



## هوشمندی بی نظیر

### نگاهی به یکپارچگی انسان و فناوری ظرف ۳۰ سال آینده

سخنرانی ری کورزویل  
ترجمه وحید وحیدی مطلق

تهران، ۳۱ اردیبهشت ۱۳۸۳

<http://www.vahidthinktank.com>

#### پیش درآمد

در پایان قرن بیست و یکم عملاً مرگ و میر وجود نخواهد داشت. ما انسان ها با استفاده از مزایای فناوری انتقال مغز جاودان می شویم. تا کنون حیات و زندگی ما به طول عمر سخت افزارمان گره خورده بود. وقتی سخت افزار در هم می شکست کار ما تمام بود. اما وقتی که از مرز بگذریم و خود را درون فناوری رایانه جای دهیم، ذهن ما به تکامل خود ادامه خواهد داد. امروزه نرم افزار ما نمی تواند رشد کند. زیرا درون مغزی مرکب از تنها ۱۰۰ تریلیون اتصال و سیناپس گیر افتاده است. عمر نرم افزار ما در آینده دیگر به بقای مدار محاسباتی مغزمان وابسته نخواهد بود. در واقع روزی خواهد رسید که هویت و بقای انسان از سخت افزار و بقای آن مستقل خواهد شد. جهانی را مجسم کنید که تفاوت بین انسان و ماشین محو می شود. جهانی که مرز میان بشریت و تکنولوژی رنگ می بازد. قرن بیست و یکم به روایت ری کورزویل وعده زمانی را می دهد که پیوند هوش انسان با هوش مصنوعی ماشین بنیان زندگی بشر را گسیخته کرده و آن را دگرگون می سازد.

برگرفته از کتاب عصر ماشین های معنوی، نوشته ری کورزویل،

ترجمه سیمین موحد، نشر پیکان، ۱۳۸۰



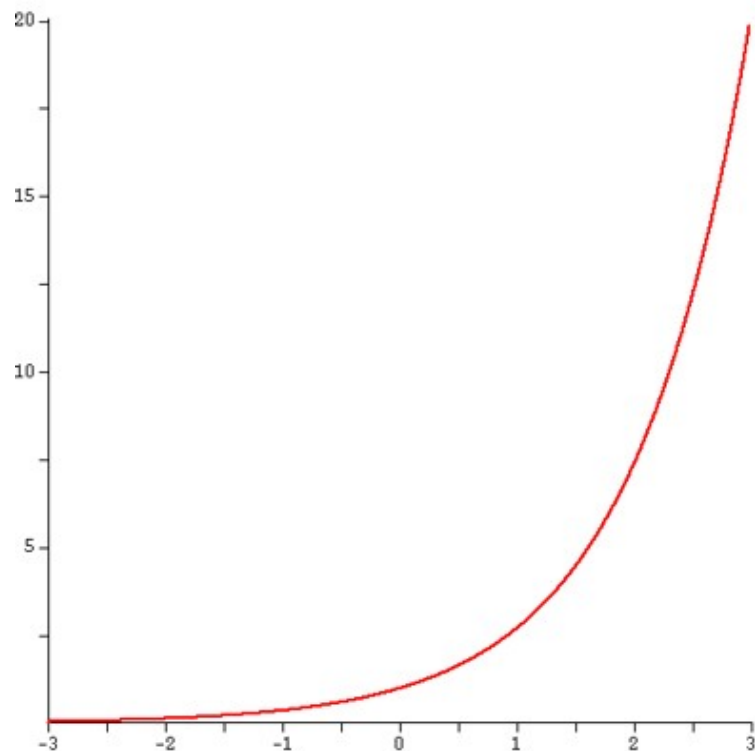
علاقه من به آینده نگری بیشتر ریشه درعلاقه من به اختراع دارد. از زمانی که پنج ساله بودم می خواستم که یک مخترع بزرگ شوم و خیلی زود فهمیدم که اگر کسی بخواهد مخترع موفق شود باید آینده را خوب بشناسد. این کار کمی شبیه ورزش موج سواری است چون باید در زمان مناسب سوار موج ها شد. من وقتی که یک کار را تمام می کنم می فهمم در مقایسه با زمانی که کار را آغاز کرده ام، در جهان تغییرات زیادی رخ داده است.

به همین خاطر دانشجوی رشته روند یابی فناوری شدم و مدل های ریاضی مختلفی برای نشان دادن چگونگی تکامل فناوری ها تهیه کردم. حوزه های مطالعاتی ام بیشتر شامل رایانه، الکترونیک، مخابرات، فناوری های زیستی مانند تصویر برداری ژنتیک، مهندسی معکوس مغز انسان، نانو فناوری و همچنین آهنگ تغییرات پارادایم ها می شود. به کمک این مدل ها توانستم به عنوان یک کارآفرین و مخترع فناوری، زمان مناسب سوار شدن بر موج را تشخیص دهم.

علاقه من به روند های فناوری هر روز بیشتر می شد تا اینکه "قانون بازدهی شتابان" را پیشنهاد دادم. من معتقدم این قانون نحوه تکامل فناوری در دهه های آینده را به خوبی نشان می دهد. در کتابی که در دهه ۱۹۸۰ نوشتم نقشه پیشرفت فناوری ها را در دهه ۱۹۹۰ و اوائل ۲۰۰۰ ترسیم کردم که اتفاقاً پیش بینی خوبی از کار در آمد. امروزه مدل های ریاضی خود را ویرایش کرده ام و می گویم آینده فناوری ها در قرن بیست و یکم را شناسایی کنم. به کمک این پیش بینی ها می توانم فناوری های قرن جدید را ابداع کنم چون می دانم که در سال های ۲۰۱۰، ۲۰۲۰ یا ۲۰۳۰ وضعیت فناوری ها، ارتباطات، اندازه فناوری، و دانش ما درباره مغز انسان چگونه خواهد بود. با اینکه هنوز قادر به ابداع این فناوری ها نیستم اما می توانم کمابیش آنها را توصیف کنم.



نکته ای که اکثر ناظران آن را تشخیص نداده اند و صاحب نظران به اندازه کافی به اهمیت آن پی نبرده اند شتاب آهنگ تغییرات است. قرن ها پیش مردم اصلا فکر نمی کردند که جهان در حال تغییر است. البته حق هم داشتند چون زندگی اجدادشان خیلی با آنها تفاوت نداشت و انتظار داشتند که نوادگان شان هم مانند خودشان زندگی کنند.



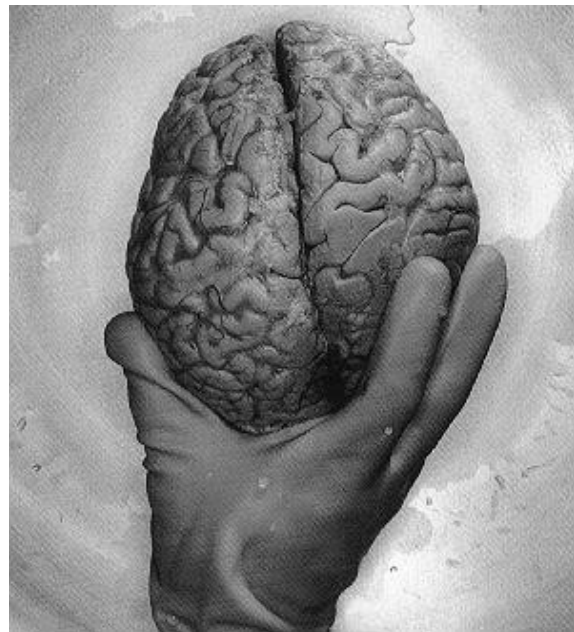
امروزه کسی شک ندارد که سرعت تغییرات افزایش یافته است و اینکه فناوری قادر است ماهیت جوامع را دستخوش تحول کند. اما آنچه که کمتر به آن توجه می شود این است که آهنگ تغییرات شتاب گرفته است. در واقع ۲۰ سال گذشته به هیچ وجه راهنمای خوبی برای ۲۰ سال آینده نیست. در هر دهه نرخ تغییر پارادایم ها و نرخ پیشرفت دو برابر می شود. در واقع بر حسب نرخ کنونی تغییرات، همه تغییرات قرن بیستم فقط به اندازه ۲۵ سال کنونی است. به بیان دیگر ظرف بیست و پنج سال آینده ما به اندازه ۴ برابر قرن بیستم پیشرفت خواهیم کرد و همچنین در کل قرن بیست و یکم به اندازه ۲۰۰۰۰ سال در توسعه فناوری پیشرفت خواهیم کرد.

به عنوان مثال رشد فناوری رایانه تصاعدي است. یکی از روندهای تصاعدي که متخصصان از آن آگاهند "قانون مور" نام دارد. اما خود قانون مور تنها یکی از روش های رشد تصاعدي در فناوری رایانه به شمار می رود. بر حسب این قانون هر دوازده ماه یکبار قدرت محاسبه دو برابر می شود زیرا



هر دو سال یکبار می توانیم چگالی ترانزیستورها را در مدارهای مجتمع ( آی سی ) دو برابر کنیم. اما در واقع سرعت رایانه ها هم دو برابر می شود و بنابراین با افزایش همزمان سرعت و ظرفیت باید گفت که قدرت رایانه ها هر دوازده ماه یکبار چهار برابر می شود.

باید توجه کرد که قانون مور پنجمین پارادایمی است که موجب رشد تصاعدي در رایانه ها شده است. ما تا امروز ماشین حساب های الکترومکانیکی، رایانه های مبتنی بر رله، رایانه های با لامپ های خلا، و نهایتاً رایانه های ترانزیستوری را ساخته ایم. هر گاه که یکی از پارادایم ها از صحنه خارج شود پارادایم جدید جای آن را می گیرد. مثلاً لامپ های خلا مرتباً کوچکتر می شدند تا اینکه به کوچکترین اندازه ممکن رسیدند و بعد از آن روش کاملاً متفاوت و جدیدی یعنی کاربرد ترانزیستورها ظهور کرد. متخصصان معتقدند که ظرف ۱۲ سال آینده قانون مور نیز از رده خارج می شود زیرا ابعاد ترانزیستورها فقط به اندازه چند اتم خواهد بود و دیگر نمی توان بیشتر از این آنها را کوچک کرد. بنابراین این پارادایم خاص نیز جای خود را به پارادایم بعدی خواهد داد.



پارادایم ششم در واقع پردازش و محاسبه موازی و سه بعدی خواهد بود. مغز ما انسان ها ساختاری سه بعدی دارد و بنابراین می توانیم به صورت سه بعدی محاسبه و اطلاعات را پردازش کنیم. روش الکتروشیمیایی پردازش اطلاعات توسط دستگاه عصبی انسان ده میلیون بار کند تر و آهسته تر از روش الکترونیکی رایانه ها است. اما به خاطر معماری سه بعدی مغز انسان، قدرت پردازش ماشین هنوز کمتر است. همه پیوندهای عصبی مغز انسان به صورت همزمان قادر به انجام محاسبات هستند بنابراین می توانند در آن واحد یک صد هزار میلیارد کار را انجام دهند. ماشین ها و رایانه ها نیز باید به همین سمت حرکت کنند. امروزه تراشه های رایانه ای حتی اگر به شدت فشرده باشند، تخت و دو



بعدي هستند. ظرف ۱۵ یا ۲۰ سال آینده رایانه ها قادر به پردازش موازي شده و از طریق درك چگونگی کارکرد مغز، مدل های سخت افزاري با الهام از طبیعت ساخته خواهند شد.

امروزه اکثر متخصصان بر این باورند که ما سخت افزار لازم برای رسیدن به سطح هوش انسان را ظرف چند سال آینده مثلاً بیست سال خواهیم داشت. آنچه که هنوز درباره آن بحث داغی مطرح است وجود یا عدم وجود نرم افزارهای لازم می باشد. رایانه های بسیار بسیار سریع از لحاظ نظری قادر به رقابت با مغز انسان خواهند بود اما هنوز درك کاملی از چگونگی کارکرد مغز، نرم افزارهای لازم، روش ها و دانش ایجاد هوش در سطح انسان را در اختیار نداریم. بدون اینها، رایانه ها فقط ماشین حساب های فوق العاده سریع خواهند بود.

اما دانش ما درباره چگونگی کارکرد مغز نیز رشد تصاعدي دارد. پیچیدگی مغز انسان بی نهایت نیست ولی درك کامل آن با يك پیشرفت ساده میسر نمی شود. در واقع ما در مسیر شناخت اصول کار مغز خیلی خوب پیشرفت می کنیم. فنآوری لازم برای تصویربرداری از مغز رشد تصاعدي دارد و هر روزه مدل های ریاضی مفصل تری از نورون های عصبی تهیه می کنیم. امروزه مدل های ریاضی پیشرفته ای برای مناطق مختلف مغز تهیه شده اند و می توان با روشهای محاسباتی متعارف آنها را اجرا کرد. نتایج مدل های مهندسی شده برای این مناطق مشخص مغز با نتایج يك مغز معمولی تقریباً یکسان است.

همچنین امروزه بخش هایی از مغز که به خاطر بیماری یا ناتوانی های دیگر از کار افتاده اند عملاً جایگزین می شوند. به عنوان مثال می توان به کاشت های عصبی برای بیماران مبتلا به پارکینسون یا افراد کر اشاره کرد. امروزه نسل جدیدی از حلزون های مصنوعی گوش ساخته شده اند که به کمک آنها افراد کر می توانند برای اولین بار موسیقی گوش دهند. بنابراین توانسته ایم چگونه کارکردن مناطقی از مغز را نشان داده و ماشین های محاسباتی متعارف را جایگزین مناطق تخریب شده آن کنیم. این دستگاه های الکترونیکی به خوبی با دیگر بخش های مغز در تعامل بوده و وظیفه عضو از بین رفته را انجام می دهند.

در يك برآورد محافظه کارانه می توان گفت که ظرف سی سال آینده یا حتی کمتر نقشه کاملی از مغز انسان و مدل های ریاضی نحوه کارکرد بخش های مختلف آن تهیه کرده و قادر می شویم که روش کار مغز انسان را، که با اکثر روش های کنونی به کار رفته در هوش مصنوعی کاملاً تفاوت دارد، تقلید کرده و آن را مهندسی کنیم.

در واقع اینها بسیار شبیه روش هایی هستند که من در حوزه تخصصی خودم یعنی شناسایی الگوها



از آنها استفاده می‌کنم. شناسایی الگوها بنیادی ترین کارکرد مغز انسان به شمار می‌رود. از آنجا که ما نمی‌توانیم با سرعت کافی موقعیت‌های مختلف را تحلیل منطقی کنیم بر قدرت شناسایی الگوها تکیه می‌کنیم. ظرف سی سال آینده می‌توان هوشمندی غیر زنده‌ای ساخت که قابل رقابت با هوشمندی انسان باشد. این ماشین‌های هوشمند غیر زنده باید مانند انسان‌ها آموزش ببینند. اما برخی مزیت‌های هوش مصنوعی فرایند‌های را به شدت تغییر خواهند داد. ماشین‌ها هم سریع‌تر هستند و هم دقیق‌تر. در واقع یک رایانه چند هزار دلاری می‌تواند میلیاردها مطلب را در حافظه خود دقیقاً حفظ کند در حالیکه ما انسان‌ها برای حفظ کردن چند شماره تلفن به زحمت می‌افزاییم.

ماشین‌ها بعد از اینکه چیزی را یاد گرفتند می‌توانند این دانش را با دیگر ماشین‌ها به اشتراک بگذارند. ما انسان‌ها در دستگاه عصبی خود پایانه‌هایی برای دانلود کردن اطلاعات و دانش نداریم. بنابراین مثلاً من که زبان فرانسوی بلد هستم نمی‌توانم آن را روی مغز شما دانلود کنم. اما ماشین‌ها از عهده این کار بر می‌آیند. از این رو فرآیند آموزش ماشین‌ها صد‌ها یا هزارها برابر سریع‌تر از انسان‌هاست. در واقع می‌توان ظرف چند روز یا چند هفته آموخته‌های ۲۰ ساله یک انسان را به ماشین منتقل کرد و پس از این، ماشین‌ها کافی است این دانش را با یکدیگر به اشتراک بگذارند و لازم نیست که به ماشین‌های دیگر چیزی را یاد بدهند.

یکی از دلالت‌های این پیشرفت‌ها این است که می‌توانیم هوش انسان‌ها را فوق‌العاده تقویت کنیم. ما می‌توانیم این ماشین‌های هوشمند را درون مغز خود قرار دهیم. امروزه چنین کاری در مورد افراد بیمار یا ناتوان به صورت محدود انجام می‌شود اما در آینده انسان‌های سالم نیز در مغز خود ماشین‌های هوشمند خواهند داشت. در واقع می‌توان ماشین‌های محاسبه‌گر را از درون جریان خون به داخل مویرگ‌های مغز فرستاد. این نانو روبات‌های هوشمند و بسیار ریز داخل مغز شده و با شبکه عصبی آن تعامل خواهند داشت. امکان‌پذیری چنین کاری امروزه در مورد حیوانات اثبات شده است.

یکی از کاربردهای ارسال میلیاردها نانو روبات هوشمند به داخل مغز انسان رسیدن به واقعیت مجازی و مکاشفه تمام عیار است. اگر فرد مایل باشد که در دنیای واقعی بماند نانو روبات‌ها کاری نمی‌کنند و غیر فعال باقی می‌مانند اما اگر بخواهد وارد دنیای واقعیت‌های مجازی شود نانو روبات‌ها جلوی سیگنال‌های عصبی دنیای واقعی را می‌گیرند و سینگال‌هایی را جایگزین آن می‌کنند که فرد را به دنیای خیالی می‌برد. بدین ترتیب مغز انسان یک محیط کاملاً مجازی را حس می‌کند نه دنیای واقعی را. شما می‌توانید در این دنیای مجازی تنها باشید یا افراد دیگر را هم با خود ببرید و از رابطه جنسی گرفته تا مذاکرات سخت کاری را با همه حواس خود و کاملاً یکسان با دنیای واقعی تجربه



کنید.

مهم تر اینکه، ما قادر خواهیم شد که از طریق اتصالات تنگاتنگ، هوش غیر زنده را به هوش زنده خود پیوند بزنیم. منظور من فقط این نیست که یک لوله بسیار نازک بین مغز و یک سیستم غیر زنده قرار دهیم، بلکه نانو ماشین های غیر زنده را در میلیاردها بخش مغز انسان می کاریم. شما را نمی دانم، اما خود من علاقه زیادی به مطالعه کتابها و سایت های اینترنتی دارم ولی پهنای باند اتصال من به اینترنت به اندازه کافی وسیع نیست. بنابراین از طریق این فناوری می توانم به جای فقط صد هزار میلیارد اتصال کنونی هزار برابر صد هزار میلیارد اتصال داشته باشم. ما انسان ها بدین ترتیب می توانیم توانایی های ذهنی، شناسایی الگوها و تفکر را در خود بسیار تقویت کرده و به معنی واقعی کلمه دانش را دانلود کنیم.

اگر این روندها را بیشتر پی گیری کنید به جایی می رسید که تغییرات آنچنان سریع می شوند که سیر تاریخی تمدن بشر ناگهان گسیخته می شود. برخی صاحب نظران چنین وضعیتی را "نقطه تکین" می نامند. تعاریف مختلفی برای نقطه تکین وجود دارد که بیشتر برگرفته از علم ریاضی و فیزیک است. در فیزیک نقطه ای با چگالی و انرژی بی نهایت مانند یک سیاه چاله نشانگر گسیختگی ساخت فضا- زمان است و نقطه تکین نامیده می شود.

نقطه تکین جایی است با ویژگی های غیر عادی، بی نظیر و منحصر به فرد. می توان این مفهوم را درباره سیر و تاریخ تمدن انسان نیز به کار برد. در چنین نقطه ای نرخ پیشرفت فناوری آنچنان سریع خواهد شد که ساخت جوامع بشری گسیخته می شود. در علم فیزیک دیدن چیزی فراتر از نقطه تکین غیر ممکن است. برخی افراد نیز معتقدند که توصیف چگونگی شرایط زندگی انسان بعد از نقطه تکین عملاً غیر ممکن است. اما من مایلیم که درباره زندگی انسان پس از نقطه تکین فکر کنیم. نقطه ای که بنابر پیش بینی خودم قبل از سال ۲۰۵۰ به آن خواهیم رسید.



وجود مفاهیم بی شماری درباره طبیعت زندگی مانند طول عمر موجب می شود که ما انسان را



همچون موجود زنده متفکری با توانایی های محدود ببینیم. اما زمانی که ما انسان ها با فناوری ها خود ادغام و یکپارچه شویم همه این مفاهیم دستخوش تحولات بنیادین می شوند. در دهه ۱۹۸۰ در کتاب خود، "عصر ماشین های هوشمند"، پیش بینی کردم که در فاصله سال های ۲۰۲۰ الی ۲۰۵۰ هوش ماشین ها با هوش انسان برابر خواهد شد. در کتاب "عصر ماشین های معنوی" ( ترجمه شده به فارسی توسط سیمین موحد) که ده سال بعد نوشتم درباره زندگی انسان پس از این نقطه تکین و زمان رقابت ماشین ها با انسان ها بحث کردم.

نکته ای که نباید فراموش کرد این است که سطح هوش غیر ماشینی ثابت است. درذهنهای کل نژاد بشر در هر ثانیه ۱۰ به توان ۲۶ محاسبه انجام می شود. همچنین در کل جهان ده میلیارد مغز انسان وجود دارد. پنجاه سال بعد هوش نوع بشر در همین مرتبه بزرگی باقی خواهد ماند. از سوی دیگر هوش ماشین ها رشد تصاعدي دارد و امروزه فقط هزار بار کمتر از سطح هوش زنده است. بنابراین اگر چه هنوز هوش انسان بر هوش ماشین چیره است اما در سال ۲۰۳۰ هوش ماشین به سطح هوش انسان رسیده و به صورت تصاعدي به رشد خود ادامه خواهد داد.



برخی افراد می پرسند که ما چگونه بفهمیم که موجودات یا گونه های باهوش تری از انسان ها وجود دارند؟ آیا دانش چیزی جز تکرار مکررات نیست؟ چگونه می توانیم بیش از آنچه که می دانیم بدانیم؟ به جز ما انسان ها چه کسی باید این دانش بیشتر را بداند؟

واکنش بعضی ها به این صورت است که می گویند ما اصلا نمی خواهیم از نانو روبات ها استفاده کنیم. افراد بیشماري شاید دلشان بخواهد که فقط يك موجود زنده بیولوژیک باقی بمانند. اما نقطه تکین و گسیخته شدن سیر تاریخی تمدن بشر به نظر چنین افرادی چه گونه خواهد بود؟ پاسخ این است که آنها اصلا متوجه حضور هوش مصنوعی نمی شوند. در واقع ماشین های هوشمند همچون



خدمتکاران تعالی یافته برای انسان ها کار می کنند. به نظر می رسد که این ماشین ها واقعا با ما دوست هستند و با مهربانی خاصی نیازهای ما را ارضا می کنند. اما ارضای نیازهای مادی و عاطفی تنها بخش بسیار کوچکی از خروجی ذهن بخش غیر زنده تمدن انسان خواهد بود. بنابراین چیزهای فراوانی وجود خواهند داشت که انسان ها اصلا متوجه آنها نخواهند شد.

در اینجا باید به دو نکته مهم یکی در سطح اقتصادی و دیگری در سطح معنوی توجه کرد. در سطح اقتصادی، تنها معیار ارزش افزوده خروجی ذهن است. ما امروزه به جایی رسیده ایم که تنها چیز ارزشمند اطلاعات است. اطلاعات زمانی که منعکس کننده دانش باشد ارزش دارد و نه به صورت داده های خام. محصولاتی مانند ساعت، دوربین، یا ضبط و پخش فیلم و سی دی را در نظر بگیرید. اینها فقط یک سری اشیا فیزیکی هستند. اما به این خاطر ارزش دارند که با کاربرد اطلاعات و دانش انسان طراحی شده اند. ماده خام آنها فقط یک مشت سنگ و آهن است که ارزش چندانی ندارد. محصولاتی که ما می خریم به این خاطر ارزش دارند که دانشی را در خود گنجانده اند.

مولفه دانش موجود در محصولات و خدمات به سمت ۱۰۰ درصد مجانب می شود و در سال ۲۰۳۰ این مولفه اساسا ۱۰۰ درصد خواهد شد. در واقع می توانیم با ترکیب نانو فناوری و هوش مصنوعی هر محصول فیزیکی لازم برای برآورده کردن خواسته های مادی خود را بسازیم. زمانی که همه چیز در نرم افزار و اطلاعات خلاصه می شود، فقط کافی است که نرم افزار مناسب را دانلود کنیم. ما الان به چنین نقطه ای خیلی نزدیک شده ایم.

در سطح معنوی، موضوع خود آگاهی یکی دیگر از ابعاد مهم موضوع هوش مصنوعی است. در واقع تا سال ۲۰۳۰ ما با موجوداتی غیر زنده مواجه می شویم که به نظر آگاه می آیند و حتی ادعا می کنند که چیزهایی را "احساس" می کنند. امروزه برخی شخصیت ها در بازی های رایانه ای چنین ادعایی می کنند اما کسی باور نمی کند. ما می دانیم که این کاراکترها فقط یک جور شبیه سازی نرم افزاری هستند و کسی برای آنها شخصیت انسانی در نظر نمی گیرد. دلیلش این است که این هویت یا موجود نرم افزاری میلیون ها بار ساده تر از ذهن انسان است.



اما در سال ۲۰۳۰ اینگونه نخواهد بود. مثلاً شما در دنیای مجازی با "کسی" دست می‌دهید که خود را به صورت انسان مجسم کرده است در حالیکه اصلاً جان ندارد و فقط یک نرم افزار هوشمند است. این موجودات دیگر ساده تر از انسان‌ها نیستند بلکه به اندازه انسان یا حتی بیشتر پیچیده خواهند بود. آنها همه نشانه‌های ظریف انسان‌ها را خواهند داشت و با تجسم خود به صورت انسان روبرویتان نشستند و با شما حرف می‌زنند به گونه‌ای که اصلاً باور نمی‌کنید که این موجود غیر زنده است. زمانی هم که ادعا می‌کنند عصبانی یا خوشحال هستند باید واقعا حرفشان را جدی گرفت!

در چنین نقطه‌ای یک بحث عمیق فلسفی شکل می‌گیرد. آیا این موجود هوشمند فقط یک شییه سازی است که خیلی خوب ما انسان‌ها را گول زده است یا اینکه درست مانند دیگر انسان‌ها خود آگاه است؟ از نظر من هیچ شیوه‌ای برای آزمون علمی چنین گزاره‌ای وجود ندارد. هیچ ماشینی وجود ندارد که بتوان روی آن چراغی نصب کرد که هر وقت سبز شد بگوییم خودآگاه است و هر وقت قرمز شد بگوییم نه خود آگاه نیست. شاید بعضی فیلسوفان بگویند که اگر این پالس‌ها از طریق الیاف عصبی ایجاد نشوند یا اگر این موجود پدر و مادر بیولوژیک نداشته باشد، آنگاه خود آگاه نیست. اما این حرفها بیشتر موضوعات انتزاعی - فلسفی است و از لحاظ علمی لاینحل هستند.



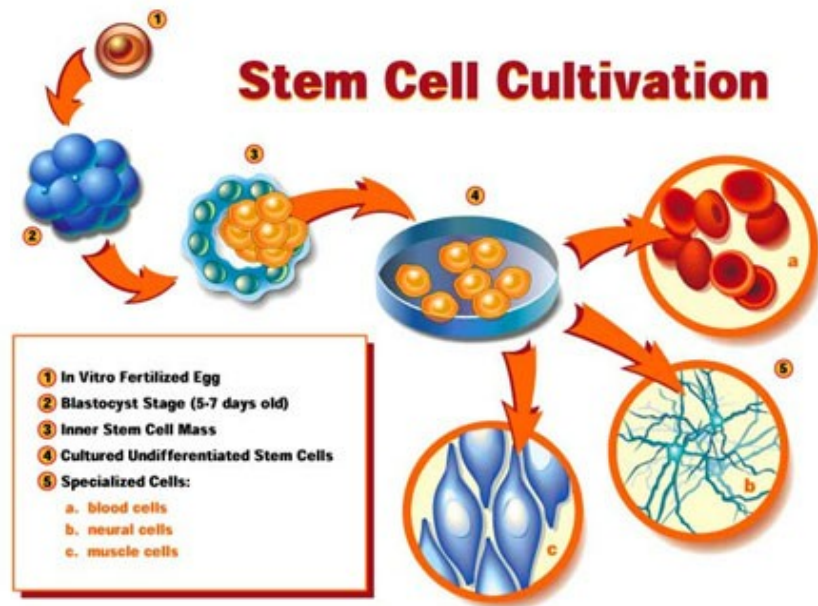
انقلاب بزرگ بعدی که در انتظار ماست فناوری زیستی نام دارد. ما توانسته ایم که دانش زیستی را با



فناوری پردازش اطلاعات ادغام کنیم. از طریق درک ژنوم انسان و چگونگی کد بندی اطلاعات ژنتیکی می توان فرآیند های زیستی و بیماری ها را بهتر شناخت. در کنار این پیشرفتهای بحث داغی هم درباره تعریف حیات و زندگی شکل گرفته است. هم اکنون درباره سقط جنین یک عده معتقدند که حیات همزمان با تشکیل نطفه آغاز می شود و دیگران که در سوی دیگر این طیف هستند می گویند حیات انسان پس از زایمان آغاز می شود. اما به زودی این طیف تعاریف مربوط به حیات انسان به صورت بنیادین تغییر خواهد کرد.

ما خواهیم توانست بدون عبور از مرحله تخمک بارور شده، "سلول های بنیادین" را بسازیم. تفاوت بین سلول پوست انسان، که همه ژن ها را دارد، با یک تخمک بارور شده در چیست؟ تنها تفاوت این دو وجود برخی پروتئین ها و عوامل ارسال سیگنال در تخمک است که هنوز کاملاً آنها را درک نمی کنیم اما به هر حال اینها اساساً یک سری پروتئین هستند. روزی خواهد رسید که ما حجمی از پروتئین ها خواهیم ساخت که فقط مجموعه ای از مواد شیمیایی است و نه انسان. این حجم پروتئین را می توان به سلول پوست اضافه کرد و از آن سلولی درست کرد که مانند نطفه قابلیت تبدیل شدن به همه سلول های بدن را دارا باشد. در چنین دنیایی هنگامی که مثلاً شما حمام می روید و پوست بدنتان را تمیز می کنید عملاً هزاران انسان بالقوه را از بین می برید. در واقع برخلاف گذشته مرز مشخصی برای تعریف حیات و انسان وجود نخواهد داشت.

علم و فناوری راه های دیگری را نیز به ما نشان می دهند. به عنوان مثال در آینده ما فناوری شبیه سازی درمانی خواهیم داشت. در این فناوری بسیار مهم از مفهوم "جنین" کاملاً پرهیز می شود. یعنی اینکه می توانیم پوست بدن انسان را گرفته و بدون اینکه از مرحله جنین بگذریم همه سلول های لازم را بنابر تقاضا بسازیم.



ساختن سلول های جدید آنقدر ها هم دور از دسترس نیست. مثلا من که ۵۳ سال سن دارم می توانم با استفاده از دی ان آ خودم سلول های قلب یک جوان ۲۵ ساله را درست کنم و بدون نیاز به جراحی و فقط از طریق ارسال این سلول ها به درون جریان خون، قلبم را جوان کنم. پس از اینکه این سلول ها روی قلب بنشینند قلب من یک درصد جوان و ۹۹ درصد پیر است. اما اگر این کار را هر روز انجام دهم پس از یک سال قلب من ۹۹ درصد جوان خواهد شد. با استفاده از این فناوری درمانی عملا می توان همه بافت ها، سلول ها و اندام های بدن را جایگزین کرد. چنین پیشرفت هایی شاید همین فردا رخ ندهند اما باید گفت نوعی فرآیندهای انقلابی هستند که ما در آستانه آنها ایستاده ایم.

اگر به موضوع طول عمر انسان نگاهی بیاندازید در می یابید که در طی قرن هیجدهم هر ساله "چند روز" امید به زندگی افزایش یافت. در قرن نوزدهم هر ساله "چند هفته" به طول عمر اضافه شد. روند افزایش طول عمر نیز تصاعدي است به گونه ای که امروزه هر ساله "صد روز" عمر انسان را افزایش می دهیم. با استمرار این روند و شتاب گرفتن آن ظرف ده سال آینده هر ساله بیش از "یک سال" طول عمر زیاد می شود.

زمانی که نسل ما پیر می شود روند تصاعدي افزایش طول عمر آنقدر سریع خواهد شد که با خوش بینی می توان گفت که ما آخرین نسلی هستیم که زود خواهد مرد! در واقع نسل کنونی مجبور است با همان روش های قدیمی و سنتی خودش را سالم و زنده نگه دارد، اما فرزندان ما که تا آن زمان



۲۰، ۳۰ و ۴۰ ساله خواهند شد به کمک این فنآوری ها، طول عمری تقریباً نامحدود خواهند داشت.

نباید فراموش کرد که بحث های اخلاقی و مذهبی داغی برای جلوگیری از پیشرفت این فنآوری ها وجود دارد. سوال این است که آیا برخی افراد از طریق جنگ، نزاع، یا فقط جر و بحث می توانند سدی در برابر این روند تصاعدي ایجاد کنند یا نه؟

من شخصا بر این باورم که اینگونه نخواهد بود. چنین بحث های اخلاقی مانند سنگ هایی هستند که درون یک رودخانه می افتند و جریان آب به راحتی آنها را دور می زند. تا کنون هیچ یک از این بحث های اخلاقی نتوانسته اند حتی یک هفته کار پیشرفت فنآوری های زیستی را متوقف کنند. شاید دانشمندان مجبور شوند که برخی موانع و محدودیت ها را دور بزنند اما تعداد پیشرفته ها و حوزه های آنها بیشمار است. اگرچه شاید بحث های اخلاقی حول یک ایده یا چند ایده شکل بگیرد، رودخانه پیشرفت ها آنقدر بزرگ است که این موانع اصلا به چشم نمی آیند. مفهوم پیشرفت فنآوری آنچنان در جامعه ما ریشه دوانده است که یکی از الزامات اساسی زندگی به شمار می رود. اگر چه خطرات بالقوه ای وجود دارند اما کسی نمی تواند جریان رودخانه توسعه فنآوری را متوقف کند.

سناریوهایی که من درباره افق های زمانی ۲۰ الی ۳۰ سال آینده صحبت می کنم از این طریق محقق نمی شوند که عده ای دانشمند در آزمایشگاهی نشسته و قصد ساخت هوش مصنوعی در سطح انسان را داشته باشند. بلکه این پیشرفته ها نتیجه اجتناب ناپذیر هزاران گام کوچک هستند. هر گام کوچکی بسیار محافظه کارانه و کاملاً قابل قبول و با معنی است و به صورت نسل جدید محصول یک شرکت ظهور می کند. اگر به هزاران گام کوچک که سرعت ظهورشان شتاب گرفته است نگاه کنید متوجه رویداد تغییرات بینادین ظرف ۱۰، ۲۰ و ۳۰ سال آینده می شوید. هیچ شرکتی حاضر نیست راجع به دلالت های بالقوه خطرناک فنآوری ها و محصولات جدید خود حرفی بزند. بنابراین هر روز شبکه ها و رایانه ها خود را قدرتمندتر می کنند. در واقع شرکت ها به دلیل الزامات اقتصادی و حفظ بقای خود چاره ای جز نوآوری و پیشرفت فنآوری ندارند.

علاوه بر این، الزامات اخلاقی چشمگیری برای توسعه بیشتر فنآوری وجود دارد. امروزه میلیاردها انسان دچار انواع بیماری ها بوده و افراد زیادی نیز در فقر زندگی می کنند. فنآوری های پیشرفته فرصت حل چنین مسائلی را ایجاد می کنند. کسی نمی تواند به میلیون ها انسان مبتلا به سرطان بگوید ما در آستانه خط شکنی های بزرگی برای معالجه سرطان هستیم اما چون شاید عده ای تروریست از این دانش برای ساخت عوامل بیماری زا سو استفاده کنند بهتر است جلوی پیشرفت این فنآوری را بگیریم.



این دغدغه و نگرانی واقعی است. اما ما قصد نداریم جلوی فناوری را بگیریم. جامعه ما به منافع رشد مستمر اقتصادی و فناوری اعتقاد دارد. همچنین پرسش هایی را درباره خطرات این فناوری ها مطرح می کند و چون این نگرانی ها اهمیت دارند باید به این پرسش ها پاسخ داد.

یکی دیگر از ابعاد تغییرات این است که ما ناچار به ارزیابی مجدد مفهوم انسان خواهیم شد. یکی از دیدگاه های رایج کنونی با پیشرفت فناوری و دلالت های آن برای انسانیت مخالفت می کند. آنها اینگونه استدلال می کنند که درست است که ما رایانه های فوق العاده قدرتمند ساخته ایم اما هنوز مساله نرم افزار را حل نکرده ایم و از آنجا که بحث نرم افزار واقعا پیچیده است نمی توانیم آن را مدیریت کنیم.

در پاسخ به این انتقاد باید بگوییم که نرم افزار لازم برای تقلید هوش انسان واقعا خارج از توانایی کنونی ما نیست. ما باید تکنیک ها و روش های خود سازماندهی را که از طبیعت الهام گرفته اند، به کار ببریم. مغز انسان پیچیده است اما این پیچیدگی بی نهایت نیست. به خاطر داشته باشید که ژنوم مغز فقط متشکل از ۲۳ میلیون بایت است. کل ژنوم شش میلیارد بیت دارد که تقریبا معادل هشت صد هزار میلیون بایت می شود و البته تکرار ها و زوائد زیادی هم دارد. مثلاً یک زنجیره نسبتا دراز به نام آل یو ۳۰۰ هزار بار تکرار شده است. با استفاده از روش های رایج فشرده سازی داده ها استفاده کنیم می توان به راحتی این سطح پیچیدگی را مدیریت کرد (به خاطر داشته باشید که ۲۳ میلیون بایت فقط بخش کوچکی از کل حجم نرم افزار Microsoft Word است). اما ما هنوز چنین اطلاعاتی را در اختیار نداریم.

شاید تعجب کنید که چطور با ۲۳ میلیون بایت می توان مغزی ساخت که میلیون ها بار پیچیده تر باشد. فهم دلیل این موضوع زیاد هم سخت نیست. ژنوم در جنین انسان فرآیندی را ایجاد می کند که غالبا به صورت تصادفی بخش های مغز را سیم کشی می کند. پس از تولد، نوزاد انسان با دنیایی پیچیده مواجه می شود و فرآیندی تکاملی در مغز آغاز می شود. برخی پیوندهای عصبی می میرند، برخی تقویت می شوند و از طریق خود سازماندهی دانش موجود در مغز را نمایش می دهند. مغز انسان سیستمی بسیار هوشمند است که هنوز چگونه کار کردن آن را کاملا درک نمی کنیم. اما بالاخره روزی نحوه کار این سیستم را می فهمیم چرا که سطح پیچیدگی آن فراتر از توان مهندسی ما نیست.



در نظر من انسان ها ابعادي ویژه و متمایز از دیگر حیوانات دارند. مثلا بنابر تصادف روند تکامل ما اولین گونه ای بودیم که قادر به ابداع فناوری شدیم. در واقع حیوانات دیگری هم ابزارهای ساده ای ساخته بودند اما فقط ما انسان ها توانستیم این جایگاه محکم را حفظ کنیم. ما توانایی های عقلانی، تفکر منطقی، ابداع مفاهیم انتزاعی و مدل ها را در ذهن خود ترکیب کرده و بر جهان مسلط شدیم. ما بر خلاف دیگر حیوانات انگشتانی داشتیم که می شد با آنها فناوری ها را ابداع کرد. اما فناوری فقط یک ابزار نیست. دیگر حیوانات هم ابزارهای اولیه و ابتدایی ساخته بودند ولی تفاوت ما با آنها در حجم دانش متغیری است که از نسلی به نسل بعد تکامل یافت. همچنین باید گفت که دانشی که گونه انسان در اختیار دارد رشد تصاعدي دارد.

ما از يك مرحله فناوری برای ابداع مرحله بعد استفاده می کنیم. به همین خاطر است که فناوری شتاب گرفته و هر روز قدرتمند تر می شود. به عنوان مثال، يك مهندس و طراح رایانه می تواند با استفاده از ابزارهای رایانه ای، رایانه های قوی تر بسازد. بنابراین ظرف فقط چند روز يك سیستم بسیار بسیار پیچیده ساخته می شود. هر نسل از ابزارها قدرت لازم برای ابداع و ساخت نسل بعدی را فراهم می کند.

بنابراین فناوری خود يك فرآیند تصاعدي و تکاملی است و در ادامه همان فرآیند تکامل بیولوژیک انسان قرار دارد. فرآیند تکامل انسان نیز تصاعدي بود. در هر مرحله ابزارهای قدرتمند تری برای



مرحله بعد فراهم می شد. پس از ساخت دی ان آ، ابزاری برای ثبت و نگه داری تجارب گذشته ایجاد شد که از طریق آن تکامل شتاب گرفت. نهایتاً، تکامل بیولوژیک موجوداتی ساخت که قادر به دست کاری محیط زندگی خود بودند و نیز توانایی های ذهنی و عقلی داشتند. در مراحل بعدی تکامل، انسان با مخلوق خود، یعنی فنآوری، ادغام خواهد شد. هم اکنون یکپارچگی انسان و فنآوری تا حدودی محقق شده است و زندگی ما رابطه ای تنگاتنگ با فنآوری دارد. اما به زودی فنآوری در جسم و مغز ما نیز یکپارچه خواهد شد.



ما در حال ورود به عصر جدیدی هستیم که من آن را "نقطه تکین" تاریخ تمدن بشر می نامم. در چنین جهانی هوش انسان و هوش ماشین با یکدیگر ادغام شده و چیزی فوق العاده عظیم تر از این دو آفریده می شود. این هوشمندی بی نظیر لبه پیشران تکامل خواهد بود و سرنوشت ما و کره زمین را تعیین خواهد کرد. انسان گونه ای است که انقلاب های فرهنگی و فنآوری مختلفی را پشت سر گذاشته است. قدرت انسان به خاطر ماهیت تکامل و تغییرات شتابان آن رشد تصاعدي خواهد داشت. در واقع ما می توانیم در آینده توانمندی های ذهنی خود را با استفاده از فنآوری فوق العاده افزایش دهیم.

یکی از ویژگی های منحصر به فرد انسان، توانایی ایجاد مدل های انتزاعی و کاربرد این مدل ها برای فهم جهان است. این مدل های ذهنی هر روز پیچیده تر می شوند و زمانی که درون فنآوری ها جای می گیرند ظریفتر و قدرتمند تر می شوند. ما اکنون می توانیم ذهن خود را درک کنیم. افزایش مقیاس قدرت تمدن یکی از ویژگی های منحصر به فرد انسان هاست.

الگوها بینادی ترین واقعیت هستی شناختی هستند. زیرا فقط الگوها پایدار بوده و باقی می مانند نه طبیعت فیزیکی - مادی. مثلاً خود من را در نظر بگیرید. آیا همان کسی هستم که پارسال بودم. بی شک اجزای بدن من به سرعت تغییر می کنند. برخی سلول ها ظرف چند روز عوض می شوند. حتی اسکلت من که به نظر ثابت می آید در طی یک سال تغییر می کند. اکثر نورون ها عصبی نیز



جایگزین می شوند. مهم تر اینکه اجزا و مواد سازنده سلول هاسریعتر عوض می شوند. بنابراین حتی اگر یک سلول تغییر نکرده باشند اجزای سازنده اش تغییر کرده اند. بنابراین من همان ری کورزویل و همان مجموعه اتم ها و مولکول های سال پیش نیستم.

اما الگویی من پایدار می ماند. درست شبیه الگویی جریان آب در رودخانه. آب رودخانه هر هزارم ثانیه تغییر می کند و اگر یک ثانیه بعد به آن نگاه کنید مولکول های آن تغییر کرده اند. اما الگویی جریان آب تغییر نکرده است. ایده ها هم الگو هستند. فناوری هم یک الگو است. حتی وجود ما به عنوان انسان چیزی غیر از یک الگو نیست. شناسایی و تشخیص الگوها هسته اصلی هوشمندی انسان است. در واقع ۹۹ درصد هوش یک فرد به توانایی تشخیص و شناسایی الگوها بر می گردد.

طی چند سال گذشته مردم ( آمریکا) به تدریج مفهوم تغییرات تصاعدي و اثرات بالقوه فناوری هایی همچون فناوری رایانه، فناوری ارتباطات و فناوری زیستی را بر تمدن و زندگی بشر درک کرده اند. آنها ظرف سه سال گذشته به خاطر سیل اخبار و برنامه های مستند به اهمیت موضوع "دستاوردهای شتابان فناوری" پی برده اند و هر روز اخبار و داستان های مختلفی درباره پیشرفت های چشمگیر و گسترش قدرت فناوری ها به گوششان می رسد.

### قدردانی مترجم

از جناب آقای مهندس عزیز علیزاده که متن انگلیسی را فراهم کرده و نیز در ویرایش و ساده سازی متن فارسی کمک کردند بی نهایت سپاسگزارم. همچنین از اندیشکده صنعت و فناوری (آصف) و سر کار خانم سیمین موحد که علی رغم نایاب بودن کتابشان نسخه ای از آن را به ما دادند، بسیار تشکر می کنم.