب صنعتی، شاهد پیدایش نخستین جوانه‌هایی بودیم که بعدها به مراکز تحقیق و توسعه (R&D) تبدیل شدند و کارخانه‌های تکنولوژی نام گرفتند. از آن پس، روند توسعهٔ تکنولوژی شتاب گرفت. علم و یافته‌های پژوهش علمی به یاری تکنولوژیست‌ها آمد، که با نیروی خلاّق مغز خود، این یافته‌ها را به کاربرد تبدیل می‌کردند. بدین ترتیب، در فرایند تولید تکنولوژی، شناخت علم از واقعیت جایگزین معرفت حسی و تجربی شد و شتابِ فرایندِ نوشدنِ تکنولوژی را رقم زد.

با پیشرفت علم، فهم انسان از واقعیت دگرگون شد. معلوم شد که واقعیت، پیچیده، چندلایه، و چندبعدی است. در نتیجه، علومِ منفک و رشته‌های علمیِ دارای مرزهای مشخص با یکدیگر ترکیب شدند و علوم جدیدی پدید آمد؛ تلفیقی و میان‌رشته‌ای و فرارشته‌ای. در واقع، مرزهایی که رشته‌های علمی را از یکدیگر جدا می‌کرد محو و بی‌معنا شدند. امروزه برای پژوهش دربارهٔ هر موضوعی، تیمی از دانشمندان رشته‌های گوناگون، از سراسر جهان، با یکدیگر کار می‌کنند. همین تحول در حوزهٔ تکنولوژی نیز رخ داده است. قلمروهای جزیره‌ای تکنولوژی جای خود را به تکنولوژی‌های همگرا و تلفیقی داده‌اند. در هر نوآوری تکنولوژیک جای پای چند رشتهٔ علمی دیده می‌شود.

شهیندخت خوارزمی

امروزه هرگاه سخن از تکنولوژی‌های نوین به‌میان می‌آید، با دستاوردی مواجه هستیم که از ترکیب و تلفیق و همگرایی چند تکنولوژی به‌دست آمده است.

نکتهٔ مهم دیگر آن است که فهم و شناخت انسان، حاصل جست‌وجویی است بی‌پایان برای کشف واقعیت. تکنولوژی نیز جست‌وجویی است بی‌پایان برای تبدیل این فهم به کاربردی تازه.

از سوی دیگر، فرایند کشف واقعیت، یعنی پژوهشِ علمی، خودش تکنولوژی‌بنیادْ شده است. دستاوردهای تکنولوژی، کشفِ علمی را وارد عرصهٔ تازه‌ای کرده است. علم و تکنولوژی دررابطه‌ای دَوَرانی، روند تحول و شتاب تحول یکدیگر را تقویت می‌کنند. این رابطهٔ شگفت‌انگیز، سرنوشت جامعهٔ بشری را رقم می‌زند.

شاید این فرضیه درست باشد که جست‌وجوگریِ سیری‌ناپذیر انسان در ترکیب با نیروی مهارنشدنی مکانیسم بازار، محرک اصلی پیشرفت‌های علم و تکنولوژی در عصر حاضر باشد.

روزگاری پژوهش علمی در دست نهادهای دولتی، یعنی دانشگاه‌ها و مؤسسات پژوهشی، بود. ولی امروزه، دولت‌ها بر پژوهش علمی و بر توسعهٔ تکنولوژی کنترل و حتی نظارتِ چندانی ندارند. این شرکت‌های خصوصی هستند که تحت فشارِ رقابت در بازاری که نوآوری موتورِ محرکِ آن است، سلطهٔ خود را بر هر دو اعمال می‌کنند.

از آن‌جا که هدف اصلیِ این نوشتار طرح این پرسشِ مهم است که تکنولوژی جامعهٔ بشری را به کدام سو می‌برد، به نکتهٔ مهم دیگری نیز باید توجه داشت.

تکنولوژی از ساده‌ترین شکل، تا پیچیده‌ترین آن، همچنان چون شمشیری دودَم کار می‌کند. هم می‌تواند نجات‌بخش باشد و هم آسیب‌رسان. در تحلیلِ آثارِ تکنولوژی بر زندگیِ انسان، توجه به این واقعیت ضروری است.

برخی تکنولوژی‌ها بنیان‌های اجتماعی و فرهنگی و اقتصادی جامعه را از بُن زیرورو می‌کنند. این دسته از تکنولوژی‌ها را گسست‌آفرین می‌دانیم. بدین معنا که با حضورِ دستاوردهایشان در زندگی انسان، در فرایند تحول اجتماعی گسست می‌آفرینند. زندگیِ انسان، قبل و بعد از پیدایش آن‌ها، با یکدیگر متفاوت می‌شود. بسیاری از این دستاوردها، از جمله رادیو، تلویزیون، هواپیما، تلفن، کامپیوتر، تلفنِ همراه و البته اینترنت از این گونه‌اند.

هرقدر جلوتر می‌رویم این گسست عمیق‌تر می‌شود. با روندِ کنونیِ شتابِ تحولِ تکنولوژی‌های نوین، جامعهٔ بشری به‌سمتی درحرکت است که آیندهٔ آن بیش از پیش غیرقابل پیش‌بینی شده است.

برخی تکنولوژی‌ها نقش مادر را دارند. بدون آن‌ها تکنولوژی‌های دیگر به‌وجود نمی‌آمدند. تکنولوژی‌های دیجیتال، به‌ویژه هوش مصنوعی، از این نوع‌اند.

نکتهٔ آخر آن‌که، دسته‌بندی تکنولوژی‌های نوین به‌دلیل ماهیت تلفیقی آن‌ها کار آسانی نیست. کارهایی که در این زمینه انجام شده، خالی از نقص نیست.

موضوع علم کشف واقعیت دربارهٔ سه رکن اصلی عالم هستی است: ماده ـ انرژی، اطلاعات، و حیات. ماده و انرژی قابل تبدیل به یکدیگرند. حیات و تنوع گستردهٔ اشکال آن در سیارهٔ زمین نیزخود از ماده به‌وجود آمده است. شاید بتوان علوم و تکنولوژی‌های نوین را حول این سه محور تقسیم کرد. در این معنا سه گروه تکنولوژی خواهیم داشت:

۱. تکنولوژی‌هایی که بر حیات و موجود زنده تمرکز دارند؛
۲. تکنولوژی‌هایی که کارشان شناخت و دستکاری در ماده است؛ و
۳. تکنولوژی‌هایی که کانون تمرکزشان اطلاعات است.

ولی این دسته‌بندی نیز در عمل کارساز نخواهد بود. پس، در این نوشتار، با پرهیز از هر نوع دسته‌بندی، مهم‌ترین و اثرگذارترین تکنولوژی‌ها معرفی می‌شوند.

☑ تکنولوژی‌های دیجیتال و کوانتومی

این گروه از تکنولوژی‌ها با اطلاعات و ارتباطات سروکار دارند و به همین دلیل فاوا (فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات)[1] نام گرفته‌اند. پیش از اختراع کامپیوتر کوانتومی، به‌نام تکنولوژی‌های دیجیتال شهرت داشتند. در تکنولوژی دیجیتال، داده و اطلاعات به هر شکلی از متن و تصویر و صدا به شکل کدهای دو رقمی صفر یا یک ذخیره می‌شود که بیت[2] نام دارد و امکان ذخیره‌سازی حجم

عظیمی از داده را بر روی ابزاری بسیار ریز فراهم آورده است. بیت می‌تواند صفر یا یک باشد. ولی کامپیوتر کوانتومی این مبنا را به کیوبیت[3] تغییر داد که می‌تواند همزمان هم صفر باشد و هم یک، یا یکی از این دو. به این معنا که داده‌ها به طور همزمان به شکل صفر و یک ذخیره می‌شوند.

کامپیوتر کوانتومی با استفاده از خواص کوانتومی ذرّات به‌ویژه برهم‌نهی[4] و درهم‌تنیدگی[5] در فرایند پردازش، می‌تواند سرعت پردازش و محاسبه را به سطحی بی‌سابقه افزایش دهد. محاسباتش، ترتیبی[6] نیست، بلکه همزمان[7] صورت می‌گیرد.

هنوز دامنهٔ کاربرد کامپیوتر کوانتومی روشن نیست و تا تجاری شدن این نوع کامپیوتر شاید راه درازی در پیش باشد. اما می‌توان حدس زد که در بسیاری از زمینه‌ها تحولی باورنکردنی پدید می‌آورد.

بدین ترتیب، کامپیوتر کوانتومی، در مقایسه با کامپیوتر دیجیتالی، همان تحولی را پدید می‌آورد که کامپیوتر دیجیتالی در مقایسه با ابزار آنالوگ پیش از خود.

شرکت‌های گوگل و مایکروسافت و اینتل و البته دانشگاه هاروارد مشغول ساخت کامپیوتر کوانتومی و حل مشکلات ساختاری آن هستند. گوگل در اکتبر ۲۰۱۹ با رونمایی از اولین کامپیوتر کوانتومی ۵۴ کیوبیتی خود به‌نام سیکامور،[8] ادعا کرد که در این زمینه پیشتاز است[9] و می‌گوید، در یک تست واقعی، سیکامور در ۲۰۰ ثانیه کاری را انجام داده که برای پیشرفته‌ترین سوپرکامپیوترهای جهان ۱۰هزار سال طول می‌کشد!

رقیبش، IBM، واکنشی فوری نشان داد و ادعا کرد که این کار که شبیه‌سازی است، طی دو روز و نیم قابل انجام است نه ده هزار سال! جالب آن‌که این شبیه‌سازی بر روی سوپرکامپیوتر summit انجام شد که ساخت IBM و در اختیار ناساست.

مهم نیست که ادعای کدام درست باشد. مهم آن است که کار بر روی ساخت کامپیوتر کوانتومی و حل مشکلات ساختاری آن آغاز شده و رقبای سرسخت و پرتوانی در این زمینه سخت می‌کوشند بر دیگری پیشی گیرند. نتیجه آن خواهد بود که بشر ابزاری در اختیار خواهد داشت برای انجام پردازش و محاسبات پیچیده، بر روی حجم عظیمی از داده و شبیه‌سازی سیستم‌های بسیار پیچیده و مدل‌سازی، آن هم با چنان سرعتی که تا کنون سابقه نداشته است.[10]

تمایز کامپیوتر کوانتومی با سوپرکامپیوترهای موجود نه‌تنها در سرعت حل مسائل، بلکه در نوع مسائلی است که می‌توانند حل کنند. هر مسئلهٔ پیچیده‌ای قابل مدل‌سازی و هر نوع محاسبه‌ای قابل انجام می‌شود.

هنوز دامنهٔ کاربرد کامپیوتر کوانتومی روشن نیست و تا تجاری شدن این نوع کامپیوتر شاید راه درازی در پیش باشد. اما می‌توان حدس زد که در بسیاری از زمینه‌ها تحولی باورنکردنی پدید می‌آورد. امکان مدل‌سازی با استفاده از داده‌های بسیار حجیمِ مالی و اجتماعی و سیاسی

و زیست‌بومی و زیستی و کیهانی زمینه‌ساز کشف قلمروهای ناشناختهٔ عالم هستی و تولید تکنولوژی‌هایی خواهد شد با کاربردهای مهم و جدید. از جمله، در امنیت سایبری رمزگشایی هر نوع رمزی ممکن می‌شود. از هم اکنون سازمان‌های امنیتی اروپا و امریکا سرگرم بررسی تهدیدهای آن و یافتن راهکارهای رمزگذاری مقاوم در برابر کوانتوم هستند.

اگر این گفتهٔ اخیر مدیرعامل گوگل[11] درست باشد که طبیعت طبق قوانین کوانتوم کار می‌کند، کامپیوتر کوانتومی باید بتواند رازهای پنهان طبیعت را کشف کند. برتری این کامپیوتر در توانایی بالا برای شبیه‌سازی ملکول‌ها و فرایندهای ملکولی، به‌ویژه تحلیل رفتار پروتئین‌ها، و در نتیجه مدل‌سازی و مهندسی پروتئین‌هاست که برای استفاده در درمان سرطان و آلزایمر و نارسایی قلبی و... کاربرد بسیار دارد و راه را برای تولید داروهای جدید بازخواهد کرد. هم‌اکنون، شرکت‌های نوبنیان داروسازی با شراکت با پیشگامان کامپیوتر کوانتومی، از جمله گوگل و IBM، فعالیت خود را در این زمینه آغاز کرده‌اند.

در صنعت خودروسازی یکی از مسائل افزایش طول عمر باتری در خودروهای برقی است. دایملر، شرکت مادر مرسدس بنز، در ۲۰۱۸ با گوگل و IBM قراردادی امضا کرد که از کامپیوتر کوانتومی در شبیه‌سازی سلولی استفاده کند برای ساخت باتری‌های جدید و بهتر. افزون بر آن، برای استفاده از هوش مصنوعی در هدایت بهتر خودروهای خودران در جاده‌های پرترافیک آینده، دایملر می‌خواهد این نوع کامپیوتر را به‌کار گیرد. فولکس واگن نیز قراردادهایی مشابه با گوگل دارد.

در صنعت مالی، پروژه‌های همکاری بین غول‌های صنعت مالی و گوگل و IBM به امضا رسیده، برای استفاده از این نوع کامپیوتر در مدیریت بهتر ریسک و بهینه‌سازی مدل‌های کَمّی موجود.

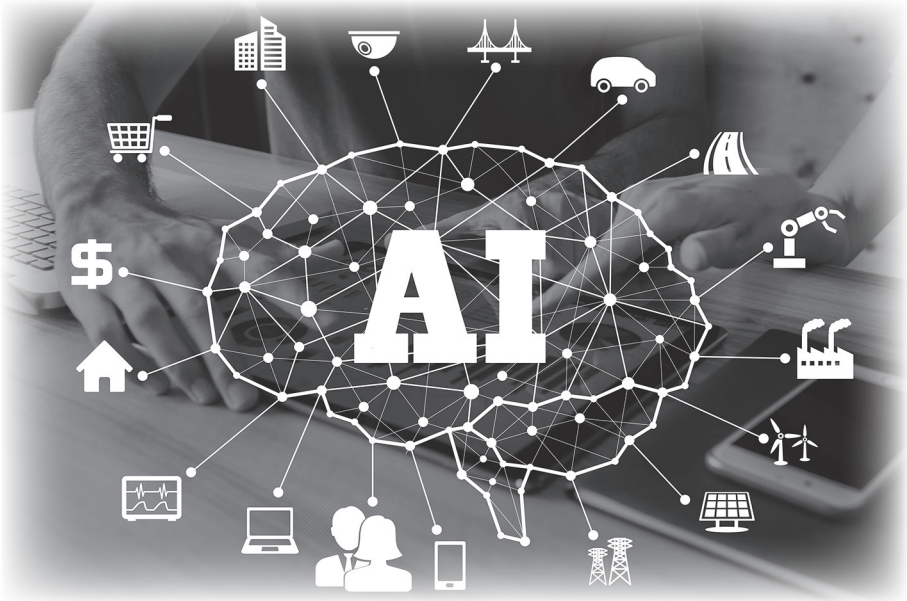
در تحلیل سیستمِ بسیار بسیار پیچیده‌ای از متغیرها، یعنی هواشناسی، کامپیوتر کوانتومی کاربرد بسیار دارد. به‌ویژه در پیش‌بینی دقیق و کَمّی هوا که حتی برای سوپرکامپیوترهای کنونی دشوار است.

رابطهٔ هوش مصنوعی و محاسبهٔ کوانتومی چیز دیگری است که در معرفی هوش مصنوعی به آن خواهیم پرداخت.

کاربردهای این نوع کامپیوتر به این موارد ختم نمی‌شود. در مدیریت انواع بحران‌ها، در کشف مواد جدید الکترونیک، در کیهان‌شناسی و در فیزیک ذرّات و هرجا که در حال حاضر با محدودیت سرعت محاسبه و شبیه‌سازی و مدل‌سازی مواجهیم، این تکنولوژی نوپا نقش‌آفرین خواهد شد.

انسان برای کشف الگوهای پنهان و شناخت و شبیه‌سازی پدیده‌های دارای پیچیدگی غیرقابل‌فهم، دستکاری، و پیش‌بینی و پیشگیری و البته نظارت و کنترل، به ابزاری دست می‌یابد با توانایی و قدرتی بی‌سابقه.

هوش مصنوعی



پرسش اساسی این است: آیا می‌توان جهت تحول و استفاده از کاربردهای کوانتوم را به سمت انسانی‌تر شدن وضعیت جامعهٔ بشری هدایت کرد؟ اگر بله، چگونه؟

☑ هوش مصنوعی

پیشینهٔ تاریخی هوش مصنوعی به نیمهٔ نخست قرن بیستم برمی‌گردد. در آن زمان در فیلم‌های تخیلی‌ـعلمی، روبات‌هایی نمایش داده می‌شد شبیه انسان. در دههٔ ۱۹۵۰، ذهن بسیاری از دانشمندان و ریاضی‌دانان و فیلسوفان با اندیشهٔ هوش مصنوعی درگیر بود. از جمله، الن تورینگ[۱۲] جوانِ نابغهٔ انگلیسی. تورینگ کشف کرد که از نظر ریاضی، تحقق هوش مصنوعی امکان‌پذیر است. او چنین استدلال کرد که انسان برای تصمیم‌گیری و حل مسئله از منطق استفاده می‌کند. چرا ماشین نتواند چنین کاری را انجام دهد؟ این موضوع مقاله‌ای شد که در ۱۹۵۰ با عنوان « ماشین محاسبه و هوش»[۱۳] منتشر کرد که در آن چگونگی ساخت ماشین‌های هوشمند و آزمون هوش آن‌ها را شرح داد.[۱۴]

شش سال بعد در کنفرانسی[۱۵] برنامه‌ای معرفی شد به نام «نظریه‌پرداز منطقی»[۱۶] که با حمایت مالی شرکت رَند[۱۷] تولید شده بود و تقلیدی بود از مهارت حل مسئله توسط انسان. این کنفرانس به هوش مصنوعی رسمیت بخشید.

از آن پس، روند پیشرفت هوش مصنوعی پرنوسان شد. از سال ۱۹۵۶ تا ۱۹۷۴، هوش مصنوعی به سرعت شکوفا شد. اما، به‌تدریج، معلوم شد که مانع اصلی این پیشرفت، حافظهٔ

ضعیف و سرعت پایین پردازش کامپیوترهای موجود بود. کامپیوترها نمی‌توانستند حجم زیادِ داده‌های مورد نیاز را ذخیره و با سرعت لازم پردازش کنند.

در دهۀ ۱۹۸۰، منابع مالی زیادی توسط دولت‌ها، از جمله دولت ژاپن، صرف پروژه‌هایی شد مربوط به هوش مصنوعی، مانند توسعه و گسترش سیستم‌های خبره[۱۸] یا توسعۀ قابلیت کامپیوتر. سیستم‌های خبره در صنعت به‌سرعت اشاعه یافت. اما هدف‌های جاه‌طلبانۀ این پروژه‌ها چندان محقق نشد.

در دهه‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰ بود که وضع تغییر کرد. شکست گَری گاسپاروف، قهرمان و استاد بزرگ و از نوابغ کم‌نظیر شطرنج جهان از کامپیوتر در ۱۹۹۷، گامی بلند بود در راه تولید برنامۀ تصمیم‌گیری مبتنی بر هوش مصنوعی. کامپیوترها به‌سرعت پیشرفت کردند و پاسخگوی نیازهای هوش مصنوعی شدند. از آن پس، هوش مصنوعی پرشتاب توسعه یافت.

با پیدایش کامپیوتر کوانتومی، هوش مصنوعی وارد عرصۀ تازه‌ای می‌شود. محدودیت سرعت و قدرت محاسبه از میان خواهد رفت.

ترکیب هوش مصنوعی با کامپیوتر کوانتومی است که سرنوشت آیندۀ بشر را رقم خواهد زد.

امروزه هوش مصنوعی به‌معنای ساخت ماشین‌هایی هوشمند است با توانایی انجام فعالیت‌های پیچیده‌ای مانند شناخت و ادراک و تصمیم‌گیری و استدلال و مدل‌سازی و استنتاج و یادگیری و ارتباط کلامی و تعامل با محیط در حدی فراتر از توانایی انسان و بدون دخالت انسان. نخست در روباتیک تجلی یافت و امروزه شاهد هوشمند شدن همۀ ابزاری هستیم که در زندگی روزمره به‌کار می‌بریم. هرکاری که انجامش به هوش انسان نیاز داشته باشد، به ماشین واگذار می‌شود. می‌گویند، در آینده‌ای نزدیک، شبکه‌ای از تارها و حلقه‌های هوشمند[۱۹] انسان را در آمیزه‌ای از فضای فیزیکی و مجازی غرق خواهد کرد.

برای فهم دقیق‌تر ماهیت هوش مصنوعی، باید بدانیم که از سه نوع سیستم ترکیب یافته است:

۱. سیستم‌های تحلیلی که کارشان محاسبه و تحلیل حجم عظیمی داده است. نرم‌افزار دادۀ بزرگ (big data) از این نوع است. هر روزه ۲/۵ کوینتیلیون[۲۰] (۱۰ به توان ۱۸) بایت داده در فضای مجازی تولید می‌شود، که یک چهارم آن مفید است و کمتر از یک درصد آن تحلیل می‌شود. در فضای فیزیکی نیز داده‌های حجیمی تولید می‌شود که بدون استفاده برجای مانده‌اند. حال، به کمک نرم‌افزارهای هوشمند و با استفاده از قدرت کامپیوتر کوانتومی، همۀ این داده‌ها را می‌توان تحلیل کرد و الگوهای مهمی در آن‌ها کشف کرد که کاربرد بسیار خواهد داشت. از جمله، در بانکداری، بازاریابی، سرگرمی، مدیریت بحران، پیش‌بینی هواشناسی یا پیش‌بینی بروز اپیدمی در نقطه‌ای خاص در جهان، پیشگیری از سرطان، و... . نکتۀ مهم آن است که سیستم‌های تحلیلی هوش مصنوعی باید از داده‌هایی تغذیه شوند که اعتبار آن سنجیده شده باشد. جمع‌آوری و مهندسی و آماده‌سازی و اعتبارسنجی حجم عظیمی داده جز با کمک هوش مصنوعی و کامپیوتر کوانتومی امکان‌پذیر نیست.

۲. دومین نوع سیستم هوش مصنوعی ساخت ابزار و ماشین‌های هوشمندی است الهام‌گرفته از انسان؛ مانند انواع روبات‌های انسان‌نما. در واقع هوش مصنوعی قصد دارد ماشینی بسازد با قابلیت حواس پنج‌گانهٔ انسان و شبیه انسان. پژوهش در هوش مصنوعی با شناخت الگوریتم‌های بینایی شروع شد. هدف، ساخت ماشین‌هایی بود با توانایی بینایی انسان. امروزه، روی ماشین‌هایی کار می‌کنند با توانایی بویایی انسان.

دومین نوع سیستم هوش مصنوعی ساخت ابزار و ماشین‌های هوشمندی است الهام‌گرفته از انسان؛ مانند انواع روبات‌های انسان‌نما. در واقع هوش مصنوعی قصد دارد ماشینی بسازد با قابلیت حواس پنج‌گانهٔ انسان و شبیه انسان.

۳. سومین نوع، ساخت ماشین‌ها و ابزاری است دارای توانمندی شناختی و عاطفی و حرکتی و اجتماعی انسان و یادگیرنده و خودمختار و خودآگاه و دارای قابلیت تعامل با انسان.

ترکیب این سه جریان تحول می‌تواند گسست‌آفرین شود.

بدون هوش مصنوعی، گوشی هوشمند، خودرو خودران، ترجمهٔ همزمان، دستیار هوشمند در محیط کار و خانه، روباتِ هوشمند، لوازم خانگی هوشمند و اینترنت اشیا، و نرم‌افزارهای پیشنهاد فیلم و موسیقی دلخواه مانند Netflix و Pandora و پهپادهای تحویل کالا و البته واقعیت افزوده[۲۱] و واقعیت مجازی[۲۲] و بسیاری دیگر وجود نمی‌داشت.

واقعیت مجازی و واقعیت افزوده ما را در یک مکان، اتاق نشیمن خانه یا هر جایی دیگر، به عمق جنگل و اقیانوس یا در فضای بیکران و هر جایی که بخواهیم می‌برند، تا هر تجربه‌ای را که آرزو داریم و امکان آن در دنیای فیزیکی میسر نیست، برایمان فراهم آورند. به کاربرد این دو تکنولوژی در آموزش و یادگیری بعد خواهیم پرداخت.

هوش مصنوعی در رابطه با دو مفهوم دیگر قابل درک است: یادگیری ماشینی (machine learning) و یادگیری عمیق (deep learning). در یادگیری ماشینی، داده‌های ساخت‌یافته[۲۳] به ماشین داده می‌شود تا بر اساس آن محاسبه و تحلیل موردنظر را انجام دهد. ولی در یادگیری عمیق که مرحله‌ای پیشرفته‌تر در هوش مصنوعی است، شبکهٔ عصبی مصنوعی (artificial neural network) خودش داده‌ها را جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل می‌کند. این سیستم، متفکر، خودآگاه، خودمختار و یادگیرنده است. ترکیب این دو است که هوش مصنوعی را وارد عرصه‌های تازه کرده است. برخی معتقدند این دو مفهوم جایگزین واژهٔ هوش مصنوعی خواهند شد.

ساخت انسانِ مجازی یا آواتار انسان واقعی به کمک یادگیری ماشینی و یادگیری عمیق، تحولی است انقلابی. ساختِ نسخهٔ بی‌نقصی از خودمان یا ساخت آواتاری از هر موجود زنده. صنعت فیلم‌سازی با این تکنولوژی و استفاده از واقعیت مجازی و واقعیت افزوده دگرگون

شده است. دیگر به بازیگر نیازی نیست. حیوانات و انسان‌های مجازی شبیه اصل خود نقش بازی می‌کنند. خوانندهٔ مشهور مجبور نیست برای برگزاری کنسرت به کشوری دیگر سفر کند؛ استاد برجسته می‌تواند در خانه‌اش بماند و شخصیت مجازی او در کنفرانس، در هر جایی، حضور یابد و درست مانند خودش با همان حرکات بدن و چهره و آهنگ صدا و سایر مشخصات، سخنرانی کند. آواتار او متن سخنرانی را به هر زبانی ترجمه و ارائه می‌دهد. روی دیگر این تحول، دستیابی انسان است به ابزاری برای فریبکاری از نوعی که تا به حال سابقه نداشته است. شخصیت مجازی هرکسی را می‌توان ساخت و هرکلامی را بر زبان او جاری و به‌سرعت پخش کرد. مرز میان واقعیت و فریب محو شده و تشخیص واقعی از غیرواقعی توسط انسان ناممکن می‌شود.[۲۴]

یک فعال سیاه‌پوست به نام گِلن که البته تکنولوژیست هم هست، با استفاده از واقعیت افزوده، رویکرد نژادپرستانهٔ شهردار نیویورک را به چالش کشید. این شهردار ۱۵۰ مجسمهٔ یادبود کسانی را در سرتاسر شهر نصب کرده بود که در برده‌داری نقش داشتند. گلن شهر را پر کرد از مجسمه‌های مجازی مردان و زنان سیاه‌پوستی که یا قربانی نژادپرستی بودند یا قهرمان مبارزه با آن. هرکس که از نزدیکی برج ترامپ عبور کند، یکی از این چهره‌ها را می‌بیند. با کمک این تکنولوژی، داستان‌های ناگفتهٔ این افراد و تاریخ تحریف‌شدهٔ برده‌داری در امریکا را در سرتاسر شهر پخش کرد. نمی‌توان این تصاویر و مجسمه‌ها را از سطح شهر برچید.[۲۵]

در حوزهٔ سلامت و درمان، کاربردهای هوش مصنوعی شگفت‌انگیز است و دامنهٔ وسیعی از روبات‌های جراح تا داروهای جدید و درمان بهتر را در بر می‌گیرد.[۲۶] نظام بایگانی الکترونیک و کمک به جمع‌آوری و ثبت و تحلیل و مدیریت داده‌ها و رصد کردن و ارزیابی برنامه‌های سلامت، تا تشخیص و کمک به تصمیم‌گیری بهتر پزشکان برای درمان بیمار و تجویز درمان خاص هر فرد و تجهیزات هوشمند پزشکی و جراحی و البته حس‌گرهای پوشیدنی نمونه‌ای است از آن.

در میدیا لب[۲۷] مؤسسهٔ تکنولوژی ماساچوست (MIT) دانشجویان مدام در حال ساخت حس‌گرهای هوشمندِ پوشیدنی مانند ساعت یا مچ‌بند هستند، برای سنجش شبانه‌روزی هیجان‌های انسان، از جمله استرس. در جریان ساخت و آزمایش چنین ابزاری بود که متوجه شدند این ابزار داده‌های پزشکیِ باارزشی تولید می‌کنند. از جمله، متوجه شدند که بالاترین میزان استرس طی شبانه‌روز، هنگام خواب رخ می‌دهد. مغز هنگام خواب به کارنظم‌دهی و ترکیب و ساماندهی حافظه مشغول است. از آن مهم‌تر، این حس‌گرها می‌توانند حملهٔ مهم مغزی افراد مبتلا به اوتیسم یا فلج اطفال را ۲۰ دقیقه قبل از بروز حمله پیش‌بینی کنند. آن‌هم زمانی که فرد آرام و ساکت به نظر می‌رسد. ۲۰ دقیقه فرصت هست برای نجات بیمار از مرگ. این حس‌گرها، در مورد افراد عادی نیز مانند فرشتهٔ نگهبان یا مغزی بیرون از ما عمل می‌کنند که ۲۴ ساعته مراقب ماست؛ ما را بهتر از خودمان می‌شناسد؛ با ماست؛ در کنار ماست؛ با ما زندگی می‌کند؛ همیشه در حال پردازش داده است؛ و همیشه در دسترس.

بخشی از مرگ‌ومیرها ناشی از خطای پزشکی و تشخیص نادرست است. دقت و سرعت هوش مصنوعی در تشخیصِ به موقع در حدی است که هیچ پزشکی نمی‌تواند با آن رقابت کند. در مطالعه‌ای که انجام شد، سیستم هوش مصنوعی با استفاده از یادگیری عمیق توانست سرطان را در فردی تشخیص دهد که ۱۱ پاتولوژیست آن را تشخیص نداده بودند. هوش مصنوعی رادیولوژی را دگرگون کرده و دگرگون‌تر خواهد کرد.

هر پزشکی به کمک هوش مصنوعی می‌تواند به پرونده‌ای دربارهٔ بیمار دسترسی یابد، حاوی انواع اطلاعات دربارهٔ وضعیت ژنتیک و نتایج آزمایش‌های گوناگون و اطلاعات رادیولوژی و داده‌هایی که از طریق حس‌گرهای پوشیدنی به‌دست آمده است. دستیار هوشمند می‌تواند با بررسی مجموعهٔ داده‌ها وضعیت بیمار را تشخیص دهد. با کمک این تکنولوژی، پزشکان می‌توانند با دقت و سرعتِ به مراتب بیشتری مشکل بیمار را تشخیص دهند، بدون آن‌که بیمار در معرض پرتوهای زیان‌بار دستگاه‌های تشخیص کنونی قرار گیرد. یادگیری عمیق و یادگیری ماشینی به هر ابزاری امکان می‌دهند تا خودش قوانین را کشف کند. در نتیجه، می‌تواند واقعیت‌هایی را ببیند که از دید انسان پنهان است.[۲۸]

در ۱۱ سپتامبر ۲۰۱۹ اعلان شد که با استفاده از شبکهٔ عصبی هوش مصنوعی در دستگاه نوار قلبی (ECG)، با هر ضربان قلب می‌توان احتمال بروز سکتهٔ قلبی را با صددرصد اطمینان تشخیص داد.[۲۹]

کاربردهای یادگیری ماشینی در حوزهٔ پیشگیری در سطح فردی و جمعی، خطر مرگ‌زای بیماری‌ها را کاهش می‌دهد. داده‌های مربوط به وضعیت هر فرد که در پرونده‌های الکترونیک او ثبت شده، در ترکیب با شناخت وضعیت ژنتیک فرد، پیشگیری را به سطحی تازه ارتقا می‌دهد. هرکس می‌تواند با دسترسی به یافته‌های داده‌های تحلیل‌شدهٔ مربوط به خود، سبک زندگی خویش را به‌گونه‌ای انتخاب کند که احتمال بروز بیماری را کاهش داده و اززندگی سالم‌تری برخوردار شود.

به کمک هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی روانپزشکان به نرم‌افزاری دست یافته‌اند که با تشخیص نوع بیماری روانی و پیگیری نشانه‌های آن از فاصله دور، این حرفه را متحول کرده است. این کار با ثبت و تحلیل تغییرات گفتاری روزانهٔ بیمار انجام می‌شود. گویی روانپزشکان به ابزاری با توانایی آزمایش خون در تشخیص بیماری دست یافته باشند. گام بعدی استفاده از شبکهٔ عصبی هوش مصنوعی است. تا همین‌جای کار، زندگی بیمارانی دگرگون خواهد شد که به خاطر زندگی در نواحی دوردست و روستاها به روانپزشک دسترسی ندارند، یا بیمارانی که برای دریافت خدماتِ پرهزینهٔ روانپزشکی پول کافی در اختیار ندارند.[۳۰]

در حوزهٔ مدیریت سلامت، کافی است به رصدخانهٔ سلامت در وزارت بهداشت و درمان ایران اشاره شود که راه‌اندازی شده است. هر نوع داده‌ای که در سطح ملی مربوط به حوزهٔ سلامت تولید می‌شود، در سیستم‌های این رصدخانه ذخیره و با نرم‌افزارهای داده‌کاوی و دادهٔ بزرگ و هوش مصنوعی پردازش و تحلیل می‌شود. هدف استفادهٔ بهینه از یافته‌ها برای سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی در حوزهٔ سلامت است.

بدون هوش مصنوعی کشف‌های علمی در مورد مغز و ژنتیک و DNA ممکن نبود.

کاربرد مهم دیگر هوش مصنوعی در آموزش و آموزش الکترونیک است. بانک جهانی، آموزشِ هوشِ مصنوعی‌بنیادْ را تنها راه توسعهٔ انسانی می‌داند. هوش مصنوعی در همهٔ سطوح آموزش، از پیش‌دبستانی تا ابتدایی و دبیرستان و دانشگاه و آموزش بزرگسالان و آموزش افراد خاص، آموزش را از بنیان دگرگون کرده و به یادگیرنده کمک می‌کند تا بهتر و سریع‌تر بیاموزد. افراد در سرعت و کیفیت یادگیری با یکدیگر تفاوت دارند. هوش مصنوعی امکاناتی فراهم آورده تا آموزش فردمحور به سطح تازه‌ای ارتقا یابد. هرکس می‌تواند هرموقع و هرجا، طبق استعداد و علایق و شرایط خودش، بیاموزد. پروندهٔ الکترونیک آموزشی هر فرد درست مانند پروندهٔ سلامت او حاوی داده‌های باارزشی است برای برنامه‌ریزی یادگیری خاص آن شخص. پیش‌بینی شده تا سال ۲۰۲۴، حدود ۴۷ درصد از ابزار مدیریت یادگیری هوشمند شوند. در ۲۰۲۴، این ابزار وارد بازاری شش‌میلیارد نفری خواهند شد. دورافتاده‌ترین نقاط سیارهٔ زمین می‌توانند به این ابزار دسترسی یابند. محتوای آموزش الکترونیک نیز به‌کمک یادگیری عمیق و یادگیری ماشینی تولید می‌شود. عصر کتاب‌های درسی چاپی پرحجم به پایان رسیده و هوش مصنوعی کاغذ را از فرایند یادگیری حذف می‌کند. با کمک هوش مصنوعی در فضای مجازی شرایطی فراهم می‌شود برای هر نوع تعامل دوسویه میان استاد و معلم با یادگیرنده. دستیاران مجازی گویای هوشمند به هر زبانی پاسخ‌گوی پرسش‌های یادگیرنده می‌شوند، و فرایند یادگیری هر فرد را طبق شرایط خودش هدایت می‌کنند. همین دستیاران می‌توانند به معلمان در ادارهٔ امور کلاس، از جمله ارزیابی فراگیران، کمک کنند. چنین دستیارانی هم‌اکنون توسط شرکت‌های بزرگ در بازار موجودند: مانند Alexa از آمازون، Home از گوگل، Siri از اپل و Cortana از مایکروسافت. در دانشگاه‌های امریکا، مثلاً دانشگاه آریزونا، استادان از این دستیاران استفاده می‌کنند.[۳۱]

روبات‌های هوشمند و واقعیت افزوده و واقعیت مجازی در آموزش و یادگیری تأثیری انقلابی خواهند داشت، به‌ویژه در کشورهایی مانند ایران با جمعیت روستایی بسیار و کودکان و جوانانی بااستعداد که در روستاهای دارای فقر فرهنگی بسیار زندگی می‌کنند و البته با نظام آموزش رسمی ناکارامد و هدردهندهٔ منابع و فرصت‌ها. با کمک هوش مصنوعی می‌توان آموزش‌هایی با کیفیت عالی در اختیار میلیون‌ها کودک و نوجوان روستایی ایران قرار داد که در دام نظام آموزش رسمی کنونی گرفتار آمده‌اند و فرصت چندانی برای شکوفایی استعدادهای خود در اختیار ندارند. وزارت ارتباطات ایران موظف است تمام روستاهای ایران را به اینترنت پرسرعت مجهز کند. طرحی که برای این کار تعریف شده، USO[۳۲] نام دارد. تاکنون این طرح در ۳۰ هزار و ۷۷۹ روستای کشور اجرا شده است. یعنی بیش از ۷۰٪ از روستاهای کشور به اینترنت دسترسی دارند. با استفاده از این بستر و با کمک هوش مصنوعی، یعنی یادگیری ماشینی و شبکهٔ عصبی مصنوعی و واقعیت مجازی و واقعیت

افزوده، می‌توان در فضای مجازی امکان دسترسی کودکان و نوجوانان را به پیشرفته‌ترین تجهیزات آزمایشگاهی و آموزشی در همهٔ رشته‌های علمی و فنی و آموزش انواع مهارت‌های پیشرفتهٔ فنی و حرفه‌ای فراهم آورد. کودکی که در این فضا کار با هر سیستم پیچیده‌ای را می‌آموزد، در فضای واقعی می‌تواند در زمان کوتاهی آن مهارت را به‌کار گیرد.

همسرم و من، به کمک دو تن از دوستانِ عاشق این سرزمین، قصد داشتیم این ایده را عملی سازیم. در دانشگاه‌های ایران بیش از ۶۰۰ دانشجوی بااستعداد در رشتهٔ هوش مصنوعی در دورهٔ دکترا مشغول تحصیل هستند. در نتیجه، چنین پروژه‌ای نیازی به کارشناس و متخصص خارجی ندارد. برای فاز صفر آن به ۱۴ میلیارد تومان بودجه نیاز بود تا تیم‌های متخصص کار خود را شروع کنند. نتوانستیم چنین پولی را فراهم کنیم، آن‌هم در سرزمینی که برای دولت و برای رانت‌خوارانِ آزمند این رقم ناچیز است. البته دست از تلاش بر نمی‌داریم.

افزایش جمعیت و کمیابی زمینِ زراعی و مشکل مهم کم‌آبی باعث شده که کشاورزان در پی راهکارهای نوینی برآیند که با استفاده از هر مترمربع زمین و هر قطرهٔ آب موجود، محصول بیشتری برداشت کنند. کشاورزی در جهان، صنعتی پنج هزار میلیارد دلاری است، و این صنعت برای برداشت محصولات سالم‌تر و مقابله با آفت و مدیریت خاک و بهبود شرایط رشد محصول و ساماندهی داده‌ها و کاهش حجم کار و بهبود انواع مشاغل در فرایند تولید مواد غذایی به هوش مصنوعی روی آورده است. در هر مزرعه‌ای روزانه هزاران داده تولید می‌شود. با استفاده از داده‌هایی چون وضعیت خاک و پیش‌بینی دمای هوا و رطوبت و سرعت باد و تابش خورشید و مصرف آب و مانند این‌ها، کشاورز می‌تواند محصول بهتری برای کشت انتخاب کند. بهترین بذر را بکارد و محصول بهتر و بیشتری برداشت کند. با استفاده از هوش مصنوعی می‌تواند به‌موقع کمبود مواد معدنی لازم و وجود آفت و نوع بیماری گیاه و علف هرز را کشف و با آن مقابله کند. با استفاده از حس‌گرهای هوشمند می‌توان برای هر گیاه یا هر نقطه‌ای از مزرعه راه حل مناسب یافت. در نتیجه، مصرف سم و کود به‌شدت کاهش می‌یابد و مواد غذایی سالم‌تری تولید می‌شود. با کمک هوش مصنوعی می‌توان وضعیت هوا را به‌طور فصلی پیش‌بینی کرد و از چند ماه قبل برای هوای نامناسب آماده شد. این دستاورد برای مزارع کوچک کشورهای درحال توسعه که بخشی از موادغذایی جهان را تولید می‌کنند از اهمیت خاصی برخوردار است. کاربرد دیگر در جمع‌آوری داده‌های فضایی از طریق پهپادهای هوشمندی است که بر فراز مزرعه پرواز می‌کنند. به کمک تصاویری که این پهپادها از کل مزرعه می‌گیرند، می‌توان وضعیت مزرعه را رصد و مدیریت کرد. با کاهش نیروی کار در بخش کشاورزی، روبات‌های هوشمند می‌توانند این نیاز را تأمین کنند. این ابزار، سریع‌تر و بهتر از انسان، کار کاشت و برداشت را انجام می‌دهند؛ بهتر از هر انسانی علف هرز را تشخیص می‌دهند و آن را از میان می‌برند و با انجام کار شبانه‌روزی هزینه را به‌شدت کاهش می‌دهند.[۳۳]

ترکیب روباتیک با هوش مصنوعی، کشاورزی را از بنیاد دگرگون خواهد ساخت.

معرفی کاربردهای هوش مصنوعی در سایر حوزه‌ها در این نوشتار عملی نیست. می‌دانیم که بخش صنعت را متحول ساخته و در حوزهٔ تسلیحات و امنیت کاربردهای شگفت‌انگیزی دارد. صنعت سرگرمی بدون هوش مصنوعی قابل تصور نیست. حمل‌ونقل و ترابری که جای خود دارد. کیهان‌شناسی و اخترفیزیک‌شناسی که داستان شگفت‌انگیز خود را دارد.

هوش مصنوعی، در ارتباط با سایر تکنولوژی‌ها، تکنولوژی مادر محسوب می‌شود. پیشرفت تکنولوژی‌های نوین مرهون هوش مصنوعی است.

هوش مصنوعی بسیاری از مشاغل را در قلمرو IT از بازار کار حذف و مشاغل جدیدی را جایگزین کرده است. مهندسی نرم‌افزار و بسیاری از درس‌هایی که در دانشگاه‌ها تدریس می‌شوند، به زودی منسوخ خواهند شد، و مهندسی داده و هر نوع شغلی در ارتباط با داده‌های مورد نیاز سیستم‌های هوش مصنوعی، و البته طراحی و ساخت سیستم‌های هوشمند مبتنی بر یادگیری ماشینی و یادگیری عمیق، آینده‌ای درخشان دارند. به سخنی کوتاه، سه روند مهم در تحول تکنولوژی مشاهده می‌شود:

۱. خودمختار شدن: خودروها، پهپادها، سلاح‌ها، ابزار و همه چیز در چهار محیط زمینی، دریایی، فضایی، و مجازی بیش از پیش خودمختار می‌شوند؛
۲. هوشمند شدن، یعنی کسب قابلیتی به مراتب بالاتر از هوش انسان در یادگیری و محاسبه و نوآوری و خلاقیت؛ و
۳. اتصال ابزار و اشیا به یکدیگر و تعامل با هم.

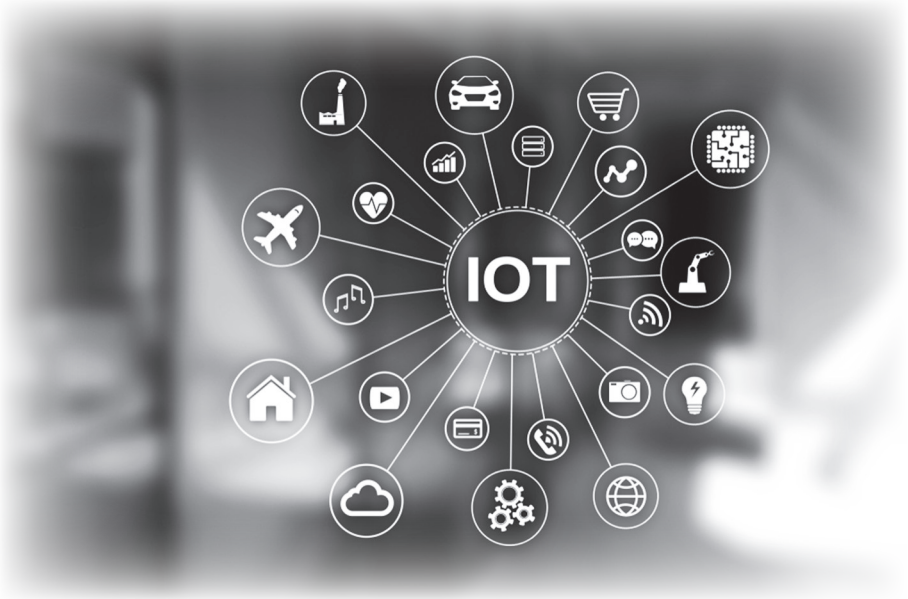
این سه روند بر آیندهٔ بشر تأثیری عمیق خواهد داشت. در هر سه روند هوش مصنوعی نقشی تعیین‌کننده دارد.

گوگل چندی پیش دو پروژه در دو مکان مختلف در دست اجرا داشت، با هدف استفاده از هوش مصنوعی در موتور جست‌وجو و ترجمهٔ همزمان متن و کلام. کارشناسان پس از مدتی متوجه شدند که این دو سیستم با یکدیگر تعامل دارند و برای این تعامل زبان خاص خود را اختراع کرده‌اند که برای انسان نامفهوم است. هر دو پروژه را متوقف کردند. واقعیتی که با آن مواجه شدند ترسناک بود!

پرسش اساسی این است: آیا می‌توان جهت تحول هوش مصنوعی را به‌سمت انسانی‌تر شدن جامعهٔ بشری هدایت کرد؟ اگر بله، چگونه؟

☑ اینترنت اشیا[۳۴]

دسترسی به اینترنتِ پهن‌باند و کاهش روزافزون هزینهٔ دسترسی به آن و تولید بیش از پیش ابزاری با قابلیت اتصال به وای فای و دارای حس‌گر درونی و کاهش هزینه‌های تکنولوژی و همگانی شدنِ گوشی‌های هوشمند همگی دست به دست هم داده و بستر مساعدی برای اینترنت



اشیا پدید آورده‌اند. اینترنت اشیا نمادِ اتصال و تعامل اشیا با یکدیگر در فضای مجازی است.

اینترنت اشیا سیستم یا شبکه‌ای است از ابزار هوشمند که با یکدیگر تعامل دارند و مجهزند به حس‌گر و پردازشگر و سخت‌افزار ارتباطی برای جمع‌آوری و ارسال و پردازش داده‌هایی که از محیط جمع‌آوری می‌کنند. به بیانی ساده، اینترنت اشیا شامل هر وسیلهٔ هوشمندی می‌شود که به اینترنت یا به دستگاهی دیگر وصل شود. یکی از کاربردهای آن خانهٔ هوشمند است. در چنین خانه‌ای، اغلب وسایل از یخچال و ماشین لباسشویی و گوشی هوشمند و هدفون و قهوه‌ساز و چای‌ساز و اجاق گاز و پلوپز و تلویزیون و قفل در ورودی و... قابلیت اتصال به اینترنت و تعامل با یکدیگر را دارند. پیش‌بینی شده بود که تا پایان سال ۲۰۱۹، حدود ۲۶ میلیارد وسیله خواهیم داشت که در فضای اینترنت به هم وصل هستند. برخی اعتقاد دارند که این رقم به‌زودی به ۱۰۰ میلیارد خواهد رسید. این ابزارها می‌توانند با ابزار مربوط دیگر نیز ارتباط برقرار کنند و طبق اطلاعاتِ مبادله‌شده عمل کنند. این پدیده شیوهٔ زندگی و شیوهٔ کارمان را دگرگون ساخته است.

اینترنت اشیا شبکهٔ عظیمی است از اشیا و افرادِ به‌هم وصل‌شده. در آن سه نوع ارتباط خواهیم داشت: ارتباط فرد با فرد، ارتباط فرد با اشیا، و ارتباط اشیا با اشیا.

این تحول سبک جدیدی از زندگی را اشاعه می‌دهد. فرض کنید در خانه هستید و می‌خواهید برای شرکت در جلسه به جایی بروید. ساعت شما سر ساعت شش صبح شما را بیدار می‌کند و به قهوه‌ساز اطلاع می‌دهد که برای ساعت شش‌ونیم قهوهٔ شما را آماده کند.

اگر قهوه‌ساز نقصی داشته باشد، به شرکت خدمات پس از فروش اطلاع می‌دهد تا قطعهٔ مورد نظر را بیاورد و تعویض کند. یخچال نیز می‌داند چه موقع به سوپرمارکت سفارش چه نوع مواد غذایی را بدهد. خودروی شما هم تقویم کاری شما را دارد و می‌داند بهترین مسیر برای رساندن شما به مقصد کدام است. اگر با راه‌بندان سنگین مواجه شوید، خودروی شما به مسؤل جلسه اطلاع می‌دهد که تأخیر خواهید داشت. دستبند شما نیز تمام نشانه‌های حیاتی و وضعیت فعالیت و پروندهٔ پزشکی شما را دارد و بموقع اطلاع می‌دهد که به پزشک مراجعه کنید یا ورزش کنید یا به استراحت نیاز دارید یا باید برنامهٔ غذایی خود را تغییر دهید و حتی می‌داند چه ساعتی از روز بازدهِ کاری شما بالا یا پایین بوده است و...

مهم‌ترین چالشِ خانهٔ هوشمند امنیت داده‌های شخصی و نیز ایجاد وابستگی دم‌افزون به تکنولوژی است. حَریم خصوصی از این طریق از دست می‌رود. همهٔ داده‌های ما از طریق اینترنت در دسترس هر فرد یا سازمانی قرار خواهد گرفت که با کمک این داده‌ها می‌تواند پول بسازد. در ضمن، ابزار هوشمند را می‌توان هک کرد. از آن مهم‌تر، وابستگی به زندگیِ تکنولوژی‌بنیادِ این‌چنینی فرد را آسیب‌پذیر خواهد ساخت. هر نوع اختلالی در سیستم و به هر دلیلی زندگی را به هم‌می‌ریزد. کافی است سیستم تشخیص قفل در ورودیِ خانه ما را نشناسد. آن‌هم درست لحظه‌ای که خسته و کوفته از محَل کار آمده‌ایم و باید وارد خانه شویم.

بازگشت به سبک زندگی قبلی چندان آسان نیست.

چالش دیگر، حجم عظیم داده‌هایی است که هر لحظه تولید می‌شود و شرکت‌ها نمی‌دانند با آن چه باید کرد.[۳۵] مگر کامپیوتر کوانتومی کاربردهای مفیدی برای آن بیابد و برای این کار کسب و کارهای جدیدی پدید آید که کارشان مهندسی و تحلیل و فروش چنین داده‌هایی باشد.

در کارخانه و محل کار نیز همین وضع را خواهیم داشت. دستگاه‌ها و وسایل و ابزار به هم وصل می‌شوند و اطلاعات مبادله می‌کنند. داده‌های مربوط به کار هر دستگاه یا کیفیت و کمیت کار هر فرد به دستگاه‌های هوشمندی انتقال می‌یابد که کارایی را می‌سنجند و این داده‌ها را به سیستمی منتقل می‌کنند که بتواند کارایی را ارزیابی کند و بهبود بخشد. مشکل نگهداری پیشگیرانه به‌کلی حل می‌شود. نقص دستگاه‌ها به‌موقع برطرف می‌شود و عمر مفید آن افزایش می‌یابد. بازدهِ کار افراد نیز قابل ردیابی و اصلاح است. بُرد با شرکت‌هایی است که زودتر روی اینترنت اشیا سرمایه‌گذاری کرده‌باشند.

اغلب این ابزارها می‌توانند ارتباط صوتی برقرار کنند، آن هم با لحنِ طبیعیِ گفتار انسان. تحولِ دیگر توانایی ابزار در حذف داده‌های زائد است. برای مثال، دوربین‌هایِ امنیتی جدید می‌توانند تنها تصاویر و فیلم‌های مشکوک را ذخیره کنند.

با کمک هوش مصنوعی و یادگیری عمیق، می‌توان هم کیفیت ارتباط میان اشیا را بهبود بخشید و هم با تحلیل داده‌ها فرصت‌های پنهان را برای بهبود عملکرد و کارایی دستگاه‌ها و سیستم‌ها یا امکان بروز مشکل و بحران را کشف کرد. با افزایش حجم و پیچیدگی اینترنت

اشیا، وابستگی آن به هوش مصنوعی و یادگیری عمیق افزایش خواهد یافت.

با گسترش شبکه‌های 5G که سرعتی ده‌ها برابر شبکه‌های موجود موبایل دیتا دارند، مشکل سرعت و نقاط کور ارتباطی برای اینترنت اشیا برطرف خواهد شد.[۳۶]

کاربرد دیگر آن در شهر هوشمند است. شهر هوشمند شهری است که در آن با استفاده از تکنولوژی‌های نوین، از جمله اینترنت اشیا و هوش مصنوعی، انواع خدمات شهری، مانند حمل و نقل و انرژی و آب و برق و تلفن و گاز و مدیریت زباله و...، به‌صورت شبکه‌ای به‌هم متصل، با کیفیت بهتر و سریع‌تر و با صرف هزینه و منابع و انرژی کمتر و با تولید آلودگی و ضایعات کمتر به مردم ارائه می‌شود. شهروندان نیز به این شبکه وصل هستند و با آن تعامل دارند.

در رتبه‌بندی جهانی ۲۰۱۹، پنج شهر هوشمند اول جهان به ترتیب، سنگاپور، زوریخ، ژنو، اسلو، و کپنهاگ بودند. در شاخص این رتبه‌بندی، ایجاد توازن میان ابعاد اقتصادی و تکنولوژیک ارائهٔ خدمات شهری با ابعاد انسانی آن محور اصلی ارزیابی بوده است.[۳۷]

شهر هوشمند شهری است که از تکنولوژی‌های نوین برای دستیابی به هدف‌های زیست‌محیطی، از جمله محیط پاک و هدف‌های اجتماعی به معنای ایجاد برابری در بهره‌گیری از خدمات و کاهش نابرابری اقتصادی، استفاده می‌کند. اقتصاد، در چنین شهری، دایره‌ای است نه هرمی. امکانات رفاهی هرمی توزیع نشده. بلکه، دایره‌ای است که همه از آن بهره‌مند می‌شوند. امروزه بخش مهمی از جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کنند. اگر شهرها به چنین محیطی تبدیل شوند، بسیاری از مصایب کنونی جامعهٔ بشری حل خواهد شد.

پرسش اساسی: اینترنت اشیا جامعهٔ بشری را به کدام سو می‌برد؟ انسان به جایگاه و شأن بالاتری دست می‌یابد؟ آیا می‌توان سمت و سوی این جریان تحول را به سمت بهبود کیفیت زندگی انسان هدایت کرد؟ زندگی خوب در چنین فضایی به چه معناست؟ چگونه می‌توان این جریان عظیمِ تکنولوژیک را به آن سمت مطلوب هدایت کرد؟

☑ نانو

نانو، واژه‌ای است یونانی به معنای کوتوله. قطر یک تارِ موی نرمالِ انسان ۰/۰۶ تا ۰/۰۸ میلی‌متر است، برابر با ۶۰ تا ۸۰ هزار نانومتر. سلول قرمز، شش تا هشت هزار نانومتر، و قطرِ نانوتیوبِ کربن، دو نانومتر است.

با نسلی از تکنولوژی مواجه‌ایم که ابعاد آن چنان ریز است که مقیاس سنجش خودش را خلق کرده: نانومتر. هر نانومتر، یک هزارم میکرون و هر میکرون، یک میلیونیوم متر است. هر نانومتر ده به توان منهای نُه متر است. یعنی کسری با صورت ۱ و مخرج ۱۰ با ۹ صفر جلوی آن.

بنیادِ نانو قواعدی است که علم کوانتوم کشف کرده است. علم کوانتوم با سطح زیر اتم یعنی ذرّات سروکار دارد. نانو بدون هوش مصنوعی بی‌معناست.

نانو علم مواد است در سطح ملکولی و زیراتمی. در ۱۹۵۹، ریچارد فین‌من[۳۸]، فیزیکدان برندهٔ جایزهٔ نوبل (۱۹۶۵)، آن را بنیاد گذاشت. تکنولوژی‌های نانو ابزار و ماشین‌هایی هستند چنین ریز و قابل برنامه‌ریزی و دارای خواص شیمیایی و بیولوژیکی و فیزیکی متفاوت با مقیاس بزرگ و البته هوشمند و دارای کاربردهای گسترده در بسیاری از قلمروها از جمله در پزشکی و دندانپزشکی و سلامت و داروسازی، مدیریت انرژی (جذب، ذخیره، و انتقال انرژی)، نساجی، صنایع غذایی، بیوتکنولوژی، مهندسی ژنتیک، صنایع نظامی و امنیتی، تولید لوازم آرایش، مهندسی اپتیک، الکترونیک، تکنولوژی‌های اطلاعات و ارتباطات، روباتیک، و...

به کمک نانو می‌توان روبات و کامپیوتر و هر ابزاری در ابعاد نانومتر ساخت و حتی مواد جدیدی تولید کرد. یکی از پرکاربردترین این مواد نانوتیوب کربن[۳۹] است که از ورق گرافیتی ساخته می‌شود در ابعاد نانو با انواع کاربرد، از جمله تولید مواد جدیدی که در ساخت آسانسور فضایی و هواپیماهای آینده نقش مهمی خواهند داشت.

در قلمرو نانو، هر تحولی در کاهش اندازه باعث پیدایش کارکردهای نوینی می‌شود.

به چند مورد از کاربردهای مهم نانو نگاه کنیم.

پزشکی نانو[۴۰] به مفهوم رایجی تبدیل شده است. معنای وسیعی دارد. علم و تکنولوژیِ تشخیص و درمان و پیشگیری بیماری است با استفاده از مواد نانو و بیوتکنولوژی و مهندسی ژنتیک و به‌کارگیری نانوماشین‌های دارای سیستم پیچیده و نانوروبات‌ها در جراحی و سایر فرایندهای پزشکی.

مهم‌ترین کاربرد نانو در درمانْ کمک به بیمار و پزشک از طریق ترکیب خواص شیمیایی دارو با قابلیت‌های مکانیکی ابزار نانو است. این ابزار، که در واقع نانوروبات‌های هوشمند به شمار می‌آیند، با انتقال دقیق دارو، دما و نور یا هر چیزی که برای درمان ضروری باشد، به سلول مورد نظر سه مشکل مهم درمان و کاهش درد و ترمیم زخم‌های عمیق را حل می‌کنند. با این کار سلول‌های سالم از آسَیب روش‌های موجود مصون می‌مانند و اثربخشی و سرعت درمان در مقایسه با خوردن قرص و تزریق آمپول و شیمی‌درمانی و سایر درمان‌های متعارف، به‌مراتب بیشتر می‌شود. به عکسِ داروهای موجود، ذرات نانو می‌توانند از هر مانع بیولوژیکی عبور کنند و خود را به سلولِ هدَف برسانند. هرچند هنوز برخی از این داروها تجاری نشده، ولی پیش‌بینی شده بود که ارزش بازارجهانی داروهای نانو تا پایان سال ۲۰۱۹ به ۱۷۷/۶ میلیارد دلار برسد.[۴۱] تکنولوژی نانو وعده می‌دهد که در آینده بتوان بیماری‌های سرطان و آلزایمر و دیابت را درمان کرد. تولید بافت‌های زنده با کمک مهندسی نانو نیز از کاربردهای دیگر آینده است. کاربرد دیگر نانو از بین بردن باکتری‌های مقاوم در برابر آنتی‌بیوتیک در بدن است. نانو در شیمی‌درمانی و رادیولوژی نیز کاربردهای بسیار دارد.

کاربرد دیگر آن در تشخیص به‌موقع نشانه‌های بیماری در سطح سلولی و ملکولی و شناسایی به‌موقع پیدایش سلول‌های سرطانی یا وجود ملکول‌های سمّی در بدن، با استفاده

از بررسی مایعات بدن یا بافت بدن است. چنین تشخیصی به‌مراتب دقیق‌تر از روش‌های متعارف است.

در جراحی، نانو روبات از طریق تزریق وارد بدن می‌شود و خود را به بافت آسیب‌دیده می‌رساند و، با تشخیص پاتولوژیک، آن بافت را درمان یا از بدن خارج می‌کند. این فرایند با نظارت جراح و تیم درمان انجام می‌شود.

کاربردهای نانو در صنعت نیز بی‌شمار است. به کمک تکنولوژی نانو، فولادی تولید شده است به‌مراتب نازک‌تر و سبک‌تر و قوی‌تر از فولاد معمولی.

این ماشین‌های ریز و هوشمند و پرتوان در پزشکی و دندانپزشکی و سلامت می‌توانند معجزه بیافرینند.

پزشکی ترمیمی که کارش بازسازی بافت‌ها و اعضای آسیب‌دیدهٔ بدن است، با کمک مهندسی بافت[۴۲] همواره سعی دارد، با به‌کارگیری اصول پیوند سلولی و علوم مواد و مهندسی بیو، راهکارهای بیولوژیکی بیابدکه بتواند بافت آسیب‌دیده را ترمیم و بازسازی کند. نانو در این زمینه وعده‌های بسیار دارد.

نانو فهم ما را از بنیان پاتوفیزیولوژیک بیماری تغییر می‌دهد.

استفاده از نانوروبات‌هایی از جنس DNA با قدرتی شگفت‌انگیز در از بین بردن سلول‌های سرطانی داستان دیگری است که در بخش بعدی به آن خواهیم پرداخت.

نقش نانو در تشخیص و پیشگیری و درمان، در کشورهای کم‌توسعه‌یافته، به‌مراتب مهم‌تر خواهد بود.

کاربردهای نانو در صنعت نیز بی‌شمار است. کاهش هزینه و افزایش بهره‌وری و بهبود کیفیت مواد از نتایج استفاده از این تکنولوژی است. به کمک تکنولوژی نانو، فولادی تولید شده است به‌مراتب نازک‌تر و سبک‌تر و قوی‌تر از فولاد معمولی. یا لعاب نانو کامپوزیتی برای پوشش لوله‌های گاز می‌سازد که در برابر خوردگی مقاوم است. چون این لعاب در دمای کمتر و با سرعت بیشتر قابل اعمال است، هزینهٔ تمام‌شده را کاهش می‌دهد و به تولید لوله‌های ارزان‌تر منجر می‌شود.

در مدیریت انرژی، نانو در تمام مراحل، از کشف و تولید و ذخیره‌سازی تا توزیع و مصرف تمام انواع انرژی از انرژی‌های فسیلی تا انرژی‌های پاک، کاربرد دارد. تولید سلول‌های خورشیدی در مقیاس نانو باعث می‌شود سه برابر انرژی بیشتر جذب شود. استفاده از مواد نانو در مصالح ساختمانی با قابلیت بالا در جذب دما و نور، باعث صرفه‌جویی در مصرف انرژی خواهد شد.

در حوزهٔ تسلیحات و امنیت، نمونه‌ای از کاربرد نانو، طراحی و ساخت هواپیمای نانو به نام هامینگ‌برد[۴۳] به‌طول ۱۵ سانتی‌متر و وزنی معادل ۱۹ گرم و پهنای بال ۱۶ سانتی‌متراست. این نام پرنده‌ای است که هواپیما به شکل آن طراحی شده است.[۴۴] این هواپیمای کوچک می‌تواند در محیط‌هایی پرواز کند که انسان به آن دسترسی ندارد. در هر زاویه‌ای می‌تواند بچرخد و

در هر جهتی حرکت کند و قابل هدایت از فاصلهٔ یک کیلومتری است. همهٔ اجزای لازم از موتور و باتری و سیستم کنترل و سیستم ارتباطی و نیز دوربینی دارد برای بازرسی و پایش و نظارت و البته جاسوسی. سرعت آن ۱۸ کیلومتر در ساعت است. برای مأموریت‌های شهری بسیار مناسب است. می‌تواند وارد ساختمان شود و تهدیدهای پنهان مورد نظر را شناسایی کند.

در صنایع دفاعی، نانو به ساخت تجهیزات بسیار کوچک‌تر و سبک‌تری منجر شده است که حمل آن‌ها برای سربازان بسیار آسان‌تر است.

در صنعت نساجی، فیبرهای نانو[۴۵] کاربردهای گوناگونی دارند، از جمله در تولید پارچه‌های مورد نیاز پزشکی، مانند انواع باند و چسب‌های زخم. در دندانپزشکی و داروسازی، مهندسی شیمی و علوم مواد و صنایع لوازم آرایش و در ساخت حس‌گرها و انواع صافی‌ها و مهندسی بافت و بسیاری موارد دیگر، نانو تحول‌آفرین شده است.

در صنعت لوازم آرایش، استفاده از مواد نانو در کرم‌های مرطوب‌کننده و ضدچروک و محصولات مراقبت از مو و مانند آن مدتی است رایج شده و باعث بهبود کیفیت این محصولات شده است. هنوز دربارهٔ زیان‌های این مواد شناخت کافی نداریم ولی یک خاصیت مهم این مواد کاهش خطر پرتو ماورای بنفش آفتاب از طریق محصولات ضدآفتاب است، و دیگری داشتن مواد فعالی است که می‌تواند، در کرم‌های مرطوب‌کننده و ضدچروک، خاصیت ترمیم‌کننده داشته باشد.

در حوزهٔ ارتباطات، ابزار نانو محور اصلی ارتباطاتِ بی‌سیم آینده را تشکیل می‌دهند، و به همگامی شبکه‌های بی‌سیم با ابزار ارتباطی و البته جاسوسی کمک خواهد کرد. می‌توان ابزار هوشمند نانو با قابلیت دریافت و ارسال داده و اطلاعات را زیر پوستِ بدن کار گذاشت یا مانند سنجاق سینه و انگشتر بسیار ریز و امثال آن با خود حمل کرد، یا در جیب و لباس یا محل کار فرد مورد نظر قرار داد.

کاربردهای آن؟ از پروندهٔ پزشکی و شناسنامه و گذرنامه و کیف پول تا جاسوسی!

5G بدون تکنولوژی نانو قابل تصور نبود.

کاربرد نانو در مدیریت محیط زیست آن‌قدر پردامنه است که در این نوشتار نمی‌گنجد.

شکی نیست که نانو برای بشر دستاوردهای بسیار دارد اما در ضمن می‌تواند ابزاری پرتوان برای جاسوسی و سرکوب و کشتار در اختیار حاکمان مستبد و جنگ‌افروز و خرابکاران قرار دهد.

☑ چاپگر سه‌بعدی

بیش از یک دهه از عمر این تکنولوژی نمی‌گذرد ولی آن‌قدر سریع توسعه یافته که به نظر می‌رسد آثار عمیقش از هم‌اکنون آشکار شده باشد. با کمک این تکنولوژی امکان چاپ هر چیزی از مجسمهٔ سه‌بعدی خودمان تا تولید مواد غذایی و خودرو و حتی موتور موشک

وجود دارد. پل فلزی در آمستردام با این تکنولوژی ساخته شد. اندام‌های بدن مانند قلب و قرنیهٔ چشم و پوست و هرچیزی که نیاز به پیوند داشته باشد، نیز با این دستگاه قابل چاپ است. در آغاز از مواد خاص استفاده می‌شد، ولی امروزه انواع فلزات را نیز می‌توان به کار برد.

در ابتدا تولید هر چیزی، به دلیل هزینهٔ بالای مواد و دستگاه، گران‌تر از نمونهٔ آن در بازار بود. امروزه دیگر چنین نیست.

به نقل از نشریهٔ اکونومیست، تأثیر گسست‌آفرین آن مانند اختراع موتور بخار است در ۱۴۵۰ و چاپ روزنامه در ۱۷۵۰ و ترانزیستور در ۱۹۵۰.[۴۶]

چاپگر سه‌بعدی تکنولوژی ساخت دیجیتالی[۴۷] نیز نام دارد. اشیای فیزیکی طبق نقشه و طرحی که موجود است، با افزودن تدریجی مواد ساخته می‌شوند. نه خط تولیدی وجود دارد و نه کارخانه‌ای. یک دستگاه است که روزبه‌روز بهتر و ارزان‌تر می‌شود و انواع گوناگون آن در سرتاسر جهان در بازار موجود است. از هر طرحی که در دسترس باشد می‌توان در هر زمینه‌ای از کشاورزی و بهداشت و درمان و هوافضا و خودروسازی و صنعت لوکوموتیو نمونهٔ کالایی آن را چاپ کرد. با این تکنولوژی، سرعت و هزینهٔ تولید به‌مراتب کاهش می‌یابد. تولید کاملاً سفارشی است و مشتری می‌تواند در کل فرایند سلیقهٔ خود را اعمال کند. کنترل کیفیت نیز به‌طور کامل انجام می‌شود. بدین ترتیب، تقاضا برای این نوع کالاها رو به افزایش است. این دستگاه معمولاً نزدیک به مشتری قرار می‌گیرد تا کالا به محض تولید به وی تحویل شود. بدین ترتیب، هزینهٔ حمل‌ونقل و در نتیجه آلایندگی ناشی از جابه‌جایی به صفر می‌رسد. در وقت و مصرف انرژی و هزینه‌های کمرشکن سربار و انبارداری و تدارکات و... نیز صرفه‌جویی می‌شود. دلایل کافی وجود دارد برای آن‌که کسب و کارها و صنایع به آن روی آورند.

شکی نیست که چاپگر سه‌بعدی باعث بیکار شدن نیروی کار ساده و نیمه‌ماهر در کشورهایی خواهد شد که با صنایع کاربَر و کارگربَر مشکل اشتغال خود را حل می‌کنند. تهدید دیگر آن است که هرکسی هرکالایی را، از جمله انواع سلاح‌های مرگبار، می‌تواند تولید کند، به شرط داشتن نقشه و طرح کالای مورد نظر و البته داشتن چاپگر مناسب.

این دستگاه انواع گوناگون دارد که خارج از بحث ماست. انواع موادی که به‌کار می‌رود همگی باید دارای بالاترین کیفیت باشند. امکان استفاده از فلز باعث شده که چاپگر سه‌بعدی وارد عرصهٔ خودروسازی و ساخت هواپیما و پل و موشک و حتی لوازم ارتوپدی و قطعات پیچیدهٔ تجهیزات هوافضا و هرچیزی شود که نیاز به فلز داشته باشد. از جمله فلزاتی که کاربرد زیاد دارد، آلومینیوم، فولاد ضدزنگ، کُبالت، نیکل، و تیتانیوم است. کُبالت برای تولید مواد دندانپزشکی بسیار مناسب است.

انواع پلیمرها، سرامیک‌ها و کامپوزیت‌ها و مواد هوشمند سایر موادی هستند که در چاپگر سه‌بعدی به‌کار می‌روند. مواد هوشمند موادی هستند که با تغییر دما یا در آب شکل و هندسهٔ آن‌ها تغییر می‌کند. روبات‌های نرم با این مواد ساخته می‌شوند.

برای چاپ غذای دلخواه، انواع مواد غذایی مانند شکلات و گوشت و ماکارونی و سس و هرچیزی که برای چاپ آن غذا لازم باشد، وارد چاپگر می‌شود. غذایی به سلیقهٔ مشتری با موادی به انتخاب خودش و سالم و البته خوشمزه از دید مشتری.

صنعت مُد برای چاپ پارچه و زینت‌آلات به خاطر هزینهٔ پایین و سرعت تولید از این تکنولوژی بسیار استقبال کرده است.

و اما در بهداشت و درمان، این چاپگر نقشی انقلابی دارد. چاپ سه‌بعدیِ پوست و بافت و عضو و استخوان و غضروف و هر محصول بیومدیکال و دارو متداول شده است. از آن مهم‌تر، قابلیت آن در مدل‌سازی و ساخت نمونهٔ اولیه کاربرد مهمی است در پژوهش و آموزش پزشکی.

با استفاده از پوست چاپ‌شده به جای پوست طبیعی، در تست دارو و مواد آرایشی و مواد شیمیایی، دیگر نیازی به پوست حیوانات نیست. پژوهشگر نیز نتایج دقیق‌تری به‌دست می‌آورد.

در صنعت ساختمان با این تکنولوژی می‌توان اجزای یک ساختمان یا کل آن را ساخت. سه نمونه از آن در روسیه و آمستردام و دبی ساخته شده است.[۴۸]

چالش مهم دسترسی به نقشه و طرح کالاست. تکنولوژی مهم دیگری این چالش را برطرف می‌کند.

پرسشی که مطرح است این است: چاپگر سه‌بعدی جامعهٔ بشری را به کدام سو می‌برد؟ آیا مجبورمان نمی‌کند مفاهیم، اندیشه‌ها و ساختارهای موجود نظام اقتصادی و مفهوم بازار را مورد بازنگری قرار دهیم؟

حال می‌پردازیم به دو قلمرویی که نشان می‌دهد علوم و تکنولوژی‌های نوین فهم و معرفت ما را دربارهٔ انسان و البته موجود زنده چگونه تغییر داده‌اند: ژنتیک و مغز.

☑ ژنتیک

شاخه‌ای است از علم دربارهٔ ژن و وراثت و گوناگونی موجودات زنده. مانند هر رشتهٔ علم و تکنولوژی دو هدف عمده دارد: کشف واقعیت و دستکاری در واقعیت.

انسان و هر موجود زنده‌ای از مجموعه‌ای سلول ترکیب یافته است که اندام‌های او را تشکیل می‌دهند. هر سلول هسته‌ای دارد، حاوی تعدادی کروموزوم. هر کروموزوم از تعدادی ژن تشکیل شده است. مجموعهٔ ژن‌ها ژنوم نام دارد که ویژگی‌های موجود زنده را تعیین می‌کند.

هر کروموزوم از دو نوار مارپیچ به نام DNA ترکیب یافته که دربردارندهٔ ژن‌هاست. هر ژن در کروموزوم برای خود مکانی خاص دارد، و هر ژن بر حسب نوع خود دارای چندین جفت باز[۴۹] است: چهار باز به نام‌های آدنین[۵۰] (A)،گوانین[۵۱] (G)، تایمین[۵۲] (T)، وسیتوزین[۵۳] (C) به‌صورت جفت‌های A-T و G-C که با باند هیدروژنی به هم وصلند ساختار مارپیچی DNA

را به‌وجود می‌آورند. پس، ژن بخشی است از DNA که تعدادی از این جفت‌ها را دارد. تعداد جفت‌ها بستگی به نوع ژن دارد. تعداد بازها اندازهٔ ژن را تعیین می‌کند که از چند صد باز تا بیش از دو میلیون باز را دربرمی‌گیرد. ژن رمز اطلاعاتی را در خود دارد که راهنمایی است برای تولید پروتئینی خاص. این پروتئین‌ها اَعمال حیاتی و همهٔ ویژگی‌های ما و هر موجود زنده‌ای را شکل می‌دهند. در انسان به تعداد ژن‌های فعال باید پروتئین وجود داشته باشد.

در هر موجود زنده تعداد کروموزوم‌ها ثابت است. در انسانِ نرمال، هر سلول به‌طور معمول ۲۳ جفت کروموزوم دارد. ۲۲ جفت آن در مرد و زن مشابه‌اند. اما در جفتی که کروموزوم‌های جنسی هستند چنین نیست. دو کروموزوم در مرد XY و در زن XX نامگذاری شده‌اند. ژن‌ها از پدر و مادر به‌ارث می‌رسند و رمز وراثت محسوب می‌شوند.

ژنتیک

ژن ویژگی‌های جسمی و روانی ما و در واقع هویت ما را تعیین می‌کند. این ژن‌ها از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شوند و این ویژگی‌ها را انتقال می‌دهند. شاید معنای جاودانگی در همین ویژگی انسان باشد.

علم ژنتیک طی سال‌های اخیر توانسته است به کشف‌های شگفت‌انگیزی دست یابد. پروژه‌ای بین‌المللی در سال ۱۹۹۰ شروع شد که ۱۳ سال طول کشید و یافته‌های آن در ۲۰۰۳ منتشر شد: کشف ژنوم انسان به معنای شناسایی تعداد ژن‌های انسان و کارکردهای آن. بیست تا بیست‌وپنج‌هزار ژن شناسایی شد که رمز تولید پروتئین را با خود دارند. ژن‌های دیگری هم هستند که چنین خاصیتی ندارند.

بدین ترتیب، نقشهٔ ژنوم انسان طراحی شد، بدین معنا که هم ترتیب جفت‌های باز در

ژنوم، که DNA ما را می‌سازند، مشخص شد و هم معلوم شد در بخش‌های اصلی کروموزوم، هر ژن در کجا قرار دارد.

از آن زمان تا کنون در علم ژنتیک از بسیاری واقعیت‌ها رمزگشایی شده است.

با استفاده از مجموعه‌ای از تکنولوژی، امکان دستکاری و اصلاح در ساختار ژنتیک هر موجود زنده‌ای، ازجمله انسان، فراهم آمده است که مهندسی ژنتیک نام دارد. امروزه با آن حتی می‌توان خواص ژنتیکی یک موجود را به موجودی دیگر انتقال داد و نوع جدیدی از آن موجود را، با ویژگی‌های جدید، به‌وجود آورد.

مهندسی ژنتیک سابقه‌ای هزار ساله دارد. به زمانی برمی‌گردد که انسان انتخاب طبیعی را با تولیدمثلِ گزینشی جایگزین ساخت. در دوره‌های بعد انسان با استفاده از قرار دادن بذر گیاه در معرضِ مواد شیمیایی و پرتوهای خاص، زمینهٔ تولیدمثل جهشی[۵۴] را فراهم آورد. جهشْ هر تغییری است در ژنوم موجود زنده که به‌طور طبیعی یا مصنوعی ایجاد می‌شود.

مهندسی ژنتیکِ نوین، به معنای دستکاری در DNA، فراتر از تولیدمثل گزینشی یا جهشی، از دههٔ ۱۹۷۰ مطرح شد. به بیانی ساده، مهندسی ژنتیک راهکاری است برای تغییر صفات در گیاه و حیوان و انسان یا هر موجود زنده و جایگزینی آن با صفاتی دیگر. با مهندسی ژنتیک می‌توان زمینهٔ بروز انواع بیماری را در انسان از دوران جنینی ازبین برد، حیواناتی با صفات بهتر خلق کرد، گیاهانی با باردهی بیشتر و مقاوم‌تر در برابر انواع آسیب‌ها پدید آورد، و با آن بسیاری از دغدغه‌های انسان معاصر، از جمله بیماری و بحران غذا، را کاهش داد.

آخرین روش اصلاح ژنتیک[۵۵] CRISPER نام دارد. کریسپر را پژوهشگری ژاپنی در ۱۹۸۷ در دانشگاه ازاکا در یک باکتری به نام e-coli که در رودهٔ انسان هم وجود دارد کشف کرد. اهمیت بیولوژیکی این کشف را ۲۵ سال بعد، در ۲۰۱۲، جنیفر دودنا[۵۶] از دانشگاه برکلی و امانوئل چارپنتیر[۵۷] از دانشگاه اومئا[۵۸] در سوئد درک کردند که بر روی آنزیم cas9 پژوهش‌های گسترده‌ای انجام داده‌اند. یافته‌های آنان زمینهٔ تجاری‌سازی تکنولوژی نوینی را فراهم آورد که امروزه به نام CRISPER/cas9 تحولی عمیق در مهندسی ژنتیک ایجاد کرده است.

این تکنولوژی سیستمی است برای ویرایش هدفمند ژنوم. روشی است به‌مراتب ارزان‌تر و سریع‌تر و دقیق‌تر از روش‌های قبلی اصلاح ژنتیک و با کاربردهای بسیار در پزشکی و کشاورزی. با این روش می‌توان فرایند تغییر ژن را که قبلاً برای مثال یک ماه طول می‌کشید و بسیار گران بود، در یک روز و با هزینهٔ کم انجام داد. از آن مهم‌تر، می‌توان ترمیم و بازسازی DNA را تسریع کرد.

به گفتهٔ دیوید لیو،[۵۹] زیست‌شناس شیمیدان، ۹۰٪ از ۷۵ هزار بیماری ژنتیکی که در پایگاه دادهٔ مؤسسهٔ ملی بهداشت امریکا منتشر شده، با این تکنولوژی قابل درمان خواهد بود. افزون بر آن، پژوهشگران با این تکنولوژی بهتر می‌توانند بیماری را در آزمایشگاه مدل‌سازی کنند و کارکرد ژن‌های خاص را مطالعه کنند.[۶۰]

با این تکنولوژی، بشر قادر به هرنوع دستکاری در بافتار ژنتیک موجود زنده است. همین واقعیت نگرانی‌های بس جدی پدید آورده است. با آن‌که تکنولوژی نوپاست، ولی دورنمایی از آینده ترسیم می‌کند که هم نوید بخش است و هم ترسناک. این نگرانی زمانی اهمیت می‌یابد که دریابیم رقابتی سخت در میان شرکت‌ها و سازمان‌ها برای پیشی گرفتن بر دیگری و بهره‌گیری سودجویانه از مواهب تکنولوژی‌های نوین ویرایش ژن در جریان است.

Epigenetics☑

معادل فارسی مناسبی برای آن نیافتم. همان مبحث دیرینهٔ رابطهٔ وراثت با محیط است. Epi برگرفته از واژه‌ای یونانی است به‌معنای پیرامون یا فرا. موضوع اپی‌ژنتیک بررسی تأثیر مواد شیمیایی و پروتئین‌ها بر بیان[۶۱] ژن‌ها یا فعالیت آن‌هاست. این مواد جزئی از DNA نیستند بلکه به دلیلی به آن می‌چسبند و فعالیت ژن‌ها را تغییر می‌دهند. به زبان علمی، اپی‌ژنیک فرایندهای ملکولی را مطالعه می‌کند که بر جریان اطلاعات میان توالی ثابتِ DNA و الگوهای متغیرِ بیانِ ژن تأثیر می‌گذارد. در چنین فرایندی، بدون تغییر توالی یا ژنوتیپِ[۶۲] DNA، فِنوتیپ[۶۳] آن تغییر می‌کند. سلولْ اطلاعاتِ روی ژن را به‌گونه‌ای دیگر می‌خواند. به بیانی ساده، اپی‌ژنتیک به ما می‌گوید رفتار موجود زنده برایند تعامل ژنوم او با محیط است. در این تعامل چه بسا ژن‌های فعالی خاموش شوند یا ژن‌های غیرفعالی فعال شوند یا ژن فرمان تولید پروتئین خاصی را بدهد. این نوع تغییر با تغییرات ناشی از جهش ژنتیکی یا مهندسی ژنتیک تفاوت دارد. به چنین ژنومی اپی‌ژنوم گویند. بهترین مثال آن تأثیر سبک زندگی بر ژن‌هاست. استرس، سیگار، مصرف الکل، آلودگی هوا، ورزش، و الگوی تغذیه چنین تغییراتی را ایجاد می‌کنند. هر یک از این‌ها باعث ترشح مواد شیمیایی یا تولید پروتئین‌هایی در بدن می‌شود که فعالیت ژن‌ها را در جهت خوب یا بد تنظیم می‌کند. این نوع تغییرات پایدار می‌مانند و به نسل بعدی منتقل می‌شوند. الگوی چنین تغییراتی در افراد یا در اندام‌ها و حتی در سلول‌ها با یکدیگر متفاوت است.[۶۴]

اگر ژنوم انسان نقشهٔ راهی باشد برای شکل‌دهی به هویت ما، و رفتار ما را تعیین کند، اپی‌ژنتیک می‌گوید موجود زنده، و بیشتر انسان، به‌هیچ‌وجه اسیر ژنوم خویش نیست. بلکه تعامل پیچیدهٔ ژنوم با محیط است که سرنوشت او را رقم می‌زند. محیط نیز دیگر آن محیط طبیعی دوران پیش از علم و تکنولوژی نیست. محیطی است ساختهٔ خود انسان که مدام در حال شکل‌گیری است و گرفتار اصلِ تکاملِ پیچیدگی. تعامل با محیط، فعالیت ژنوم را تغییر می‌دهد.

اپی‌ژنتیک ما را از ذاتِ پویای انسان باخبر می‌سازد و نیز قابلیت شگفت‌انگیز مغزش برای یادگیری و شکل دادن به سرنوشتی که محتوم ژنوم نیست.

☑ DNAی اشیا (DoT) [۶۵]

در ۲۰۱۶، ری کورتزوایل،[۶۶] نظریه‌پرداز و آینده‌نگر، گفت انقلاب بعدی در تکنولوژی انقلاب DNA است. شاید این ادعا درست باشد.

DoT همگرایی دستاوردهای بشر در حوزهٔ ژنتیک و نانو است. این تکنولوژی از DNA برای ذخیرهٔ داده استفاده می‌کند.

DNAی موجود زنده هم حاوی دستورالعمل‌هایی است برای شکل‌گیری موجود زنده و چگونگی فعالیت‌های آن و هم دربردارندهٔ داده‌هایی است دربارهٔ چگونگی تکوین آن موجود. اشیا چنین قابلیتی ندارند. اما این تکنولوژی نوپا قصد دارد به اشیا نیز چنین قابلیتی ببخشد.

این تکنولوژی آغازی است بر جان بخشیدن به موجودات بی‌جان!

DNA قابلیت ذخیره‌سازی حجم عظیمی از اطلاعات فشرده را دارد. هر نوع دادهٔ دیجیتالی را می‌توان روی آن ذخیره کرد. در هر نوکلئوتید آن (یا هر گرم آن) می‌توان تا ۳۰۰ هزار ترابایت داده ذخیره کرد. ویژگی مهم آن این است که این بستر ذخیره‌سازی داده‌ها از ماندگاری بالایی برخوردار است. داده‌های ذخیره‌شده تا هزاران سال از بین نمی‌روند. به‌همین دلیل است که از روی DNAی فسیل‌های هزاران سال قبلِ موجودی زنده می‌توان هم خصوصیات آن موجود را شناسایی کرد و هم مشابه آن را ساخت. از روی سقزی که ۵۷۰۰ سال پیش دختری آن را جویده بود، ژنوم آن دختر را پیدا کرده‌اند.[۶۷]

یادمان باشد که ابزارهای متعارف ذخیره‌سازی داده، از لوح فشرده تا دیسک سخت، شکل‌های هندسی دارند که اگر شکل آن‌ها تغییر یابد، داده‌های ذخیره‌شدهٔ روی آن‌ها پاک خواهد شد ولی DNA چنین نیست.

DNA تنها شکل ذخیره‌سازی داده است که می‌تواند به شکل مایع باشد و به هر چیزی با هر شکلی تزریق شود.

در تکنولوژی DoT، ملکول‌های DNA داده‌ها را ذخیره می‌کنند. سپس این ملکول‌ها در ذرات سلیکانیِ نانو کار گذاشته می‌شوند. این ذرات را در هر چیزی می‌توان جاسازی کرد. با این کار آن چیز هم حاوی اطلاعاتی می‌شود دربارهٔ چگونگی ساخت خودش و هم هر نوع اطلاعاتی را ثبت می‌کند که به آن منتقل شود. برای مثال، اگر در سپر خودرو به‌کار رود و آن سپر آسیب ببیند، صاحب خودرو می‌تواند، در صورت خواندن داده‌های ذخیره‌شده، بداند که آن سپر چگونه و از چه موادی ساخته شده و از این داده‌ها نه تنها برای تعمیر بلکه چاپ سه‌بعدی همان سپر استفاده کند.

بدین ترتیب مهم‌ترین چالش چاپگر سه‌بعدی حل می‌شود: دسترسی به نقشهٔ هر چیزی که قرار است نسخهٔ سه‌بعدی آن چاپ شود. هر یک از اشیا نقشه و راهنمای چاپ نسخهٔ خود را دارند. تکه‌ای از آن شیء نیز چنین خاصیتی دارد. حتی قرن‌ها بعد می‌توان عین آن شیء را تولید کرد.

با افزودن ذرهٔ نانو حاوی ملکولِ DNAی خرگوش به مادهٔ پلاستیک، خرگوشی پلاستیکی

چاپ شد شبیه خرگوش واقعی که هر ذرهٔ آن دربردارندهٔ داده‌های لازم برای تولید نسخه‌های متعدد آن خرگوش است.

کاربرد دیگر آن ثبت داده‌های محرمانه و خصوصی روی هرچیزی و انتقال آن به شخص یا مکانی امن است. حجم زیادی داده را می‌توان روی دکمهٔ پیراهن یا لنز عینک و امثال آن ذخیره و سال‌ها و حتی قرن‌ها بعد آن را بازخوانی کرد. از آن مهم‌تر، هر نوع اطلاعاتی را می‌توان از پیشرفته‌ترین سیستم امنیتی عبور داد بدون آن‌که دستگاه آن را بیابد.[۶۸]

پژوهشگران قصد دارند کدهای DNA را در اشیای با اهمیتی مانند ردیاب‌های زمین‌شناسی، ایمپلنت‌های پزشکی، مصالح ساختمانی، قطعات الکتریکی، لوازم خودرو، و هرچیزی که تعویض آن دشوار باشد، رمزنگاری کنند. کاربرد آن در موادغذایی و دارو مشکل کنترل کیفیت را حل می‌کند.[۶۹]

از آن‌جا که DNA قابلیت تکثیر خود را دارد، می‌توان از آن برای تولید لشکری از نانوروبات برای مقاصد گوناگون نیز استفاده کرد.

با این تکنولوژی مشکل ذخیره‌سازی حجم عظیم داده و حفظ آن به‌کلی از بین می‌رود. تمام معرفت بشری و دستاوردهای تمدنی آن قابل ثبت در فضایی کوچک و انتقال آن پس از هزاران سال به نسل‌های بعدی است.

DoT دوران جنینی خود را می‌گذراند. در سرتاسر جهان، توجه پژوهشگران و نوآوران بسیاری را به خود جلب کرده است. هنوز نمی‌دانیم جامعهٔ بشری را به کدام سمت می‌راند.

☑ مغز

دستاوردهایی که برشمردیم، محصول پدیدهٔ شگفت‌انگیز و همچنان پُررمزورازی است به نام مغز انسان. این پدیدهٔ ۱/۵ کیلوگرمی، با ۸۶ میلیارد نورون یا سلول عصبی، فرماندهی نظام پیچیدهٔ بدن انسان را در دست دارد و شگفت‌انگیزترین ماشین پردازش اطلاعات به‌شمار می‌آید.

تکنولوژی‌های نوین و نوپا، از جمله FMRI[۷۰]، گوشه‌ای از رازهای این پدیده را آشکارساخته‌اند. اما دربارهٔ مغز همان‌قدر می‌دانیم که دربارهٔ درون سیاهچاله‌ها. هنوز در آغاز راه هستیم.

مغز رابط انسان با واقعیت بیرونی است. حواس پنجگانه تصاویری از واقعیت را به مغز منتقل می‌کنند. مغز این تصاویر را ثبت و پردازش و تحلیل و تفسیر کرده و ما براساس نتایج این فرایند پردازش در برابر آن واقعیت واکنش نشان می‌دهیم. ذهن این‌گونه شکل می‌گیرد. این مغز است که سازندهٔ ذهن و تصویر ذهنی ما از واقعیت است.

چه بسا این تصویر با واقعیت انطباق نداشته باشد. در فرایند انتقالِ داده توسط حواس به مغز و پردازش این داده‌ها، بخشی از واقعیت از دست می‌رود. ما بر پایهٔ واقعیت متصوری رفتار می‌کنیم که این دستگاه عظیم داده‌پردازی ساخته است.

مغز از شبکه‌های نورونی به هم‌مرتبط تشکیل شده است. به محض دریافت پالسی از محیط پیرامون یا درون بدن، اتصال‌های الکتریکی نورون‌ها فعال و مواد بیوشیمیایی ترشح می‌شود تا میان شبکه‌های نورونی ارتباط برقرار کند. این‌گونه است که این دستگاه عجیبِ پردازش موازی و یکپارچه‌ساز به‌راه می‌افتد و به دریافت‌های حسی و ادراکی معنا می‌بخشد و زمینه‌ساز ایجاد قابلیت‌هایی در انسان می‌شود، مانند خلاقیت و یادگیری و تفکر و خودآگاهی.

انسان موجودی است نوپا روی سیارهٔ زمینِ ۴/۵۴۳ میلیارد ساله، که در مقایسه با موجوداتِ پیشین خود، حدود ۲۰۰هزار سال است که شبیه انسان امروزی پدید آمده است. طی این دوران، در تعامل با محیط، مغزش تکامل یافته و بخش‌های جدیدی به آن افزوده شده تا بتواند با پیچیدگی‌های دم‌افزون محیطِ مدام در حال تحولِ ساختهٔ خودش سازگار شود. در جریان این تکامل بیولوژیک است که مغز به قابلیت‌های تازه‌ای برای انجام فرایندهای پیچیده‌تر پردازش اطلاعات دست یافته است. بدین ترتیب می‌توان گفت مغز سیستمی است دارای ساختاری بسیار منعطف و پویا و دارای شکل‌پذیری شگفت‌انگیز.[۷۱] از آن مهم‌تر، حتی مغز یک فرد بالغ نیز می‌تواند سلول‌های عصبی جدید تولید کند. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که ورزش می‌تواند نه تنها باعث تولید سلول‌های عصبی جدید شود، بلکه پیرشدن مغز را کُند کند و بروز بیماری‌های مغزی مانند آلزایمر را به تأخیر اندازد.[۷۲]

با کمک تکنولوژی‌های نوینِ تصویربرداری، مانند FMRI، PET[۷۳]، و MEG[۷۴] و محاسبات کوانتومی، ابزار هوشمند نانو و هوش مصنوعی و برخی دیگر، بشر نه تنها به معرفت تازه‌ای دربارهٔ ساختار و کارکرد مغز خودش دست یافته، بلکه می‌تواند در کارکردهای مغز دستکاری کند و قابلیت‌های آن را توسعه دهد.

تازه‌ترین تکنولوژی تصویربرداری کارکردی، MATRIEX[۷۵] نام دارد که می‌تواند در آنِ واحد از چندین ناحیهٔ مغز، به‌طور همزمان، در حین انجام کاری خاص، تصاویری با کیفیت عالی بردارد. این تکنولوژی کمک می‌کند کارکرد نواحی گوناگون مغز را در سطح سلولی و زیرسلولی مورد مطالعه قرار دهیم.[۷۶]

در همین یک سال گذشته، ۲۰۱۹، با انجام چند پژوهش علمی و با استفاده از این تکنولوژی‌ها دریافتیم که:

چگونه مغز از ما دربرابر اندیشهٔ مرگِ خودمان محافظت می‌کند. مغز به‌طور عادی براساس داده‌های مربوط به گذشته می‌تواند آینده را پیش‌بینی کند ولی وقتی موضوع فکر کردن به مرگ خودمان مطرح می‌شود، مغز سعی می‌کند ذهن‌مان را از این اندیشه منحرف سازد. شاید به این دلیل که پذیرش واقعیت مرگ خودمان انگیزهٔ ما را برای تلاش و دست و پنجه نرم کردن با مشکلات کاهش می‌دهد. معلوم شد که چگونه تنهایی باعث کوچک شدن بخشی از مغز می‌شود که وظیفهٔ یادگیری و حافظه را برعهده دارد و به کاهش تولید پروتئینی منجر می‌شود که برای رشد و بقای نورون‌های جدید و برقراری اتصال‌های جدید لازم است. کشف کردیم که

حتی در نبود بخشی از مغز، مغز به کارش ادامه می‌دهد. برای مثال در نبود آن بخش از مغز که وظیفهٔ بویایی را برعهده دارد، افرادی هنوز می‌توانند بوها را تشخیص دهند، شاید به این دلیل که بخش دیگری از مغز عهده‌دار این وظیفه می‌شود.

از این‌ها مهم‌تر، مغز قابلیت عجیبی برای تغییر و سازگاری دارد. مطالعه بر روی کسانی که نیمی از مغزشان، یعنی یک نیمکره، به دلیل فلج اطفال یا هر دلیل دیگری برداشته شده بود، نشان داد که نیمهٔ دیگر کارش را به‌خوبی انجام می‌دهد. در این افراد حتی اتصال بین شبکه‌های مغز قوی‌تر از افراد معمولی است. این یافته بیانگر قابلیت حیرت‌انگیز مغز در جبرانِ نقش بخش‌های ازدست‌رفته است . در ۲۰۱۹، در مطالعه‌ای بر روی امواج مغزِ یکصد بیماری که به‌دلیل آسیب مغزی به کُما رفته بودند، معلوم شد که از هر هفت مریض یک نفر واکنشی نشان می‌دهد بیانگر وجود آگاهی پنهان.[۷۷] از این بیماران خواسته شد که دستشان را حرکت دهند. بیماران دارای آگاهی پنهان فرمان را فهمیدند ولی نتوانستند دست خود را حرکت دهند. این دسته از بیماران شانس بیشتری برای بهبودی داشتند.

قبلاً می‌دانستیم که مغز هنگام خواب فعال است ولی در ۲۰۱۹ بود که برای نخستین بار مایعی[۷۸] کشف شد که مغز و نخاع را احاطه کرده و از آن دو محافظت می‌کند. وقتی خواب هستیم، خون از مغز خارج و این مایع وارد می‌شود و فعالیت مغز کاهش می‌یابد. این مایع مغز را از پروتئین‌های سمی پاکسازی می‌کند. همین کشف به درک بهتر فعالیت‌های مغزی مربوط به فرایند پیرشدن کمک خواهد کرد.[۷۹]

در مورد معرفت تازه، دریافته‌ایم که در مغز برای هر حسی و ادراکی و هر هیجان و عاطفه‌ای و هر فکری مکانی خاص وجود دارد. مغز نه تنها مسئولیت تنظیم فعالیت‌های بدن را بر عهده دارد، بلکه عهده‌دار وظایفی است که قبلاً تصور می‌شد ماهیتی روانی دارند. انواع هیجان‌ها از خشم و کینه‌توزی و حسادت و خشونت و قدرت‌طلبی و خست و دست و دلبازی تا مهرورزی و عشق و ترس و درد و رنج و حتی باورها و اعتقادات مذهبی، خداشناسی و خداناباوری و نگرش‌های سیاسی، همهٔ این‌ها نتیجهٔ طبیعی فعالیت‌های مغز انسان است. مکان برخی از این‌ها هم‌اکنون در مغز مشخص شده است و در مورد برخی دیگر پژوهش‌ها نشان می‌دهد که کانون آن در مغز پراکنده است.

مغز زن و مرد از نظر بیولوژی و کارکرد با هم تفاوت دارند. چندین مطالعه با استفاده از FMRI نشان داده است که در چندین ناحیه از مغز، مانند ناحیه‌های مسئول کنترل اضطراب یا روحیه و تصمیم‌گیری، مغز زنان بسیار فعال‌تر است. در نتیجه، زنان در کنترل نفس و همدلی بهتر از مردان‌اند و، در عین حال، بیش از مردان دچار آلزایمر و افسردگی می‌شوند. ولی اوتیسم در مردان بیشتر است. زنان می‌توانند در آنِ واحد چند کار را به‌طور همزمان انجام دهند ولی مردان، وقتی مشغول کاری هستند، بر آن کار متمرکز شده‌اند و نمی‌توانند به چیز دیگری فکر کنند. یا مردان به‌محض رفتن به رختخواب به‌سرعت به‌خواب می‌روند ولی مغز زنان فعال

است و باعث می‌شود حتی در رختخواب به مسائل گوناگون فکر کنند. این یافته‌ها چنان جذاب است که باید در نوشتاری دیگر به آن پرداخت.

چهار مادهٔ شیمیایی در مغز ترشح می‌شوند که باعث ایجاد حس خوب می‌شوند و ما را شاد می‌کنند: دوپامین، سروتونین، اندورفین، و آکسی‌توسین. هر یک حس خوب خاصی را برمی‌انگیزند. پژوهشگران مؤسسهٔ کارولینسکا،[۸۰] سوئد، سعی کرده‌اند بفهمند آن بخش درونی از مغز که اعتیاد و انگیزش را تنظیم می‌کند، در سطح ملکولی چگونه سازمان می‌یابد. این مهم‌ترین شبکهٔ تصمیم‌گیری در مغز است. هر کاری که به ما حس خوبی بدهد، از جمله هم‌آغوشی و مصرف مواد مخدر، و لذت از پایانِ کاری سخت، و... آن حس خوب در این مرکز تنظیم می‌شود. با این دانش جدید می‌توان کارکرد سلول‌های عصبی را در نواحی گوناگون معین در سطح ملکولی تحلیل کرد. حتی می‌توان بر اساس آن درمان‌های جدیدی به‌دست آورد.[۸۱]

این مغز است که به ما می‌گوید چه بکنیم، چه بگوییم، به چه فکر کنیم. زندگی ما در دست این اندام است.

سخت است که بپذیریم افکار و عقاید و رفتارهای ما برایند فرایندهای الکتریکی و بیوشیمیایی است که در مغز رخ می‌دهند.

هرچه شناخت ما از کارکرد مغز بیشتر می‌شود، موضوع‌هایی که در قلمرو علم روان‌شناسی قرار داشت، بیش از پیش به قلمرو علوم مغز و اعصاب منتقل می‌شوند. به همین دلیل است که شاهد پیدایش دم‌افزون رشته‌های علمی جدیدی هستیم که از تلفیق این دو قلمرو علمی به‌وجود آمده‌اند.

هر کشف علمی زمینهٔ دستکاری انسان در آن پدیده را فراهم می‌آورد. به ویژه اگر قدرت کم‌نظیر تکنولوژی‌های نوین را به‌کار گیرد.

روز سوم دسامبر ۲۰۱۹ ، پژوهشگران دانشگاه بث[۸۲] در انگلستان اعلان کردند که تراشهٔ سیلیکانی جدیدی ساخته‌اند که می‌تواند روزی جایگزین سلول‌های آسیب‌دیدهٔ مغزی شود. این تراشه به فعالیت الکتریکی درست مانند یک نورون واقعی واکنش نشان می‌دهد. یعنی فعالیت الکتریکی نورون را بازتولید می‌کند.[۸۳]

در میان ده خبر مهم علمی جهان در ۲۰۱۹، آمده که دانشمندان چینی ژن هوش انسان را به مغز میمون وارد کرده‌اند. این خبر دانشمندان بسیاری را نگران پیامدهای چنین دستاوردی کرده است.

☑ MiniBrain یا ریزاندام مغز[۸۴]

مینی مغز یا ریزاندام مغز اندامی مینیاتوری است به اندازهٔ دانهٔ نخود که در لولهٔ آزمایشگاه با استفاده از نوعی سلول بنیادی انسان کشت داده می‌شود که قابلیت تبدیل شدن به چندین سلول را داشته باشد. مغز انسان به دلیل پیچیدگی ساختاری و تعداد زیاد نورون‌ها نمی‌تواند مدل مناسبی برای پژوهش‌های مغز و اعصاب و روان باشد، حال آن‌که مینی مغز برای مطالعهٔ

انواع بیماری‌های ژنتیکی و روانی و نارسایی‌های مغزی چون آلزایمر و پارکینسون و حتی مطالعهٔ تکامل مغز بسیار مناسب است. مطالعات قبلی نشان دادند که تغییراتی در ژن یا در پروتئین می‌تواند عامل بروز چنین نارسایی‌هایی باشد. ولی مطالعهٔ کارکردهای مغزِ دچار بیماری و این که بدانیم هنگام بیماری نورون‌ها چگونه کار می‌کنند و با سایر سلول‌ها چه نوع تعاملی دارند، چالش مهمی است.

نورون‌ها با یکدیگر از طریق ارسال پیام الکتریکی تعامل می‌کنند. پس برای فهم کامل کار نورون‌ها باید چگونگی عملکرد الکتریکی آن‌ها را بشناسیم. دانشمندان دریافته‌اند که مینی‌مغزها می‌توانند پیام الکتریکی بفرستند و در چهارماهگی قادرند امواج مغزی شبیه امواج مغز انسان هنگام خواب تولید کنند. با گذشت زمان در این مغزها تنوع سلولی افزایش می‌یابد. در ده ماهگی، از نظر فعالیت الکتریکی و ساختار و ترکیب سلولی و برخی از کارکردهای مغز، به جنین انسان نزدیک می‌شود. ولی تا رسیدن به قابلیت افکار پیچیده راه درازی در پیش است.

در همین حد نیز فیلسوفان و دانشمندان نگرانند که در آینده‌ای نزدیک بتوان در آزمایشگاه مغزی تولید کرد با قابلیت آگاهی.

بحث‌های اخلاقی درخصوص پیامدهای تکنولوژی‌هایی از این دست بسیار عقب‌تر از روند رشدِ شتابان این تکنولوژی‌هاست.

مینی‌مغز برای نخستین بار در سال ۲۰۱۳ تولید شد ولی دوران شکوفایی ریزاندام‌ها، با کاربرد پژوهشیِ بسیار تازه آغاز شده است.

☑ پیشرفت تکنولوژی در سالِ ۲۰۲۰ چنین آغاز شد:

- ساخت نخستین روبات‌های زنده از سلول‌های بنیادی قورباغه با کمک سوپرکامپیوتر.[۸۵]
- ساخت کامپیوتر DNA در دانشگاه راچستر در نیویورک، در لولهٔ آزمایشگاه با استفاده از ۳۲ نوار مارپیچ DNA برای ذخیره و پردازش اطلاعات. این کامپیوتر می‌تواند ریشهٔ اعداد مربع را از ۱ و ۴ و ۹ تا ۹۰۰ محاسبه کند. این آغاز کار است. ولی قابلیت آن را دارد که مسائلی را حل کند که برای کامپیوترهای معمولی دشوار یا ناممکن است.[۸۶]
- پژوهشگران کامپیوتر کوانتومی با استفاده از قابلیت درهم‌تنیدگی کوانتومی، موفق شدند روی دو تراشهٔ سیلیکانی، بدون نیاز به پردازشگر، اطلاعات را از راه دور منتقل کنند. افزایشِ سرعتِ پردازش و کاهشِ پارازیت و حذف هزینهٔ استفاده از پردازشگرهای مکانیکی از مزایای این پیشرفت است. در عین حال تهدیدی است برای رمزگذاری، از جمله در ارزِ دیجیتالی بیت‌کوین.[۸۷]
- قبلاً تصور می‌شد که سلول‌های عصبی مغز هر یک به‌تنهایی قابلیت پردازش اطلاعات

را ندارند. ولی پژوهشگران مغز و اعصاب کشف کردند که برخی سلول‌های عصبی در خود یک مینی کامپیوتر دارند. دندریت این سلول‌ها (زایده‌هایی رشته‌مانند که به سلول‌های عصبی متصل‌اند) می‌توانند عملیات منطقی را انجام دهد که کل شبکه‌های عصبی عهده‌دار آن بودند. این کشف برای طراحان شبکه‌های هوش مصنوعی نیز فهم جدیدی ارائه می‌دهد. گویا هنوز در کشف واقعیت‌های مغز و شبکهٔ اعصاب در آغاز راه هستیم.[۸۸]

- نمونهٔ اولیهٔ دستگاه fMRI ایی ساخته شده، دونفره که در آن واحد از دو نفر تصویرداری می‌شود. با کمک این دستگاه پژوهشگران مغز و اعصاب می‌توانند از مغز دو نفر در حال تعامل با یکدیگر تصویربرداری کنند. این امکان تا به‌حال وجود نداشت و به‌رغم پیچیدگی و هزینهٔ بالای ساخت، پژوهش مغز انسان را به سطح تازه‌ای ارتقا می‌دهد.[۸۹]
- ژنِ پیرشدن چشم (ELOVL2) در موش شناسایی شد. این ژن در انسان نیز وجود دارد.[۹۰]
- ساخت آواتارهایی هوشمند کاملاً شبیه انسان برای ایفای نقش به‌جای انسان در موقعیت‌های مختلف، توسط شرکت سامسونگ.
- ساخت دوربینی با سرعت یک تریلیون فریم در ثانیه، در Caltech (موسسهٔ تکنولوژی کالیفرنیا).

☑ سخن آخر

آن‌چه بیان شد، گوشه‌ای است از دستاوردهای بشر در قلمرو علم و تکنولوژی. پایهٔ اساسی این پیشرفت‌ها ریاضی و فیزیک است.

داستان کیهان‌شناسی و فیزیک ذرات و علوم و تکنولوژی‌هایی که معرفت ما را دربارهٔ عالم هستی و جایگاه انسان در آن از بنیاد تغییر داده‌اند، بیان نشد. شاید بتوان گفت که عظیم‌ترین و پیشرفته‌ترین مجموعهٔ تکنولوژی برای شناخت چگونگی پیدایشِ عالم هستی خلق شده و مدام درحال توسعه است. شتاب‌دهنده‌هایی که شاهکار تکنولوژی هستند ذرات را با هم برخورد می‌دهند تا آن‌ها را به ذراتی ریزتر تبدیل کنند و راز و رمز پیدایش این عالم سرشار از شگفتی را کشف کنند.

روباتیک و سلول‌های بنیادی دو مبحث مهم دیگری است که مطرح نشد، یا علوم و تکنولوژی‌هایی که سخت می‌کوشند رمز و راز پیرشدن و مرگ انسان را کشف کنند و راهکاری برای جاودانگی انسان بیابند.

یکتایی (singularity) و پیشی گرفتن ماشین بر انسان در هوش و پیدایش انسانِ دستکاری‌شده، به معنای انسانی که در بدن و حتی مغزش تکنولوژی‌هایی کار گذاشته

می‌شود تا به او قابلیت‌های جدیدی ببخشد، یا انسانی برآمده از دستکاری‌های ژنتیک، دغدغهٔ جدی دانشمندان و فیلسوفان معاصر است.

انگیزهٔ من طرح پرسش‌هایی است مربوط به سرنوشت بشر. اگر برای لحظه‌ای ذهن‌مان را از بحران‌ها و چالش‌ها و معضل کلاف سردرگم نتایج مدیریت نابخردانهٔ رهبران جهان و رنج جانکاه تماشای این وضعیت دور سازیم، آن‌گاه خواهیم توانست جریان پرخروش تحولِ بنیان‌کَنی را ببینیم که آیندهٔ بشر را رقم می‌زند.

همگرایی این تحولات امیدهای بسیاری می‌آفریند. برخی دغدغه‌های بشر از بین خواهد رفت ولی سطح و نوع دیگری از نگرانی پدیدار می‌شود.

فرض بر این است که بشر نمی‌تواند جلوی این سیل خروشان بایستد و حتی نمی‌تواند جریان آن را کُند سازد.

آیا می‌توانیم آن را به‌گونه‌ای هدایت کنیم که ضمن برخورداری از مواهب آن، آسیبِ جدی کمتری وارد شود؟ آیا طرح چنین پرسشی درست است؟

آیا نسل معاصر حق دارد برای زندگی نسلی تصمیم بگیرد که معلوم نیست چقدر به خودش شباهت داشته باشد؟ آینده قابل پیش‌بینی است؟ نگاه نو

پی‌نوشت‌ها

1. Information and communications technologies (IT or ICT) 2. bit 3. qubit

۴. superposition. این اصل می‌گوید، وقتی ندانیم که هر چیزی در چه وضعیتی است، تا وقتی که آن وضعیت را ندیده باشیم، می‌تواند به‌طور همزمان همهٔ حالت‌های ممکن را داشته باشد.

۵. entanglement. هرگاه دو ذرّه یا گروهی از ذرّات باهم تعامل داشته باشند، حتی اگر به فاصلهٔ هزاران سال نوری از هم دور باشند، حالت کوانتومی آنان به گونه‌ای به‌هم وابسته می‌شوند که هر نوع اندازه‌گیری خاصیت یک ذرّه بر روی همان خاصیت ذرّهٔ دیگر اثر می‌گذارد. برای مثال، اگرپس از سنجش معلوم شود که سپین (spin) یکی از دو الکترون درهم‌تنیده رو به بالاست، سپین دیگری در هر فاصله‌ای که باشد، رو به پایین خواهد بود.

6. sequential 7. simultaneous 8. sycamore

9. "Hello quantum world! Google publishes landmark quantum supremacy claim". ***Nature***. 23.10.2019.

"Google Claims Breakthrough in Blazingly Fast Computing". ***The New York Times***. 23.10.2019.

۱۰. برای آشنایی با نقد و نظر چند دانشمند در این باره، به مقالهٔ زیر مراجعه کنید:

Elizabeth Gibney. "Hello Quantum World! Google Publishes landmark quantum Supremacy claim". ***Nature***, October 23, 2019.

11. Sundar Pichai 12. Alan Turing 13. "Computing Machinary and Intelligence"

۱۴. برای آشنایی با تاریخچهٔ هوش مصنوعی، به مقالهٔ زیر مراجعه کنید:

Rockwell Anyoha. "The History of Artificial Intelligence, Can Machines Think", SITN, Harvard

School of Arts and Sciences Blog.

15. Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence

16. Logic Theorist 17. RAND (Research and Development Corporation) 18. Expert systems

19. Intelligent digital mesh 20. quintillion 21. augmented reality

22. artificial reality 23. structured

۲۴. این فیلم را از مجموعهٔ TED ببینید:

Arnav Kapur. (2019). ***Ever since Computers were invented***.

و این فیلم را از جولیا وایت، معاون مایکرو سافت:

The Magic of Neural TTS and Holograms at Microsoft. (2019)

۲۵. فیلم زیر را از مجموعهٔ TED ببینید:

Glen Cantave .(2018). ***My name is Glenn***.

26. Sam Daley. (2019). "Surgical Robots, New medicines and Better Medical Care: 32 Examples of AI in Healthcare". ***bultin***

27. Media Lab

28. Amisha, Malik P, Pathania M, Rathaur VK. (July 2019). "Overview of Artificial Intelligence in Medicine". ***Journal of Family Medical Primary Care***. 8(7).

29. Mihaela Porumb, Ernesto Iadanza, Sebastiano Massaro, Leandro Pecchia. (2020). "A convolutional neural network approach to detect congestive heart failure. Biomedical Signal Processing and Control".

30. Lisa Marshall. (2019). "How Artificial Intelligence can transform Psychiatry". University of Colorado at Boulder.

Chelsea Chandler et al, (2019). "Using Machine Learning in Psychiatry: The Need to Establish a Framework That Nurtures Trustworthiness". ***Schizophrenia Bulletin***.

31. Ron Schmelzer. (2019). "AI Applications in Education". Forbes. 32. Unlimited Services Obligations

33. Kathleen Walch. (2019). "How AI is Transforming Agriculture". Forbes Media LLC.

34. Internet of things (IoT) 35. Jacob Morgan. (2014).

36. Bernard Marr. (2019). "5 Internet of Things Trends Everybody Should Know About". Forbes.

37. IMD Smart City Index 2019. IMD World Competetiveness Center.

38. Richard Faynman 39. carbon nanotube 40. nanomedicine

۴۱. مراجه شود به گزارش Transparency Market Research

42. tissue engineering 43. Hummingbird

۴۴. این پرنده که به فارسی مرغ مگس‌خوار و زرین‌پر نامیده می‌شود، بومی امریکاست. گوگل الگوریتمی به همین نام دارد.

45. nanofibers 46. ***Economist***. February 10, 2011. 47. digital fabrication technology

48. N. Shahrubudin et al. (2019) "An Overview on 3D Printing Technology: Technological, Materials

and Applications". Procedia Manufacturing. 35. 1286-1296. Presented at the 2nd International conference on The Sustainable Materials Processing and Manufacturing. 2019.

49. base 50. Adenine 51. Guanine 52. Thymine 53. Cytosine

54. mutation breeding 55. clustered regularly interspaced short palindromic repeats

56. Jennifer Doudna 57. Emmanuelle Charpentier 58. Umeå 59. David Liu

۶۰. دربارهٔ این موضوع مقالات علمی بسیاری منتشر شده که در فضای مجازی در دسترس است. مقالهٔ زیر حاوی نکات مهمی است برای خوانندهٔ نه‌چندان متخصص:

Heidi Ledford. (21 Oct. 2019). "Super- Precise New CRISPER Tool Could Tackle a Plethora of Genetic Diseases". ***Nature***. 574.

61. expression 62. genotype 63. phenotype

64. "What is Epigenetics?" National Institute of Health. US National Library of Medicine. 10 December 2019.

65. DNA of Things 66. Ray Kurzweil

67. An Ancient Piece of Chewing Gum Offers Surprising Insights into the Human Genome. Dec. 2019. Big Think.

۶۸. به آن روش steganography گویند.

69. Koch J, Gantenbein S, Masania K, Stark WJ, Erlich Y, Grass RN. (9 December 2019). " A DNA-of-things storage architecture to create materials with embedded memory". Nature Biotechnology,

۷۰. Functional MRI به معنای تصویربرداری از مغز موقع انجام فعالیتی خاص.

71. superelasticity

72. David A. Raichlen et. al. (2020, January, 1st.) "Why Your Brain needs Exercise". Scientific American.com.

73. Positron Emission Tomography 74. Magnetoencephalography

75. Multiarea Two-Photon Real Time in Vivo Explorer

76. Mengke Yang et. al. "MATRIEX imaging: Simultaneously seeing neurons in action in multiple regions of the brain". ***Light: Science and applications***. Dec. 24, 2019.

77. hidden consciousness 78. cerebrospinal fluid

79. Yasemin Saplakoglu. "10 Things We Learned About the Brain in 2019".

80. Karolinska Institute

81. Konstantinous meletis et al. (Dec. 24, 2019). "A Molecular map of the Brain's Decision Making Area". Karolinska Institute. Cell Reports Journal Online. And Sciencedaily.com.

82. Bath 83. Alex Orlando. ***Nature Communications***. 84. Brain organoid

85. Ian Sample. (13 Jan. 2020). "Scientists use stem cells from frogs to build first living robots". The Guardian.com.

86. Donna Lu. (2 January 2020). "A computer made from DNA can compute the square root of 900". Technology.

87. Jon Buck. (Jan 7, 2020). "Entanglement for Quantum Computing Chips Achieved, Will Bitcoin Keep Up?".
in (BTC) Bitcoin News, Blockchain News, Industry, News

88. Jordana Cepelewicz. (January 14, 2020). "Hidden Computational Power Found in the Arms of Neurons". Quantamagazine.
Shelly Fan. (Jan 14, 2020). "Scientists Discovered Mini-Computers in Human Neurons and That’s a Great News for AI". Singularity Hub.

89. Kelly Servick. "In two-person MRI, brains socialize at close range." 10 Jan 2020. Science.

90. Daniel Chen et al. (January 15, 2020). “Researchers identify gene with functional role in aging of eye”. University of California, Medical School, San Diego.