www.takbook.com

پزشکی آینده

جیمز کانتون، پیتر دیامندیس و ری کورزویل

مترجم: دکتر ایرج نبی پور

پزشکی آینده

جیمز کانتون، پیتر دیامندیس و ری کورزویل

مترجم: دکتر ایرج نبی پور

The Future Medicine

James Canton, Peter H. Diamandis & Ray Kurzweil

Translated by: Dr. Iraj Nabipour

ISBN: 978-600-5032-58-1

9 786005 032581

www.takbook.com

بسم الله الرحمن الرحیم

پزشکی آینده

نویسندگان:

جیمز کانتون، پیتر دیامندیس و ری کورزویل

مترجم:

دکتر ایرج نبی پور

شورای عالی انقلاب فرهنگی
کرسی نظریه پردازی
فلسفه، فقه و اخلاق پزشکی

دانشگاه علوم پزشکی
و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر
مرکز تحقیقات زیست فناوری دریایی خلیج فارس

پارک علم و فناوری خلیج فارس

بنیاد ملی نخبگان
بنیاد نخبگان استان بوشهر

www.takbook.com

به نام خداوند جان و خرد

سرشناسه	:	کنتن، جیمز Canton, James
عنوان و نام پدیدآور	:	پزشکی آینده/ نویسنده جیمز کانتون، پیتر دیامندیس، ری کورزویل؛ مترجم ایرج نبی‌پور؛ [برای] شورای عالی انقلاب فرهنگی، کرسی نظریه‌پردازی فلسفه، فقه و اخلاق پزشکی...[و دیگران].
مشخصات نشر	:	بوشهر: دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	:	۱۰۴ص.: جدول.
شابک	:	۹۷۸-۶۰۰-۵۰۳۲-۵۸-۱
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	کتاب حاضر از منابع مختلف گردآوری و ترجمه شده است.
یادداشت	:	[برای] شورای عالی انقلاب فرهنگی، کرسی نظریه‌پردازی فلسفه، فقه و اخلاق پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر، مرکز تحقیقات زیست فناوری دریایی خلیج‌فارس، پارک علم و فناوری خلیج‌فارس، بنیاد ملی نخبگان، بنیاد نخبگان استان بوشهر.
موضوع	:	پزشکی -- آینده‌نگری
موضوع	:	پزشکی کلی‌نگر
شناسه افزوده	:	دیامندیس، پیتر اچ. Diamandis, Peter H.
شناسه افزوده	:	کورزویل، ری، ۱۹۴۸ - م. Kurzweil, Ray
شناسه افزوده	:	نبی‌پور، ایرج، ۱۳۴۲ -، مترجم
شناسه افزوده	:	دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی استان بوشهر
شناسه افزوده	:	شورای عالی انقلاب فرهنگی. کرسی نظریه پردازی فلسفه، فقه و اخلاق پزشکی
رده بندی کنگره	:	۱۳۹۴ ۴پ۹ک/۳/R۸۵۵
رده بندی دیویی	:	۶۱۰/۲۸
شماره کتابشناسی ملی	:	۴۰۰۷۹۲۹

پزشکی آینده

نویسنده: جیمز کانتون، پیتر دیامندیس و ری کورزویل

مترجم: دکتر ایرج نبی پور

چاپ اول : تابستان ۱۳۹۴

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۰۳۲-۵۸-۱

حروفچینی: حسین آذری

ویراستار و صفحه آرا: دارا جوکار

ناشر: انتشارات دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر

چاپ : نزهت

شمارگان : ۲۰۰۰ جلد

بوشهر، خیابان معلم، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر

www.takbook.com

تقدیم به

دانشمند برجسته و چهره ماندگار پزشکی ایران زمین

جناب آقای دکتر سید ضیاء الدین تابعی

www.takbook.com

www.takbook.com

مقدمه

آینده پژوهان بر این باورند که پزشکی به آن گونه‌ای که می‌شناسیم و میراث چند هزاره تلاش بشر بوده است، در آینده‌ای نزدیک رنگ خواهد باخت و از سیمای واکنشی نسبت به بیماری و درمان آن (پس از آشکاری نشانگان)، به چهره‌ای کنش‌گر مبدل می‌شود که می‌تواند با دستاوردهایی که در زمینهٔ پزشکی سیستمی و فناوری‌های همگرا به دست آورده است به شناخت بیماری‌ها در پیش از ظهور آن‌ها (پیش بینی) و سپس پیشگیری اقدام نماید که این اقدامات پیشگیرانه و درمانی، ویژهٔ هر فرد (پزشکی فردگرایانه) بوده و بر پایهٔ ساختار ژنومیک، پروتئومیک و ... وی استوار می‌باشد.

پرتوهای این پزشکی آینده را می‌توان از سال ۲۰۱۵ به آهستگی مشاهده نمود که خیزش آن در سال ۲۰۲۵ روی داده و در سال ۲۰۵۰ نیز تجلّی کامل می‌یابد. خوشبختانه در سطح ملّی، در وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، نقشهٔ جامع علمی کشور در حوزهٔ سلامت و فرهنگستان علوم پزشکی جمهوری اسلامی ایران، پیرامون آینده پژوهی در گسترهٔ سلامت، مطالعاتی به انجام رسیده است و کتب و مقالاتی نیز

www.takbook.com

در این خصوص انتشار یافته که همگی هر چند بسیار با ارزش بوده ولی برای پذیرش آینده‌ای که به تندی با ابر روندهای خود بر ما چیرگی می‌یابد، کافی نخواهند بود. در این نوشتار، تلاش شده است که از دیدگاه سه آینده پژوه جهانی، پیرامون پزشکی آینده، تصویری ارائه شود.

مقالهٔ اول برگرفته از یک فصل از کتاب هوشمندی آینده (Future Smart)، چاپ شده در سال ۲۰۱۵ توسط دکتر جیمز کانتون (James Canton) می‌باشد. جیمز کانتون یک آینده پژوه سرشناس جهانی، دانشمند گسترهٔ علوم اجتماعی و مشاور در تراز جهانی در دنیای کسب و کار بوده که مشاورهٔ ۱۰۰ شرکت موفق و دولت پیرامون ابرروندهای آینده، راهبردهای نوآوری و خطر جهانی را به عهده دارد. از نظر مجلهٔ معتبر اکونومیست، او یک آینده‌نگر جهانی برجسته محسوب می‌شود و مقالات وی پیرامون گستره‌های آینده پژوهی در مجلات معتبر وال استریت، فورچون، فوربز و نیویورک تایمز به چاپ رسیده است. او به عنوان یک کارآفرین دیجیتالی، در بخش مدیریت کاخ سفید، انجام وظیفه می‌نماید. بی شک او از ایده‌های آینده پژوهان برجستهٔ معاصر خود مانند ری کورزویل و پیتر دیامندیس بسیار خوشه چینی نموده است.

فصل دوم این نوشتار، فصلی از کتاب "*فراوانی: آینده بهتر از آن است که شما فکر می‌کنید*" است که کتابی بسیار مهم در حوزهٔ آینده نگاری در سطح جهانی بوده و نویسندهٔ آن پیتر دیامندیس می‌باشد. دکتر دیامندیس، فارغ التحصیل دانشکده پزشکی هاروارد در طب بوده که

www.takbook.com

درجهٔ بیولوژی مولکولی و مهندسی هوافضا را از MIT اخذ کرده است. او همچنین بنیانگذار چندین شرکت با فناوری برتر و کمپانی هایی است که در حوزهٔ فضا کار می‌کنند. دکتر دیامندیس، با دید یک آینده‌پژوه با گذار از تنگناهای طب کلاسیک به پزشکی آینده می‌نگرد و دستاوردهای آن را در زمینهٔ مراقبت‌های سلامت عرضه می‌دارد. آینده پژوهی مشهور همچون ری کورزویل، به ستایش کتاب پیتر دیامندیس پرداخته است.

فصل سوم و چهارم این نوشتار، اختصاص به مقالاتی به ری کورزویل دارد. ری کورزویل، مخترع و آینده پژوه بسیار خبره‌ای است که با کتاب *"تکینگی (Singularity) نزدیک است"*، معروفیت جهانی یافت. او در این کتاب پیرامون هوش مصنوعی و آیندهٔ بشریت بحث کرده و پیش بینی نموده است که پیشرفت‌های فناورانه، به صورت غیر قابل بازگشتی، انسان‌ها را با فزونی در ذهن و بدن، با تغییرات ژنتیکی، نانوفناوری و هوش مصنوعی متحول خواهد ساخت و هوش ماشینی به صورت غیر متعارفی، از هوش انسان‌ها برتری می‌یابد. او همچنین پیش بینی کرده است که هوش انسانی متحول و از سیارهٔ زمین پراکنش یافته و کل هستی را اشباع خواهد کرد. از آنجا که مباحث مطرح شده در کتاب *"تکینگی نزدیک است"* ری کوزویل، به مباحث پایهٔ آینده پژوهی در حوزه‌های علم و فناوری می‌پردازد که مورد اقتباس دیگر آینده‌پژوهان قرار گرفته است، آشنایی با مفهوم تکینگی بسیار ضروری به نظر می‌رسد. از این رو، فصل سوم به مقاله‌ای پیرامون تکینگی به صورت پرسش و پاسخ با خود

www.takbook.com

کورزویل می‌پردازد. مفهوم تکینگی بر اندیشه‌های دو آینده پژوه دیگر یعنی جیمز کانتون و پیتر دیامندیس، به صورت ژرفی اثر گذاشته است.

فصل چهارم نیز مقاله‌ای است به نوشتهٔ ری کوزویل که به شیوه‌ای عالمانه به دانش بیولوژی و پزشکی به شکل *"فناوری اطلاعات"* می‌نگرد و چالش‌های ژنومیک و پروتئومیک را در پس زمینهٔ نویدهای این علوم در عرصهٔ سلامت و پزشکی در سیستم‌های پیچیدهٔ زیستی، ترسیم می‌کند.

بی شک، مطالعهٔ این چهار فصل از سه آینده پژوه مطرح در سطح جهانی، می‌تواند دورنمای آیندهٔ پزشکی را به گونه‌ای نظام وار مجسم کند. هر چند که سرتاسر این نوشتار برای خوانندگان دانش‌پژوه آمیخته به مفاهیم و واژگان فنی در گستره‌های علم و فناوری است ولی خوشبختانه آن چنان ساده نوشته شده‌اند که خوانندگان غیر آشنا به حوزه‌های پزشکی و علوم سلامت نیز می‌توانند به آسانی از آن بهره‌مند شوند.

در اینجا سزاوار است از اساتید عزیزم، جناب آقای دکتر سید علیرضا مرندی، رئیس محترم فرهنگستان علوم پزشکی جمهوری اسلامی ایران، جناب آقای دکتر فریدون عزیزی، معاون علمی فرهنگستان علوم پزشکی جمهوری اسلامی ایران، جناب آقای دکتر باقر لاریجانی، رئیس محترم کرسی نظریه پردازی فلسفه، فقه و اخلاق پزشکی، جناب آقای دکتر مصطفی قانعی و اساتید فرهیخته گروه آینده نگاری، نظریه پردازی و رصد کلان سلامت فرهنگستان علوم پزشکی جمهوری اسلامی ایران که مشوق این حقیر در حوزهٔ آینده پژوهی در گسترهٔ سلامت بوده‌اند، صمیمانه

www.takbook.com

سپاسگزاری نمایم.

از تلاش‌های جناب آقای مهندس دارا جوکار در خوانش اولیهٔ متن، ویراستاری علمی و صفحه‌آرایی و جناب آقای حسین آذری و سرکار خانم سوسن گتویی زاده که شکیبانه حروفچینی‌های متوالی متن را پذیرفتند، سپاسگزاری می‌نمایم. از پسر عزیزم پوریا نبی پور و پژوهشگر پرتلاش، دکتر سینا دوبرادران که نسخهٔ اصلی کتب را از استرالیا و آلمان مهیا نموده‌اند نیز سپاسگزارم.

دکتر ایرج نبی پور

عضو گروه آینده نگاری، نظریه پردازی و رصد کلان سلامت

فرهنگستان علوم پزشکی جمهوری اسلامی ایران

عضو کرسی نظریه پردازی فلسفه، فقه و اخلاق پزشکی

www.takbook.com

www.takbook.com

فهرست مندرجات

فصل اول: آیندهٔ پزشکی: از پیشگیری به بازآفرینش ۱

فصل دوم: مراقبت‌های سلامت ۴۹

فصل سوم: دوران نوین سلامت و بیماری به عنوان فناوری اطلاعات، گسترده‌تر از ژن‌های منفرد ۸۳

فصل چهارم: تکینگی (Singularity) ۹۷

www.takbook.com

www.takbook.com

فصل اول

آیندهٔ پزشکی: از پیشگیری به بازآفرینش

جیمز کانتون (James Canton)

www.takbook.com

www.takbook.com

بگذارید آینده را در سال ۲۰۲۵ مجسم کنیم و ببینیم که چگونه بیماری‌ها پیشگیری می‌شوند: پیش از تولد کاسیدی (Cassidy)، والدین و پزشکان او می‌دانستند که مسئله‌ای وجود دارد. پزشکان از شرایط این دختر از طریق کلینیک مدبوت (MedBot) اطلاع یافتند. این کلینیک خودکار به صورت یک برنامهٔ کاربردی شبکهٔ ابری (Cloud Network) تشخیص پزشکی است که با توالی‌یابی DNA مادر وی و فعال سازی داده‌های بزرگ و نیز شبیه سازی سلامت جمعیت با هدف درک بهتر از مسائل احتمالی سلامت، کار خود را انجام می‌دهد.

مادر، هنگام روزآمد کردن تلفن همراهش، ژنوم خود را نیز در Apple iHealth watch توالی‌یابی نموده و به وجود یک نقص ژنتیکی در ژن PV45 پی برد. کشف این نقص ژنتیکی به آن‌ها گوشزد نمود که باید کاری فوری انجام دهند. این ژن جهش یافته با نقص ایمنی و با استعداد به ایجاد سرطان ریه در بزرگسالی، توأم است.

پزشک آن‌ها (DocBot) در مرکز زیستی حیات بخش در تایلند از طریق وب تلفن همراه با آن‌ها تماس گرفته و پیشگویی آینده را پیرامون موضوع ارائه داد. آن‌ها با برنامهٔ شاخص طول عمر در تایلند هم پیمان بودند و در بیمارستان بامرنگراد (Bumrungrad) که پیشتاز در آسیا بود

www.takbook.com

تحت مراقبت‌های دقیق پزشکی قرار داشتند.

آن‌ها با ژن‌تکس (GeneTechs) از طریق ارائه دهندهٔ خدمات پزشکی که حاملگی را تحت پایش خود قرار داده بود، تماس گرفتند. ژن‌تکس در حال شناسایی و یافت مدل‌های درمانی بر پایهٔ ژن درمانی برای وی بود. این مرکز، یک واکسن ژنتیکی ویژهٔ بیمار را برای زدودن مسئله، در پیش از تولد کاسیدی، شبیه سازی کرد. در سال ۲۰۲۵، ژن درمانی پیشگیرانه یک شیوهٔ استاندارد برای پیشگیری از بیماری قلمداد می‌شود.

بدون این ژن درمانی، کاسیدی حیاتی آمیخته با خطر بیماری سیستم ایمنی خواهد داشت. ولی هم اکنون او شانس زیادی برای یک زندگی طبیعی، بدور از بیماری و زیان برخاسته از سرطان را تجربه می‌کند. بر پایهٔ تولی سازی DNA کاسیدی، او تا زمانی که در رحم مادر خود بود، مستعد بیماری دیگری نبود و شانس داشتن یک زندگی به دور از بیماری و آغازی تازه را خواهد داشت.

پزشکی پیشگویی کننده

پیرامون پزشکی امروز فکر کنید. این پزشکی کاملاً واکنش گراست؛ پس از روی دادن بیماری از خود واکنش نشان می‌دهد. اکثر اوقات ما یک پزشک یا بیمارستان را بعد از روی دادن مسئلهٔ پزشکی (مانند وجود یک بثورات جلدی، توده یا سرفهٔ ناجور) جویا می‌شویم. ملاقات با پزشک مگر در صورت رخداد یک حادثه یا انجام چک آپ‌های سالانه (که تعداد کمی

www.takbook.com

از مردم آن را انجام می‌دهند) هنوز به صورت ابتدایی انجام می‌شود. شما یک بیماری، ضایعات قرمز رنگ بر روی دست یا سرماخوردگی دارید و به ملاقات پزشک می‌روید و او نیز با انجام پاره‌ای از آزمون‌ها به ارزیابی مسئله می‌پردازد. ولی این خود یک مسئله است: زیرا هنگامی که شما به پزشک مراجعه می‌کنید شما هم اکنون مسئله را دارید و بیماری در عرصهٔ قدرت است. پزشکی در این شرایط واکنش گراست و ویژگی پیشگویی کنندگی را ندارد. آن گاه بسیاری از آزمون‌های تشخیصی انجام می‌شود تا به شناسایی دقیق مسئله پرداخته شود که برای به دست آوردن نتایج این آزمون‌ها ممکن است می‌بایست روزها به انتظار نشست. از این رو، مگر آن که پزشک بتواند شرایط را فوری تشخیص دهد، شما در رنج و زحمت خواهید بود و بیماری نیز پیشرفت خواهد کرد.

در جایی که بیماری آغاز می‌شود یعنی در سطح اتمی و یا ژنومیک، به تیپ ویژه‌ای از پزشکی نیاز داریم که هم اکنون ابزارهای آن‌ها در دسترس نمی‌باشد. در حقیقت، پزشکی کنونی توانایی ناچیزی برای پیشگویی سلامت و یا این که چه وقت شما بیمار می‌شوید، دارا است. ما هنوز تا رسیدن به آنجایی که بتوانیم پیشگویی کنیم، راه بسیار دوری در پیش داریم. از این رو، ما منتظر می‌مانیم تا چیزی روی دهد تا وادار شویم به پزشک مراجعه کنیم. اینگونه تصور نمایید که این وضعیت متفاوت باشد (خیلی متفاوت) و ما ابزارهایی را داشته باشیم که بتوانیم بیماری را پیشگویی و پیشگیری کنیم. تصور کنید که این شرایط چگونه می‌تواند

www.takbook.com

ماهیت پزشکی کنونی را دگرگون سازد.

این دقیقاً همان آینده‌ای است که به زودی ما با آن رو به رو خواهیم شد. هنگامی که پزشکی شمایل آیندهٔ هوشمند (Future Smart) را به خود بگیرد، هر چیزی تغییر خواهد کرد - نه تنها پیامدهای سلامت و کیفیت زندگی بلکه همهٔ منظرهای ساخت و ساز، اقتصاد و جامعهٔ تمدنی ما را در زمانی که ابرروندهای تغییر دهندهٔ بازی که در این فصل به آن‌ها خواهیم پرداخت واقعیت بیابند، تغییر خواهند یافت. اما آیندهٔ پزشکی که ما می‌توانیم در این آینده پیش‌بینی، پیشگیری و بدن و ذهن خود را بازآفرینی کنیم، هم اکنون در راه است.

نکته آن است که پزشکی هنوز در وضعیت ابتدایی توسعهٔ خود است. ما هنوز ابزارهای درک کامل بیماری‌ها را نداریم و نمی‌دانیم از کجا آغاز، چرا روی می‌دهند و اغلب اوقات نیز نمی‌دانیم چگونه می‌بایست آن‌ها را متوقف سازیم. رازهای سرطان به گونه‌ای است که آن را همچون طاعون مدرن نمایان نموده است؛ هر چند که ما پیرامون آن همچون طاعون گفتگو نمی‌کنیم ولی تعداد موارد رخداد سرطان به گونه‌ای است که طاعون را جلوه می‌نماید. اکنون، از پیشرفت بزرگ در سلامت عمومی که بهسازی در شرایط بهداشتی، شناخت جرم‌های بیماری‌زا و تولید آنتی‌بیوتیک‌ها که جان میلیون‌ها را نجات داده‌اند، بیش از یکصد سال می‌گذرد. امروزه علم جراحی و توسعه دارو، از زمان‌های پیشین، پیشرفت‌های عظیمی داشته‌اند.

www.takbook.com

جدول ۱-۱: ابرروندهای آیندهٔ پزشکی که تغییر دهندهٔ بازی هستند.

۱	یک جا به جایی بنیادی در مدل پزشکی به صورت حرکت از بیماری به سوی پیشگیری، بازآفرینش و افزایش طول عمر روی خواهد داد که تغییرات رادیکال را در تمدن ایجاد خواهند کرد.
۲	چاپ زیستی سه بعدی برای رشد کامل اعضاء مورد نیاز بسیار معمول خواهد شد و نقش مهمی را در انقلاب پزشکی ایفا خواهد کرد.
۳	درمان‌های وابسته به سلول‌های بنیادی جهت درمان و پیشگیری، موجب آیندهٔ جدید گسترده‌ای برای سالمندی سالم خواهد شد.
۴	جراحان ربوتیک با دقت بهتر از انسان در سطوح مولکولی، اتمی و ژنومیک کار خواهند کرد.
۵	پزشکی بازآفرینشی، بدن و مغز را در حد بسیار فرادقیقی بازساخت کرده و آیندهٔ انسانیت را تغییر می‌دهد.
۶	دسترسی به داده‌های ژنومیک شخصی برای همیشه، جامعه، امنیت، کار، جنایت، آموزش و مراقبت‌های سلامت را تغییر خواهد داد.
۷	تکامل توأمان انسان و فناوری از طریق فزونی زیستی، طول عمر، کارآمدی و تندرستی را افزایش خواهد داد.
۸	دانش داده‌های بزرگ، همگرایی ابررایانه‌ها و شبکه‌های هوشمند، بیماری را پیشگویی، درمان‌ها را شبیه سازی و بیماری را پیشگیری خواهد کرد.
۹	سلامت دیجیتالی، برنامه‌های کاربردی، تلفن همراه، محاسبات ابری (Cloud Computing)، چگونگی ارائهٔ مراقبت‌های سلامت را به صورت کامل تغییر خواهند داد و کارآمدی‌های نوین گسترده‌ای را فراهم می‌آورند که انقلاب اطلاعات را به بیمارستان آورده و تجربه‌ای ایمن‌تر و هوشمندانه‌تر را برای مشتریان عرضه می‌دارد.
۱۰	پزشکی فزونی دهندهٔ عمر، طلیعه‌دار دانش آینده‌نگر توسعهٔ توانمندی‌های انسانی در فراتر از حد و مرز بیولوژیک و شناختی کنونی در دوران پیری خواهد بود.

www.takbook.com

اما آن چه هم اکنون ما کشف کرده‌ایم مقولاتی است همچون پیش‌بینی، پیشگیری، وجود نیروهای جدید در پزشکی همچون درمان با سلول‌های بنیادی، چاپ زیستی و ژنومیک که در حال پدیداری هستند و به همهٔ این مقولات در این فصل خواهیم پرداخت. ما از پزشکی ابتدایی به پزشکی عالمانه در زمان کوتاه ده ساله، تکامل خواهیم یافت.

هفت انقلاب در پزشکی

چندین انقلاب در پزشکی روی داده است که درب را به روی درمان‌های نوین گشوده‌اند. اولین انقلاب پزشکی، فناوری DNA نوترکیب است که برای نخستین بار، برش و وصله کردن DNA را امکان پذیر نمود. همچنین امکان ترتیب قراردادن ژن‌ها به شیوهٔ نوین، با هدف تولید دارو یا درک نقش بخشی از DNA در بیماری‌ها فراهم آمد.

دومین انقلاب پزشکی، ژنومیک بود که این اجازه را به پژوهشگران داد تا توالی‌یابی ژن را انجام داده و اطلاعات توالی ژن را دستکاری نموده و DNA رمزگشایی شود. با این روند، می‌توان نقشهٔ کامل حیات را ترسیم کرد. هر دو فناوری DNA نوترکیب و ژنومیک، موجب تولد بسیاری از شرکت‌های زیست فناوری کنونی شدند. ژنومیک هم اکنون در حال دگردیسی پزشکی است. *گسترهٔ آینده نگاری: ۲۰۲۰- ۲۰۱۵*.

سومین انقلاب پزشکی در داده‌های بزرگ (Big Data) پزشکی است. کاربرد فناوری‌ها برای درک منظر داده‌های بزرگ بیماری، جستجو در

www.takbook.com

الگو و سلامت جمعیت، درک ژنوپزشکی (Geomedicine) و کاربرد داده‌های سلامت جمعیت نه تنها به ما بینش پیرامون بیماری‌ها را داده است بلکه به ما کمک کرده است که داده‌ها را برای بنیان برنامهٔ پزشکی نوین ابداع نماییم.

همچنین به ما کمک کرده است که داده‌ها را برای بنیان برنامهٔ پزشکی فردگرایانه جهت اساس قرار دادن DNA فردی و دیگر شیوه‌های تشخیص پزشکی، به کار ببریم. *گسترهٔ آینده نگاری: ۲۰۲۰-۲۰۱۸*.

چهارمین انقلاب پزشکی، مراقبت‌های سلامت دیجیتالی است. کاربرد فناوری‌ها، برنامه‌های کاربردی رایانه‌ای و پروندهٔ الکترونیک بیماران جهت ایجاد کارآمدی و ایمنی از طریق شبکه‌های مجازی،iPads، فناوری وب و فناوری پوشیدنی (Wearable) موجب بهبودی در وضعیت پیامدهای سلامت گردیده و همکاری میان ارائه دهندگان خدمات سلامت جهت بهینه سازی سلامت ما را تقویت می‌نماید. *گسترهٔ آینده نگاری: ۲۰۲۰ - ۲۰۱۵*.

پنجمین انقلاب، پزشکی بازآفرینشی است. پزشکی بازآفرینشی پتانسیل آن را دارد که موجب انقلاب عمدهٔ آینده در زیست فناوری گردیده و به صورت افراط گرایانه، زمان حیات را گسترش دهد. به خاطر کشف سلول‌های بنیادی جنینی انسان، پزشکی بازآفرینشی، پتانسیل تولید هر تیپ سلول انسانی را دارد و نیز می‌توان با تغییرات ژنتیکی جهت درمان مجموعه‌ای از بیماری‌های دژنراتیو، آن‌ها را به کار برد. در آینده،

www.takbook.com

سلول‌های بنیادی را می‌توان جهت توسعهٔ داروها، اعضاء، و درمان‌های نوین، ویژهٔ هر فرد، به کار برد. *گسترهٔ آینده نگاری: ۲۰۳۰-۲۰۲۰*.

ششمین انقلاب پزشکی، فزونی در سلامت است که می‌توان با کاربرد پیش‌بینی، پیشگیری و سپس درمان، با ارتقاء سیستم ایمنی، جهت مقابله با بیماری، افزایش کارآیی شناختی، بهینه سازی قدرت بدنی و عملکرد عضوی، طراوت بخشیدن به نرمینگی (Plasticity) عصبی، افزایش حافظه و چالاکی قوای روانی، جهت افزایش سلامت جامع، اقدام نمود. *گسترهٔ آینده نگاری: ۲۰۴۰-۲۰۳۰*.

هفتمین انقلاب پزشکی به افزایش طول عمر و ضد پیری تمرکز دارد و می‌توان گسترهٔ زندگی سالم را در فراتر از یکصد سال گسترش داد که به آن تکامل طراحی شده نام می‌گذاریم و شامل به کارگیری تمام رهیافت‌های پیشین بوده ولی بر روی درمان‌های ژنتیکی جهت طراحی تکامل به گونه‌ای که طول عمر را با مقاومت به بیماری ترکیب می‌نماید، تمرکز دارد. با این رهیافت، به سوی آینده پیشتازی می‌کنیم، یعنی زمانی که فناوری‌های نانو، زیستی، شناختی و دیجیتالی، برای گسترش زندگی سالم و پر نشاط به کار گرفته شوند. *گسترهٔ آینده نگاری: ۲۰۵۰-۲۰۲۰*.

پزشکی نسخهٔ ۲/۰

آیا دوست دارید که ۵۰ سال بیشتر زندگی کنید؟ چگونه می‌توان بیماری را که چون طاعون، حیات دوست داشتنی شما را آلوده کرده است

www.takbook.com

زدود؟ چه می‌شود اگر بتوانید زندگی سالمی را تا سن ۱۵۰ سال تجربه کنید؟ در مورد حافظه چطور؟ که بهتر به خاطر بسپارید و آن گاه به صورت چشمگیری IQ بالاتری داشته باشید و یا بتوانید کل حافظهٔ خود را بازخوانی کنید؟ شما اگر زندگی سرشار از سلامت و تناسب و فارغ از تقریباً هر بیماری داشته باشید، چه پرداخت می‌کنید؟ تمام این‌ها و حتی بیشتر، در آیندهٔ بنیان برافکن پزشکی، در حال آمدن است. جا به جای عظیم از مراقبت از بیماری (مراقبتی که شما پس از این که بیمار شدید دریافت می‌کنید) به سوی گسترش زندگی (به صورت پیشگیری و فزونی در سلامت) خواهد بود.

این آینده در حال آمدن است. آیندهٔ پزشکی، بر اساس بازآفرینش، جوان سازی و بازسازی، به تندی به سوی شما می‌آید. هیچ چیز در آینده، همین نخواهد بود که اکنون است. هم اکنون تعداد کمی از افراد پی برده‌اند که تغییر جامع و بنیان افکنی در تیپ پزشکی و مراقبت‌های سلامت در حال انجام است. دیگر آن زمان نخواهد بود که هنگامی که مشکلی دارید به طبیب مراجعه کنید بلکه بیشتر برای پیشگیری از بیماری و حتی برنامه ریزی زندگی خود بر اساس برنامهٔ افزایش سلامت، مراجعه خواهید کرد. این همان پزشکی نسخهٔ ۲/۰ است که در فراتر از آن چیزی است که کسی بتواند به صورت کامل آن را مجسم نماید. این آینده هم اکنون هم در این زمان در حال پدیداری است که البته این همان نخواهد بود که در سال ۲۰۲۵ و یا فراتر از آن در حال آمدن است.

www.takbook.com

تحولات بنیادین در پزشکی از خواست مردم ریشه می‌گیرد، خواست‌هایی همچون افزایش در طول عمر، گسترش حیات، زندگی کردن در سلامت با عمر بیشتر و حتی ممکن است زنده بودن در زمان‌های چند گانه. پیشرفت در پزشکی، سال‌های جدید فراوانی را به گسترهٔ عمر طبیعی می‌افزاید. اما مرزشکنی آنجا خواهد بود که سالمندان زندگی سالم داشته و فزونی در سلامت را تجربه کنند. اکثر مردم، حتی پزشکانی که این نوشتار را می‌خوانند، در این که این آیندهٔ بنیان برافکن پزشکی در راه است، شک می‌کنند. اما ما همگی در این که چگونه پزشکی به سرعت تغییر می‌یابد تا نوآوری‌های جدید زیست فناوری، پزشکی بازآفرینشی و پیشگیری که عرضه می‌شوند را در خود هضم می‌نماید، شگفت زده خواهیم شد.

من می‌توانم این روند را نه تنها بر پایهٔ آیندهٔ پرشتاب فناوری که در حال پدیداری است بلکه تقاضای بازار که محرک واقعی است، پیش‌بینی کنم. چه کسی دوست ندارد که بیشتر زندگی کند و بر مرگ چیرگی یافته و زمان بیشتری را با کسانی که به آن‌ها عشق می‌ورزد زندگی کرده و زمان بیشتری را برای خلاقیت یا لذت از زندگی صرف کند؟ چه کسی دوست ندارد که توان پیش‌بینی این که آیندهٔ سلامتش چگونه است را نداشته باشد و دوست نداشته باشد که بتواند آیندهٔ سلامتش را افزایش یا تغییر دهد تا سالم‌تر و طولانی‌تر زندگی کند.

در زمانی که این ابزارها در دسترس بوده و ما بتوانیم پیامدهای

www.takbook.com

زندگی طولانی‌تر و سالم‌تر را به دست آوریم، من پیش‌بینی می‌کنم که پویایی تمدن نیز تغییر خواهد کرد. جوامع بر اساس دسترسی به فناوری‌های فزایندهٔ انسانی پیشرفته که پزشکی را متحول خواهند ساخت، بر رشد و شکوفایی دست خواهند یافت وگرنه به قهقرا خواهند رفت. *خوش آمدید؛ پزشکی نسخهٔ ۲/۰*.

مرگ بر پیری

آیا دلیلی وجود دارد که ما به سن معمول ۷۰ تا ۸۰ سال تن در دهیم و سپس بمیریم؟ آیا اصلاً دلیلی وجود دارد که ما باید مرگ را پذیرا باشیم؟ در افق، دیدگاه‌های افراطی و حتی اغتشاش آوری پیرامون آیندهٔ انسانیت، در حال پدیداری است که در این دیدگاه، سالمندی و حتی مرگ نیز به چالش کشیده می‌شود. عوارض و نکات اخلاقی پیرامون این که چه کسی می‌بایست دسترسی به شیوه‌ها و یا مواد ضد پیری داشته باشد یعنی این که چه کسی زنده بماند و چه کسی بمیرد، در قرن بیست و یکم و بیست و دوم، مورد مناقشه قرار خواهد گرفت.

این سردرگمی، در جهانی با نوآوری‌های مرزشکن که ادعای زندگی سالم‌تر و طول عمر بیشتر را داشته و یا حتی احتمال حیات جاوید را در سر می‌پروراند، غیرقابل امتناع است و برای بسیاری از کسان، غیرمأنوس جلوه می‌نماید.

در بسیاری از جهات، این آینده در هم اکنون است. اگر شما بیش از

www.takbook.com

چهل سال سن دارید و هم اکنون از دارو جهت پیشگیری و یا درمان سطح کلسترول خون و فشارخون استفاده می‌کنید، می‌توانیم پیش‌بینی کنیم که خطر حملهٔ قلبی و سکتهٔ قلبی را ۳۰ تا ۴۰ درصد کاهش داده‌اید.

ترکیب شیوهٔ سالم زندگی و مصرف دارو جهت مدیریت خطر بیماری قلبی، به شما شانس بیش از ۶۰ درصد از سلامت و طول عمر را می‌دهد.

هم اکنون در حالت منصفانه، اگر شما به دلیل شرایط کاری و شیوهٔ زندگی، تحت استرس بالایی هستید و از دیدگاه ژنتیکی نیز در خطر پاره‌ای از بیماری‌های ژنتیکی می‌باشید، آن گاه شانس یک زندگی با دوام و سالم برای شما ممکن است کاسته شود و هنوز بهتر از فردی مشابه هستید که هیچ اقدامی انجام نمی‌دهد.

نکته اینجا است که من هم اکنون می‌بینم که چگونه گام‌های آهسته برای آیندهٔ در حال ظهور، کشفیات جدید و پیشرفت‌های چشمگیر، دست به دست هم داده‌اند تا نوآوری‌های علمی، در تغییر پزشکی به کار برده شوند و این تغییر نیز تمدن ما را تغییر خواهد داد. شما این آینده را می‌خواهید. شما این آینده را می‌طلبید و شما این آینده را به دست خواهید آورد. انفجار نوآوری که پزشکی را تغییر می‌دهد، مرزشکن‌ترین انقلاب سیارهٔ ما است. در فراتر از ۲۰۲۵، پزشکی را که ما می‌شناسیم به صورت کامل متحول خواهد شد. امروزه ما شاهد تغییر ژرف در پزشکی هستیم، به گونه‌ای، دانش از حکومت و دولت به پیش افتاده است و نوآوری‌ها، به جزء در کشورهای با اقتصاد بر پایهٔ هوشمندی آینده

www.takbook.com

(Future Smart)، با مانع برخورد می‌کنند.

دانش سلول‌های بنیادی آغاز شده است ولی کشفیات آن تا سال ۲۰۲۰ در همه جا گسترده خواهد شد. پزشکی بازآفرینشی، وضعیت را به گونه‌ای متحول خواهد کرد که در سال ۲۰۲۵، دیدگاه پیرامون مراقبت‌های سلامت برای همیشه تغییر خواهد یافت. ناپسندیده خواهد بود اگر از سلول‌های بنیادی برای بازآفرینش و جوان کردن مردم در آینده استفاده نشود.

پایان پزشکی: پیش‌بینی آیندهٔ سلامت خود

پایان پزشکی نزدیک است. این به معنای آن است که هر مدلی که در پزشکی انجام می‌دهیم باید و حتماً تغییر خواهد یافت. یک تیپ نوینی از پزشکی در حال پدیداری است.

یک انقلاب در این که ما حتی چگونه پیرامون پزشکی فکر می‌کنیم، در حال پدیداری است. جا به جایی عظیم در پزشکی از مراقبت از بیماری به سوی پیش‌بینی و آن گاه از پیش‌بینی به سوی پیشگیری خواهد بود.

در نهایت، پایان پزشکی باز تولد پزشکی خواهد بود؛ پزشکی بازآفرینشی و افزایندهٔ طول عمر.

این موجب خواهد شد که دانشکده‌های پزشکی، بیمارستان‌ها، پزشکان و دولت‌ها، منابع و آموزش خود را برای نسل آینده و پزشکان و کادر پزشکی را به گونه‌ای تغییر دهند که بتوانند سلامت عموم و

www.takbook.com

تندرستی را (نه تنها بیماری)، مدیریت نمایند. هنگامی که شما بتوانید سلامت یک فرد یا جمعیت را پیش‌بینی کنید، می‌توانید پیامد را با به کارگیری اقدامات پیشگیرانه جهت توقف پدیداری بیماری، به کار گیرید.

این یک مفهوم بنیان برافکن است که هم اکنون، دانش کافی را برای انجام کامل آن نداریم ولی در آینده، طی ده تا بیست سال، می‌توانیم پزشکی را به صورت تقریباً کامل به سوی خدمات پیش بینانه و پیشگیرانه سوق دهیم.

مفاهیم پدیداری پزشکی بازآفرینشی، به عنوان انقلابی در پزشکی، در تعدادی از گونه‌های جانوری نهفته است که هم اکنون این توانمندی را دارند. سمندرها و ستارهٔ دریایی، اندام‌های خود را جوان کرده و اندام‌های جدید و دم خود را با برنامه ریزی غیرارادی سلول‌های خود رشد می‌دهند به گونه‌ای که هنگامی که آن‌ها اندام یا دم خود را از دست می‌دهند، دوباره رشد می‌کنند.

ما در حال یادگیری آن هستیم که چگونه این مکانیسم بازآفرینش کار می‌کند و فعالیت خود را بر تیپ ویژه‌ای از سلول، یعنی سلول‌های بنیادی جنینی که پتانسیل بزرگی را در پزشکی دگردیسی در خود نهفته دارند، متمرکز کرده‌ایم. این سلول‌ها می‌توانند به هر سلول، بافت یا عضو در بدن، بدل شوند.

این یک گام انقلابی عظیم و رو به جلو برای انسان است. باز نمودن این راز می‌تواند عمدهٔ بیمارها را بزداید اما با خود احتمال دردسر آفرینی

www.takbook.com

را نیز بیافریند؛ انسان‌هایی که توانایی آن‌ها به گونه‌ای افزوده شده است تا بیشتر زندگی کنند و حتی جاوید بمانند، هوش فزاینده‌ای را داشته باشند و قابلیت‌های فراانسانی را در پناه فزونی در ایمنی به دست آوردند. این نمایانگر یک شیب لغزنده است که می‌تواند به انسان آزار رسانده و یا او را کمک نماید یا به احتمال فراوان هر دو را همزمان انجام دهد.

ممکن است شما بپرسید چرا؟ امروز، در همین زمان، بیماری مرکز کانون توجه پزشکی است. پزشکان برای مراقبت از بیماری، تربیت یافته‌اند و در بیمارستان نیز این را آموزش می‌دهند که پزشکان چگونه بیماری را درک، درمان و دارو تجویز کنند. این ایده که پزشکی بایستی بر سلامت و تندرستی تمرکز کند - یعنی کاملاً در نقطهٔ مقابل بیماری - که پزشکان برای آن تربیت نشده‌اند. آن‌ها آن را می‌دانند، اما اگر از یک پزشک آن را پرسان شوید خواهد گفت که *"البته شغل من درمان بیماری شما است."* اما عدم تمرکز آن‌ها بر روی بیمار موجب گردیده است که پزشکی به بیراه دچار شود.

نگران نباشید. پزشکی بازآفرینشی، آیندهٔ پزشکی است. آیا نوآوری‌های دیگری هستند که چنین جایگاهی را داشته باشند؟ قطعاً مهندسی ژنتیک، پزشکی ترجمانی، سلامت دیجیتالی و داده‌های بزرگ، ابرروندهای کلیدی در پزشکی هستند که هیچکدام به تنهایی پزشکی را متحول نخواهند کرد. پزشکی بازآفرینشی، یعنی درمان و کاربرد سلول‌های بنیادی، پزشکی را با خرید جان میلیون‌ها نفر متحول خواهد کرد.

www.takbook.com

سلول‌های بنیادی در دو گروه جای می‌گیرند. سلول‌های بنیادی جنینی و بالغ. سلول‌های بنیادی که نیرومندترین اثر را دارند، سلول‌های بنیادی جنینی می‌باشند. سلول‌های جنینی به نظر می‌رسد که به عنوان عوامل درمان کنندهٔ عمومی مطرح باشند. این سلول‌ها ممکن است به عنوان درمان جامع بوده و بهترین خط مبارزه را با بیماری ایجاد کنند؛ زیرا آن‌ها از عناصر بنیادی بدن ما می‌باشند.

آن‌ها را می‌توان به گونه‌ای برنامه ریزی کرد تا به سلول‌های سالم ویژه رشد یابند. با افزودن این سلول به قلب، ریه کبد و یا کلیه، می‌توانند سلول‌های جدیدی را رشد دهند. آن‌ها، سلول‌ها، بافت‌ها و اعضاء سالم و جدید را بازآفرینش و جوان می‌سازند. چنانچه بخواهید برای همیشه زنده بمانید و یا اگر بخواهید فقط با بیماری و سالمندی در ستیز باشید، این یک مقولهٔ عظیمی است.

بیش از پنج هزار کارآزمایی بالینی وجود دارد که درمان‌های بر پایهٔ سلول‌های بنیادی را تحت پیگیری قرار داده‌اند؛ به گونه‌ای که دستاوردهای پایهٔ سلول‌های بنیادی بتوانند راه خود را به بالین جهت درمان بیماران ناتوان و از کار افتاده باز نمایند. پزشکی بازآفرینشی، سلامت بیماران را برای همیشه تغییر خواهد داد و حتی در فراتر از هر آن چه در زرادخانهٔ پزشکی جدید موجود است، پزشکی بازآفرینشی، طول عمر پرسلامت را برای میلیون‌ها انسان روی سیاره فراهم خواهد آورد.

www.takbook.com

خود را بازآفرینش کنید

در گردهمایی جهانی سلول‌های بنیادی در سن دیگو، من با تعدادی از پژوهشگرانی که آیندهٔ پزشکی را توسعه می‌دهند ملاقات کردم. مراکز تحقیقاتی و کلینیک‌هایی که کاربرد سلول‌های بنیادی را در ایالات متحده، آسیا و اروپا رهبری می‌کنند، نشان دادند که چگونه با شتاب این فناوری رو به پیشرفت است. برجستگان دانشگاه هاروارد، کلینیک مایو، دانشگاه سن دیگو و دیگر قطب‌های علمی، مرزشکنی‌ها در کاربرد درمان‌های وابسته و سلول‌های بنیادی را از سال ۲۰۰۴ گزارش کردند. کبد، چشم، قلب و بسیاری دیگر از امراض، با سلول‌های بنیادی تحت بازآفرینش قرار گرفته‌اند. به زبان ساده، این سلول‌ها می‌توانند به بافت‌ها و اعضاء سالم رشد یافته و بازآفرینش کنند و همچنین برای ساخت سیستم‌های ایمنی سالم به کار روند.

در حقیقت، اکثر افراد نمی‌دانند که تغییرات اجتماعی عمده‌ای در حال آمدن است که نه تنها ما می‌توانیم اعضاء و سلول‌های خود را تثبیت نماییم بلکه از چنگ بسیاری از بیماری‌ها نیز آن‌ها را رها دهیم. اکثر مردم، به جا به جایی جامع در جامعه در زمانی که ما فزونی دهنده‌ها را خواهیم داشت و به صورت انسان‌های بسیار پیشرفته از دیدگاه تکاملی بر روی سیاره زیست خواهیم کرد، پی نبرده‌اند. اما من در اینجا پیرامون این مقوله، به پیش خواهم تاخت.

تحول سیاره‌ای وحشیانه‌ای که پزشکی بازآفرینشی به نمایش

www.takbook.com

می‌گذارد را نمی‌توان ناچیز پنداشت. ما بسیاری از بیماری‌ها را زدایش می‌کنیم، طول عمر را فزونی می‌دهیم و تعادل قوا را به گونه‌ای جا به جا می‌کنیم که به هیچ طریق، جنگ، اقتصاد و فناوری تاکنون نتوانسته‌اند به انجام برسانند. پاره‌ای بر این باورند که ما پیری را نیز می‌زداییم. ممکن است ما به فرجام پزشکی بنگریم، یعنی زمانی که پزشکی موفق می‌شود بداند چه چیز روی خواهد داد؟ این فرجام پزشکی است. این دوران نوین پزشکی است، بازآفرینش، بقاء عمر و جایگزینی؛ این یک دانش نوین رادیکال است که هم اکنون وجود ندارد ولی درآینده نمود می‌یابد؛ یعنی فرجام پزشکی و آیندهٔ نوین. هم اکنون ممکن است همچون بانگ دستوری نمایان شود ولی این یک پیشگویی است که در قلب این کتاب است؛ روندهای خارق العاده با شتاب فراوان می‌آیند و به گونه‌ای ژرف اثر می‌گذارند که هیچ کس هم اکنون، آمادگی آن چه خواهد آمد را ندارد.

به صورت ساده، امکان ندارد که کسی این فصل را بخواند وچنان برانگیخته نشود تا برای آینده‌ای که سریع‌تر از سرعت نور می‌آید خود را آماده نسازد. اما متأسفانه این آمادگی به نسبت آن چه در حال آمدن است، آهسته می‌باشد. در طول این کتاب، ما از هوشمندی آینده گفتگو کرده‌ایم اما هیچ چیز بهتر از آن چه که در پزشکی در حال روی دادن است، مصداق آن نمی‌باشد. تغییر بنیان برافکن، نوآوری‌های عمده، ابزارهای نوین، اکتشافات نوین خارق العاده، از قلب جهان تخیلات علمی بیرون آمده‌اند و چنان جلوهٔ واقعی به خود یافته‌اند که هیچ کس تصور

www.takbook.com

آن را نمی‌تواند داشته باشد.

هدف پزشکی بازآفرینشی، برانگیختن ظرفیت‌های درمانی فرد از طریق کاربرد سلول‌های خود وی است. این حلقهٔ کاملی است که آیندهٔ پزشکی را شکل خواهد داد و از همه مهم‌تر آن که گسترش حیات راستین را برای اولین بار در تاریخ به افراد اعطاء خواهد کرد. برای مثال، کاربرد سلول‌های بنیادی از فرد برای درمان وی، خود یک نقطهٔ عزیمت بینان برافکن از آن چه هم اکنون در پزشکی وجود دارد خواهد بود. دوباره ساخت انسان‌ها با اعضاء تازه رشد یافته، جهان را به طرق بنیادین، به گونه‌ای که به سختی می‌توان تصور آن را کرد، تغییر خواهد داد. اما این آینده از آن چه شما فکر می‌کنید سریع‌تر می‌آید. بعضی چنین می‌اندیشند که پایان بازی بازآفرینش، حیات جاوید خواهد بود. گسترش حیات همچون کالایی خواهد بود که می‌توان آن را در جهانی که بازساخت اعضاء، بافت‌ها و درنهایت انسان‌ها به عنوان بزرگترین صنعت آینده خواهند بود، وارد بازار کرد. چنان گونه‌ای بنیان برافکن از گسترش حیات (به دلیل نوآوری‌های پرشتاب در پزشکی) ممکن است تجلی یابد که دیگر ما با انسان رو به رو نباشیم بلکه موجودی پساانسان نمایان شود. گسترش حیات پساانسانی به انسان‌هایی اشاره می‌کند که توانمندی‌های روانی، فیزیکی و ادراکی آن‌ها به گونه‌ای فزونی یافته است که از آن چه انسان‌ها به طور میانگین داده‌اند، بسیار فراتر است.

ما آن‌ها را به گونهٔ متفاوت و بسیار تغییر یافته و حتی بیگانه از خود

www.takbook.com

خواهیم پنداشت. در بعضی از ملت‌ها، پساانسان‌ها نیاز دارند که بر پایهٔ قوانین، به گونه‌ای تنظیم شوند که مواد طبیعی (Naturals) را از افزاینده‌ها (Enhancers) مورد محافظت قرار گیرند.

قوانین بین المللی چنان وضع خواهند شد که تضمین کنندهٔ آن باشند که هم ذخیره‌گاه ژنی انسان و هم تکامل هیبرید حاکم، موجب فروپاشی بیولوژی انسان و جامعه نخواهند شد.

این یک گسترهٔ بزرگ از علم جامع و سیاست قوانین است که آیندهٔ تمدنی ما را شکل خواهد داد و بر انسان در آیندهٔ دور و تمدن ما اثر خواهد کرد.

ظرفیت ما برای توانایی، هدایت و سرعت بخشیدن به تکامل انسان یا فزونی‌های علمی ذهن، جسم و ژن‌ها، چنان وسوسه‌ای است که ما نمی‌توانیم در مقابل آن مقاومت کنیم و به صورت یک جا به جایی عظیم درتمدن ما، خود را نشان خواهد داد.

انسان‌های فزونی یافته با بیشتر پتانسیل‌های خود، کار خواهند کرد، بر پیچیدگی‌ها بیشتر مدیریت نموده، سریع‌تر فکر و عمل می‌کنند، به روشنی فرصت‌ها را درک کرده و اطلاعات و مسائل را دقیق‌تر از انسان‌های طبیعی مدیریت خواهند کرد.

فزونی ژنتیک، عملکردهای شناختی و حتی ممزوج شدن بیولوژی انسانی با ادوات رایانه‌ای و شبکه‌ها، نقش مهمی را در این توسعهٔ پساانسانی در حال پدیدار شدن، بازی خواهند کرد. این پساانسان‌ها،

www.takbook.com

ظرفیت‌های خود را به گونه‌ای نشان خواهند داد تا بتوانند به صورت مستقیم و مجازی با رایانه‌ها، ماشین‌ها یا شبکه‌ها پیوند یافته و چنان از دید روانی و فیزیکی عمل نمایند که سرعت و ظرفیت‌هایی را که ما از طبیعت پیشرفته به یاد می‌آوریم، متجلی نمایند؛ فراتر از آن چه انسان‌های کنونی توان آن را دارند.

این پیشگویی به واقعیت خواهد پیوست نه در زمانی که ما بینش و فناوری را برای فزونی انسانی، به صورت بنیان برافکن، داشته باشیم بلکه در زمانی که جامعه به چنین پساانسانی برای حل پیچیدگی مسائل و چالش‌هایی که ما هم اکنون و یا در آینده با آن‌ها رو به رو خواهیم شد، نیاز می‌یابد.

چه کسی می‌تواند مسائل پیچیدهٔ تغییر آب و هوا، انرژی‌های نو، فقر و جنگ که هم اکنون با آن‌ها رو به رو هستیم و برای حل آن‌ها نیاز به هوش‌های محاسباتی پیشرفته، هوش‌های مصنوعی و یا انسان‌های پیشرفته داریم را منکر شود؟ شاید این فرجام بازی پساانسان است که منتظر ما در آینده‌ای نه چندان دور است.

شاید سرنوشت انسان چنان رقم خورده است که فزونی در انسان و نیز ماشین‌های هوشمند را برای ساخت واقعی جهان بهتر، عادلانه تر، شکوفاتر و امن‌تر گسیل نماید. این فرایند به وقوع خواهد پیوست و همگرایی انسان‌ها و فناوری را که در حال آمدن است را معنادار می‌نماید. اگر اصول قانونی، اخلاقی، آزادی، صلح و امنیت، این نوآوری‌های فناورانه

www.takbook.com

و علمیِ ترس آور را که با شتاب به سوی تمدن ما می‌تازند، به صورت کافی هدایت نکنند، از دیدگاه ذهنی، در درخشندگی این چیزهای جدید سردرگم خواهیم شد. این مزیت آینده نگاری است که می‌تواند خطرات ناخواسته که می‌بایست از آن‌ها آگاهی یابیم را برای ما ترسیم نماید.

ابرهای سلامت (Health Clouds) و داده‌های بزرگ سلامت

در آینده‌ای نزدیک، تست‌های تشخیصی بلادرنگ و تست‌های تشخیصی ویژهٔ مصرف کنندگان، نظام مراقبت‌های سلامت را با خلق سرعت در انجام و دقت، تغییر خواهند داد. می‌توان به بسیاری از مسائل سلامت با داشتن اطلاعات درست پیرامون بیمار و یا شرایط درک مسئله بپردازیم. انجام تست‌های درست برای به دست آوردن اطلاعات صحیح پیرامون شرایط خودمان و نیز کسب اطلاعات سلامت ویژهٔ هر فرد، از متخصصین مربوطه، از برتری‌های آیندهٔ پزشکی محسوب می‌شوند.

بسیاری از مراقبت‌های سلامت از طریق شبکه‌های محاسبه‌ای ابری بی‌سیم، ارائه خواهد شد؛ به گونه‌ای که مراقبت‌های سلامت در هر کجای سیاره که باشیم بر ما تابان خواهند گردید.

در حقیقت، یک مرکز جامع پزشکی، توانایی ارائه مراقبت‌های سلامت، تشخیص‌های طبی و دریافت اگزابیت Exabyte اطلاعات پیرامون تاریخچهٔ بیمار، رادیولوژی و حتی داروها و اعمال انجام شده را دارد. آیندهٔ پزشکی، ابرهای سلامت بی‌سیم است که با بهترین انسان‌ها، رایانه‌ها و

www.takbook.com

هوش مصنوعی که می‌توانند ارائه خدمات تشخیصی، تجویزی، پیشگیری و درمانی را بلادرنگ برای ۸ میلیارد انسان سیاره فراهم آورند، پیوند خورده است.

جدول ۱-۲: برنامه‌های کاربردی سلامت الکترونیک: ۲۰۲۰

مونیک، آواتار سلامت فردی شما؛ تغذیه و داروی شما را مراقبت کرده و سلامت را به روز نگه می‌دارد.
اسکن قلب سالم؛ پایش قلب به صورت بلادرنگ
طراحی تغذیه؛ تجارت ژنومیک پیشتاز
به روز کردن DNA؛ اخبار پیرامون شرایط DNA شما
گوش به زنگ پزشکی از راه دور؛ پزشکی از راه دور شما به مراقبت‌های سلامت ویژهٔ فرد اتصال می‌یابد.
سلامت روانی کودکان؛ همه چیز پیرامون سلامت کودکان؛ کودکان شما را پایش می‌کند.
دیده بان پزشکی سیری (siri)؛ پشتیبان تصمیم گیری با هوش مصنوعی جهت هر فردی که با اطلاعات پزشکی سروکار دارد.
تاجر DNA؛ پایگاهی برای خرید واکسن‌های ژنتیکی ویژهٔ هر فرد، پژوهش و موارد قطعی
فزونی دهندهٔ پزشکی؛ اطلاعات تازه پیرامون داروها و وسایل که ذهن و بدن شما را افزایش می‌دهند.

پزشکی نسخهٔ ۲/۰

مشاغل مورد نیاز: ۲۰۲۵

افزودن بر حرفهٔ پزشکی که تغییر خواهد کرد و پزشکان برای همیشه

www.takbook.com

با آن چه که پزشکی کنونی است وداع می‌کنند، عظیم‌ترین تغییرات در مشاغل جدید در گروه متخصصین پزشکی غیردکتر که مستقیماً به بیماران ارائه خدمات سلامت می‌دهند، برخواهد خواست. در اینجا به فهرستی از مشاغل جدید احتمالی در آیندهٔ پزشکی نسخهٔ ۲/۰ اشاره می‌کنیم:

برنامه‌ریزان دادهٔ بزرگ سلامت

۱/ مشاوران تناسب ذهن شخصی
۲/ رهبران پروژهٔ گسترش حیات
۳/ پژوهندگان بیماری ژنومیک
۴/ متخصصین سلامت بازآفرینش
۵/ آینده پژوهان سلامت جمعیت
۶/ اقتصاددانان گسترش حیات

خیزش کارفرمایان پزشکی

همهٔ کارفرمایان پزشکی نسخهٔ ۲/۰ فراخوانده می‌شوند. در اینجا آن چه شما لازم است که بدانید تا در انقلاب پزشکی درگیر شوید ارائه می‌شود. در نخست، شما نیاز ندارید یک پزشک، کارفرمای پزشکی نسخهٔ ۲/۰ یا نوآور پزشکی نسخهٔ ۲/۰ باشید ولی نیاز است بدانید چه می‌آید (ابرروندهایی که بازار نوین آینده را شکل می‌دهند). هزاران شرکت جدید از گستره‌های جدید نوآوری زایش می‌یابند. هزاران فرصت جدید در پزشکی از شناسایی، مدیریت، بسته بندی و آنالیز اطلاعات (انفورماتیک پزشکی) برخواهند آمد که پزشکی را بهتر خواهند نمود. یک نمونهٔ

www.takbook.com

تاریخی برای آن وجود دارد.

اپیدمی وبا در لندن در سال ۱۸۵۴ یک مرزشکنی در تجزیه و تحلیل داده‌ها به منظور درک این که چه وقت و کجا بیماران مریض می‌شوند، فراهم آورد. این روند به دست اندرکاران کمک کرد که منبع سلامت عمومی را که تلمبهٔ آب در منطقهٔ سوهو لندن بود را به عنوان منبع وبا شناسایی نمایند. این تجزیه و تحلیل داده‌ها بر روی بیماری و تفکر کاملاً متفاوت پیرامون جغرافیای بیماری که کجا مردمی که بیمار می‌شوند زندگی می‌کنند، تمرکز داشت.

امروزه، با نقشه برداری از جغرافیایی - هوش (geo-intelligence)، درک نقشه‌های ژنومیک، جغرافیا، علوم اعصاب و امتیاز بر اساس ابزارهای دیگر، ما می‌توانیم این را آشکار نماییم که بیماری از کجا آغاز می‌شود. اما درآینده، ابزارهای ما به صورت عظیمی افزایش می‌یابند و ما را قادر می‌سازند که بدانیم کجا بیماری آغاز می‌شود، که این کار را نه تنها به کمک بیولوژی، محیط زیست، ژن‌ها یا رفتار انجام می‌شود بلکه از همه مهم‌تر، ما بر روی تندرستی، پیشگیری بیماری و فزونی در سلامت تمرکز خواهیم کرد.

این مرزشکنی در هوشمندی آینده است که در حال آمدن است و پیری، سلامت و بیماری را باز تعریف خواهد کرد. ما گزینه‌های بیشتری از الگوهای زندگی در جهانی خواهیم داشت که عمر ۱۵۰ ساله برای آن غیرمعمول نیست. آیا شما برای چنین آینده‌ای آماده هستید؟

www.takbook.com

کارآفرینان پزشکی در مرز پیشتازی

الف) تشخیص هوشمندانه‌تر

یک نوآوری پیشتازانه برای تجزیه و تحلیل سرطان‌های پوستی، بدون نیاز به بیوپسی، توسعه یافت. ابزار دستی تولید شده توسط ملافایند (www.melafind.com) یک اسکنر نوری است که پزشک می‌تواند با آن اطلاعات اضافی را فراهم کرده و تصمیم بگیرد آیا بیوپسی بگیرد یا خیر. هدف آن کاهش تعداد بیماران با اسکار بیوپسی‌های غیرضروری و نیز کاهش هزینه‌های مربوطه است.

فناوری ملافایند از فناوری‌های هدایت موشک که برای اولین بار توسط بخش دفاعی بر روی آن‌ها سرمایه گذاری و توسعه داده شده بود، استفاده کرد. به صورت نوری، از سطح یک ضایعهٔ مشکوک در ۱۰ طول موج الکترومغناطیسی اسکن گردیده و سیگنال‌های جمع آوری شده توسط الگوریتم‌های رایانه‌ای پردازش شده و با بانک ده هزار تصویر دیجیتالی ملانوما و بیماری‌های پوستی تطابق داده می‌شوند تا بر اساس آن پزشکان بتوانند تصمیم بهتر اتخاذ نمایند.

ب) مراقبت از خود با حسگرهای زیستی

مراقبت از خود در بیماری دیابت دردناک است که همهٔ بیماران از آن آگاهند. این مراقبت به بررسی خون جهت اندازه‌گیری قند خون به صورت روزانه نیاز دارد و انسولین نیز می‌بایست روزانه تزریق گردد. یک نوآوری

www.takbook.com

جدید از اکوتراپئوتیک (www.echotx.com) وجود دارد که در هر قطعهٔ از حسگرهای زیستی استفاده می‌کند. این حسگر میان پوستی، آنالیز خون را از طریق پوست، بدون نیاز به گرفتن خون انجام می‌دهد.

با کمک یک وسیلهٔ مشابه مسواک دندان الکتریکی، سلول‌های پوست در لایهٔ بالایی برداشته می‌شوند و شیمی خون بیمار، در معرض محدودهٔ سیگنالی حسگر زیستی که در یک قطعهٔ جاسازی شده است، قرار داده می‌شود. با این اقدام، بیمار درد کمتر و نتایج بهتری دریافت می‌کند.

ج /پزشک ربوتیک (ROBO DOC) شما

ربوتیک از راه دور برای ارائه خدمات سلامت در مناطق روستاهای ایالات متحدهٔ آمریکا به کار رفته که افراد را به مراکز طبی و متخصصین مربوطه پیوند می‌دهد. پزشکی از راه دور، به عنوان یک ابزار برای تریاژ و ارزیابی فوریت‌های پزشکی، بسیار جا افتاده است.

هم اکنون، ربوت‌های متحرک می‌توانند در بیمارستان‌ها پرسه زده و بیماران را ویزیت کنند و در حقیقت راندهای معمولی را انجام داده، بیماران را در اتاق‌های گوناگون چک کرده و چارت‌های فردی و علائم حیاتی آن‌ها را بدون نیاز به کمک مستقیم انسانی، مدیریت کنند.

ربات دورایستا RP_VITA که محصول مشترک iRobot (www.irobot.com.us) و InTouch Health است به عنوان اولین ربات هدایت کنندهٔ خودکار است که تائیدیه FDA آمریکا را دریافت می‌کند.

www.takbook.com

نانوتیوب‌ها به سوی نجات

چه کسی می‌توانست حدس بزند که یک آزمون ارزان و سریع که سال پیش توسط جک آندرکا پانزده ساله خلق گردید، می‌تواند روزی در شناسایی زودرس سرطان غدهٔ پانکراس به کار آید. این آزمون با نانوتیوب‌های کربنی دارای آنتی بادی که به یک پروتئین به نام مزوتلین (Mesothelin) واکنش می‌دهد، مسلح شده است تا با انجام تشخیص زودرس غیرتهاجمی و ارزان، جان افراد را نجات دهد.

د / هم اکنون دکتر واتسون شما را می‌بیند

بلند پروازانه‌ترین پروژهٔ IBM، امروزه با نام واتسون شناخته شده است که نام بنیان گذار IBM را یدک می‌کشد. واتسون، سرمایه گذاری بر روی آیندهٔ IBM و احتمالاً همهٔ ما می‌باشد. آن‌ها یک آینده نگری عظیم چند میلیاردی را بر روی یک نوع محاسبه‌گر ابری به نام محاسبه‌گر شناختی که می‌تواند اثری چشمگیر را بر روی تمدن ما بگذارد انجام می‌دهند. آن‌ها با مقولهٔ مراقبت‌های سلامت، کار را آغاز می‌کنند.

IBM بر این باور است که واتسون می‌تواند مراقبت‌های سلامت را بهبود داده و هزینه‌ها را با شناسایی بهترین گزینه‌های درمانی با تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ پزشکی که برآمده از میلیون‌ها مطالعهٔ تحقیقاتی و مدارک ثبت شدهٔ بیماران است، انجام دهد.

IBM با بیمارستان‌های تراز اول و مشتریان مراقبت از سلامت کار

www.takbook.com

می‌کند تا واتسون را به مراقبت‌های سلامت پیوند زند. اما اختلافی نیز وجود دارد. واتسون بایستی نخست آن چه را که به نام مراقبت سلامت می‌نامیم را یاد گیرد. از این رو، واتسون به گونه‌ای یاد می‌گیرد که تصمیماتی را جاری سازد که کمک به تشخیص بیماران خواهد کرد. این کاملاً خارق العاده است، یعنی یک رایانه می‌تواند بیماری را تشخیص دهد.

در زمانی که این خبر اعلام گردید، یک فریاد عمومی از سوی رسانه‌ها و حتی پزشکان شنیده شد: هیچ ابررایانه‌ای نمی‌تواند بیماری افراد را تشخیص دهد و این به جز یاوه سرایی چیز دیگری نیست. اما این در واقع آیندهٔ پزشکی است. در حقیقت، من پیش‌بینی می‌کنم که ابررایانه‌ای مانند واتسون به عنوان پشتیبان و نیز فزونی دهنده در تصمیم گیری پزشکان و در نهایت کار بدون نیاز به پزشک جهت تشخیص و هم طرح برنامه‌های درمانی ویژهٔ هر فرد، راه پیدا خواهد کرد.

واتسون بر اساس یک ابررایانه که توانایی پردازش ترابایت داده را دارد (یعنی میلیاردها بیت اطلاعات پیرامون پژوهش‌ها و بیماری‌ها) طرح ریزی شده است و می‌تواند یاد بگیرد که چگونه بیماری را به عنوان مسئله حل نماید. این رهیافت، یعنی آموزش ابررایانه‌ها که چگونه برای خود فکر کنند، یک هدف بیم آور است که کاربردهایی فراتر از پزشکی خواهد یافت. *پیش‌بینی:* ما نسل جدیدی از ماشین‌های فکر کننده را خواهیم ساخت که از ما جلوتر گام برخواهند داشت و حتی از ما پیشی خواهند

www.takbook.com

جست. آن‌ها برای بسیاری از مشاغل، بیشتر از انسان‌ها، تندتر و باهوش‌تر عمل خواهند کرد. در پزشکی، واتسون یاد می‌گیرد و به صورت یک پزشک در جعبه، تکامل می‌یابد و این در حقیقت هدف نهایی می‌باشد.

در پزشکی، انسان‌ها مرتکب بسیاری از اشتباهات می‌شوند. هر ساله در ایالات متحدهٔ آمریکا به تنهایی بیش از یکصد هزار نفر از اشتباهات پزشکی و خطاهای بیمارستانی به دلیل خطاهای تشخیصی و تجویز درمان‌ها با داروهای نادرست، می‌میرند. این تعداد در ایالات متحدهٔ آمریکا پایین است که احتمالاً بالغ بر ۱۰۰ میلیون نفر است. درسطح جهان و به صورت واقع گرایانه، هر فرد در هر کشور، از فناوری‌هایی که برای کم کردن خطاها به کار می‌رود و دارو و درمان درست را به بیمار واقعی در زمان درست می‌دهند، سود خواهند برد. فناوری سلامت دیجیتالی، میلیاردها نفر را طی یک نسل می‌تواند نجات دهد.

به دست آوردن اطلاعات پزشکی درست، برای افراد درست که نیازمند این اطلاعات در زمان واقعی هستند، می‌تواند در عرصهٔ سلامت کنونی یک میلیارد نفر، تفاوتی را ایجاد کند. با افزایش جمعیت حدود یک تا دو میلیاردی سیاره طی پنجاه سال آینده، این تفاوت برای ۳ تا ۵ میلیارد نفر که می‌توانند سالم‌تر باشند و یا حتی زنده بمانند، معنادار می‌شود.

امروزه واتسون با دانشگاه تگزاس (مرکز سرطان امدی آندرسون) برای ساخت یک ابزار آنلاین جهت کمک به بیماران برای انتخاب بهترین شیوهٔ

www.takbook.com

درمانی سرطان، کار می‌کند. واتسون از آنالیز داده‌های بیماران یاد خواهد گرفت که نه تنها چه چیز بهترین برای درمان سرطان‌های گوناگون است بلکه برای تیپ‌های گوناگون بیمار با پروفایل ژنومیک، دموگرافیک، جغرافیا، سن و شرایط سلامت گوناگون نیز بهترین شیوه درمان چه می‌باشد.

حجم اطلاعات این تیپ داده کاوی کنونی - یا آن چه ما آن را در آینده، پزشکی فزونی دهندهٔ عمر، می‌نامیم - را نمی‌توان تجزیه و تحلیل کرد و یا هزینه اثر بخش نیست که توسط هر دکتر یا پژوهشگری انجام شود؛ زیرا کامل نیز نخواهد بود.

واتسون در ۲۰۲۵، نخستین پیشگام در نسلی از رایانه‌های شناختی خواهد شد که پزشکی را یاد خواهند گرفت، نخست به پزشکان و سپس به بیماران اندرز داده و در نهایت به تشخیص و درمان و حتی عمل بر روی انسان‌ها با و یا بدون دکترها اقدام می‌کنند: یعنی ما با ابردکترها رو به رو خواهیم بود. این‌ها همان چیزی هستند که ما امروزه به عنوان هوش مصنوعی یا پزشک در جعبه، می‌نامیم.

آن‌ها ابرهوشمندانی خواهند بود که کلاس جدیدی از رایانه‌ها می‌باشند - درحقیقت، هوشمندان شبکه‌ای - بر پایهٔ محاسبه‌گری تکاملی، هوشمندان مجازی‌ای که خدمات منحصر به فرد و خارق العاده را برای انسان‌ها فراهم کرده و بزرگ‌ترین چالش‌هایی را که با آن‌ها رو به رو هستیم نیز حل می‌کنند. کسی باید این ابردکترها را برنامه ریزی کرده، مجسم نموده و بسازد. این تغییر دهندهٔ بازی در آینده، در فراتر از پزشکی کنونی خواهد بود.

www.takbook.com

جدول ۱-۳: ارائه خدمات فزونی دهندهٔ زیستی نولایف (Nulife): ۲۰۲۵

۱	شناخت برتر (High Cog): فراخوانی حافظهٔ تند و سریع؛ گذاشتن IQ پیشرفته از DNA برندگان جایزهٔ نوبل، بسیار خوب برای مهندسان، دانشمندان و مخترعان
۲	تقویت‌گر بدن (Body Boost): می‌توان به هر بستهٔ ژنتیکی افزود، بهترین کارآیی آن هنگامی است که در پیش از تولد کار گذاشته شود؛ توانمندی‌های ورزشی را افزایش می‌دهد.
۳	X هوشمند (SmartX): یک وسیلهٔ استنشاقی در مقیاس نانو است که می‌توان آن را به گونه‌ای برنامه ریزی کرد تا بیماری‌ها را جستجو نموده و پیش از بیان، در یک سطح پیش یک آلفا در پیش از پدیداری بیماری آن را خنثی کرد.
۴	تفکر ژرف (Deep Think): زبان، منطق و فزونی داده شده و مفهوم سازی ایده‌های پیچیده، تئوری‌ها و ساخت‌های فلسفی، توان سطح شناختی برتری از عملکرد حل مسئله را ایجاد می‌کند.
۵	برتری یابی (Transcend): یک داروی سفارشی که قادر است یک انسان فرهیخته را به یک همکاری ماشین متصل کند.
۶	INSync: یک داروی ارتباطی که خلقیات شما را با آزادسازی هورمون‌ها به گونه‌ای افزایش می‌دهد که می‌توانید ارتباطات عمیق‌تر و همکارانه‌ای را با شریک خود پیدا کنید.
۷	RelaX: برای فرد به ستوه آمده و استرس آلود، یعنی تیپ A شخصیت که به تمدید اعصاب، در پایان روز نیاز دارد.

پزشکی آینده در آینده‌ای نزدیک، با این ماشین‌های ذهنی که از طریق شبکه‌ها مانند اینترنت طی مسیر می‌نمایند، تغییر خواهد یافت و این ماشین‌های ذهنی، خدمات سلامت و درمان را به بیماران در سراسر

www.takbook.com

جهان ارائه خواهند داد؛ یعنی به صورتی که پزشک در جعبه، همیشه در دسترس بوده و آمادهٔ درمانگری، تشخیص و درمان میلیاردها بیمار در جهان خواهد بود. واتسون اولین گام در این سفر است تا ماشین‌های شناختی هوشمند که کمک به تکامل انسان خواهند کرد، ساخته شوند.

جدول ۱-۴: سر خط‌های آینده: ۲۰۲۵

مطالعات نشان می‌دهد که مشتریان، دکترهای مجازی را ترجیح می‌دهند.
مطالعهٔ پیوز Pews بر روی پزشکی دیجیتالی و بیماران نشان داد که بیش از ۸۰ درصد از بیماران مورد مطالعه، مراقبت‌های سلامت و رفتار در کنار تخت خواب دکترهای دیجیتالی را از دکترهای انسانی، ترجیح دادند. دکتر شولتز از انجمن پزشکی آمریکا اعلام کرد: "سطوح هوش هیجانی، مراقبت‌های سلامت و مهربانی و نیز خبرگی دکترهای دیجیتالی، نشانه‌هایی را دوباره برای ما ارائه دادند که جهشی را که ما برای خلق پزشک کامل به انجام رسانده‌ایم، درست بوده است. انجمن پزشکان دیجیتالی (DDA)، با صدور بیانیه‌ای اعلام کرد که پزشکان دیجیتالی، چشم در راه کار نزدیک با انسان‌ها (پزشکان و هم بیماران) هستند تا یک جهان سرشار از سلامت را بیافرینند.

نوآوری‌های بیشتر، آیندهٔ پزشکی را طی پنج تا ده سال از آن چه طی صد سال پیش بوده است را تغییر خواهند داد. آیا شما برای این مجموعه عظیم از ابرروندها و فرصت‌هایی که با سرعت می‌آیند، آماده هستید؟ اگر من در جستجوی صنعت پویا، هیجان انگیز با تغییرات پرشتاب و فرصت‌های پرسود برای نوآوری و شغل باشم، به صورت جدی،

www.takbook.com

آیندهٔ پزشکی را که در اینجا ترسیم کردم، مدنظر قرار می‌دهم. در حقیقت، بر پایهٔ آن چه در این کتاب پیش‌بینی کرده‌ام، من در صنعت زیست فناوری، سرمایه گذاری کرده‌ام.

جراح ربوتیک اسکات: ۲۰۲۵

سفر در آفریقای شرقی، همیشه رویای اسکات بود. از این رو، در اوایل ۲۰۲۸ او با تعدادی از یاران دانشگاهی خود، برای چنین سفری رهسپار شدند. اسکات هنوز سه روز در سفر نبود که زانوی وی دریک سقوط صدمه دید و او مطمئن بود که بعضی از رباط‌های مهم خود را پاره کرده است. با عدم وجود پزشک در بیمارستان تا سیصد مایلی و نبود راهی که بتوان ایمن به آنجا رسید، او به درد گرفتار شد.

خوشبختانه او بیمار کلینیک طبی مجازی گلوبال‌مد گرید (Globalmed Grid) بود که پایگاه آن در سانفرانسیسکو جای داشت ولی دکترهای جهانی آن در سی کشور قرار داشتند و همگی نیز آنلاین بودند.

از آنجا که هر وسیله و تلفن از سال ۲۰۲۰ به صورت آنلاین بوده است او توانست به یک دکتر اتصال یابد که این دکتر به سرعت توانست تصویری را که اسکات گرفته بود تجزیه و تحلیل کند و حسگر نیز با برنامهٔ کاربردی تلفن هوشمند وی تشخیص داد که پارگی در زانو جدی نبوده ولی او هم اکنون نیاز به جراحی دارد.

" نگران نباش" دکتر موبوتو بیان کرد. *"رفیق، ما یک پهپاد پزشکی*

www.takbook.com

داریم که دارای قطعه ابزار ربوتیک جراحی‌ای است که من برای عمل تو نیاز دارم را دارد." طی چهل و پنج دقیقه، مکان دور دست آن‌ها را یافت و قطعهٔ ابزار زیستی را به زانوی اسکات اتصال داد. دکتر موبوتو گفته بود زمان زیادی نمی‌گیرد؛ او به صورت مجازی تکه ابزار زیستی را به کار برده و رباط پاره شده را با یک سطح تماس بی‌سیم که یک تیپ از کارد لیزری است تثبیت کرد. بعد از جراحی که به صورت بی‌سیم و غیرتهاجمی بود، دکتر بهبودی سریع را پیش‌بینی کرد. دکتر موبوتو چنین بیان کرد *"مثل کوک کردن ویولن طی دو ساعت، روز خوبی داشته باشید."* اسکات به سفر خود ادامه داد.

فزونی دهندگان: ۲۰۳۵

یک جامعهٔ سری از دانشمندان و بیماران تصمیم گرفتند که پژوهش در گستره‌های نوین را در فراتر از قوانین بازدارندهٔ دولتی، تسریع کنند. فزونی دهندگان پدیدار شدند. این فزونی دهندگان شامل توسعهٔ درمان‌های ژنی، تشخیصی، داروهای جدید و افزایش توان سیبرنتیک برای مبارزه با پیری و افزایش هوشمندی بود.

این گروه جامع از سرمایه گذاران که بر هدف خود متمرکز بودند، پی بردند که به ظهور نشستن پتانسیل کامل سلول‌های بنیادی و ژنومیک، می‌تواند قوای شناختی، ماهیچه‌ای و عملکرد فیزیولوژیک انسان را افزایش دهد.

www.takbook.com

سرمایه گذاری آن‌ها در فراتر از آن چه که دولت‌ها سهیم بودند، به انقلابی در فزونی قوای فیزیکی و روانی انسان که ما از آن به ابرانسان یاد می‌کنیم، منتهی گردید.

پزشکی فزونی دهندهٔ عمر

در جایی حول سال ۲۰۲۰، ما ابزارهایی برای بازخلق و بازابداع پزشکی خواهیم داشت. من آن را پزشکی نسخهٔ ۲/۰ می‌نامم اما این یک تغییر بنیادی در ماهیت آن چیزی است که به عنوان درمانگری و پزشکی درگذشته انجام شده است. شما می‌بینید، پزشکی در جهان غرب همیشه بر روی درمان و بیماری تمرکز داشته است. ما بیماری را با داروها یا ابزارهایی درمان می‌کنیم و یا این که آن را با اعمال جراحی می‌زداییم. در اکثر زمان‌ها، این اقدامات برای درمان بیماری‌ها، به خوبی عمل کرده‌اند.

سرطان را ملاحظه بفرمایید. اگر سرطان شما را می‌توانستیم با جراحی برداشت کنیم، بسیار عالی بود و می‌توانستید از آفت رشد سلول‌های سرطانی رهایی بیابید. اگر شما از این شیوه‌های سخت درمانی زنده می‌ماندید، خوب بسیار عالی بود. این همان شیوهٔ استاندارد مراقبت برای سرطان‌ها است که امروزه انجام می‌شود که به صورت ساده شامل درمان و یا بریدن آن می‌شود.

هم اکنون سیمای متفاوتی از پزشکی را مجسم کنید. ما می‌توانیم

www.takbook.com

زمانی که سلول‌های سالم شما جهش را برای سرطانی شدن آغاز می‌کنند را پیش‌بینی کنیم. ما می‌توانیم ژنی را شناسایی کنیم که با سرطان همبستگی دارد و مجسم کنید که ما می‌توانیم آیندهٔ سلامت شما را حتی قبل از این که زاده شوید و یا بلافاصله پس از تولد، پیشگویی کنیم.

از این رو، شما می‌توانید با درمان ژنتیکی، ژن را درست کرده و مانع از بیان سرطان در آینده شوید. به زبان دیگر، ما سرطان را از پدیدار شدن، از هم اکنون، پیشگیری کرده‌ایم. این یک بخش از آیندهٔ پزشکی است که در حال آمدن است.

جلوتر را مجسم کنید که شما با آواتار (Avatar) پزشکی که به صورت خودکار کار تشخیص را به عهده دارد در حال پایش هستید و هر روز شما را به صورت بی‌سیم اسکن می‌کند.

این یک شبکه با برنامهٔ کاربری از تلفن همراه شماست که کار دیده‌بانی و پایش سلامت را انجام می‌دهد و داده‌های سلامت فردی را به پزشک شما که با یک ابررایانه مانند دوستمان که از آن نام بردیم یعنی واتسون، تحت تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد. واتسون متوجه یک تغییر در بیوشیمی شما که با دیابت همبستگی دارد می‌شود و قند خون شما بالا رفته و یا بیان ژنتیکی روی داده است که با خطر حملهٔ قلبی توأم است. بی‌درنگ، مراقبت‌های سلامت به صورت خودکار به صورت بی‌سیم فرستاده می‌شود تا سلامت شما را تضمین کند و بدین سان، بیماری پیش از رخداد بحران، منع گردیده و از یک بیماری بسیار جدی نزد شما

www.takbook.com

پیشگیری می‌شود. این آینده است: کاربرد پایش بی‌سیمی و دیجیتال سلامت جهت پیش‌بینی، پیشگیری و درمان بیماری.

پزشکی فزونی دهندهٔ عمر، در حال جا به جایی انقلابی از بیماری به سوی تندرستی، از پیشگیری به سوی افزون دهندگی و به سوی یک تیپ جدیدی از پزشکی که تاکنون وجود نداشته است؛ زیرا پزشکان ابزارها و فناوری‌ها و یا چشم انداز آن که پزشکی چه می‌تواند باشد را تاکنون نداشته‌اند. آن‌ها هنوز در مدل آن را تثبیت کن (FIX-It) هستند، امّا پیشگیری و پیش‌بینی به آهستگی در حال پدیدار شدن هستند.

پزشکی بازآفرینشی هنوز تازه از کارآزمایی‌ها بیرون نیامده است. افزون دهندگی، جعبهٔ سیاه تجربه است. بسیاری از این آینده هنوز ظهور نیافته است و حتی طی پنج تا ده سال نیز برای تودهٔ جامعه روی نخواهد داد ولی این همان رهبران آیندهٔ هوشمند هستند که می‌بینند این روند در حال روی دادن است و این‌ها همان کسانی هستند که در مرز پیشگامی آینده قرار دارند.

تغییر دهندهٔ بازی نهایی در پزشکی، تکامل طرح ریزی شده Evolution Designed است. جایی که پزشکی و زیست فناوری و سپس بیولوژی تکاملی با یکدیگر به شدت برخورد می‌کنند. این زمانی است که ما توان تغییر - نه تنها فزونی - کارآیی انسان را خواهیم داشت. ما خواهیم توانست تکامل بدن و ذهن و حتی هوشیاری‌مان را در فراتر از سلامت و بیماری، به منظور رسیدن به سطح کیفیت زندگی، تغییر دهیم.

www.takbook.com

بیولوژی سنتتیک یک گسترهٔ اخیراً ظهور یافته است که فناوری‌های مهندسی را برای طراحی و ساخت قطعات، ادوات و سامانه‌های بیولوژیک برای عملکردهای نو یا اشکال زندگی که در طبیعت وجود ندارند، به کار می‌برد.

بیولوژی سنتیتیک از ابزارها و دانش مهندسی ژنتیک، مهندسی زیستی و بسیاری از رشته‌های مهندسی، بهره می‌برد. این رشته به عنوان دانش طراحی و نیز نیرویی جدید در پزشکی، خود را نشان داده است.

توانایی مهندسی سریع و قابل اعتماد سیستم‌های با اجزای زیاد با استفاده از کتابخانه‌هایی از اجزاء قابل تعویض استاندارد، یک برجستگی فناوری‌های مدرن محسوب می‌گردد. آیا وجود پیچیدگی‌های آشکار سیستم‌های زیستی، این اجازه را به مهندسان زیستی می‌دهد تا چنین توانمندی‌هایی را توسعه دهند. سال‌ها زمان می‌طلبد تا مشخص شود. اما این پتانسیل بسیار امیدوار کننده به نظر می‌رسد.

چشم انداز نهان این دانش، آن است که اجزاء بیولوژیک می‌توانند به یکدیگر متصل شوند تا سلول‌ها، ارگانیسم‌ها و سامانه‌های بیولوژیکی که به صورت قابل اعتمادی به شیوه‌های قابل پیش‌بینی برای انجام وظایف ویژه عمل می‌کنند، خلق شوند.

امید می‌رود بیولوژی سنتتیک بتواند سلول‌ها، سامانه‌های سلولی و ارگانیسم‌ها را برای وظایف و عملکردهای ویژه، برنامه ریزی کند.

اخیراً دانشمندان، شیوه‌هایی را برای سنتز کارآمد و تغییر قطعات

www.takbook.com

بزرگتر DNA برای ایجاد تغییر چشمگیرتر در شیوه‌ای که افراد بتوانند سامانه‌های بیولوژیک را مطالعه کنند، توسعه داده‌اند. این شیوه‌ها همچنین ظرفیت رو به رشدی برای افراد آماتور و هم خبره جهت دستکاری چنین سامانه‌هایی را فراهم آورده‌اند.

در مه ۲۰۱۰، پژوهشگران در انستیتوی جی.کریگ ونتر (J. Craig Venter Institute) اعلام کردند که مرزشکنی‌های عمده‌ای را در ژنومیک، با اثری بسیار مهم در پزشکی، ایجاد کرده‌اند: اولین باکتری خود عملکرد و خود تکثیر که ژنوم هسته‌ای آن به صورت کامل به حالت مصنوعی در آزمایشگاه سنتز شده است را ساخته‌اند. این دومین گام است. اولین گام، رمزگشایی از ژنوم انسانی بود. ونتر به عنوان یک دانشمند در تراز جهانی، هدایت تیمی را به عهده داشت که توانست با نقشه برداری از DNA خودش، *"کد را بشکند."* اگر ما می‌توانیم سلول‌های مصنوعی را طراحی و تولید کنیم، بازتاب آن را در دوران جدید پزشکی می‌توان در آینده‌ای نه چندان دور مشاهده کرد.

سلول‌های مصنوعی، اعضاء، استخوان‌ها و نیز DNA صناعی، برای بازآفرینش انسان‌ها، جهت چیرگی بر پیری به کار خواهند رفت و بازار فزونی دهندهٔ عمر که ارزش بیکرانی در انسانیت ایجاد می‌کند، پدید خواهد آمد. آیندهٔ نوین پزشکی در خلق زنجیرهٔ تأمین پزشکی با هدف پشتیبانی از فزونی در عمر، بازآفرینش و فزونی دهندگی سلامت انسان و خود انسان‌ها، در خواهد آمیخت. همانگونه که من آینده‌نگری کرده‌ام،

www.takbook.com

این خود موجب خلق تمدنی جدید خواهد شد که نه تنها اکثر بیماری‌ها را حذف می‌کند بلکه نخست در حالت درمانی و سپس به صورت رادیکال، تکامل انسان را تغییر می‌دهد و انسان را قادر می‌کند که طولانی‌تر، سالم‌تر و هوشمندانه‌تر زندگی کند.

پزشکی در سال ۲۰۳۰، غیرقابل تشخیص از پزشکی خواهد بود که در سال ۲۰۲۰ با آن رو به رو خواهیم بود که این همه در پناه نوآوری‌ها شگفتی آور تغییر دهندهٔ بازی پدیدار خواهد شد. آینده سرعت یافته نوآوری که در پزشکی با فناوری‌های نانو، زیستی، عصبی، IT و کوانتوم، انقلاب ایجاد می‌کنند به نقطهٔ همگرایی خواهد رسید. نقطه‌ای که حتی نوآوری‌های پرشتاب بیشتری نیز در فراتر از آن چه در این قرن دیده ایم، پدیدار خواهند شد.

پزشکی تکامل می‌یابد

تکامل پزشکی از آن چه ما می‌توانیم پیش‌بینی کنیم سریع‌تر روی می‌دهد.

سلول‌های بنیادی انسان، نشان داده‌اند که می‌توانند اعضاء را رشد دهند. روزی سلول‌های مصنوعی، بیماری‌ها را درمان می‌کنند. شیوه‌های تشخیصی بر پایهٔ DNA موجب ایجاد نقشهٔ پیش‌بینی وضعیت سلامت آینده‌مان می‌شود. ما ممکن است یاد بگیریم تا ادوات در مقیاس نانو را در درون بدن مان برای رهاسازی داروها قرار دهیم. ما ممکن است یاد

www.takbook.com

بگیریم که ذهن خود را با واکسن‌های ژنتیکی، تازه سازیم. این یک نقشهٔ است که چگونه پزشکی بر اساس آینده نگاری‌های من تکامل خواهد یافت. طی بیست و پنج تا سی سال آینده، تکمیل این مراحل نهایی، هدف و عملکرد جامع پزشکی را متحول خواهد کرد.

بدین سان، پزشکی نسخهٔ ۲/۰، طی ده سال از آن چه در امروز است به صورت کاملاً متفاوت خواهد بود. بدین گونه که یک دکتر سال ۲۰۱۴ نمی‌تواند بدون بازآموزش طبابت کند. مدارس پزشکی نیاز دارند که کتب جامع خود را به دور اندازند، برنامه‌های آموزشی بازنویسی کنند و آموزش پزشکی را به درون این ابر Cloud انتقال دهند تا دروس خود را بلادرنگ تغییر داده تا بتوانند این هفت هنگامهٔ پزشکی نسخهٔ ۲/۰ را پذیرا شوند. پزشکی که در اینجا تعریف می‌گردد، ترکیبی از محاسبات، مواد دارویی، ادوات پزشکی و درمان، جهت تشخیص، پیشگیری و باز ساخت بدن انسان و ذهن او به کار خواهد رفت. گونه‌ای از پزشکی یکپارچه بر ساختاری از اکتشافات ظهور می‌یابد که به پزشکی مبدل خواهد شد که هر آن چه که برای درک بهتر این که چگونه سلامت را گسترش داد و بیماری را خاموش کرد، در خود نهان دارد.

در مقولهٔ فزونی دادن، توان پیش‌بینی کردن، نهفته است. پس از این که ما یاد گرفتیم که بیماری را تثبیت و درمان کنیم، همین فناوری‌ها برای تقویت، افزایش و توسعه پتانسیل‌های انسانی به کار خواهند رفت تا بتوانند در سطح بالاتر روانی و تناسب فیزیکی، در فراتر از آن چه ما هم

www.takbook.com

اکنون به عنوان عملکرد طبیعی می‌انگاریم، کارآیی از خود نشان دهند. من آینده را مجسم می‌کنم که تمرکز بر مراقبت‌های سلامت از بیماری به گسترش زندگی، جابه‌جا می‌شود و در نهایت سلامت انسان و فزونی در طول عمر حادث می‌گردد که البته معنای آن طول عمر تنها نیست بلکه سالم‌تر و توانمندتر بودن در مسیر توسعهٔ پتانسیل‌های انسانی برای خلاقیت، نوآوری، کشف و لذت از زندگی است.

در اینجا به هفت هنگامه که آشکار خواهند شد اشاره می‌کنیم:

۱/ مدیریت بیماری‌ها: پزشکی امروز

۲/ تجزیه و تحلیل پیش‌بینانه: درک از طریق ژنتیک، شیوه‌های تشخیص سلامت دیجیتالی، فناوری‌های پوشیدنی، داده‌ها، رفتار و محیط زیست که چگونه سلامت و بیماری را بتوان پیش‌بینی و تشخیص داد.

۳/ پیشگیری فردگرایانه: باز برنامه نویسی بیماری، مراقبت از خود، فزونی در سلامت در سطوح ژنومیک و اتمی

۴/ پزشکی بازآفرینشی: سلول‌های بنیادی، ژن درمانی و نانوفناوری برای بازگرداندن و بازآفرینش تندرستی

۵/ فزونی در عملکرد انسان: تقویت پتانسیل‌های انسانی برای توسعهٔ تناسب روانی پیشرفته، تحرک و توانمندی‌های ادراکی

۶/ پزشکی فزونی دهندهٔ عمر: گسترش زندگی سالم به صورت چشمگیر، پیشگیری دارویی و ژنتیکی، امید به زندگی به طول ۱۵۰ سال

www.takbook.com

۷/ طرح تکاملی: بیولوژی سنتتیک، ژنتیک و بازآفرینش برای افزایش دادن طول عمر بهینه، فزونی در توان تحرک و فزونی در شناخت؛ هوش تقویت یافته، فزونی در سیبرنتیک انسانی

پزشکی فزونی دهندهٔ عمر ۲۰۳۰: ثروت جدید ملّت‌ها

در ۲۰۲۵ روشن خواهد شد که پزشکی برای همیشه تغییر کرده است. فزونی در توان انسانی، در فراتر از درمان بیماری و تثبیت مسائل امکان پذیر بوده است. گسترهٔ در حال پدید پزشکی بازآفرینشی، یک ابرروند جهانی شده است. نه تنها در پناه مرزشکنی‌های علمی درمان بیماری امکان پذیر گردیده بلکه درمان‌های بر پایهٔ سلول‌های بنیادی نیز برای فزونی عملکرد انسانی و طول عمر به کار برده شده و تمام ملّت‌ها، شرکت‌ها و افراد پی برده‌اند که این فناوری یک برتری رقابتی راهبردی محسوب می‌گردد. من عادلانه بگویم تمام جزئیاتی که با شتاب در آیندهٔ پزشکی در حال آمدن است را آینده نگاری نکرده‌ام امّا بر آن چه که تغییر دهندهٔ بازی هستند و یا برترین پیش‌ران‌های تغییر که این ابرروند را پویا و دلربا می‌کنند، تمرکز نموده‌ام.

چالش‌های آیندهٔ اخلاقی

پزشکی همهٔ ما را لمس می‌کند. از همهٔ ابرروندهایی که بر روی جهان ما با شتاب فراوان فرود می‌آیند، ابرروند آیندهٔ هوشمند

www.takbook.com

(Future Smart) پیرامون آیندهٔ پزشکی، برای شما به عنوان یک فرد، سود آفرین بوده و شما را سالم‌تر کرده و طول عمر بیشتر می‌دهد ولی از همه مهم‌تر آن که فرصت‌های کارآفرینانه عظیمی را فراهم می‌آورد. از سلامت دیجیتال تا بازآفرینش، فزونی یافتن تا شیوه‌های جدید تشخیصی، آیندهٔ پزشکی به سرعت در حال آمدن است. ابرروند کلیدی که من یافتم آن است که در حالی که ما یاد می‌گیریم بیماری را پیش‌بینی، مدیریت و حذف کنیم، تمدن‌مان به شیوه‌های بنیادین تغییر خواهند یافت. چقدر متفاوت خواهد بود دنیای ما در زمانی که فزونی در سلامت امکان پذیر گردیده و زمان حیات نیز به صورت چشمگیری گسترده شود؟

این چالش‌ها که ما با آن رو به رو خواهیم شد هم اکنون در حال پدیدار شدن است و نیاز به مجموعه‌ای کاملاً متفاوت از مقررات دارد: چه کسی فزونی یابد و چه کسی خیر. سیاست‌های فزونی چیستند و چگونه جوامع برای فزونی یافتن رقابت می‌کنند؟

چالش‌های اخلاقی آیندهٔ پزشکی که در ابتدا درمانگری را انجام داده و سپس فزونی دهنده بوده، تکامل انسان را تغییر خواهند داد. ایده‌ها و گفتمان‌ها پیرامون فراگشت انسان، در فراتر از وضعیت کنونی انسان بوده و آشکارتر خواهد شد. بیولوژی سنتتیک، بازآفرینش، ژن درمانی و همگرایی این گستره‌ها، پزشکی را به چیزی بسیار نیرومندتر از ارائه خدمات اجتماعی تنها متحول خواهد ساخت. حرفهٔ پزشکی با گسترش

www.takbook.com

زمان حیات، پایان دادن به پیری، ارزانی دادن زیبایی و هوش، برجسته می‌یابد. تمدن ما برای همیشه در آینده‌ای که سریع‌تر از آن که آن را درک نماییم تغییر خواهد کرد و اخلاق و حتی مفهوم آن که چگونه آینده‌ای را می‌خواهیم خلق کنیم، به چالش خواهد کشید.

ما با گذر از مرزها به سوی روند فزونی دهندگی گذر خواهیم کرد و درمان‌گری را پشت سر خواهیم گذاشت. شاید این سرنوشت تکاملی ما است که با مرگ مبارزه کنیم و بیماری را به انتها برسانیم و تکامل مان را با آفرینش این نوآوری‌ها بنوازیم. امّا من می‌توانم بیان کنم که پزشکی در سال ۲۰۳۰ و در آیندهٔ دور ۲۱۰۰، با آن چه هم اکنون دیده می‌شود، هیچ مشابهتی نخواهد داشت. هم اکنون، فزونی دهندگی، انسان‌ها را قادر نموده است که با لنزهای تماسی ببینند، با داروها، بیماری‌های قلبی خود را مدیریت کرده و مفصل و زانوی خود را تعویض نموده و حرکت ناتوانان میسر گردد. در فردای دیگر، در آیندهٔ جدید، ما بسیار چیزهای دیگر انجام خواهیم داد. پیش‌بینی، پیشگیری، بازآفرینش، فزونی دهندگی، افزایش طول عمر. این آیندهٔ جدید پزشکی است.

www.takbook.com

فصل دوم
مراقبت‌های سلامت

پیتر دیامندیس (Peter H. Diamandis)

www.takbook.com

www.takbook.com

گسترهٔ زندگی

بسیار دشوار است که بتوانیم ترسیم کنیم درگذر تاریخ، چه مقدار سلامت ما بهبود یافته است. با این وجود، گسترهٔ زندگی یک شاخص خوب و مناسب است. فشارهای تکاملی، انسان هوموساپینس را وادار کرد که میانگین امید به زندگی حدود سی سالگی داشته باشد. این منطق به سادگی قابل درک است. همانگونه که ماروین مین اسکای از MIT بیان نموده است: انتخاب طبیعی، ژن‌های زادگان برتر را برگزیده است. "تعداد این ژن‌ها با تعداد نسل ها، رشد فزایندهٔ نمایی را از خود نشان داده است و بدین گونه، انتخاب طبیعی، ژن‌های کسانی که در سنین اولیه تولید مثل می‌کنند را ترجیح می‌دهد".

معمولاً تکامل، ژن‌هایی که طول زندگی را از آن مقدار که انسان‌های بالغ برای مراقبت فرزندان جوان خود نیاز دارند، فراتر نمی‌دهد. بدین سان، برای عمدهٔ تکامل انسان، مردان و زنان در اوایل نوجوانی به بلوغ رسیده و بی‌درنگ نیز بچه‌دار می‌شوند. والدین می‌توانستند از کودکان خود تا زمانی که آنان بتوانند بچه‌دار شوند نگهداری نمایند. امّا، در این زمان، والدین خود پدربزرگ و مادربزرگ‌های سی ساله بوده و نگهداری خود آن‌ها نیز بسیار پرهزینه بوده است. در جوامع انسانی نخستین که

www.takbook.com

زندگی دشوار بوده و تهیهٔ غذا نیز با محدودیت رو به رو بود، وجود دو نان‌خور به نام‌های پدر و مادربزرگ به معنای وجود غذای کمتر برای بچه‌ها بود. از این رو، تکامل راه کم هزینه تری را یافت. بقای کم در حد سه دهه. به صورت تاریخی، با بهبودی شرایط زندگی مان، این میزان افزایش یافت. در دوران نوسنگی، زندگی یک گسترهٔ کوتاه بیست ساله توأم با شرایط خشن و زننده بود. در دوران مفرغ و آهن، این میزان به بیست و شش سال جهش نمود و در یونان و روم باستان به بیست و هفت سال بالغ گردید. سقراط به صورت غیرمتعارف، در هفتاد سالگی، در سال ۳۹۹ پیش از میلاد، فوت کرد. گسترهٔ زندگی، در اوایل قرون وسطی، به سوی چهل سالگی میل کرد. ولی این برتری، همچنان به صورت ترسناک، با میزان مرگ و میر بالای کودکان، محدودیت یافت. در شانزده قرن اول در انگلستان، دوسوم بچه ها، پیش از سن چهار سالگی می‌مردند و امید به زندگی نیز فقط سی و پنج سال بود.

این در انقلاب صنعتی بود که روند افزایش طول عمر آغاز گردید. دسترسی به منابع غذای بیشتر همراه با اقدامات ساده در سلامت عمومی مانند ساخت فاضلاب ها، جمع آوری زباله، فراهم آوردن آب پاک و خشک‌سازی برکه‌های آلوده به پشه، تفاوتی شگرف را به وجود آوردند.

در اوایل قرن بیستم، ما پانزده سال را به میانگین تاریخی خود افزودیم و آن را به انتهای چهل سالگی سوق دادیم. با خلق پزشکی مدرن و بیمارستان‌ها، میانگین عمر به میانهٔ هفتاد سالگی پرتاب گردید؛ در

www.takbook.com

حالی که وجود انسان‌های با طول عمر یکصد سال و یا بیشتر به صورت فزاینده‌ای در جهان توسعه یافته، رایج می‌گردد (بالاترین ثبت در۱۲۲سالگی است). یک ترکیبی از کشندگان مانند عفونت‌های تنفسی تحتانی، ایدز، عفونت‌های اسهالی، مالاریا، سل همراه با جنگ و فقر، موجب ویرانی آفریقای زیر صحرایی گردیده است یعنی جایی که مقدار قابل چشمگیری از مردمان از مرز چهل سالگی گذر نمی‌کنند.

خلق جهانی مملو از مراقبت‌های سلامت به معنای پرداختن به نیازهای دو انتهای این گستره و نیز بسیار افرادی که در میانهٔ آن قرار دارند، می‌باشد. ما به آب پاک، تغذیه فراوان و هوای عاری از دود نیاز خواهیم داشت. همچنین به فرونشاندن امراض قابل درمانی همچون مالاریا و یادگیری شیوه‌های تشخیص و پیشگیری از پاندمی‌های آزار رسان که به نظر می‌رسد بقاء ما را به صورت فزاینده‌ای تهدید می‌کنند، نیاز داریم.

در جهان توسعه یافته، ما به یافت شیوه‌های نوین جهت بهبودی کیفیت زندگی برای جمعیت روزافزون با طول عمر زیاد نیاز داریم. به صورت کلی، به نظر می‌رسد که خلق جهانی مملو از مراقبت‌های سلامت در صدر قرارگرفته باشد. اما این را نیز باید در نظر گیریم که هر جزء از پزشکی هم کنون خود به صورت یک فناوری اطلاعات است و در یک رشد منحنی نمایی قرار دارد. بدین سان دوستان من، این نیز خود یک بازی کامل را می‌سازد.

www.takbook.com

محدودیت‌های انسان

"کد آبی، بیکر پنج!"، یک فراخوان فوری از بلندگو بود که پخش گردید و مرا از چرت کوتاه پراند. ساعت چهار صبح بود و من در حال چرت زدن بروی تخت روان در کریدور بیمارستان عمومی ماساچوست بودم. به عنوان یک دانشجوی سال سوم پزشکی، خواب یک کالای نادر بود و یاد گرفته بودم که هر زمان و هر کجا امکان پذیر باشد آن را داشته باشم. اما کد آبی به معنای ایست قلبی بود؛ بیکر پنج به معنای طبقهٔ پنجم ساختمان بیکر بود. من در طبقهٔ ششم ساختمان بیکر در طبقهٔ بالا بودم، در حالی که کاملاً بیدار شده و آدرنالین خونم در حال فوران بود، از پلکان به طبقهٔ پایین جهیدم. دومین نفری بودم که به اتاق مرد ۶۰ ساله رسیدم. این مرد در کمتر از ۲۴ ساعت پیش، تحت عمل بای‌پس قلبی، بر روی سه رگ کرونر، قرارگرفته بود. رزیدنت که در حال احیاء قلبی – تنفسی بود به من فرمانی صادر نمود و من خود را در حالی که بر روی سینهٔ بیمار فشار می‌آوردم، یافتم. صدایی که اکثر اوقات من بیاد می‌آورم، صدایی ترق تروق جناغ شکافتهٔ بیمار در نتیجهٔ جراحی، زیر نیروی فشارهای مکرر من می‌باشد. آن گاه من دریافتم اهمیتی ندارد که چه در کلاس یاد گرفته‌ام، هیچ کدامیک از آن‌ها مرا برای واقعیتی بر اساس وضعیت و ضعف‌های بدن انسان، آماده نکرده بودند.

آموزش کلاسی من دو سال پیش‌تر در دانشکدهٔ پزشکی هاروارد آغاز شده بود. سال اول به شیوه‌ای استاندار طی شد که شامل گذراندن اصول

www.takbook.com

تشریح طبیعی و فیزیولوژی بود و به ما آموختند که چگونه آناتومی و فیزیولوژی با یکدیگر تناسب یافته و عمل می‌نمایند. سال دوم به صورت کامل پیرامون فیزیوپاتولوژی بود که کجا و چگونه سیستم‌های بدن اختلال می‌یابند. با وجود ۱۰ تریلیون سلول در بدن ما، بی‌شک فرصت‌های بی‌شماری برای هر نوع اختلال ایجاد می‌شود. در هر صورت، این شاخه از علم حاوی مقادیر فراوانی از اطلاعات گیج کننده است. یک لحظه‌ای را به یاد می‌آورم که وقتی برای امتحانات بورد ملی در انتهای سال دوم خود را آماده می‌کردم، این احساس به من دست داد که ای کاش می‌توانستم با موفقیت تمام، مفاهیم، سیستم‌ها و ترمینولوی را در مغزم انباشته کنم. اما زمان به ویژه در بخش‌های بیمارستان، جایی که واقعیت با گوشت و خون مانند آن چه که آن سپیده دم در طبقهٔ پنجم در جریان بود، به تندی گذر می‌کرد. در این شرایط بود که به تندی دریافتم چقدر هنوز چیز مانده تا یاد بگیرم و حتی بیشتر آن که واقعاً چقدر هنوز ما نمی‌دانیم.

این اولین مشکل ما است. یادگیری زمان‌بر است و نیاز به تمرین دارد. مغزهای ما اطلاعات را با یک آهنگ محدودی فرآوری می‌کند ولی رشد پزشکی فزاینده است و راه گریزی نیز نداریم. مشکل دوم ما یک برگردان مشترک است که در دانشکدهٔ پزشکی به گوش می‌رسد. پنج سال پس از فارغ التحصیلی، نیمی از آن چه که یاد می‌گیرید احتمالاً اشتباه خواهد بود ولی هیچ کس نمی‌داند که کدامیک از دو نیمه اشتباه

www.takbook.com

است. بدون در نظر گرفتن آن که چه مقدار پیشرفت پزشکی طی قرون گذشته انجام شده است، سومین مسئله ما آن است که ما حقیقتاً با مراقبت‌های سلامت خود رضایتمند نیستیم. ما به صورت پیوسته جویای استانداردهای بالا و بالاتر هستیم اما با انسان به عنوان مجرای چنین مراقبت‌های سلامت، همیشه با محدودیت‌هایی که هر دکتر چه مقدار اطلاعات می‌تواند بداند، رو به رو خواهیم بود.

گزارش اخیر بنگاه RAND این نکات را به دقت ترسیم می‌کند و یافته‌ها حاکی از آن دارد که خطاهای پزشکی قابل پیشگیری، موجب از دست رفتن جان ده‌ها هزار نفر می‌شوند؛ این خطاها حداقل یک و نیم میلیون بار در هر سال روی می‌دهند و به طور میانگین، افراد بالغ تنها ۵۵ درصد از سطوح مراقبت‌های سلامت پیشنهادی را دریافت می‌دارند که معنای آن این است که ۴۵درصد اوقات، پزشکان راه اشتباه را برگزیده‌اند. با وجود این اعداد دلتنگ کننده، داشتن دکترهای غیردقیق بهتر از نداشتن آن‌ها می‌باشد. پنجاه و هفت کشور هم اکنون کارکنان کافی برای ارائه مراقبت‌های سلامت را ندارند که معنای آن وجود کمبود ۲/۴ میلیون دکتر و پرستار می‌باشد. در افریقا، تعداد کارکنان مراقبت‌های سلامت ۲/۳ به ازای هر ۱۰۰۰ نفر جمعیت است که در مقایسه با آمریکا که کارکنان بخش مراقبت‌های سلامت ۲۴/۸ به ازای ۱۰۰۰ نفر جمعیت است، بسیار تفاوت دارد. به زبان دیگر، افریقا ۱/۳ درصد از کارکنان بخش سلامت دنیا را دراختیار دارد که برای ۲۵ درصد از بار بیماری‌های جهان،

www.takbook.com

ارائه خدمت می‌کنند.

اما شرایط در جهان توسعه یافته نیز چندان مطبوع نیست. اخیراً انجمن کالج‌های پزشکی آمریکا، اخطار داده است که چنانچه نرخ آموزش و تربیت تغییر نکند، ایالات متحدهٔ آمریکا ۱۵۰ هزار پزشک در سال ۲۰۲۵ کمبود خواهد داشت. اگر آمریکا نتواند به مقدار کافی کارکنان بخش سلامت را برای برآوردن نیازهای پزشکی خود تربیت کند، آن گاه در کجا می‌توانیم افزایش ۱۰ برابری مورد نیاز در بخش کارکنان سلامت را برای ارائه خدمت جهت جمعیت رو به فزونی میلیاردی یافت نماییم؟

واتسون به دانشکدهٔ پزشکی می‌رود

"واتسون از IBM، بر انسان در نمایش تلویزیونی *مخاطره* پیروز می‌شود!" این تیتر مجلهٔ پی‌سی‌ورد (Pcworld) در ۱۶ فوریهٔ ۲۰۱۱ بود. تقریباً ۱۴ سال پس از این که "*آبی ژرف (Deep Blue)*" قهرمان شطرنج جهانی، گری کاسپارف را شکست داد، دودمان سلیکونی IBM، انسان را به مبارزه دیگری فراخواند. در این زمان، مبارزه در نمایش پرسش و آزمون با نام *"مخاطره"* انجام شد. جایزهٔ این شرط بندی ۱/۵ میلیون دلار بود که با شرکت دادن ابرکامپیوتر IBM به نام واتسون، برگزار گردید. نام واتسون از سرتوماس واتسون، رئیس اول شرکت IBM اقتباس گردیده بود. طّی سه روز، واتسون بر دو نفر از بهترین‌ها، برتری یافت.

این چیزی از یک شکست اجتناب ناپذیر بود. طی رقابت، واتسون به

www.takbook.com

۲۰۰ میلیون محتوی صفحات دسترسی داشت که شامل متن کامل ویکی‌پدیا می‌شد. منصفانه بگوییم، ماشین به اینترنت دسترسی نداشت و تنها می‌توانست از آن چه در مغز ۱۶ ترابایتی آن انباشته شده بود، بهره ببرد. این به معنای آن است که مغز واتسون به صورت عمده یک سیستم موازی متشکل از خوشه‌ای از ۹۰ سرور IBM Power 750 بود. محصول نهایی می‌توانست ۵۰۰ گیگابایت داده را در هر ثانیه مساوی با ۳/۶ میلیون کتاب در ساعت اداره نماید. این فقط سخت افزار است. مرزشکنی بزرگتر، نرم‌افزار DeepQA بود که به واتسون اجازه می‌داد که زبان طبیعی را درک کند، برای مثال انواع پرسش و پاسخ‌هایی که در نمایش تلویزیونی *"مخاطره"* یافت می‌شوند.

برای امکان‌پذیر شدن آن واتسون مجبور بود که نه تنها متن، زبان عامیانه، استعارات و ابهام گویی‌ها را درک کند بلکه می‌بایست شواهد را گردآوری، داده‌ها را تجربه و تحلیل و فرضیه‌ها را خلق نماید.

مسلماً، همهٔ چیزهای خوب در یک بستهٔ کوچک نمی‌آیند. در حقیقت، یک اتاق متوسط برای نگهداشت واتسون نیاز است. اما به زودی این وضعیت نیز تغییر خواهد یافت. چنانچه قانون مور و تفکر نمایی را در نظر بگیریم، چنین می‌توان برداشت کرد که چیزی که امروز یک اتاق را اشغال می‌کند، به زودی به بیش از یک جیب در آینده نیاز نخواهد داشت. افزون بر این، فراقدرت محاسباتی، به زودی فراگیر گردیده و بدون هزینه یا با هزینهٔ کم، میزبان بسیاری از ابرهای (clouds) در حال توسعه خواهد شد.

www.takbook.com

از این رو، ما با چنین رایانه‌ای چه کار می‌توانیم انجام دهیم؟ بسیار خوب، یک شرکت به نام ارتباطات ظریف (که استارت آپ کورزویل است) با IBM، دانشکدهٔ پزشکی دانشگاه مریلند و دانشگاه کلمبیا هم گروه شده است تا واتسون را به دانشکدهٔ پزشکی بفرستد.

دکتر هربرت چیز، پرفسور پزشکی بالینی در کلمبیا چنین بیان کرد: *"واتسون توانایی این را دارد که دکترها را کمک نماید تا از زمان لازم برای ارزیابی و تعیین تشخیص دقیق برای یک بیمار، کاسته شود."*

واتسون همچنین توانایی انتخاب گزینه‌های درمانی بر پایهٔ پزشکی فردگرایانه را برای هر بیمار دارد. توانایی که دکتر الیوت سیگل، پروفسور و نائب رئیس بخش رادیولوژی تشخیصی دانشگاه مریلند آن را اینگونه توصیف نمود: *"یک ابررایانه را تصور کنید که نه تنها داده‌های بیمار را تلفیق و انباشت می‌کند بلکه این داده‌های انباشت شده را در بخشی از ثانیه ترجمه و تفسیر می‌کند."* اطلاعات اضافه و نتایج پژوهشی نشریات پزشکی را تجزیه و تحلیل کرده و شیوه‌های تشخیصی و درمانی احتمالی را ارائه داده و احتمال هر پیامد را به دقت محاسبه می‌کند.

اما ارائه تشخیص‌های درست، بستگی به داده‌های درست دارد که گاهی اوقات از یک مصاحبه با بیمار حاصل نمی‌آیند. حتی بهترین و برجسته‌ترین پزشکان، به رادیولوژی، CT اسکن و بیوشیمی خون جهت تشخیص صحیح، نیاز دارند. اما تجهیزات بیمارستان با فناوری بالای امروزی عظیم، گران و گرسنهٔ قدرت بوده و برای مشتری آگاه به هزینه، مناسبت

www.takbook.com

ندارند و این تازه آن چیزی است که در کشورهای توسعه یافته با آن رو به رو هستیم و ببینیم که در جهان در حال توسعه، چگونه خواهد بود.

تشخیص طبی با هزینهٔ صفر

هنگامی که کاروس کامارا، وارد برنامهٔ دکتری خود در دانشگاه کالیفرنیا در لس آنجلس شد تا فیزیک با تراکم انرژی بالا را تحصیل کند، آخرین چیزی که تصور کرد آن بود که به زودی در یک اتاق تاریک کار تجربی بر روی نوار اسکاچ را آغاز خواهد کرد و این نوار به صورت مؤثر، هزینه‌های بخش خدمات سلامت را در سراسر جهان کاهش خواهد داد. آن چه که او در آغاز دانست آن بود که بعضی از مواد هنگامی که در هم مچالگی می‌یابند، نور خلق می‌کنند. این همان پدیده‌ای است که هنگامی که شما آب‌نبات سبز را در دهان خود خرد می‌کنید، یک درخشش ناچیز به وجود می‌آید که به آن پرتو افکنی اصطکاکی (Triboluminescence) می‌گویند. کامارا، کار تجربی با پرتو افکنی اصطکاکی را در شرایط خلاء متوسط انجام داد و کشف کرد که بعضی از مواد نیز پرتوهای X از خود رها می‌سازند. در نتیجه، این پرسش ایجاد شد که کدامیک از مواد؟ او بر روی گستره‌ای از مواد کارکرد. پس اینگونه اتفاق افتاد. او نوار اسکاچ را در تاریکی باز کرد.

او گفت: *"من شوک زده شدم، نه تنها یکی از تابناک‌ترین موادی بود که تاکنون آزمون کرده بودم بلکه پرتوهای X را خلق کرد."*

www.takbook.com

این خبر بزرگی بود که بر روی مجلهٔ طبیعت (Nature) نقش بست و فراگیر شد. پس از نمایش تلویزیونی این یافته، کامارا، با کمک دیل‌فاکس که یک کارآفرین زنجیره‌ای بود یک شرکت به نام تریبوژنیک (Tribogenics) را با هدف ساخت کوچک‌ترین و ارزان‌ترین ماشین اشعهٔ ایکس بنیان گذاشت. به جای وسیلهٔ یک چهارم میلیون دلاری در ابعاد ماشین ظرف‌شویی که بر فناوری قرن هیجدهمی تکیه دارد (در اصل تیوب‌های خلاء با اتصال به منبع قدرت)، جزء کلیدی مدل تریبوژنیک که کامارا آن را پیکسل اشعهٔ ایکس می‌نامد کمتر از یک دلار هزینه برداشته و اندازهٔ آن نیز نیمی از بند شست بوده و از پدیدهٔ پرتوافکنی اصطکاکی برای خلق پرتوهای ایکس استفاده می‌کند. گروه‌هایی از این پیکسل‌ها را می‌توان در هر اندازه و شکلی آرایش داد. یک آرایهٔ چهارده در هفده اینچی، می‌تواند از قفسهٔ سینه، تصویر برداری کند و چنانچه به سیمای یک منحنی کشیده شود نیز به شما یک CT اسکن می‌دهد. از آنجا که این پیکسل‌ها، انرژی بسیار کمی نیاز دارند (کمتر از یکصدم ماشین‌های پرتو ایکس سنتی)، یک پانل خورشیدی یا هندل دستی، می‌تواند برای آن تامین نیرو کند.

فاکس چنین بیان می‌کند: *"یک مجموعهٔ رادیولوژی کامل را درون یک کیف دستی تصور کنید."* او ادامه می‌دهد: *"چیزی که با باتری یا انرژی خورشیدی برای آن تامین نیرو شد. به راحتی قابل انتقال بوده و می‌تواند هر چیزی را از یک استخوان شکستهٔ دست یا انسداد شکمی*

www.takbook.com

تشخیص دهد. این وسیله، یک سطح جدید از مراقبت را در گسترهٔ پزشکی و برای جهان در حال توسعه به ارمغان خواهد آورد." فاکس امکانات دیگر را نیز در بخش ماموگرافی می‌بیند: *"امروزه، ماموگرافی نیاز به ماشین ثابت، بزرگ و گرانی دارد که تصاویر خام دو بعدی را ارائه می‌دهد. اما یک "سینه بند" که ساطع کننده‌های پیکسل پرتو ایکس بسیار کوچک در بخش فوقانی و حسگرهای پرتوی ایکس در بخش تحتانی دارد را تصور کنید. این وسیلهٔ بسیار جمع و جور، خود تأمین کنندهٔ نیرو و یک 3G یا توان اتصال به شبکهٔ Wi-Fi را دارد و می‌توان آن را دریک بستهٔ پستی فدکس برای بیمار ارسال نمود. بیمار، سینه بند را می‌پوشد، یک دکمه را فشار می‌دهد و پزشک به صورت آنلاین می‌آید و گفتگو را آغاز می‌کند: سلام. همه چیز برای انجام ماموگرام آماده است ؟ بگیرید.، پیکسل‌های پرتو ایکس، کار را شروع می‌کنند و آشکار سازها تصویر را یکپارچه نمود و آن را انتقال می‌دهند. پزشک دریک لحظه آن را می‌خواند. بیمار بسته را با پست ارسال می‌کند و کار او دیگر تمام شده است. با دقت و هزینهٔ ناچیز."*

آرایهٔ پیکسلی اشعهٔ ایکس، اولین گام به سوی آن چیزی است که کارآفرین جورج وایت سایدز، پروفسور شیمی هاروارد آن را *"تشخیص طلبی با هزینهٔ صفر"* نامیده است. درست همانگونه که از این نام بر می‌آید، وایت سایدز می‌خواهد هزینه تشخیص بیماری را تا آنجا که ممکن است کاهش دهد. برای نیل به آن، اخیراً توجه خود را به سوی بیماری‌هایی

www.takbook.com

معطوف کرده که میلیاردها انسان را هدف قرار داده‌اند. تنها راه برای توسعهٔ واکسن‌های مورد نیاز برای مبارزه با بیماری HIV، مالاریا و سل، یافت شیوه‌های تشخیص و پایش توده‌ای انبوه از بیماران به صورت دقیق و کم هزینه است. چیزی که ما نمی‌توانیم با فناوری امروزی انجام دهیم.

براین اساس، وایت سایدز، برگی را از مدل توسعهٔ BoP سی.ک. پراهالاد، بیرون کشید. به جای آغاز با ماشین یکصد هزار دلاری و تلاش برای کاهش هزینه‌ها با سفارش فراوان، او با ارزان‌ترین مواد در دسترس آغاز کرد (یک قطعه از کاغذ یک سانتی متری دریک طرف که می‌توانست مایع را جذب کند). با گذاشتن یک قطره خون یا یک قطره ادرار بر روی لبهٔ کاغذ وایت سایدز، مایع رسوخ کرده و در سراسر فیبرها مهاجرت می‌کند. یک پلیمر آب گریز که بر روی این کاغذ چاپ شده است آب را در کانال‌های تعیین شده به سوی یک مجموعه چاهک‌های آزمایش هدایت کرده و در این چاهک‌ها، نمونه با معرف‌های ویژه برهم کنش نشان داده و رنگ‌های گوناگونی را بر روی کاغذ ایجاد می‌کند. یک محفظه، ادرار را برای قند چک کرده و رنگ آن، در صورت وجود قند، قهوه‌ای می‌شود. محفظه‌ای دیگر در صورت وجود پروتئین رنگ آبی ایجاد می‌کند. از آنجا که کاغذ خیلی گران نیست، هدف وایت سایدز از تشخیص طبی با هزینهٔ صفر، دست نایافتنی نیست. او می‌گوید: *"هزینهٔ عمده، چاپگر مومی آن است"* سپس ادامه می‌دهد: *"هر کدام از این چاپگرها حدود هشتصد دلار است و چناچه ۲۴ ساعته کار کنند، هر کدام از آن‌ها*

www.takbook.com

می‌توانند ده میلیون آزمایش در سال انجام دهند، بنابراین، این واقعاً یک مسئلهٔ حل شده است.“

کار نویدبخش دیگر برای آرایهٔ آزمایشگاه بر روی یک تراشه، توسط دکتر آنیتا گوئل در شرکت خودش، به نام نانو بیوسیم توسعه یافت. با قراردادن قطره‌ای از بزاق (یا خون) بر روی سکوی نانو فناوری گوئل، می‌توان DNA و RNA هر بیماری‌زا (پاتوژن) را در سیستم مورد شناسایی قرارداد و با یافت نام آن، به یک ابررایانهٔ مرکزی مانند دکتر واتسون گزارش کرد. این تراشه‌ها، گامی جدی به سوی تشخیص طبی با هزینهٔ صفر بوده و جزء حیاتی در کمک به حل سه گانهٔ چالش‌های مراقبت سلامت عمده می‌باشند که شامل توقف پاندمی‌ها، کاهش خطر بیوتروریسم و درمان بیماری‌های گستره‌ای همچون ایدز می‌باشند. هم اکنون، mChip، فناوری خروجی از دانشگاه کلمبیا، فرآیند آزمایش HIV را دچار تحول کرده است. به جای ویزیت پزشک که زمان‌بر بوده، یک نمونهٔ خون و روزها و یا هفته‌ها با اضطراب منتظر ماندن، می‌توان با یک قطره خون و زمان پانزده دقیقه با هزینه زیر یک دلار و کاربرد تراشهٔ نوری میکروفلوئیدی کوچکتر از یک کارت اعتباری، این کار را انجام داد.

از آنجا که به زودی دکتر واتسون از طریق تلفن همراه در دسترس خواهد بود و چون که هرتلفن همراه مجهز به GPS است، واتسون می‌تواند تشخیص عفونت داده و با مشاهدهٔ رخداد بالای علائم آنفلوآنزا برای مثال در نایروبی، سازمان بهداشت جهانی را از رخداد احتمالی یک پاندمی با خبر

www.takbook.com

سازد. از این بهتر آن که چون که هزینهٔ افزایش تشخیص طبی واتسون به صورت ساده هزینهٔ توان محاسباتی است (که حقیقتاً هزینه مصرف برق است)، هزینه به چند پنی کاهش می‌یابد. برای کمک به شتاب این فرایند، در دهم مه ۲۰۱۱، ارائه دهندهٔ خدمات بی‌سیم به نام کوالکام (Qualcomm) با بنیاد جایزهٔ X متحد گردید و برنامه‌های خود را برای توسعهٔ کوالکام تری‌کور در جایزهٔ X (Qualcomm Tricorder X PRIZE) که نام آن برگرفته از فناوری اسکن پزشکی سفینهٔ اینترپرایز در فیلم تخیلی پیشتازان فضا بود را اعلام کردند.

در این رقابت، ۱۰ میلیون دلار به اولین تیمی که بتواند دستگاه همراه با هزینهٔ کم و مشتری پسندی که بتواند بیماری هر نفر را بهتر از گروهی از متخصصین پزشکی تشخیص دهد، داده خواهد شد.

اما به یاد داشته باشیم که یافت مشکل بیمار تنها یک نیمه از نبرد است. ما هنوز به توان درمانی، نیاز داریم. تاکنون به بسیاری از بیماری‌های قابل پیشگیری که می‌توان با آب سالم، انرژی پاک، تغذیهٔ اصولی و مراقبت‌های خانگی آن را بزداییم، پرداخته‌ایم اما گروهی دیگر از بیماری‌ها وجود دارند که به آسانی قابل درمان می‌باشند. بسیاری از این بیماری‌ها با داروهای ساده قابل درمان هستند ولی پاره‌ای دیگر نیز به اقدامات جراحی نیاز دارند. به همین طریق که فناوری تشخیص طبی را متحول کرده است، آیا امکان مشابه در جراحی نیز وجود دارد؟

www.takbook.com

فراخواندن دکتر داوینچی به اتاق عمل

بر اساس اطلاعات سازمان جهانی بهداشت، آب مروارید وابسته به سن، بزرگ‌ترین علت کوری در جهان بوده و این میزان به هیجده میلیون مورد می‌رسد که عمدتاً در آفریقا، آسیا و چین دیده می‌شود. آب مروارید، ابری شدن عدسی شفاف طبیعی چشم است. گرچه آن را می‌توان به سادگی برداشت و این شکل از کوری کاملاً درمان می‌یابد، خدمات جراحی برای جمعیت مبتلا در بسیاری از کشورهای در حال توسعه ناکافی، غیرقابل دسترس و پرهزینه می‌باشد.

بهترین شانس، برخورد با سازمان‌های انسانی غیرانتفاعی به نام ORBIS بین المللی است که جراحی آب مروارید را در کشورهای در حال توسعه آموزش داده و به عمل جراحی در بیمارستان‌های چشم پروازی (هواپیمایی)، اقدام می‌نمایند.

هواپیمای ORBIS که هواپیمای DC-10 نوسازی شده است، با پزشکان، پرستاران و تکنسین‌های خود به یک منطقه می‌رود. این تیم تعداد محدودی درمان را انجام داده و پزشکان محلی را آموزش می‌دهد. اما تعداد کمی پزشک به این طریق آموزش می‌بینند. کاترین مور، پزشک و متخصص روبوتیک، آینده‌ای را بدون این محدودیت‌ها رؤیت می‌کند. او می‌گوید: *"تصور کنید روبوت‌های متخصص بتوانند این گونه عمل جراحی تکرارپذیر و ساده را با دقت کامل بدون هزینه یا با هزینهٔ ناچیز انجام دهند."*

نخستین نسخه‌های این گونه روبوت جراحی به نام سیستم جراحی

www.takbook.com

داوینچی، توسط کمپانی مور تحت عنوان *"جراحی بصیر"* ساخته شد. در حقیقت، داوینچی از تمایل DARPA بیرون آمد که اساس آن بیرون فرستادن جراحان از خطوط مقدم جبههٔ نبرد و درمان زخمی‌ها طی "ساعت طلایی"، پس از آسیب است. بهترین شیوه برای انجام این عمل، یک روبوت است که از سربازان آسیب دیده پرستاری کرده و یک پزشک دورایستا می‌باشد که از راه دور صحنه را می‌چرخاند.

در سالیان اخیر، این فناوری، به سرعت تکامل یافته است و از جبههٔ نبرد به مجموعهٔ جراحی‌ها انتقال یافته است که نخستین آن برای جراحان قلب است که آن‌ها در جستجوی راهی برای جراحی بدون باز کردن جناغ سینه می‌باشند. سپس این شیوه توسط جراح‌هایی که جراحی سریع و تکرار پذیر پروستات و بای پس معده را انجام می‌دادند، مورد استفاده قرار گرفت. نمونه‌های کنونی مانند روبوت جراحی ماکو MAKO به اندازهٔ کافی مهارت یافته‌اند تا ارتوپدها را در اعمالی ظریف مانند تعویض زانو کمک نمایند.

فناوری کنونی، به صورت کامل، جای جراحان را نمی‌گیرد. برعکس این فناوری توانمندی‌های آن‌ها را افزایش داده و امکان انجام اعمال جراحی را از راه دور برای آنان امکان پذیر می‌نماید.

مور چنین توضیح می‌دهد: *"همانگونه که یک تصویر مکان آسیب دیده، به صورت کاملاً دیجیتالی، ترمیم می‌شود، شما نیز یک لایهٔ دیجیتالی را میان بافت و چشمان جراح قرار می‌دهید که سپس می‌توان*

www.takbook.com

آن را با اطلاعات پوششی یا بزرگ نمایی تقویت کرد. همچنین با دیجیتالی کردن حرکات دست و قرار دادن یک لایهٔ دیجیتالی میان جراح و ابزارهای روبوتیک، می‌توان حرکات نامنظم اتفاقی را زدود و آن‌ها را دقیق کرد. حتی پرسش‌های جراحی را از راه‌های بسیار دور به انجام رساند و با این شیوه، یک متخصص در لس آنجلس می‌تواند جراحی را در زمان فراغت خود بدون طی مسیر بیست ساعته با هواپیما، در الجزایر به انجام برساند."

طی پنج تا ده سال آینده، مور، تکثیر روبوت‌هایی با اهداف ویژه در فراتر از برداشت آب مروارید را پیش‌بینی می‌کند. یکی ممکن است جراحی آب سیاه چشم را انجام دهد و دیگری بای پس معده و سومی ترمیم دندان‌ها را.

مور فکر می‌کند افق پانزده تا بیست ساله حتی شگفت انگیزتر است. *"در آینده، ما می‌توانیم سرطان‌ها را با پایش خون، ادرار و تنفس شناسایی کنیم و یا آن‌ها را به صورت ربوتیک برداشت کنیم. روبوت‌ها درآینده ضایعات سرطانی بسیار کوچک را یافت کرده و با فرو بردن یک سوزن آن‌ها را محو می‌کنند. همانند آن چه شما امروز یک خال سرطانی را پاک می‌کنید."*

پرستار روبوتی

سرطان یکی از مسائلی است که جمعیت سالمند ما با آن رو به رو

www.takbook.com

می‌شود. در حقیقت، بر اساس هزینه‌های مراقبت‌های سلامت و کیفیت زندگی، مراقبت از سالمند یک هزینه چند تریلیون دلاری را می‌طلبد که بهتر است ما با آن خو کنیم. سن افرادِ دوران ازدیاد زاد و ولد (baby boomers)، در سال ۲۰۱۱، شصت و پنج سال است. هنگامی که این روند در سال ۲۰۳۰ اوج می‌یابد، در ایالات متحده به تنهایی، تعداد مردمان بالای شصت و پنج ساله به اوج ۷۱/۵ میلیون می‌رسد. در کشورهای توسعه یافته، جمعیت صد سالگان هر دهه دو برابر می‌شود و جمعیت کلی ۴۵۵ هزار نفری را به ۴/۱ میلیون نفر در سال ۲۰۵۰، میل خواهد داد. میانگین نرخ رشد سالانهٔ افراد بالاتر از هشتاد سال دوبرابر بالاتر از نرخ رشد افراد بالای شصت سال خواهد بود. در سال ۲۰۵۰، ۳۱۱ میلیون فرد بالای هشتاد سال در جهان خواهیم داشت؛ چون که سالمندان توانایی مراقبت از خود را از دست می‌دهند. بسیاری بر اساس مرکز ملی آمار زیستی، به خانه‌های سالمندان فرستاده خواهند شد که هزینهٔ سالانه آن به ازای هر فرد بین ۴۰ هزار تا ۸۵ هزار دلار است. نکته: با وجود صدها میلیون نفر از مردم که به زودی این راه را طی خواهند کرد، ما چگونه از پس آن بر می‌آییم؟

برای دکتر دان باری، پاسخ ساده است: روبوت‌ها کار را انجام می‌دهند، باری پس زمینهٔ گلچین شده‌ای را از این مسئله ارائه می‌دهد که شامل یک پزشک، یک پی‌اچ‌دی، سه پرواز شاتل فضایی، یک شرکت روبوتیک و یک نقش برجسته به صورت یک مسابقه دهنده در نمایش

www.takbook.com

تلویزیونی "بازمانده" است. باری همچنین صاحب کرسی هوش مصنوعی در زمینهٔ روبوتیک در دانشگاه تکینگی (Singularity University) است که او در آنجا مقدار قابل ملاحظه‌ای از زمان خود را بر روی این که چگونه روبوت‌ها را می‌توان برای آینده مراقبت‌های سلامت به کاربرد، فکر می‌کند.

او می‌گوید: *"بزرگترین مشارکتی که روبوت‌ها در مراقبت‌های سلامت خواهند داشت، مراقبت از جمعیت سالمند است: آدم‌هایی که همسر خود را از دست داده‌اند و یا نمی‌توانند از خود مراقبت کنند. این روبوت‌ها زمان را برای آنان که بتوانند به صورت مستقل زندگی کنند، گسترده‌تر می‌کنند. این روبوت‌ها این کار را با فراهم آوردن حمایت‌های خلقی، بر هم کنش‌های اجتماعی و کمک به آن، با انجام وظایف عملکردی اساسی مانند پاسخ دادن به نواختن زنگ خانه، کمک به آن‌ها در زمانی که دچار افتادگی می‌شوند و یا با یاری رساندن به آن‌ها در حمام، انجام می‌دهند. آن‌ها مایلند که به همان داستان، در حد بیست و پنج بار، گوش فراداده و در هر زمانی به صورت مناسب، پاسخ دهند. این روبوت‌ها، برای اختلالات جنسی و یا نیازهای جنسی نیز نقش بزرگی را بازی خواهند کرد."*

چه وقت این روبوت‌ها در دسترس قرار خواهند گرفت و قیمت آن‌ها چقدر است ؟

"طی پنج سال" بادی ادامه می‌دهد: *"روبوت‌هایی به بازار خواهند آمد که می‌توانند شما را به صورت منحصر به فرد بشناسند، به حرکات و*

www.takbook.com

تغییر حالات صورت شما با پاسخ‌های احساسی واکنش نشان داده و کارهای خانگی مانند تمیز کردن خانه را در زمانی که خواب هستید انجام دهند. در جلوتر، یعنی پانزده تا بیست سال بعد، همراهان روبوتیک، روانه بازار خواهند شد که توانایی مکالمهٔ ظریف، دقیق و واقعی را داشته و می‌توانند دوست واقعی همچون پرستار و حتی روان شناس شما شوند."

هزینهٔ پیش‌بینی شدهٔ آن‌ها بستگی به توانمندی‌های آن‌ها دارد. بادی می‌گوید: *" انتظار من آن است که روبوت‌های اولیه، در ردیف هزار دلار قیمت داشته باشند."*

او چنین ادامه می‌دهد که هزینهٔ گستره یاب لیزری سه بعدی، از پنج هزار دلار به حدود ۱۵۰ دلار سقوط کرده است که علت آن فناوری جدید و تولید انبوه کینکت ایکس باکس مایکروسافت است.

او می‌گوید: *"یک گستره‌یاب لیزری پنج هزار دلاری، شیوه‌ای استاندارد برای یک روبوت بود تا در محیط در هم ریخته شده ناوبری کند."* سرسام آور است که چقدر قدرتمند و ارزان شده‌اند. ایجاد یک تسونامی از کد و کاربردهای جدید و انفجار در تعداد افرادی که روبوت‌های DIY را توسعه می‌دهند، نتیجهٔ آن بود. به تندی که قیمت به اندازهٔ کافی سقوط کرد یک ارتش از دانشجویان شروع به بازی کردند و تجربه آموختند و کاربردهای جدید شگفت آور را با خود ارمغان آوردند." درست مانند گستره یاب‌های لیزری، تمام اجراء دیگر پرستار - روبوت‌ها، در منحنی کاهش عملکرد قیمتی همسان جای دارند. به زودی، حسگرهای مورد

www.takbook.com

لزوم و توان محاسبه گری در آینده، تقریباً مجانی خواهند شد. تنها چیزی که برای خریدن می‌ماند، بدنهٔ مکانیکی است و به همین دلیل است که بادی بر این باور است که قیمت هزار دلاری مناسب است. بدین سان این می‌تواند انتخاب شما باشد: چنانچه فرض کنیم که اکثریت هشتاد سالگان درآینده به شکلی نیاز به مراقبت‌های زندگی دارند، یا ما می‌توانیم هزینهٔ تریلیون دلاری مراقبت‌های پرستاری را پرداخت کنیم یا می‌توانیم همانگونه که بادی پیشنهاد می‌کند، بگذاریم که روبوت‌ها کار را انجام دهند.

سلول بنیادی توانا

در اوایل دههٔ ۱۹۹۰، روبرت هاریری، جراح ترومای عصبی از رشتهٔ کاری خود، به ویژه از محدودیت‌های کار جراحی، دل‌زده شده بود. او می‌گوید: *"ما ترمیم‌های محدودی را می‌توانیم انجام دهیم و بیماران بعد از حادثه را زنده نگه داریم ولی جراحی نمی‌تواند آن‌ها را به شرایط طبیعی باز گرداند."* بدین سان، هاریری راه‌هایی را برای بازگردانی فرایندهای طبیعی که اجازه می‌دهند مغز دوباره رشد کرده وخود را سامان دهی کند، جستجو نمود.

در اواخر دههٔ ۱۹۹۰، او پی برد که شاید بتواند سلول‌های بنیادی را به بیماران برای بهبودی و درمان احتمالی بیماری‌ها به همان شیوه‌ای که هم اکنون دارو تزریق می‌شود، انتقال داد. هاریری بر این باور بود که برای

www.takbook.com

به زیر فرمان آوردن پتانسیل حقیقی پزشکی سلولی او بایستی یک ذخیرهٔ ثابت از سلول‌های بنیادی را برای اعمال آینده داشته باشد. از این رو، اولین شرکت خود را برای بانک سلول‌های بنیادی با منشاء جفت و خون بند ناف نوزادان ایجاد کرد.

چهار سال بعد، بانک زیستی آنتروژنسیس با غول دارویی ۳ میلیارد دلاری، یعنی شرکت سل ژن، ادغام گردیده و پتانسیل این فناوری برای باز خلق پزشکی پدیدار گردید. اما این تنها چیزی نبود که سل ژن در این عمل خواستار بود. دکتر دانیل کرافت، متخصص پیوند مغز استخوان (یک شیوهٔ درمانی با سلول‌های بنیادی) و صاحب کرسی طب در SU، چنین بیان می‌کند: *"ما همگی از یک تخم لقاح یافته که به یک ارگانیسم پیچیده با ده تریلیون سلول رشد و نمو می‌یابد، آغاز می‌شویم. این ارگانیسم از بیش از دویست تیپ بافت گوناگون ساخته شده است که هر یک عملکرد ویژهٔ خود را دارند"* او ادامه می‌دهد: *"این سلول‌های بنیادی، فرایند باور نکردنی تمایز، رشد و ترمیم را به بیش می‌رانند. این سلول‌ها، توانمندی ایجاد انقلاب در بسیاری از منظرهای مراقبت‌های سلامت را به گونه‌ای که تقریباً هیچ چیز دیگر نمی‌تواند مشابه آن را انجام دهد، دارا هستند."*

دکتر هاریری موافق است که:

"پتانسیل این فناوری بیکران است. طی پنج تا ده سال آینده، ما خواهیم توانست از سلول‌های بنیادی برای درست کردن بیماری‌های خود

www.takbook.com

ایمن مزمن مانند روماتیسم مفصلی، ام اس، کولیت اولسران، بیماری کرون و اسکرودرما استفاده کنیم. همچنین من فکر می‌کنم بیماری‌های دژنرایتو عصبی، جبههٔ بزرگ آینده خواهند بود؛ این زمانی خواهد بود که ما اثرات بیماری پارکینسون، آلزایمر و حتی سکتهٔ مغزی را معکوس می‌کنیم و این نیز انجام پذیر است. فناوری ساخت سلول طی دههٔ گذشته پیشرفت‌های بیکرانی را دیده است. برای این که به شما ایده‌ای بدهم، ما از فکر این که سلول درمانی هزینهٔ ۱۰۰ هزار دلاری داشته باشد به این باور دست می‌یابیم که ما می‌توانیم آن را با حدود ۱۰ هزار دلار انجام دهیم. طی دههٔ آینده، من فکر می‌کنم ما می‌توانیم از هزینه‌ها به صورت چشمگیری بکاهیم. بدین سان، ما در حال صحبت پیرامون پتانسیل درمان بیماری‌های مزمن و باز زنده سازی ارگان‌های کلیدی با قیمت کمتر از یک لپ‌تاپ جدید هستیم."

چنانچه کبد یا کلیه شما کار خود را قبل از این که شانس باززنده‌سازی آن‌ها را داشته باشید از دست بدهد نترسید، زیرا راه حل دیگری نیز وجود دارد. یکی از ثبت اختراعات هاریری *"بازنوسازی و باز جمعیت گذاری ارگان‌های جسدی و ماتریکس‌های بافتی با سلول‌های بنیادی"* بنیانی جهت رشد اعضاء نو و قابل پیوند در آزمایشگاه است که به عنوان رهیافتی می‌باشد که آنتونی آتالا به عنوان پیشگام در مهندسی بافت از مرکز طبی دانشگاه ویک فورست آن را با موفقیت نشان داده است. او می‌گوید: *" نیاز عظیمی برای اعضاء در سراسر جهان وجود دارد. در دههٔ*

www.takbook.com

گذشته، تعداد بیمارانی که منتظر پیوند اعضاء بودند دو برابر شده است، در حالی که تعداد پیوندهای حقیقی ثابت مانده است. این درحالی است که ما توانسته‌ایم، گوش، انگشتان، پیشابراه، دریچه‌های قلبی و مثانهٔ کامل را در آزمایشگاه رشد دهیم."

چالش عمدهٔ بعدی آتالا، رشد یکی از اعضاء پیچیدهٔ بدن انسان یعنی کلیه است. حدود ۸۰ درصد از بیماران در فهرست پیوند برای کلیه منتظر هستند. در سال ۲۰۰۸، در ایالات متحدهٔ آمریکا بیش از ۱۶ هزار پیوند کلیه انجام شد. برای انجام این کار بزرگ، او و گروهش از کاربرد اعضاء جسد و ماتریکس‌های بافتی، فراتر رفته‌اند و او چنین توضیح می‌دهد: "ماکار را با چاپگر جوهر افشان معمولی شروع کردیم و آن را چنان ساماندهی کردیم تا لایه‌های سلول را در یک زمان چاپ کند. ما توانسته ایم یک کلیه کوچک را طی چند ساعت چاپ کنیم. اما چاپ یک عضو کامل ممکن است به یک دهه کار نیاز داشته باشد. آتالا به صورت محتاطانه، خوش بین است هر چندکه ترشحات کلیهٔ چاپ شده او هم اکنون ماده‌ای شبیه ادرار ترشح می‌کند."

دکتر کرافت می‌گوید: "آیا این بازآفرینش عضو یا ترمیم بافت‌ها است که با پدیدهٔ پیری، تروما یا بیماری اثر می‌پذیرند؟ این گسترهٔ در حال پیشرفت پرشتاب، هر عرصهٔ بالینی را تحت تأثیر خود قرار خواهد داد. اختراع اخیر سلول‌های بنیادی Pluripotent القاء شده که می‌توان آن‌ها را با باز برنامه نویسی از سلول‌های پوستی خود بیمار تولید کرد، به ما،

www.takbook.com

یک فناوری نیرومند بی‌بدیل ارائه می‌دهد.

با همگرایی سلول‌های بنیادی، مهندسی بافت و چاپ سه بعدی، ما به زودی یک زرادخانهٔ غیرقابل باور برای دست‌یابی به فراوانی در ارائه مراقبت‌های سلامت خواهیم داشت.

پیش‌بینی، فردگرایانه، پیشگیری و مشارکتی

درحالی که بسیاری بر این باورند که سلول‌های بنیادی به زودی به ما توانایی ترمیم و جایگزینی اعضاء از کار افتاده را می‌دهند اما چنانچه پزشکی P4 نتواند کار خود را انجام دهد، وضعیت ناامید کننده خواهد بود. P4 اشاره به چهار حرف پیش‌بینی (Preventative)، فردگرایانه (personalized)، پیشگیرانه (predictive) و مشارکتی (Participatory) دارد و ارائه مراقبت‌های سلامت را هدف قرار داده است. ترکیب توالی‌سازی ژنومی پزشکی ارزان و فوق سریع با توان محاسبه‌گری عظیم می‌تواند دو P اول را به عرصهٔ ظهور آورد (پزشکی پیش‌بینی کننده و فردگرایانه).

طی دههٔ گذشته، هزینه‌های توالی سازی ۱۰۰ میلیون دلاری ژنوم از کریگ ونتر در سال ۲۰۰۱ شروع به کاهش کرده است و پیش‌بینی می‌شود به نسخهٔ یک هزار دلاری با همان دقت برسد. شرکت‌هایی همچون ایلومینا (illumina) فناوری‌های زیستی و هالسیون مولکولی، برای بازار توالی سازی یک تریلیون دلاری رقابت می‌کنند. به زودی توالی

www.takbook.com

ژنوم هر نوزادی تعیین خواهد شد. پروفایل ژنتیکی یک بخش از استاندارد مراقبت از سلامت خواهد شد. DNA توموری قربانیان سرطان مورد تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت و این نتایج به انباشتی از داده‌های سلامت بیمار پیوند می‌یابد. چنانچه به صورت مناسب انجام شود، هر سه اقدام به بی‌شمار پیش‌بینی مفید انجامیده که پزشکی را از حالت انفعالی به حالت پزشکی پیش‌بینی کننده و فردگرایانه بدر خواهند آورد.

به صورت کوتاه، هر کدام از ما خواهیم دانست که چه بیماری‌هایی در ژن‌های ما انبار شده‌اند و چه باید انجام دهیم تا از شروع آن‌ها پیشگیری کنیم و چنانچه بیمار شدیم چه داروهایی برای ساختار وراثتی منحصر به فرد ما کارآمدترین است. اما توالی سازی DNA به صورت سریع، تنها آغاز رنسانس زیست فناوری امروز است.

همچنین ما اساس مولکولی بیماری‌ها را آشکار کرده و کنترل بیان ژن‌های بدن مان را به دست می‌آوریم که این اقدامات می‌توانند دوران پزشکی فردگرایانه و پیش‌بینی کننده را نوید دهند. یک مثال می‌تواند پتانسیل درمان آن چیزی که سازمان جهانی بهداشت از آن به عنوان اپیدمی جهانی یاد می‌کند، یعنی چاقی باشد. متهم ژنتیکی در اینجا، ژن گیرندهٔ انسولین در چربی است که بدن ما را وادار می‌سازد که هر کالری را که مصرف می‌کنیم در خود نگه دارد. این یک ژن مفید در دوران پیش از غذاهای کامل و مک‌دونالد بود یعنی زمانی که انسان‌های اولیه پیرامون کشت بعدی و یا غذای بعدی فرد مطمئن نبودند. اما در دوران کنونی که

www.takbook.com

غذاهای آماده فراوان است، این فرمان ژنی، مرگ را ندا می‌دهد.

یک فناوری نوین به نام تداخل RNA (RNAi) می‌تواند ژن‌های ویژه‌ای را با منع RNA پیام آور آن‌ها خاموش سازد. هنگامی که پژوهشگران هاروارد از RNAi جهت خاموش کردن گیرندهٔ انسولین در چربی در موش استفاده کردند، حیوانات آزمایشگاهی مقدار زیادی کالری را مصرف کردند ولی لاغر و سالم ماندند. افزودن بر این، آن‌ها ۲۰ درصد بیشتر زندگی کردند که سودمندی مشابه با محدودیت کالری به دست آورند بدون آن که به صورت دردناک از خوردن غذا محروم شوند.

پزشکی مشارکتی، چهارمین گروه از مراقبت از سلامت ما درآینده است. مجهز با فناوری، هر کدامیک از ما CEO سلامت خود می‌شویم. تلفن همراه به مرکز کنترل مأموریتی ما تبدیل می‌شود و ما را به گونه‌ای توانمند می‌سازد که تصمیمات مهم پیرامون سلامت خود را روز به روز و لحظه به لحظه اتخاذ نماییم. شرکت‌های ژنومیک شخصی مانند: 23andMe و ناوی ژنیکس این اجازه را به کاربران خود می‌دهند تا از ساختار ژنتیکی خود و سلامت وابسته، درک ژرف‌تری به دست آورند. اثر محیط و گزینش‌های روزانهٔ ما یعنی جایی که نسل جدیدی از فناوری حسی وارد بازی می‌شوند نیز به همان نسبت مهم هستند.

همانگونه که توماس گوئتز، دبیر اجرایی نشریهٔ وایرد (Wired) و نویسندهٔ "درخت تصمیم: به دست آوردن کنترل سلامت خود در دوران جدید پزشکی فردگرایانه"، توضیح می‌دهد. "حسگرها از دید هزینه، اندازه

www.takbook.com

و مصرف انرژی کاهش را از خود نشان می‌دهند. یک حسگر هدایتی ICBM در دهۀ ۱۹۶۰، یکصد هزار دلار هزینه داشته و وزن آن نیز چندین کیلوگرم بود. اکنون همان توانایی بر روی یک تراشه وجود دارد و قیمت آن کمتر از یک دلار است.“ با در نظر گرفتن مزیت های، این مرزشکنی‌ها، اعضاء جنبش‌هایی همچون خود کمی شده (Quantified self)، خود-دانایی (Self-knowledge)، را از طریق خود پیگیری (Self-tracking)، افزایش می‌دهند. امروزه، آن‌ها هر چیز را تحت پیگیری قرار داده‌اند، از سیکل‌های خواب و مقدار کالری سوخته شده تا سیگنال‌های الکتروکاردیوگرام بلادرنگ. به زودی، چنانچه این راه ادامه یابد، ما توانایی اندازه گیری، ثبت و ارزیابی هر منظر از زندگی را از شیمی خون تا رژیم ورزشی، آن چه می‌خوریم، می‌آشامیم و تنفس می‌کنیم را خواهیم داشت. دیگر هرگز جهل و نادانی دلیل موجهی برای مراقبت نکردن از خود نخواهد بود.

زمان فراوانی در مراقبت‌های سلامت

همانگونه که آشکار است، گسترۀ سلامت در حال وارد شدن به دوران انفجاری تحول است. با این وجود، عمدۀ پیش‌ران‌ها در اینجا فقط فناورانه نیستند. هر فناوری نوینی، به صورت گریز ناپذیری راه خود را به سوی خدمات سلامت پیدا می‌کند که این کنش به دلیل وجود جمعیت پیرتر، توانگرتر و برانگیخته‌تر می‌باشد.

به همین منوال که ثروتمندان وال استریت با تلفن‌های همراه در

www.takbook.com

اندازهٔ یک کیف دستی خود در دههٔ ۱۹۷۰ توسعهٔ صدها میلیون از گوشی‌های نوکیا را رقم زدند که هم اکنون در سراسر افریقای زیر صحرا گستره شده‌اند، به همین گونه، میلیاردها دلار که بر پژوهش‌های مراقبت از سلامت هزینه شده‌اند و ابتکارات کارآفرینانه‌ای که در این نوشتار به توصیف آن‌ها پرداختیم، به زودی جمعیت نه میلیاردی ما را سودمند خواهند کرد. با در نظر گرفتن ماهیت سخت و تا حدی محدود یافته از فرایندهای مقرراتی ارائه خدمات مراقبت‌های سلامت جهان اول، دلایلی زیادی وجود دارد که به این باور دست یابیم که تعدادی از این فناوری‌های مرزشکن راه خود را به مناطق کمتر بوروکراتیک از جهان توسعه یافته (در پیش از این که به صورت قانونی در ایالات متحدهٔ آمریکا اجازه یابند) باز خواهند کرد.

هرچند که جهان در حال توسعه، به صورت مسلم از این درمان‌های برپایه فناوری‌های برتر سود خواهد برد، اما واقعیت امر آن است که نیازهای اکثریت، هنوز نیز اساسی می‌باشد مانند پشه بندها در هنگام خواب و داروهای ضد مالاریا، آنتی بیوتیک‌ها برای مبارزه با برونشیت و اسهال، آموزش پیرامون واقعیت‌های HIV و لزوم پیشگیری از بارداری.

در موارد بسیاری، دارو و درمان وجود دارد ولی زیرساخت‌های لازم یافت نمی‌شود. با این وجود، هم اکنون مجموعه‌ای از برنامه‌های آموزشی قابل انتقال از طریق تلفن همراه وجود دارند که می‌توانند کمک کننده باشند. برای مثال در پروندهٔ ماسیلولک در آفریقای جنوبی، از پیام‌های

www.takbook.com

متنی (پیامک) برای انتشار بولتن آگاهی دهندهٔ HIV استفاده می‌کنند. پیامی برای نوزاد جانسون و جانسون (Johnson & Johnson Text4Baby)، به بیش از بیست میلیون زن باردار و والدین جدید در چین، هند، مکزیک، بنگلادش، آفریقای جنوبی و نیجریه، ارائهٔ خدمت می‌کند. همچنین این همان جایی است که انسان دوستان فناوری همچون بیل گیتس و نبرد او بر ضد مالاریا، می‌تواند تفاوت سترگی را بیافرینند.

با این وجود، درنهایت، در نظر گرفتن نیازهای پزشکی تمام جهان به معنای توانمندسازی میلیاردها جمعیت رو به افزایش است که نیاز به منابع اساسی مانند آب، غذا، انرژی و آموزش دارند. و در همین زمان، مرزشکنی‌های که در این نوشتار به آن پرداختیم را به پیش می‌رانند. چنانچه بتوانیم آن را انجام دهیم، می‌توانیم دورانی سرشار از مراقبت‌های سلامت را خلق کنیم.

www.takbook.com

www.takbook.com

فصل سوم

دوران نوین سلامت و بیماری به عنوان فناوری اطلاعات، گسترده‌تر از ژن‌های منفرد

آیا زمان تفکر مجدد پیرامون نوید ژنومیک فرارسیده است؟

ری کورزویل (Ray Kurzweil)

www.takbook.com

www.takbook.com

اخیراً نا امیدی‌هایی پیرامون پیشرفت در گسترهٔ ژنومیک بیان شده است. بر اساس دیدگاه من، این ناامیدی‌ها برخاسته از دیدگاه تنگ دربارهٔ دانش ژن‌ها و فرآوری اطلاعات بیولوژیک به صورت عمومی است. این موضوع مرا به یاد زمانی می‌اندازد که گسترهٔ "*هوش مصنوعی*" معادل متدلوژی "*سیستم‌های خبره*" در نظر گرفته می‌شد. چنانچه کسی از هوش مصنوعی می‌پرسید او را حقیقتاً به سیستم‌های خبره ارجاع می‌دادند. دربارهٔ محدودیت‌های این تکنیک و نیز پیرامون چیزهایی که نتوانسته است به انجام برساند و یا هرگز نمی‌تواند به انجام برساند، تعداد زیادی مقاله موجود بود.

در آن زمان، من نظر خود را این گونه بیان کردم که گرچه سیستم‌های خبره، رهیافت مفیدی برای پاره‌ای محدود از مسائل است ولی این واقعاً محدودیت زا نبوده و گسترهٔ هوش مصنوعی بسیار گسترده‌تر است. مغز انسان به صورت اولیه با شناخت الگوها کار می‌کند (برای مثال، ما حدود یک میلیارد شناخت‌گر الگو در نئوکرتکس مغز خود داریم) و در آن زمان، خیلی شیوه‌های در حال پدید در گسترهٔ شناخت الگو وجود داشت که مسائل جهان حقیقی را حل می‌کردند و به صورت مناسب، به عنوان بخشی از گسترهٔ هوش مصنوعی آن‌ها را می‌توان قلمداد

www.takbook.com

کرد. امروزه، کسی چندان پیرامون سیستم‌های خبره گفتگو نمی‌کند و رونق چند صد میلیارد دلاری در صنعت هوش مصنوعی وجود دارد. یک اجماع در گسترهٔ هوش مصنوعی آن است که هوش غیربیولوژیک به رشد خود به صورت دل‌فریبانه، انعطاف‌پذیر و سرشار از تنوع ادامه خواهد داد.

همین موضوع نیز در اینجا در حال روی دادن است. مسئله با خودِ واژهٔ "*ژنومیکس*" آغاز می‌شود. واژه این گونه می‌نماید که تمام چیزهایی را که می‌توان با ژن انجام داد در آن نهفته است. امّا همان گونه که از صحنهٔ کارزار برآمده است، ژنومیکس تقریباً منحصراً با ژن‌های واحد و توانایی آن‌ها در پیش‌بینی صفات و یا شرایط سروکار دارد که همیشه خود یک مفهوم تنگ بوده است. ایدهٔ توالی‌یابی ژن‌های یک فرد حتی تنگ‌تر بوده و به صورت عملی شامل پلی مورفیسم تک نوکلئوئیدی (SNPs) واحد بود که در حقیقت تنوع‌های یک نوکلئوئید واحد (C،T،A یا G) در یک ژن است که اصولاً به مفهوم "*دو بیت تغییر*" است.

من تا کنون هیچ گاه این قدر با این رهیافت تحت تأثیر قرار نگرفته و آن را به عنوان اولین گام بر پایهٔ محدودیت‌های فناوری اولیه ندیده بودم. تعدادی SNPs مفید مانند Apo E4 موجود می‌باشد ولی حتی در اینجا نیز فقط به شما اطلاعات آماری در خصوص این که چقدر در وجود شما احتمال شرایطی هم چون بیماری آلزایمر و دژنراسیون ماکولا بر اساس آنالیزهای جمعیتی وجود دارد، داده می‌شود.

مسلماً این چیزی جبری نبوده و هیچ گاه نیز چنین چیزی پیرامون

www.takbook.com

آن فکر نشده است. همان گونه که دکتر ونتر در مصاحبه با اشپیگل اشاره کرده است، صدها بیماری وجود دارد که می‌توان به نقایص ژن‌های منفرد آن‌ها را نسبت داد امّا اکثر این‌ها بر فرایندهای رشد و نمو اثر می‌گذارند. بنابراین، اگر شما دارویی که این اثر ژن معیوب را باز گردان کند فراهم نمایید، هنوز نتیجهٔ فرایند رشد و نموی وجود داشته و برای سالیان درازی ادامه می‌یابد. از این رو، شما نیاز خواهید داشت که شرایط را شناسایی و آن را در مراحل خیلی اولیه معکوس کنید که مسلماً امکان پذیر است و خود یک مسیر مطالعاتی کنونی است.

برای درک مفهوم تنگ ژنومیک در این منظر به ژن‌ها، به مثابه خطوط کد در یک برنامهٔ نرم افزاری بنگرید. وقتی که برنامهٔ نرم افزاری را بررسی می‌کنید، شما عموماً نمی‌توانید هر خط از کد را به ویژگی برنامه نسبت دهید. خطوط کد با یکدیگر در یک شیوهٔ پیچیده کار می‌کنند تا نتیجه حاصل آید. اکنون امکان این است که در بعضی از شرایط شما بتوانید یک خط از کد که معیوب است را پیدا کرده و کارآیی برنامه را با تثبیت آن خط و حتی با برداشت آن افزایش دهید. امّا چنین رهیافتی موردی و اتفاقی است، این شیوه‌ای نیست که کسی عموماً پیرامون نرم‌افزار فکر می‌کند. برای درک برنامه، لازم است که شما زبانی که برنامه با آن نوشته شده است را درک نمایید و بدانید چگونه خطوط متنوع با یکدیگر برهم کنش می‌کنند. در مقام تشبیه، یک SNP قابل مقایسه با یک حرف واحد در یک خط واحد است (امّا در عالم واقع یک چهارم یک

www.takbook.com

حرف دقیق‌تر است زیرا یک حرف معمولاً با ۸ بیت و یک نوکلئوئید با ۲ بیت نمایانده می‌شود).

شما ممکن است بتوانید یک حرف بحرانی ویژه‌ای را در یک برنامهٔ نرم افزاری پیدا کنید ولی دوباره این یک رهیافت مناسب انگیزشی نیست. گردآوری ژنوم انسانی در حقیقت خود یک فرایند نمایی بوده است که میزان داده‌های ژنتیکی هر سال دو برابر گردیده و هزینهٔ توالی‌یابی نیز هر بار نصف شده است. امّا تکمیل ژنوم انسانی که در سال ۲۰۰۳ انجام شد، خود آغازگر فرایند ترسناک‌تر دیگری بود که بایستی آن را درک کرد؛ زبان آن ویژگی‌های سه بعدی و برهم کنش پروتئین‌ها است. ما با ژن‌های واحد به عنوان مکان متعارف آغاز کردیم امّا همیشه به صورت ذاتی دارای محدودیت بود که این محدودیت را می‌توان با تشابه‌ای که در بالا به نقش خطوط واحد در برنامهٔ نرم افزاری اشاره کردیم، درک نمود. چنانچه ژنوم را در نظر بگیریم، اولین چیزی که جلب توجه می‌کند آن است که فقط حدود سه درصد از ژنوم انسانی برای پروتئین‌ها کد می‌شود. با حدود ۲۳ هزار ژن، ۲۳ هزار پروتئین داریم و مسلماً این پروتئین‌ها با یکدیگر در مسیرهای پیچیده برهم کنش دارند.

یک صفت در موجود پیچیده‌ای همچون انسان، در حقیقت یک ویژگی پدیداری از مجموعهٔ سامان یافته و پیچیده از پروتئین‌ها است. ۹۷ درصد از ژنومی که برای پروتئین‌ها کد نمی‌شوند در نخست DNA اسقاطی نامیده شد. هم اکنون ما درک می‌کنیم که این بخش از ژنوم

www.takbook.com

نقش مهمی در کنترل و اثرگذاری بر بیان ژن‌ها دارد. این موردی است که اطلاعات کمی در مورد این بخش‌های غیرکدی وجود دارد و مملو از افزونگی هستند که ما نمی‌توانیم در بخش‌های کدی ببینیم. برای مثال، یک توالی دراز به نام ALU وجود دارد که صدها هزار بار تکرار می‌شود. بیان ژن یک منظر حیاتی در درک این فرایندهای ژنتیکی است. DNA غیرکدی نقش مهمی در آن بازی می‌کند ولی عوامل محیطی نیز چنین نقشی دارند. حتی با چشم پوشی این مفهوم که ژن‌ها در شبکه‌ها و نه به صورت تنهایی کار می‌کنند، به ژن‌ها هرگز به صورت یک عامل جبری نگریسته نشده است.

بحث مقولهٔ "*طبیعت در برابر پرورش*" به گذشته‌های دور باز می‌گردد. آن چه میراث ژنتیکی ما توصیف می‌کند (و در میراث ژنتیکی من اطلاعات اپی‌ژنتیک را که به بیان ژن نیز اثر می‌گذارد نیز لحاظ می‌کنم) یک موجودیت انسان است که قادر است تکامل یافته و خود را با محیط پیچیده سازش دهد. برای مثال، مغز ما هنگامی می‌تواند قادر باشد که تصمیمات هوشمندانه بگیرد که در سازگاری دائم و یادگیری از محیط باشد. برای مهندسی معکوس بیولوژی، ما نیاز به بررسی پدیده‌ها در سطوح گوناگون داریم، به ویژه نگاه به نقشی که پروتئین‌ها (که خود با کد ژنوم ساخته شده‌اند) در فرایندهای بیولوژیک بازی می‌کنند، بسیار مهم است. برای نمونه، در درک مغز، در حقیقت یک پیشرفت نمایی در شبیه سازی سلول‌های عصبی، خوشه‌های عصبی و تمام مناطق مغز در

www.takbook.com

حال انجام نیاز است، این کار شامل درک "سیم پیچی" مغز است و این که چگونه مدل‌ها در مغز(که شامل چندین تیپ سلول عصبی است) اطلاعات را فرآوری می‌کنند. آن گاه ما می‌توانیم این فرایندها را به مسیرهای بیوشیمیایی پیوند دهیم که درنهایت خود به اطلاعات ژنتیکی در پیوند می‌باشند. امّا در فرایند مهندسی معکوس مغز، اطلاعات ژنتیکی فقط یک منبع است و مهم‌ترین آن‌ها نیز نمی‌باشد.

بنابراین، ژن‌ها یک سطح از درک بیولوژی به عنوان فرایند اطلاعات هستند امّا سطوح دیگر نیز وجود دارد و بعضی از سطوح دیگر (مانند مسیرهای بیوشیمیایی واقعی، یا مکانیسم‌های موجود در اعضاء شامل مغز) بیشتر از اطلاعات ژنتیکی در دسترس هستند. در هر صورت، مطالعهٔ ژن‌های واحد، حتی SNPs، مانند نگاه از طریق یک سوراخ کلید بسیار کوچک است. به عنوان مثال دیگر این که چرا مطالعهٔ ژن‌های واحد کافی نیستند می‌توان از تجربهٔ خودم برای شما بازگو کنم. من هم اکنون در پروژهٔ سلول‌های بنیادی سرطان با دانشمندان MIT، دکتر ویلیام تیلی و دکتر النا گوست، جداگانه کار می‌کنم. آن چه که ما یافته‌ایم آن است که جهش‌ها در بعضی از سلول‌های بنیادی در اوایل زندگی، سلول‌های بنیادی را تبدیل به سلول بنیادی سرطان می‌کنند که خود تکثیر یافته و درنهایت تخم تومور سرطانی را می‌افشانند. این می‌تواند سال‌ها و اغلب دهه‌ها طول بکشد تا تومور از لحاظ بالینی خود را نشان دهد. امّا شما این جهش‌ها را در آزمایش خون یافت نخواهید کرد زیرا این جهش‌ها در اصل

www.takbook.com

در یک سلول واحد وجود دارد (که این سلول تکثیر یافته و سلول‌های مجاور خود را خلق می‌کند) و نه در تمام سلول‌های شما. با این وجود، درک جهش‌های ژنتیکی در درک فرایند متاستاز کمک کننده است که ما امید داریم به درمانی منتهی گردیده که شکل گیری تومورهای جدید را منع کند. این به صورت شایسته، بخشی از علوم ژن است ولی بخشی از مفهوم تنگ‌بینانهٔ "ژنومیکس" که از این واژه استنباط می‌شود، محسوب نمی‌گردد.

در حقیقت، یک گستره در حال جوانه زدن از درمان‌های بر پایهٔ سلول‌های بنیادی وجود دارد که سلول‌های بنیادی بالغ را با حس مثبتی برای بافت‌های مورد نیاز در فرآیند بازآفرینش به کار می‌گیرد. این مسلماً نتیجهٔ مثبت و مربوط به بالین علم به صورت کلی و فناوری ژن‌ها است. چنانچه ما علم و فناوری ژن‌ها و فرآوری اطلاعات در بیولوژی را در مفهوم گستردهٔ مناسب آن به کار ببریم، توسعه‌های هیجان انگیز بسیاری وجود دارد که کاربردهای بالینی کنونی و آینده را خواهند داشت و نویدهای عظیمی در راه است. چند سال پیش، پژوهشگران مرکز دیابت جاسلین، نشان دادند که با منع ژن خاصی (که آن‌ها آن را ژن گیرندهٔ انسولین بافت چربی نامیدند)، در سلول‌های چربی (اما نه در سلول‌های ماهیچه‌ای زیرا این ژن می‌تواند اثرات منفی بر ماهیچه‌ها از خود نشان دهد)، می‌توان بدون رژیم خاص غذایی، موجب محدودیت کالری در بدن شد. جانوران آزمایشگاهی، با اشتیاق غذا خوردند و لاغر اندام برجا ماندند. آن‌ها دیابت

www.takbook.com

و بیماری قلبی عروقی نگرفتند و ۲۰ درصد طولانی‌تر زندگی کردند و در حقیقت از سودمندی‌های رژیم و محدودیت غذایی بدون منع شدن از خوردن، برخوردار شدند. این پژوهش هم اکنون با تمرکز بر همین مسئله در انسان‌ها ادامه دارد و پژوهشگرانی که من با آن‌ها اخیراً گفتگو کردم، بسیار به نتایج خوش بین بودند.

ما یک فناوری داریم که می‌توان ژن‌ها را خاموش سازد و با کامل شدن پروژهٔ ژنوم انسانی پدیدار گردید (و هم اکنون با جایزهٔ نوبل شناخته شده است) و تداخل RNA (RNAi) نام دارد. صدها دارو و فرایند دیگر در حال توسعه و آزمایش در این خط هستند که از این روش استفاده می‌کنند. همان گونه که من در بالا اشاره کردم، ویژگی‌های انسان شامل بیماری‌ها، از اثر متقابل ژن‌های چند گانه پدید می‌آیند. اغلب، ژن‌های واحدی هستند که اگر منع شوند می‌توانند اثر درمانی چشمگیری را از خود نشان دهند. همچنین شیوه‌های جدیدی از اضافه کردن ژن‌ها وجود دارد. من مشاور (و عضو بورد) شرکت "*درمان‌های متحد*" هستم که شیوه‌ای را برای برداشت سلول‌های ریه از بدن توسعه داده و ژن جدیدی را در شرایط آزمایشگاهی (یعنی جایی که سیستم ایمنی برانگیخته نمی‌شود و این از مسائل پیش پای شیوه‌های قدیمی ژن درمانی بود) اضافه نمود.

این سلول جدید پس از رؤیت، در چندین میلیون بار تکثیر داده شد. بدین صورت شما میلیون‌ها سلول با DNA خود دارید امّا با ژن جدیدی

www.takbook.com

که پیش از این نبود. این سلول‌ها به درون بدن تزریق شده و در ریه‌ها لانه گزینی می‌کنند. این شیوه، یک بیماری کشنده (فشار خون ریوی) را در کارآزمایی‌ها در جانوران آزمایشگاهی درمان کرده است و هم اکنون آزمایش‌های انسانی را طی می‌کند. صدها چنین پروژه‌هایی با کاربرد این شیوه و دیگر اشکال ژن درمانی در دست انجام هستند.

هم چنان که ما شبکهٔ ژن‌هایی که برای شرایط انسانی مسئول هستند را درک می‌کنیم (به ویژه بیماری‌های قابل بازگشت)، ما امکاناتی خواهیم داشت که ژن‌های چند گانه را تغییر داده و بعضی از آن‌ها را خاموش و یا منع کنیم و دیگر ژن‌ها را روشن و یا تقویت نماییم. پاره‌ای از این رهیافت‌ها، وارد کارآزمایی‌های بالینی شده‌اند. رهیافت‌های پیچیده‌تر که شامل ژن‌های چند گانه هستند نیاز به درک عظیم‌تر از شبکهٔ ژن‌ها دارد امّا در حال تبلور می‌باشند. موج جدیدی از داروها که وارد کارآزمایی شده‌اند وجود دارد و بعضی از این داروها فازهای پایانی کارآزمایی‌های خود را که بر اساس نتایج ژن درمانی استوار هستند، طی می‌کنند.

برای نمونه، یک داروی تجربی به نام PLX4032 توسط شرکت روش (Roche)، برای حمله به سلول‌های توموری که حاوی یک جهش در ژن ویژه‌ای به نام BRAF است، طراحی شده است. در بیماران با این واریتهٔ ژنتیکی تومور، ۸۱ درصد از بیماران با ملانوم پیشرفته، کوچک گردیده و از رشد آن جلوگیری به عمل آمد. این نتیجه، بسیار تأثیر برانگیز است؛ زیرا

www.takbook.com

این نوع سرطان عموماً به درمان‌های رایج مقاوم است. این گستره‌ای کامل از پزشکی بازآفرینشی در بحث سلول‌های بنیادی است. بعضی از این‌ها هم اکنون با استفاده از سلول‌های بنیادی اتولوگ بالغ در حال انجام است.

بسیار هیجان انگیز، مرزشکنی اخیر در سلول‌های بنیادی چند پتانسیلی القا شده است (IPSCs). این فناوری از مهندسی ژنتیک در شرایط آزمایشگاهی استفاده می‌کند تا ژن‌ها را به سلول‌های بالغ (مانند سلول‌های پوست) اضافه کرده و آن‌ها را به همتای سلول‌های بنیادی جنینی خود تبدیل کند که سپس می‌توانند به هر تیپ سلول تبدیل شوند (با DNAخود شما).

سلول‌های IPSCs نشان داده شده‌اند که چند پتانسیلی کارآمد بوده و سیستم ایمنی را بر نمی‌انگیزند؛ زیرا از لحاظ ژنتیکی مشابه می‌باشند. سلول‌های IPSCs پتانسیل اساسی هر عضو را از قلب تا کبد و پانکراس ارائه می‌دهند. این شیوه، بخشی از مهندسی ژنتیک است که به نوبهٔ خود بخشی از علم و فناوری ژن محسوب می‌گردد.

مسلماً، گسترهٔ کاملاً نوین، بیولوژی صناعی است که بر اساس ژنوم سنتتیک استوار است. یک مرزشکنی اخیراً توسط شرکت کریگ ونتر اعلام گردید که یک موجود با ژنوم سنتتیک (که بیشتر از این فقط به صورت یک فایل کامپیوتر موجودیت داشت) خلق شد. این گستره بر پایهٔ ژنومِ کامل است و نه ژن‌های واحد و مسلماً بخشی از گسترهٔ علوم و فنون ژن قلمداد می‌شود. هدف، خلق ارگانیسم‌هایی است که می‌توانند کارهای

www.takbook.com

سودمندی هم چون ساخت واکسن‌ها و دیگر داروها، سوخت‌های زیستی و دیگر مواد صنعتی با ارزش را انجام دهند.

شما می‌توانید یک کتاب (یا تعداد زیادی کتاب) پیرامون تمام پیشرفت‌هایی که انجام شده‌اند بنویسید. پیشرفت‌هایی که دانش فرایندهای ژنتیکی و دیگر فرایندهای اطلاعات بیولوژیک در آن یک نقش حیاتی ایفا کرده‌اند. دانش پزشکی و سلامت، بدون مفهوم این که چگونه بیولوژی بر روی یک سطح اطلاعات کار کرده است، با مانع رو به رو خواهد شد. دانش ما هنوز ناکامل است ولی دانش ما از این فرایندها به صورت نمایی در حال رشد است و این دانش، خوراک پژوهش‌های پزشکی است که خود هم اکنون میوه‌های آن را در بر دارد. تمرکز بر روی مفاهیم تنگ‌بینانه که در نخست فقط واژهٔ "*ژنومیک*" پیوند داده می‌شود چندان محدود کننده است که ما را به یاد این ایدهٔ کهنه می‌اندازد که هوش مصنوعی را فقط با سیستم‌های خبره پیوند می‌دادند.

www.takbook.com

www.takbook.com

فصل چهارم

تکینگی (Singularity)

ری کورزویل (Ray Kurzweil)

www.takbook.com

www.takbook.com

بدین سان، تکینگی چیست؟

در گذر یک ربع قرن، هوش غیربیولوژیک با آن چه که در گستره و ظرافت هوش انسانی است همتایی خواهد یافت. شتاب مداوم فناوری‌های اطلاعات محور و نیز توانایی ماشین‌ها در اشتراک گذاری آنی دانایی، خود موجب خواهد گردید که هوش غیربیولوژیک بر هوش انسانی اوج گیرد. روبوت‌های نانویی هوشمند به ژرفی در بدن، مغز و محیط زیست ما یکپارچه شده و بر آلودگی محیط زیست و فقر چیرگی یافته و افزایش طول زندگی گسترده و فرورفتگی کامل در واقعیت مجازی را ارمغان خواهند آورد و تمام حس‌ها را در هم آمیخته (مانند ماتریکس)، تجربهٔ درخشان (مانند بینگ جان مالکویچ) و نیز هوش انسانی را به حد بی‌کرانی افزایش خواهند داد. نتیجه، امتزاج بی‌نهایت میان گونهٔ خلق کنندهٔ فناوری و فرایند تکاملی فناورانه که بذر آن را افشانده است، خواهد بود.

و آیا این تکینگی است؟

خیر، این فقط مادهٔ اولیه است. هوش غیربیولوژیک به طراحی خود دسترسی خواهد داشت و خواهد توانست خود را در چرخهٔ باز طراحی سریع فزاینده‌ای، بهبودی دهد. ما به نقطه‌ای خواهیم رسید که پیشرفت

www.takbook.com

تکنیکی به گونه‌ای سریع خواهد بود که هوش انسانی غیرافزایش یافته، دیگر نخواهد توانست آن را درک و دنبال نماید.

در چه زمانی این رخ خواهد داد؟

من تاریخ تکینگی - که نشانگر تحول بنیان برافکن و ژرف در توانایی انسان است - را در سال ۲۰۴۵ قرار داده‌ام. هوش غیربیولوژیک خلق شده در آن سال، یک میلیارد بار از هوش تمام انسان‌های امروزی نیرومندتر خواهد بود.

چرا آن را تکینگی نامیده‌اید؟

واژۀ "تکینگی" در کتاب من با کاربرد این اصطلاح در عالم فیزیک، قابل مقایسه است. همان گونه که برای ما دشوار است که فراتر از افق رویداد یک سیاه چاله را مشاهده کنیم، برای ما دشوار است که فراتر از افق رویداد تکینگی تاریخی را نیز ببینیم. چگونه ما با مغزهای بیولوژیک محدود خود می‌توانیم تمدن آیندۀ خود که هوش چند تریلیون برابری دارد را تصور کنیم که چگونه فکر و عمل می‌کند؟ با این وجود، همان‌گونه که ما می‌توانیم ماهیت سیاه چاله‌ها را از طریق تفکر مفهومی که دارند (با وجودی که هرگز تا کنون واقعاً در درون آن‌ها نبوده‌ایم) ترسیم کنیم، تفکر امروزی ما به اندازۀ کافی قوی است که بخواهد بینش‌های معناداری را پیرامون دلالت‌های تکینگی یافت نماید. این همان چیزی است که من

www.takbook.com

تلاش کرده‌ام در کتابم بازگو کنم.

بسیار خوب، بگذارید آن را موشکافی کنیم. به نظر می‌آید که یک بخش کلیدی‌تر شما آن است که ما خواهیم توانست هوش مغزهایمان را در اندرون یک ماشین اسیر نماییم؟

بله، به درستی همین گونه است.

بنابراین، ما چگونه این کار را انجام می‌دهیم؟

ما می‌توانیم این را به نیازمندهای سخت‌افزاری و نرم‌افزاری بشکنیم. در کتاب من تحت عنوان *"تکینگی نزدیک است"*، نشان می‌دهم که چگونه ما به حدود ۱۰ کوادریلیون ($۱۰^{۱۶}$) محاسبه در ثانیه نیاز داریم تا عملکرد هم‌سنگ با آن چه که در همهٔ بخش‌های مغز انجام می‌شود، به دست آوریم. بعضی از برآوردها از این میزان، یک فاکتور ۱۰۰ پایین‌تر را نشان می‌دهند. ابررایانه‌ها، هم‌اکنون ۱۰۰ تریلیون ($۱۰^{۱۴}$) محاسبه در ثانیه انجام می‌دهند و تا پایان این دهه به توانایی $۱۰^{۱۶}$ دست خواهند یافت. هم اکنون، چندین ابررایانه با یک کوادریلیون محاسبه در ثانیه، مراحل طراحی را طی می‌کنند و دو پروژه در ژاپن در دست اجرا است که ۱۰ کوادریلیون محاسبه در ثانیه را در پایان دهه، هدف قرار داده‌اند. در سال ۲۰۲۰، ۱۰ کوادریلیون محاسبه در ثانیه با قیمت حدود یک هزار دلار در دسترس خواهد بود. دست‌یابی به سخت افزار مورد نیاز در زمانی

www.takbook.com

که آخرین کتاب من تحت عنوان *"زمان ماشین‌های معنوی"* در سال ۱۹۹۹ بیرون آمد، مورد بحث بود ولی هم اکنون به صورتی کاملاً زیبا، چشم انداز اصلی آن در معرض دیدگان مشاهده‌گران آگاه است. نکتهٔ بحث برانگیز هم اکنون بر روی الگوریتم‌ها تمرکز دارد.

و چگونه ما الگوریتم‌های هوش انسانی را بازخلق خواهیم کرد؟

برای درک اصول هوش انسانی ما نیاز داریم که مغز انسان را مهندسی معکوس کنیم. در اینجا، پیشرفت به گونه‌ای عظیم است که بیشتر مردم آن را درک نمی‌کنند. اسکن مغز در بعد فضا و زمان با نرخ نمایی رو به پیشرفت، به صورت خام، هر سال دو برابر می‌شود (مانند بیشتر چیزهای دیگر که با اطلاعات سر و کار دارند). اخیراً ابزارهای اسکن کننده می‌توانند تک تک ارتباطات میان سلول‌های عصبی را مشاهده کنند و در زمانی که این سلول‌های عصبی در بعد زمان فعالیت می‌کنند نیز رؤیت نمایند. هم اکنون، ما مدل‌های ریاضی و شبیه سازی شدهٔ یک دو جین منطقهٔ مغزی (شامل مخچه که نیمی از نرون‌های مغزی را در خود گنجانده است) را داریم. هم اکنون شرکت IBM، شبیه‌سازی ۱۰ هزار سلول عصبی بخش قشری مغز شامل ده‌ها میلیون ارتباطات را آغاز کرده است. اولین نسخه، فعالیت الکتریکی را شبیه‌سازی خواهد کرد و نسخهٔ بعدی، فعالیت شیمیایی وابسته را شبیه‌سازی می‌کند. محتاطانه

www.takbook.com

می‌توان نتیجه گرفت، در میانهٔ دههٔ ۲۰۲۰ ما مدل‌های کارآمدی را برای کل مغز خواهیم داشت.

از این رو در چه نقطه‌ای ما یک مغز انسان را به درون یک ابررایانه کپی خواهیم کرد؟

به آن بدین گونه می‌پردازیم: در آن نقطه، ما درک کامل از روش‌های مغز انسان خواهیم داشت. یک دستاورد مسلم آن است که درک ژرفی را از خود خواهیم داشت، امّا کاربرد کلیدی آن این خواهد بود که می‌تواند یک بستهٔ ابزاری از تکنیک‌هایی که می‌توانیم برای خلق هوش مصنوعی به کار ببریم را گسترش می‌دهد. سپس ما خواهیم توانست سامانه‌های غیربیولوژیک که با هوش انسانی هم‌خوانی را دارند به شیوه‌هایی که انسان‌ها هم اکنون برتر هستند (برای مثال توانمندی‌های درک الگویی‌مان) را خلق کنیم. این رایانه‌های ابرهوشمند، می‌توانند چیزهایی را که ما نمی‌توانیم، به انجام برسانند (مانند اشتراک دانایی و مهارت‌ها در سرعت‌های الکترونیکی). در سال ۲۰۳۰، یک محاسبهٔ هزار دلاری هزار برابر قوی‌تر از مغز انسان خواهد بود. این را باید به خاطر سپرد که رایانه‌ها به عنوان اشیاء جدایی که هم اکنون هستند سامان‌دهی نخواهند شد. یک تارنما از رایانه‌ها، عمیقاً در محیط زیست، بدن و مغزمان یکپارچه خواهند شد.

www.takbook.com

شما، به بستهٔ ابزار هوش مصنوعی اشاره کردید. آیا هوش مصنوعی انتظاراتی که از آن می‌رفت را برآورده کرد؟

یک چرخهٔ افت و خیز برای هوش مصنوعی در طی دههٔ ۱۹۸۰، مشابه آن چه که اخیراً پیرامون تجارت الکترونیکی و ارتباطات از راه دور دیدیم وجود داشته است. چنین چرخه‌های افت و خیز، اغلب منادی انقلاب‌های حقیقی هستند؛ افت و خیز راه‌آهن را در قرن نوزدهم به یاد آورید. امّا همان گونه که افت اینترنت پایان آن نبود، زمستان هوش مصنوعی نیز پایان داستان هوش مصنوعی نبود. صدها کاربرد هوش مصنوعی فرادقیق (هوش ماشینی که هم‌سنگ یا فراتر از هوش انسانی برای انجام کارهای ویژه است) هم اکنون به زیرساخت‌های مدرن ما رخنه کرده‌اند. هر هنگام که شما یک ایمیل می‌فرستید و یا از تلفن همراه خود استفاده می‌کنید، الگوریتم‌های هوشمند، مسیر اطلاعات را تعیین می‌کنند. برنامه‌های هوش مصنوعی، الکتروکاردیوگرام‌ها را با دقتی فراتر از پزشکان تشخیص می‌دهند و تصاویر پزشکی را بررسی کرده، هواپیماها به پرواز در آورده و به زمین نشانده، سلاح‌های خودکار هوشمند را هدایت کرده، تصمیمات سرمایه‌گذاری خودکار در عرصهٔ سرمایه‌گذاری تریلیون دلاری انجام داده و فرایندهای صنعتی را هدایت می‌کنند. همهٔ این‌ها، پروژه‌های پژوهشی طی دو دههٔ گذشته بوده‌اند. اگر تمام نرم‌افزارهای هوشمند جهان به یک‌باره از فعالیت بایستند، تمدن مدرن به ایستایی می‌گراید. مسلماً، برنامه‌های هوش مصنوعی، به اندازه‌ای هوشمند نیستند

www.takbook.com

که چنین دسیسه‌ای را (حداقل تا کنون) ساماندهی کنند.

چرا بیشتر مردم این تغییرات ژرف آینده را نمی‌بینند؟

امید است آن‌ها پس از مطالعهٔ کتاب جدید من، بتوانند این تغییرات ژرف فراروی ما را ببینند. امّا علت شکست اولیهٔ این است که بسیاری از مشاهده کنندگان با شیوهٔ رشد نمایی (Exponential) تفکر نمی‌کنند. در عمدهٔ آینده‌نگاری‌ها پیرامون آن چه که به صورت تکنیکی در آینده امکان‌پذیر است، به صورت غم‌انگیزانه‌ای توان توسعهٔ آینده را ناچیز می‌پندارند. زیرا این نوع آینده‌نگاری‌ها، دیدگاهی دارند که من آن را "شهودی خطی" می‌نامم و از دیدگاه "تاریخی نمایی (Historical Exponential)" بی‌بهره‌اند. مدل‌های من نشان می‌دهند که نرخ جا به جایی پارادایمی ما هر دهه دو برابر می‌شود. به این‌گونه که سرعت پیشرفت در سدهٔ بیستم تدریجاً افزایش یافت تا به نرخ پیشرفت خود در انتهای قرن رسید. به زبان دیگر، آن چه در انتهای قرن بیستم به دست آمده در تراز با بیست سال پیشرفت با نرخ سرعت پیشرفت در سال ۲۰۰۰ بود. ما بیست سال پیشرفت بعدی را فقط تا سال ۲۰۱۴ تجربه کردیم و سپس همین میزان بیست سال پیشرفت را تنها در هفت سال آینده به دست خواهیم آورد.

به زبان دیگر، ما یکصد سال پیشرفت فناورانه را در قرن بیست و یکم تجربه نخواهیم کرد بلکه بر اساس محاسبهٔ نرخ پیشرفت در سال ۲۰۰۰، انتظار ما آن است که ۲۰ هزار سال پیشرفت و یا حدود ۱۰۰۰ بار

www.takbook.com

رشد بیش از آن که در قرن بیستم به دستاوردیم را تجربه کنیم. رشد نمایی فناوری‌های اطلاعات حتی از این هم عظیم‌تر است؛ می‌توان فناوری‌های اطلاعات را اگر بر اساس عملکرد قیمتی، پهنای باند، ظرفیت و بسیاری دیگر از اندازه‌گیری‌ها محاسبه کنیم، هر سال دوبرابر می‌شود. این به معنای فاکتور هزار در ده سال، یک میلیون در بیست سال و یک میلیارد در سی سال است. این بیش از آن چیزی است که در قانون مور با آن رو به رو بودیم که مدعی بود افت حجمی ترانزیستورها بر روی یک مدار یکپارچه، اجازهٔ ظهور دو برابر عملکرد مثبتی ادوات الکترونیک را در هر سال فراهم می‌آورد. الکترونیک فقط یک نمونه از بسیاری از مثال‌ها است. به عنوان نمونهٔ دیگر، ۱۴ سال طول کشید تا ویروس HIV را توالی‌یابی کنیم این در حالی است که ما ویروس سارس SARS را فقط در ۳۱ روز توالی‌یابی کردیم.

بدین سان، این شتاب در فناوری‌های اطلاعات را آیا می‌توان در گسترهٔ بیولوژی نیز یافت کرد؟

کاملاً. این فقط وسایل رایانه‌ای مانند تلفن همراه و دوربین‌های دیجیتالی نیستند که در قابلیت خود شتاب یافته‌اند. در نهایت، هر چیز مهمی اساساً فناوری اطلاعات را در بر خواهد داشت. با پیشرفت در ساخت و ساز بر پایهٔ نانوفناوری در دههٔ ۲۰۲۰، ما می‌توانیم از ادوات ارزان که بر روی مسیر قرار گرفته‌اند، هر چیزی را از هر مادهٔ خام ارزان با کاربرد

www.takbook.com

فرایندهای اطلاعاتی که مواد و انرژی را در سطح مولکولی چیدمان می‌کنند، بسازیم.

ما نیز انرژی خود را با کاربرد پنل‌های خورشیدی بر پایهٔ نانوفناوری به دست خواهیم آورد که این انرژی از ۰/۰۳ درصد از نور خورشید که به زمین می‌تابد به دست می‌آید که نیازهای انرژی ما را در ۲۰۳۰ تأمین خواهد نمود. ما انرژی را در سلول‌های سوخت که به صورت زیاد گسترده شده‌اند، ذخیره خواهیم کرد.

من می‌خواهم به بیولوژی و نانوفناوری برگردم که چگونه شما از این توسعه اطمینان می‌یابید؟

در حقیقت، پیش‌بینی پروژه‌های ویژه امکان پذیر نیست، امّا نتایج کلی فرایند تکاملی آشفته و پیچیدهٔ پیشرفتِ فناورانه، قابل پیش‌بینی است. مردم، به صورت مشهودی تصور می‌کنند که نرخ کنونی پیشرفت برای دوره‌های آینده نیز ادامه خواهد یافت. حتی برای افرادی که به اندازهٔ کافی با افزایش تغییرات طی زمان تجربه دارند، شهود غیرآزمون شده ما را با این دیدگاه که تغییرات با همان نرخ پیشرفتی که همین اخیراً آن را تجربه کرده‌ایم، روی می‌دهد، مأنوس می‌سازد. از منظر ریاضی‌دان، دلیل آن است که یک منحنی نمایی در هنگامی که برای دورهٔ کوتاهی بررسی شود، به صورت خط راست به نظر می‌رسد. در نتیجه حتی مفسران خبره، هنگامی که به آینده می‌نگرند، به صورت آشکار، تغییر جاری را برای

www.takbook.com

تعیین انتظاراتشان در برون‌یابی پیشرفت طی ده سال یا یکصد سال آینده به کار می‌برند. این به همین دلیل است که شیوهٔ نگاه به آینده را دیدگاه "شهود خطی" توصیف می‌کنم. امّا یک ارزیابی جدی در تاریخ فناوری این را هویدا می‌سازد که تغییر فناورانه، نمایی است. رشد نمایی، سیمای برجستهٔ هر فرایند تکاملی است که فناوری نیز یک مثال اولیهٔ آن است.

همان‌گونه که من در این کتاب نشان می‌دهم، این موضوع پیرامون تکامل زیستی نیز صادق است. در حقیقت، تکامل فناورانه از تکامل زیستی پدیدار می‌شود. شما می‌توانید داده‌ها را به شیوه‌های گوناگون، مقیاس‌های زمانی متفاوت و برای گسترهٔ متنوعی از فناوری‌ها، از الکترونیک تا بیولوژیک و نیز دلالت‌های آن‌ها، از مقدار دانایی انسان تا اندازهٔ اقتصاد، بررسی کنید و با این بررسی‌ها، همان پیشرفت نمایی و نه خطی را به دست آورید. من بیش از چهل تصویر در کتاب از گستره‌های متنوعی ارائه داده‌ام که ماهیت نمایی پیشرفت را در اقدامات بر پایهٔ اطلاعات نشان می‌دهند. برای عملکرد هزینه‌ای محاسبات، این به بیش از یک قرن می‌گذرد یعنی حتی قبل از این که "گوردن مور" زاده شود.

آیا پیش‌بینی‌هایی برای آینده نبوده که در پیش از این انجام شده بودند ولی امروزه کمی مضحک به نظر می‌رسند؟

بله، تعدادی پیش‌بینی‌های بد از آینده‌نگاران دوران اولیه بوده‌اند که می‌توان بر شمرد که این دیدگاه را مورد حمایت قرار می‌دهند که ما

www.takbook.com

نمی‌توانیم پیش‌بینی‌های قابل اعتمادی انجام دهیم. به صورت عمومی، این پیشگویان از متدولوژی بر پایهٔ تئوری تکامل فناوری استفاده نکردند. من پیش‌بینی‌های با نگاه به آینده درست را برای بیست سال بر اساس این مدل‌ها انجام داده‌ام. امّا این چگونه است که ما می‌توانیم به صورت قابل اعتمادی پیشرفت کلی این فناوری‌ها را پیش‌بینی کنیم ولی ما حتی نمی‌توانیم پیامد یک پروژهٔ واحد را پیش‌بینی کنیم؟ پیش‌بینی این که کدامیک شرکت و یا محصول موفق می‌شوند، واقعاً بسیار دشوار است (اگر نگوییم که غیرممکن است). چنین دشواری نیز در پیش‌بینی این که چه طراحی تکنیکی یا استانداردی غالب می‌شود، وجود دارد. برای مثال، چگونه پروتکل‌های ارتباطی بی‌سیم WIMAX، CDMA و 3G در چند سال آینده گذران خواهند کرد؟ با این وجود، همان‌طور که به صورت گسترده‌ای در کتاب بحث می‌کنم، ما ابرروندهای نمایی، قابل پیش‌بینی و دقیقی را در زمانی که کارآمدی کلی فناوری‌های اطلاعاتی (که به شیوه‌های متنوعی اندازه‌گیری می‌شوند) را ارزیابی می‌کنیم، به صورت چشمگیری یافت می‌کنیم. همان‌گونه که در بالا گفته شد، فناوری اطلاعات، در نهایت هر چیز با ارزش را رقم خواهد زد.

امّا آن چگونه می‌تواند باشد؟

ما می‌توانیم مثال‌هایی را در دیگر گستره‌های علوم، از پیامدهای بسیار روان و قابل اعتماد که از برهم کنش رویدادهای غیرقابل پیش‌بینی

www.takbook.com

بزرگ بر می‌خیزند را ببینیم. این را در نظر بگیرید که پیش‌بینی مسیر یک گاز که خود از مولکول‌های برهم کنش کنندهٔ آشفته‌واری تشکیل می‌شود را می‌توان به صورت قابل اعتمادی از طریق قوانین ترمودینامیک انجام داد. در مقام مقایسه، امکان پیش‌بینی قابل اعتماد نتایج یک پروژهٔ ویژه یا یک شرکت خاص وجود ندارد ولی قابلیت‌های کلی فناوری اطلاعات که شامل فعالیت‌های آشفته‌وار بسیاری است را می‌توان از طریق آن چه که من آن را *"قانون بازگشت‌های شتاب‌دار"* می‌نامم، پیشگویی کرد.

اثر این توسعه‌ها چه خواهد بود؟

یکی می‌تواند امتداد حیات به صورت رادیکال باشد.

به نظر، جالب توجه می‌آید، این چگونه انجام می‌شود؟

در کتاب، من پیرامون سه انقلاب هم‌پوشان بزرگ که با حروف "GNR" نمایش داده می‌شوند، گفتگو می‌کنم. این حروف دلالت به ژنتیک، نانوفناوری و روبوتیک دارند. هر کدامیک از این‌ها افزایش چشمگیری در طول زندگی انسان در میان اثرات ژرف دیگر فراهم می‌آورند. ما هم اکنون، در هنگامه‌های نخستین انقلاب ژنتیک و زیست فناوری قرار داریم. زیست فناوری، امکانات تغییر واقعی ژن‌های شما را فراهم می‌آورد. ما خواهیم توانست تمام بافت‌های بدن و اعضاء شما را با

www.takbook.com

تبدیل سلول‌های پوستی به نسخه‌های جوان هر تیپ سلول دیگر، جوان سازیم. هم اکنون توسعهٔ داروهای جدید به صورت دقیقی، گام‌های کلیدی در فرایند آترواسکلروز (عامل بیماری قلبی)، شکل‌گیری تومورهای سرطانی و فرایندهای متابولیک در پس زمینهٔ هر بیماری عمده و فرایند پیری را هدف قرار داده است. هم اکنون، انقلاب زیست فناوری، در هنگامه‌های نخستین خود است و در دههٔ دوم این قرن، به اوج خود خواهد رسید؛ نقطه‌ای که ما می‌توانیم بر بیماری‌های عمده چیرگی یافته و به صورت چشمگیری فرایند پیری را آهسته کنیم. این ما را به انقلاب نانوفناوری خواهد آورد که در دههٔ ۲۰۲۰ به بلوغ دست خواهد یافت. با نانوفناوری ما می‌توانیم از مرزهای بیولوژی گذار کرده و نسخهٔ کنونی "نسخهٔ بدن ۱/۰" را با نسخهٔ ۲/۰ که به صورت چشمگیری ارتقاء یافته است جایگزین کرده و بسط حیات به صورت رادیکال را فراهم آوریم.

و چگونه این کار انجام می‌شود؟

"برنامهٔ کاربردی کشنده (Killer App)" نانوفناوری، "نانوبوت‌ها" هستند که روبوت‌های در اندازهٔ گلبول‌های قرمز بوده و می‌توانند در جریان گردش خون حرکت کرده و پاتوژن‌ها را نابود، واریزه‌ها را برداشت نموده، خطاهای DNA را تصحیح کرده و فرایندهای پیری را نیز معکوس نمایند.

www.takbook.com

نسخهٔ بدن انسان ۲/۰ چیست؟

ما هم اکنون در هنگامه‌های نخستین تقویت و جایگزینی اعضاء بدن خود هستیم، حتی اجزایی از مغزمان را می‌توانیم با کاشت‌های عصبی جا دهیم که جدیدترین نسخه‌های آن این اجازه را به بیماران می‌دهند که اطلاعات نرم‌افزارهای جدید را به کاشت‌های عصبی خود از بیرون بدنشان انتقال داده و آن‌ها را بارگیری کنند. در کتاب، من این که چگونه هر کدامیک از اعضاء ما در نهایت جایگزین خواهند شد را توصیف می‌کنم. برای مثال، نانوبوت‌ها می‌توانند در جریان گردش خون، مجموعه‌ای بهینه از تمام مواد مغذی، هورمون‌ها و دیگر مواد مورد نیازمان را ساخته و سموم و محصولات دفعی را نیز برداشت نمایند. دستگاه گوارش کار ایجاد لذت از غذاهای پختنی را خواهد داشت نه عمل ملالت بار بیولوژیک فراهم آوردن مواد مغذی برای بدن. از همهٔ این‌ها گذشته، ما هم اکنون به شیوه‌هایی، منظرهای لذتی و ارتباطی جنسی را از عملکرد زیستی آن، جدا نموده‌ایم.

و انقلاب سوم چیست؟

انقلاب روبوتیک که به معنای هوش مصنوعی "نیرومند" است. هوش مصنوعی‌ای که در سطح انسان بوده و ما پیش از این، پیرامون آن گفتگو کردیم. ما هم سخت افزار و هم نرم افزار جهت باز خلق هوش انسان را در پایان دههٔ ۲۰۲۰ خواهیم داشت. ما خواهیم توانست این شیوه‌ها را بهبود داده و سرعت، توانمندی‌های حافظه‌ای و توان اشتراک دانایی

www.takbook.com

ماشین‌ها را تحت کنترل قرار دهیم. ما در نهایت می‌توانیم جزئیات برجستهٔ مغزمان را از درون با به کارگیری میلیاردها نانوبوت در مویرگ‌ها اسکن کنیم. پس می‌توانیم از اطلاعات، نسخهٔ پشتیبان تهیه نماییم. با ساخت و ساز بر پایهٔ فناوری نانو، ما مغز را بازخلق و یا حتی بهتر از آن، مغزمان را به صورت لایهٔ محاسبه‌گر، تواناتر معرفی کنیم.

این چه معنی می‌دهد؟

مغز بیولوژیک ما از پیام‌های شیمیایی استفاده می‌کند که اطلاعات را با چند صد فوت در ثانیه انتقال می‌دهند. الکترونیک هم اکنون میلیون‌ها بار سریع‌تر از آن است. در کتاب، من نشان می‌دهم چگونه یک اینچ مکعب از مدار نانوتیوبی، یکصد میلیون بار نیرومندتر از مغز انسان است. بدین گونه، ما امکانات نیرومندی برای معرفی هوش خود داریم که می‌توانند بر محدودیت‌های سرعت‌های بی‌نهایت آهستهٔ ارتباطاتِ میان سلول‌های عصبی، چیرگی یابند.

یعنی ما مغزهای بیولوژیک خود را با مدارها جایگزین می‌کنیم؟

من این آغاز را با نانوبوت‌ها در بدن و مغزمان رؤیت می‌کنم. نانوبوت‌ها، ما را سالم‌تر نگه خواهند داشت و غوطه‌وری کامل در واقعیت مجازی برخاسته از درون سیستم عصبی را برای ما فراهم آورده و ارتباط

www.takbook.com

مغز به مغز، در فراتر از اینترنت را امکان پذیر نموده و به صورت عظیمی هوش انسانی را بسط می‌دهند. امّا به خاطر داشته باشیم که توانمندی هوش غیربیولوژیک، هر سال دو برابر می‌شود و این در حالی است که هوش بیولوژیک به صورت اساسی در توانمندی خود ثابت است. از این رو است که با قدم گذاشتن ما در دهۀ ۲۰۳۰، بخش غیربیولوژیک هوش‌مان چیرگی خواهد یافت.

نزدیک‌ترین فناوری گسترش حیات، زیست فناوری است؛ آیا درست است؟

مسلماً هم‌پوشانی میان انقلاب‌های ژنتیک، نانوفناوری و روبوتیک وجود دارد، ولی اصولاً درست است.

بر این اساس، بیشتر پیرامون آن که چگونه ژنتیک و زیست فناوری این کار را انجام می‌دهند، به من بگویید؟

همان‌طور که ما پیرامون فرایندهای اطلاعات در پس زمینۀ بیولوژی فرامی‌گیریم، راه‌هایی که بایستی بر آن‌ها تسلط یابیم را تدبیر می‌کنیم تا بتوانیم بر بیماری‌ها و پدیدۀ پیری چیرگی یافته و پتانسیل انسانی را بسط دهیم. یک رهیافت نیرومند، آغاز نمودن با ستون فقرات اطلاعات بیولوژی است؛ یعنی ژنوم. با فناوری‌های ژنی، ما اکنون در حال نزدیک شدن به توانایی کنترل این که چگونه ژن‌ها، خود را بیان کنند، قرار داریم. ما

www.takbook.com

اکنون یک ابزار نوین نیرومند به نام تداخل RNA (RNAi) داریم که می‌تواند ژن‌های ویژه‌ای را خاموش سازد. می‌تواند RNA پیام‌آور ژن‌های خاصی را منع کرده و از ساخت پروتئین‌های مربوطه پیشگیری کند. از آنجا که بیماری‌های ویروسی، سرطان و در بسیاری دیگر از بیماری‌ها، از بیان ژن در نقطهٔ تعیین کننده در چرخهٔ زندگی خود استفاده می‌کنند، تداخل RNA ای، نویدگر یک فناوری مرزشکن خواهد بود.

یکی از ژن‌ها که ما دوست داریم آن را خاموش سازیم ژن گیرندهٔ انسولین در بافت چربی است که به سلول‌های چربی می‌گوید که هر کالری را در خود نگه دارند. هنگامی که این ژن در موش منع شد، موش‌هایی که زیاد می‌خوردند توانستند لاغر و سالم بمانند و در واقع ۲۰ درصد طولانی‌تر زنده بمانند. شیوه‌های جدید افزودن ژن‌های جدید، ژن درمانی نامیده می‌شود که در حال پدیدار شدن است و بر مسائل اولیه، با جا دادن دقیق اطلاعات ژنتیک نوین، چیرگی می‌یابد. یک شرکت که من در آن درگیر هستم به نام "درمان‌های متحد" ، توانست فشار خون ریوی در جانوران را با کاربرد یک شکل جدید از ژن درمانی درمان کند و هم اکنون برای انجام کارآزمایی بالینی در انسان، مجوز دریافت کرده است.

بنابراین ما به سمتی می‌رویم که می‌توانیم به صورت اساسی DNA خود را برنامه نویسی کنیم.

این شیوه‌ای خوب برای انجام آن است اما این فقط یک رهیافت گسترده است. خط مهم دیگر نبرد، بازرشد سلول‌های بافت‌ها و حتی کل

www.takbook.com

اعضاء است و سپس گذاشتن آن‌ها در بدن، بدون جراحی، می‌باشد. یکی از سودمندی‌های عمدهٔ این تکنیک *"کلون سازی درمانی"* آن است که ما می‌توانیم بافت‌ها و اعضاء جدیدی از نسخه‌های سلول‌های خود که جوان‌تر می‌شوند را به دست آوریم که نوید دهندهٔ گسترهٔ در حال پدید، طب باز جوان سازی می‌باشد. برای مثال، ما خواهیم توانست سلول‌های قلبی جدید را از سلول‌های پوستی خلق کرده و آن‌ها را به بدن از طریق جریان خون معرفی نماییم. با گذشت زمان، سلول‌های قلبی شما با این سلول‌های جدید جایگزین شده و نتیجه آن باز جوان‌سازی قلب با DNA خودی است. روزی انجام کشف دارو، به صورت یافت موادی که اثرات سودمندی را بدون این که اثرات جانبی عمده‌ای از خود نشان دهند، محسوب می‌شد. این فرایند همانند کشف ابزارهای انسان‌های اولیه بوده است که به صورت ساده محدود به یافت سنگ‌ها و مواد طبیعی بود تا بتوان از آن‌ها برای اهداف مورد نظر استفاده کرد. امروزه، ما در حال فراگیری دقیق مسیرهای بیوشیمیایی هستیم که در پس زمینهٔ بیماری فرایندهای بیماری‌ها و پیری قرار دارند و می‌توانیم داروهایی را طراحی کنیم که مأموریت‌های دقیقی را در سطح مولکولی به انجام رسانند. چشم‌انداز و مقیاس این تلاش‌ها بسیار گسترده است. امّا این تنها با تعالی بیولوژی خودمان است که می‌توانیم به آن دست بیابیم. واقعیت آن است که بیولوژی هرگز نمی‌تواند هم‌سنگ آن چه که ما با مهندسی قادر به انجام آن هستیم، قرار گیرد و هم اکنون ما در حال به دست آوردن درک

www.takbook.com

ژرف از اصول عملکرد بیولوژی هستیم.

آیا این سطح بهینهٔ طبیعی نیست؟

نه اصلاً. ارتباطات میان سلول‌های عصبی ما با ۲۰۰ تراکنش در ثانیه به محاسبه می‌پردازند که حداقل یک میلیون بار آهسته‌تر از الکترونیک است. به عنوان مثال دیگر، روب فریتاس که تئوری پرداز نانوفناوری است، یک طرح مفهومی برای نانوبوت‌ها که جایگزین گلبول‌های قرمز خون می‌شوند، ارائه داد. یک تجزیه و تحلیل محافظه کارانه نشان می‌دهد که اگر شما ۱۰ درصد از گلبول‌های قرمز خون را با سلول‌های تنفسی فریتاس جایگزین کنید، می‌توانید در کف یک استخر برای چهار ساعت، بدون گرفتن حتی یک نفس، بنشینید.

اگر مردم نمیرند، آیا این موجب تراکم جمعیت نخواهد شد؟

یک اشتباه شایع که افراد هنگامی که آینده را می‌نگرند انجام می‌دهند تصور می‌کنند هنگامی که یک تغییر عمده در جهان امروز روی می‌دهد (مانند بسط حیات به صورت رادیکال) انگار دیگر چیزی تغییر نمی‌کند. انقلاب GNR موجب تحولات دیگر این موضوع نیز می‌شود. برای مثال نانوفناوری ما را توانمند می‌سازد که واقعاً هر محصول فیزیکی را از اطلاعات و مواد خام ارزان تولید کرده و موجب خلق ثروت به صورت افراطی شویم. ما امکانات برآورد نیازهای مواد برای هر اندازه جمعیت

www.takbook.com

انسان‌ها را خواهیم داشت. نانوفناوری امکانات پاک‌سازی آسیب‌های محیط زیست را که در هنگامه‌های نخستین صنعتی شدن ایجاد شده‌اند را فراهم خواهد آورد. بنابراین ما بر بیماری، آلودگی و فقر چیرگی می‌یابیم که تصویر یک مدینهٔ فاضله را در ذهن زنده می‌کند. این واقعی است که مقیاس چشمگیر فناوری‌های دو دههٔ آینده، تمدن انسانی را قادر خواهد ساخت تا به مسائل خود که قرن‌ها با آن‌ها در تنازع بوده است، چیرگی یابد. امّا این توسعه‌ها نیز بدون خطرات نخواهد بود. فناوری یک شمشیر دو لبه است. ما مجبور نیستیم به قرن گذشته بیستم بنگریم تا ببینیم که امید و مخاطرهٔ در هم بافتهٔ فناوری، چگونه بوده است.

منظور چه مخاطراتی است؟

ژنتیک، نانوفناوری و روبوتیک، هر کدامیک زوایای دیگر خود را دارند. تهدید وجودی فناوری‌های ژنتیک چنین است: همین فناوری که به زودی گام‌های بلند عمده‌ای را بر علیه سرطان، بیماری‌های قلبی و دیگر بیماری‌ها بر می‌دارد، می‌تواند توسط یک بیوتروریست برای ایجاد ویروس‌های بیولوژیک مهندسی زیستی شده، به کار گرفته شود که سهولت انتقال، کشندگی و پنهان کاری را در ترکیب خود داشته و دارای دوران نهفتگی طولانی است. ابزار و دانش انجام چنین کارهایی بسیار گسترده‌تر از وجود امکانات و دانش مورد لزوم برای تولید بمب اتم بوده و اثر تأثیرگذاری آن‌ها نیز به مراتب بدتر است.

www.takbook.com

بنابراین، ما باید در این مسیر گام بر نداریم؟

یک مقدار برای انجام آن دیر است. امّا ایدهٔ چشم‌پوشی از فناوری‌های نوین مانند زیست فناوری و نانوفناوری هم اکنون توصیه شده است. من در کتاب بحث می‌کنم که این خود راهبردی اشتباه است. افزون بر محروم کردن جامعهٔ انسانی از سودمندی‌های چشمگیر این فناوری‌ها، همچون راهبردی، حقیقتاً خطرات را با توسعهٔ زیرزمینی آن‌ها بدتر می‌کند و دستیابی دانشمندان مسئولیت‌پذیر را به ابزارهایی که برای دفاع ما بر علیه آن‌ها نیاز است را سد می‌کند.

خوب چگونه ما خود را محافظت می‌کنیم؟

من پیرامون راهبردهای محافظ از خطرات کاربردهای نامعقول و اتفاقی این فناوری‌های بسیار نیرومند، در فصل ۸ کتاب خود بحث می‌کنم. امّا پیام کلی آن است که ما نیاز داریم که اولویت برتری را به آماده‌سازی فناوری‌ها و نظام‌های محافظت کننده قرار دهیم. ما نیاز داریم که سنگ‌های بیشتر را بر بخش دفاعی این گستره قرار دهیم. من مدارکی را به کنگره پیرامون یک طرح ویژه برای "منهتن" دادم تا بتوان یک نظام واکنش سریع را که جامعه را از یک ویروس بیولوژیک بیماری‌زا محافظت می‌کند، ایجاد کرد. یک راهبرد می‌تواند کاربرد RNAi باشد که نشان داده شده است بر علیه بیماری‌های ویروسی کارآمد هستند. ما یک نظام را برقرار خواهیم کرد که می‌تواند به تندی یک ویروس جدید را توالی‌یابی

www.takbook.com

و یک داروی تداخلی RNA ایجاد نموده که سریعاً در چرخهٔ تولید قرار گیرد. ما دانش تولید چنین نظامی را داریم ولی تا کنون آن را انجام ندادهایم. ما نیاز داریم که چیزی شبیه این را پیش از آن که به آن نیاز پیدا کنیم برقرار سازیم. در نهایت، نانوفناوری نیز خود دفاع کارآمد کامل بر علیه ویروس‌های بیولوژیک ارائه خواهد داد.

امّا آیا نانوفناوری خطر خودتکثیر مربوط به خود را ندارد؟

بله، امّا این پتانسیل تا بیش از دو دههٔ آینده وجود ندارد. تهدید وجودی از ویروس‌های بیولوژیک مهندسی شده نیز هم اکنون وجود دارد.

بسیار خوب امّا ما چگونه بر علیه نانوفناوری خود تکثیر، دفاع خواهیم کرد؟

هم اکنون طرح‌هایی برای استانداردهای اخلاقی نانوفناوری بر پایهٔ کنفرانس استاندارد اسیلومار (Asilomar) وجود دارد که تا کنون به خوبی برای زیست فناوری کار کرده‌اند. این استانداردها، بر علیه خطرات غیرعمدی مؤثر خواهند بود. برای مثال، ما نیازی به فراهم آوردن خود تکثیری برای انجام ساخت فرآوردهای نانوفناوری نداریم.

امّا پیرامون کارکردهای غیرعمدی مانند تروریسم چه؟

ما نیاز به خلق یک نظام ایمنی نانوفناوری داریم، مانند نانوبوت‌های

www.takbook.com

خوب که ما را از نانوبوت‌های بد محافظت می‌کنند.

دوست آبی که ما را از دوست خاکستری محافظت می‌کند!

بله، درست گفتید و در نهایت ما به نانوبوت‌هایی در شمار سیستم ایمنی نیاز داریم که خودتکثیر هستند. من پیرامون این نکتهٔ خاص با تعدادی از تئوری پردازان دیگر بحث کرده‌ام ولی در کتاب نشان می‌دهم که چرا نظام ایمنی نانوبوتی که ما قرار می‌دهیم نیاز به توانایی خودتکثیری دارد. در اصل، این همان درسی است که تکامل زیستی فراگرفته است.

در نهایت، هوش مصنوعی نیرومند، یک دفاع کارآمد کامل را بر علیه نانوفناوری خود تکثیر، فراهم خواهد آورد.

بسیار خوب، چگونه خود را بر علیه یک هوش مصنوعی آسیب‌زا محافظت کنیم؟

بله، بسیار خوب، این خودش به وجود یک هوش مصنوعی هوشمندتر نیاز دارد.

این همان آغازی است که مشابه آن داستان است که می‌گوید جهان بر پشت یک لاک‌پشت است و آن لاک‌پشت بر پشت لاک‌پشت دیگر ایستاده است و این داستان به همین صورت ادامه

www.takbook.com

دارد. بنابراین چه اتفاقی می‌افتد که خود این هوش مصنوعی هوشمندتر نیز از مرام دوستانه بیرون آید؟ آیا به هوش مصنوعی زیرک‌تر نیاز است؟

تاریخ به ما می‌آموزد که تمدن هوشمندتر که دارای فناوری پیشرفته‌تر است، غالب می‌شود. ولی من یک راهبرد کلی برای رویارویی با هوش مصنوعی غیردوستانه دارم که در فصل هشتم، به آن می‌پردازم.

بسیار خوب، من باید کتاب را برای این موضوع بخوانم. امّا آیا محدودیت‌هایی برای رشد نمایی وجود دارد؟ آیا شما از داستان خرگوش‌ها در استرالیا چیزی می‌دانید که آن‌ها برای همیشه رشد نمایی ندارند.

محدودیت‌ها برای رشد نمایی در هر پارادایمی وجود دارد که ذاتی آن پارادایم است. قانون مور اولین پارادایم نبود که رشد نمایی را برای رایانه‌ها آورد بلکه پنجمین بود. در دهۀ ۱۹۵۰، آن‌ها لوله‌های خلاء را کوچک کردند تا ادامۀ روند رشد نمایی حفظ گردد اما سپس پارادایم نیز به دیوار برخورد کرد. امّا رشد نمایی علوم محاسبه‌ای متوقف نشد و به رشد خود ادامه داده و بر پارادایم جدید ترانزیستورها غلبه یافت. می‌توانیم ببینیم که هر زمان که پایان مسیر یک پارادایم فرا می‌رسد، خود فشار پژوهشی دیگری برای خلق پارادایم دیگر ایجاد می‌کند. همین روند هم‌اکنون با قانون مور در حال روی دادن است؛ هر چند که ما پانزده سال از پایان توانایی‌مان برای کوچک کردن ترانزیستورها بر روی مدارهای

www.takbook.com

یکپارچهٔ صاف قرار داریم. ما پیشرفت چشمگیری را در خلق ششمین پارادایم که محاسبهٔ سه بعدی مولکولی است، پیدا کرده‌ایم.

امّا آیا محدودیت کلی برای توانایی‌مان در بسط توان محاسبات وجود ندارد؟

بله، من از این محدودیت‌ها در کتاب گفتگو می‌کنم. توان رایانهٔ دو پوندی انجام $۱۰^{۴۲}$ محاسبه در ثانیه است که ۱۰ کوادریلیون ($۱۰^{۱۶}$) بار قوی‌تر از تمام مغزهای انسان امروز است که کنار هم بگذاریم و تازه این در صورتی است که ما رایانه را در حرارت سرد نگه داریم. اگر ما اجازه گرم شدن به آن دهیم، ما می‌توانیم آن را با فاکتور ۱۰۰ میلیونی دیگری بهبود دهیم و البته، ما دو پوند ماده برای محاسبه کردن فدا خواهیم کرد. در نهایت، ما یک بخش چشمگیری از ماده و انرژی را در نزدیکی خود به کار خواهیم برد. بنابراین، بله، محدودیت‌هایی وجود دارد ولی آن‌ها چندان محدود کننده نیستند.

و زمانی که ما توانایی ماده و انرژی در منظومهٔ خورشیدی را به گونه‌ای اشباع خواهیم که فرایندهای هوشمند را حمایت کنند، آن گاه چه روی می‌دهد؟

آنگاه ما به مابقی جهان گسترش می‌یابیم. که من تصور می‌کنم زمان زیادی را تا آنجا داریم. خوب، این بستگی به آن دارد که آیا از کرم‌چاله‌ها

www.takbook.com

(Wormholes) برای رسیدن سریع به دیگر مکان‌های جهان استفاده بکنیم و یا به طریقی از سرعت نور بگذریم. اگر استفاده از کرم‌چاله‌ها انجام پذیرفتی است و تجزیه و تحلیل‌ها نشان می‌دهد که با تئوری نسبیت عام همخوانی دارد، ما می‌توانیم جهان را با هوش خود طی دو قرن اشباع سازیم. من دورنمای آن را در فصل ۶ کتاب بحث می‌کنم. امّا بدون تفکر و تعمق در کرم‌چاله‌ها، ما در این قرن، بر محدودیت‌های محاسبه در منظومهٔ شمسی دست خواهیم یافت و در آن نقطه، ما توان هوش خود را تریلیون تریلیون گسترش داده‌ایم.

برگردیم به گسترش حیات، آیا طبیعی نیست که پیر شویم و بمیریم؟

چیزهای طبیعی دیگر مانند مالاریا، ابولا، آپاندیسیت و تسونامی‌ها نیز طبیعی هستند. بسیاری از چیزهای طبیعی به شدت در حال تغییرند. پیری ممکن است طبیعی باشد ولی من چیز مثبتی را در از دست دادن چالاکی روانی، تیزی حسی، نرمش فیزیکی، میل جنسی و یا هر توانایی دیگر انسان نمی بینم. در دیدگاه من، مرگ یک تراژدی است. این یعنی از دست دادن شگرف شخصیت، مهارت، دانایی و وابستگی‌ها است. ما آن را از دیدگاه منطقی چیز خوبی می‌پنداریم، زیرا حقیقتاً این تنها جایگزینی است که داریم. امّا بیماری، پیری و مرگ، مسائلی هستند که ما هم اکنون در موقعیتی هستیم که می‌بایست بر آن‌ها چیرگی یابیم.

www.takbook.com

صبر کنید، شما گفتید دوران طلایی زیست فناوری هم‌اکنون یک دهه از آن گذشته است، اما امروزه هنوز تغییر رادیکال در گسترش حیات نداشته‌ایم، آیا داشته‌ایم؟

در کتاب آخر من با عنوان *"سفر خارق‌العاده، به اندازهٔ کافی زندگی کنید تا برای همیشه زندگی کنید"* که با دکتر تری‌گروسمن نوشته‌ام، یک برنامهٔ جزئی و فردگرایانه را توصیف می‌کنم که شما می‌توانید هم اکنون آن را پیاده سازید (که ما آن را پل اول می‌نامیم) و این اکثرا افراد را قادر می‌سازد که به اندازهٔ کافی زندگی کنند تا هنگامهٔ بلوغ یافتگی انقلاب زیست فناوری (پل دوم) را تجربه کنند. این به نوبهٔ خود، ما را به پل سوم خواهد رساند که نانوفناوری و هوش مصنوعی نیرومند است که موجب خواهد شد ما تا بی‌نهایت زنده بمانیم.

بسیار خوب، امّا این آزار دهندهٔ نخواهد بود که صدها سال زندگی کنیم؟

چنانچه انسان صدها سال زندگی کند بدون آن که تغییر دیگری در ماهیت حیات وی روی ندهد، آن گاه پاسخ بله خواهد بود و نتیجهٔ آن دلتنگی و ملامتی ژرف می‌باشد. امّا همان نانوبوت‌های در جریان خون که ما را سالم نگه خواهند داشت (با نابودی عوامل بیماری‌زا و معکوس کردن فرایندهای پیری) هوش و تجربه ما را به صورت گسترده‌ای افزایش خواهند داد. همان‌گونه که ماهیت آن است، بخش غیربیولوژیک هوش ما،

www.takbook.com

توان‌های خود را به صورت نمایی گسترش داده در نتیجه، در نهایت، برجستگی خواهد یافت. دستاورد آن، تغییر پرشتاب خواهد بود و در نتیجه ما آزردگی و ملامت را تجربه نخواهیم کرد.

آیا تکینگی موجب خلق بی‌حدّ و مرز شکاف دیجیتالی به دلیل دسترسی ناعادلانه به بسط حیات رادیکال و رایانه‌های ابرهوشمند، نخواهد شد؟

ما لازم است یک منظر مهم از قانون بازگشت شتاب‌دار را در نظر بگیریم که به عامل کاهش قیمت سالانهٔ ۵۰ درصدی در فناوری اطلاعات اشاره می‌کند. عاملی که خود نیز رو به افزایش است. نخست، ثروتمندان می‌توانند از پس هزینهٔ فناوری‌ها برآیند امّا در این هنگامه، این فناوری‌ها خیلی خوب کار نمی‌کنند. در هنگامه بعدی، آن‌ها فقط گران هستند و یک مقدار بهتر کار می‌کنند. پس آن‌ها به خوبی کار کرده و ارزان خواهند بود و در نهایت آن‌ها تقریباً مجانی می‌شوند. هم اکنون تلفن‌های همراه، در هنگامهٔ ارزانی هستند. کشورهایی هستند در آسیا که اکثر مردم تا پانزده سال پیش گاوآهن هل می‌دادند امّا اکنون با اقتصاد اطلاعات رونق یافته و اکثر مردم یک تلفن همراه دارند. این پیشرفت از پذیرش نخستین فناوری‌های گران قیمت که به خوبی کار نمی‌کردند تا پذیرش پسین فناوری‌های پالایش یافته که بسیار ارزان هستند، خود یک فرایند است که یک دهه به طول می‌انجامد. امّا این نیز خود شتاب خواهد یافت. ده

www.takbook.com

سال از هم اکنون، این یک پیشرفت پنج ساله خواهد بود و بیست سال از هم اکنون، این یک فاصلهٔ زمانی دو تا سه ساله خواهد بود. این مدل، منحصر به گجت‌های (Gadgets) الکترونیک نبوده و می‌توان آن را به هر آن چه با اطلاعات سر و کار دارد، در نهایت به هر چیز با ارزش شامل محصولات ساخته شده نیز تعمیم داد. در بیولوژی، ما از هزینهٔ ده دلاری برای توالی یک جفت باز DNA در سال ۱۹۹۰ به یک پنی در امروزه رسیده‌ایم. داروهای ایدز با هزینهٔ ده‌ها هزار دلاری برای هر بیمار در سال آغاز شد و به خوبی نیز کارآمد نبودند در حالی که امروزه، داروهای مؤثر با حدود یکصد دلار برای هر بیمار در سال در کشورهای فقیر به کار برده می‌شوند. این هنوز بیش از آن چیزی است که ما دوست داریم، امّا فناوری در مسیر درست خود در حرکت است. بنابراین، شکاف دیجیتالی و شکاف دارا و ندار رو به کاهش است و نه رو به تشدید شدن. در نهایت، هر کس ثروت عظیمی را در اختیار خواهد داشت.

آیا مسائلی همچون جنگ، عدم تحمل و از هم پاشیدگی محیط زیست، مانع ما در راه رسیدن به تکینگی نخواهند بود؟

ما جنگ‌های زیادی را در قرن بیستم داشتیم. پنجاه میلیون نفر در جنگ جهانی دوم مردند و بسیاری دیگر نیز در جنگ‌های دیگر. ما همچنین مقدار زیادی عدم تحمل و به طور نسبی دموکراسی کمی تا پایان قرن داشته‌ایم و با مقدار زیادی آلودگی‌های زیست محیطی رو به

www.takbook.com

رو بوده‌ایم. تمام این مسائل قرن بیستم، اثری بر روی قانون بازگشت‌های شتاب‌ده نداشته‌اند. رشدِ نمایی فناوری‌های اطلاعات، به نرمی از میان جنگ و صلح، افت و شکوفایی، به پیش رفته است. پدیداری فناوری‌های قرن بیست و یکمی، تمایل به مرکزگریزی داشته و به صورت نسبی دوست‌دار محیط زیست هستند. با بلوغ یافتگی نانوفناوری، ما فرصت پاک‌سازی آشفتگی‌های برجا مانده از فناوری‌های اولیهٔ خام صنعتی شدن را خواهیم داشت.

امّا اعتراضاتی از رهبران دینی و سیاسی نخواهد بود که دیگر نشانی از مرد و زن معمولی نبوده و تحول رادیکال در انسانیت روی داده است؟

اعتراضاتی به گاو آهن نیز بود امّا موجب نشد که مردم از آن استفاده نکنند. همین را می‌توان برای هر گام جدید در فناوری گفت. فناوری‌ها بایستی خود را اثبات کنند. هر فناوری که پذیرفته می‌شود، بسیاری نیز کنار گذاشته می‌شوند. هر فناوری می‌بایست نشان دهد که نیازهای اساسی انسان را پاسخگو است. برای مثال، تلفن همراه نیاز ما به ارتباط با دیگری را برآورده می‌کند. ما قصد نداریم به تکینگی با یک جست عظیم به جلو برسیم ولی این کار را با گام‌های کوچک فراوان که هر کدامیک از آن‌ها منظری خوش خیم و معتدل دارند، انجام می‌دهیم.

www.takbook.com

امّا پیرامون مناقشاتی همچون موضوع سلول‌های بنیادی چه؟ اعتراض حکومتی، به روشنی پیشرفت در این گستره را آهسته کرده است.

به روشنی از پژوهش‌های سلول‌های بنیادی حمایت می‌کنم ولی این طور نیست که گسترهٔ سلول درمانی به صورت چشمگیری رشد آهسته‌ای یافته است. هر چه باشد، مناقشهٔ شیوه‌های خلاقانه دستیابی به جام مقدس، این گستره را شتاب داده است. این جام مقدس، *"فراتمایز"* است که به معنای خلق سلول‌های تمایز یافتهٔ جدید مورد نیاز از سلول‌های خود است (برای مثال، تبدیل سلول‌های پوستی به سلول‌های قلبی یا سلول‌های جزایر پانکراس). هم‌اکنون فراتمایز، در شرایط آزمایشگاهی به نمایش گذاشته شده است. اعتراضات همچون آن چه که بر ضد پژوهش‌های سلول‌های بنیادی بنیان شد، به پایان خواهد رسید و همچون سنگ در آب بر جای مانده و این جریان پیشرفت است که اطراف آن‌ها جاری خواهد شد.

خداوند در کجای تکینگی جا می‌گیرد؟

گرچه سنت‌های مذهبی گوناگون، ادراک‌های متفاوتی از خداوند دارند امّا رشتهٔ مشترک آن است که خداوند، نمایانگر بی‌کرانگی و بی‌مرزی سطوح هوشمندی، دانایی، خلاقیت، زیبایی و عشق است. همچنان که سیستم‌ها از طریق بیولوژی و فناوری تکامل می‌یابند ما پی می‌بریم که

www.takbook.com

آن‌ها پیچیده‌تر، هوشمندتر و فرهیخته‌تر می‌شوند. آن‌ها بیشتر بغرنج و زیباتر گردیده و مستعدتر از هیجانات بالاتر همچون عشق می‌شوند. از این رو، هوش، دانایی، خلاقیت، زیبایی و عشق، یعنی همهٔ کیفیاتی که مردمان به خداوند به صورت بی‌انتها نثار می‌کنند، رشد نمایی خواهند یافت. گرچه تکامل به چنین سطح بی‌کرانی از این صفات نخواهد رسید امّا به سطوح عظیم‌تر شتاب می‌یابد، به گونه‌ای که ما می‌توانیم تکامل را به صورت فرایندی روحانی ببینیم که حتی نزدیک‌تر به این ایده‌آل حرکت می‌کند. تکینگی، نمایان‌گر یک انفجار در ارزش‌های والاتر پیچیدگی است.

پس شما دارید نقش خداوند را بازی می‌کنید؟

در حقیقت من تلاش می‌کنم نقش یک انسان را بازی کنم. تلاش من آن است که آن چه انجام دهم که انسان‌ها به خوبی انجام می‌دهند و آن حل مسائل است.

امّا پس از همهٔ این تغییرات، آیا ما هنوز انسان خواهیم بود؟

این بستگی به این دارد که شما چگونه انسان را تعریف کنید. پاره‌ای از مشاهده‌گران، انسان را بر اساس محدودیت‌های مان تعریف می‌کنند. من ترجیح می‌دهم که خودمان را به صورت گونه‌ای که جستجو می‌کند و با گذر از محدودیت‌هایمان کامیاب می‌شود، تعریف کنم. بسیاری از

www.takbook.com

مشاهده‌گران به این نکته اشاره می‌کنند که چگونه علم، ما را از شالوده بودن کنار گذاشته است و به ما نشان داده که برخلاف آن چه پیش از این تصور می‌کردیم، در مرکز قرار نداریم و ستارگان در دور زمین نمی‌چرخند و چگونه مسیر تکامل بیولوژیک را گذر کرده‌ایم. تمام این‌ها واقعیت دارد، ولی همچنین این را هویدا می‌سازند که پس از همهٔ این‌ها، ما در مرکز هستیم. توانایی ما در خلق مدل‌ها - واقعیت‌های مجازی - در مغزمان، توأم با انگشتان محجوبانه‌مان، ما را قادر می‌سازد تا افق‌هایمان را بدون حد و مرز، گسترش دهیم.

www.takbook.com