



## هوشمندی بی نظیر

نگاهی به یکپارچگی انسان و فناوری ظرف 30 سال آینده

سخنرانی ری کوزویل

ترجمه وحید وحیدی مطلق

تهران، 31 اردیبهشت 1383

پیش درآمد

در پایان قرن بیست و یکم عملاً مرگ و میر وجود نخواهد داشت. ما انسان‌ها با استفاده از مزایای فناوری انتقال مغز جاودان می‌شویم. تا کنون حیات و زندگی ما به طول عمر سخت افزارمان گره خورده بود. وقتی سخت افزار در هم می‌شکست 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 نمی‌تواند رشد کند. زیرا درون مغزی مرکب از تنها 100 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 می‌شود. جهانی که مرز میان بشریت و تکنولوژی رنگ می‌بازد. قرن بیست و یکم به روایت ری کوزویل وعده زمانی را می‌دهد که پیوند هوش انسان با هوش مصنوعی ماشین بنیان زندگی بشر را گسیخته کرده و آن را دگرگون می‌سازد.

برگرفته از کتاب عصر ماشین‌های معنوی، نوشته ری کوزویل، ترجمه سیمین موحد، نشر  
پیکان، 1380

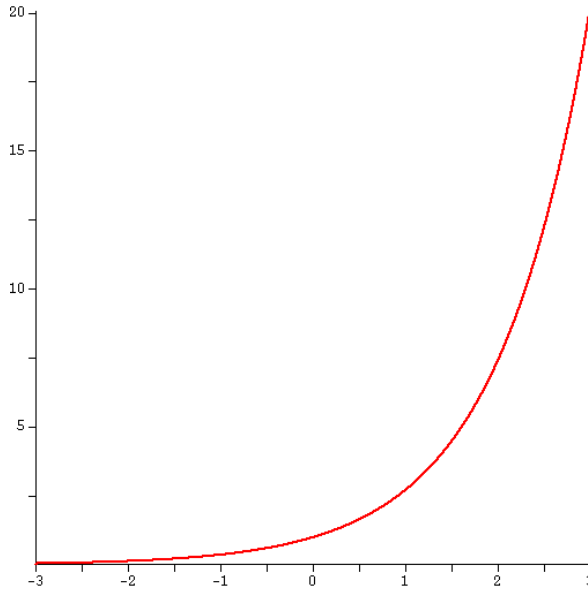


علاقه من به آینده نگری بیشتر ریشه در علاقه من به اختراع دارد. از زمانی که پنج ساله بودم می خواستم که یک مخترع بزرگ شوم و خیلی زود فهمیدم که اگر کسی بخواهد مخترع موفقی شود باید آینده را خوب بشناسد. این کار کمی شبیه ورزش موج سواری است چون باید در زمان مناسب سوار موج ها شد. من وقتی که یک کار را تمام می 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 1980 نوشتم نقشه پیشرفت فناوری ها را در دهه 1990 و اوائل 2000 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 2010، 2020 یا 2030 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.

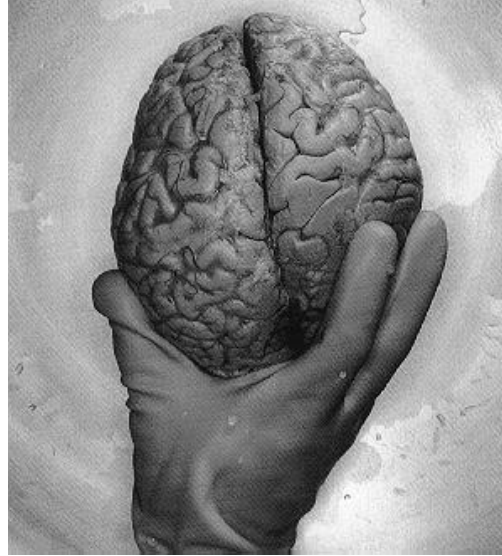
نکته ای که اکثر ناظران آن را تشخیص نداده اند و صاحب نظران به اندازه کافی به اهمیت آن پی نبرده اند شتاب آهنگ تغییرات است. قرن ها پیش مردم اصلاً فکر نمی کردند که جهان در حال تغییر است. البته حق هم داشتند چون زندگی اجدادشان خیلی با آنها تفاوت نداشت و انتظار داشتند که نوادگانشان هم مانند خودشان زندگی کنند.



امروزه کسی شك 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 20 سال گذشته به هیچ وجه راهنمای خوبی برای 20 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 25 سال کنونی است. به بیان دیگر ظرف بیست و پنج سال آینده ما به اندازه 4 برابر قرن بیستم پیشرفت خواهیم کرد و همچنین در کل قرن بیست و یکم به اندازه 20000 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 12 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 موازي و سه بعدي خواهد بود. مغز ما انسان ها ساختاري سه بعدي دارد و بنابراین مي توانيم به صورت سه بعدي محاسبه و اطلاعات را پردازش كنيم. روش الكتروشيمايي پردازش اطلاعات توسط دستگاه عصبي انسان ده ميليون بار كند تر و آهسته تر از روش الكترونيكي رایانه ها است. اما به خاطر معماری سه بعدي مغز انسان، قدرت پردازش ماشین هنوز کمتر است. همه پیوندهای عصبي مغز انسان به صورت همزمان قادر به انجام محاسبات هستند بنابراین مي توانند در آن واحد يك صد هزار ميليارد كار را انجام دهند. ماشین ها و رایانه ها نیز باید به همین سمت حرکت كنند. امروزه تراشه های رایانه اي حتي اگر به شدت فشرده باشند، تخت و دو بعدي هستند. ظرف 15 یا 20 سال آینده رایانه ها قادر به پردازش موازي شده و از طریق درك چگونگی كارکرد مغز، مدل های سخت افزاري با الهام از طبیعت ساخته خواهند شد.

امروزه اكثر متخصصان بر این باورند كه ما سخت افزار لازم براي رسیدن به سطح هوش انسان را ظرف چند سال آینده مثلاً بیست سال خواهیم داشت. آنچه كه هنوز درباره آن بحث داغي مطرح است وجود یا عدم وجود نرم افزارهاي لازم مي باشد. رایانه های بسیار بسیار سریع از لحاظ نظري قادر به رقابت با مغز انسان خواهند بود اما هنوز درك كاملی از چگونگی كارکرد مغز، نرم افزارهاي 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 كارکرد مغز نیز رشد تصاعدي دارد. پیچیدگی مغز انسان بي نهایت نیست ولي درك كامل آن با يك پیشرفت ساده میسر نمی شود. در واقع ما در مسیر شناخت اصول كار مغز خیلی خوب پیشرفت مي كنيم. فنآوری لازم براي تصویربرداری از مغز رشد تصاعدي دارد و هر روزه مدل های ریاضي مفصل تري از نورون های عصبي تهیه مي كنيم. امروزه مدل های ریاضي پیشرفته اي براي مناطق مختلف مغز تهیه شده اند و مي توان با روشهای محاسباتي متعارف آنها را اجرا كرد. نتایج مدل های مهندسي شده براي این مناطق مشخص مغز با نتایج يك مغز معمولي تقریباً يكسان است.

## Random Fields - Signal Detection

**Roughness**  $\Lambda_{ij} = Cov[\partial X/\partial x_i, \partial X/\partial x_j]$

**Smoothness**  $S_{ij} = [\Lambda^{-1}]_{ij}$

$$|\Lambda|^{-1/2} = (4 \ln 2)^{-D/2} \cdot \prod_{i=1}^D FWHM_i$$

**Make a Smoothness Grid**

$$g^{ij} (\partial^2 \mathbf{u} / \partial r^i \partial r^j) + \partial / \partial u^j (S^{ij}) \mathbf{u}_{r^i} = 0$$

$$\rightarrow \nabla \mathbf{u}(\mathbf{x}) = \mathbf{S}^{ij}$$

CELL SIZE      SMOOTHNESS

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 سي 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 می کنم. شناسایی الگوها بنیادی ترین کارکرد مغز انسان به شمار می رود. از آنجا که ما نمی توانیم با سرعت کافی موقعیت های مختلف را تحلیل منطقی کنیم بر قدرت شناسایی الگوها تکیه می کنیم. ظرف سي سال آینده می توان هوشمندی غیر زنده ای ساخت که قابل رقابت با هوشمندی انسان باشد. این ماشین های هوشمند غیر زنده باید مانند انسان ها آموزش ببینند. اما برخی مزیت های هوش مصنوعی فرایند های را به شدت تغییر خواهند داد. ماشین ها هم سریع تر هستند و هم دقیق تر. در واقع يك رایانه چند هزار دلاری می تواند میلیاردها مطلب را در حافظه خود دقیقاً حفظ کند در حالیکه ما انسان ها برای حفظ کردن چند شماره تلفن به زحمت می افتم.

ماشین ها بعد از اینکه چیزی را یاد گرفتند می توانند این دانش را با دیگر ماشین ها به اشتراك بگذارند. ما انسان ها در دستگاه عصبی خود پایانه هایی برای دانلود کردن اطلاعات و دانش نداریم. بنابراین مثلاً من که زبان فرانسوی بلد هستم نمی توانم آن را روی مغز شما دانلود کنم. اما ماشین ها از عهده این کار بر می آیند. از این رو فرآیند آموزش ماشین ها صد ها یا هزارها برابر سریع تر از انسان هاست. در واقع می توان ظرف چند روز یا چند هفته آموخته های 20 ساله يك انسان را به ماشین منتقل کرد و پس از این، ماشین ها کافی است این دانش را با یکدیگر به اشتراك بگذارند و لازم نیست که به ماشین های دیگر چیزی را یاد بدهند.

يکي از دلالت هاي اين پيشرفت ها اين است که مي توانيم هوش انسان ها را فوق العاده تقويت کنيم. ما مي توانيم اين ماشين هاي هوشمند را درون مغز خود قرار دهيم. امروزه چنين کاري در مورد افراد بيمار يا ناتوان به صورت محدود انجام مي شود اما در آينده انسان هاي سالم نيز در مغز خود ماشين هاي هوشمند خواهند داشت. در واقع مي توان ماشين هاي محاسبه گر را از درون جريان خون به داخل مويرگ هاي مغز فرستاد. اين نانو روبات هاي هوشمند و بسيار ريز داخل مغز شده و با شبکه عصبي آن تعامل خواهند داشت. امکان پذيري چنين کاري امروزه در مورد حيوانات اثبات شده است.



يکي از کاربرد هاي ارسال ميلياردها نانو روبات هوشمند به داخل مغز انسان رسيدن به واقعيت مجازي و مکاشفه تمام عيار است. اگر فرد مايل باشد که در دنياي واقعي بماند نانو روباتها کاري نمي کنند و غير فعال باقي مي مانند اما اگر بخواهد وارد دنياي واقعيهاي مجازي شود نانو روباتها جلوي سيگنالهاي عصبي دنياي واقعي را مي گيرند و سينگال هايي را جايگزين آن مي کنند که فرد را به دنياي خيالي مي برد. بدین ترتيب مغز انسان يك محيط کاملاً مجازي را حس مي کند نه دنياي واقعي را. شما مي توانيد در اين دنياي مجازي تنها باشيد يا افراد ديگر را هم با خود ببريد و از رابطه جنسي گرفته تا مذاکرات سخت کاري را با همه حواس خود و کاملاً يکسان با دنياي واقعي تجربه کنيد.

مهم تر اينکه، ما قادر خواهيم شد که از طريق اتصالات تنگاتنگ، هوش غير زنده را به هوش زنده خود پيوند بزنيم. منظور من فقط اين نيست که يك لوله بسيار نازک بين مغز و يك سيستم غير زنده قرار دهيم، بلکه نانو ماشين هاي غير زنده را در ميلياردها بخش مغز انسان مي کاريم. شما را نمي دانم، اما خود من علاقه زيادي به مطالعه کتابها و سايت هاي اينترنتي دارم ولي پهناي باند اتصال من به اينترنت به اندازه کافي وسيع نيست. بنابر اين از طريق اين فناوري مي توانم به جاي فقط صد هزار ميليارد اتصال کنوني هزار برابر صد هزار ميليارد اتصال داشته باشم. ما انسان ها بدین ترتيب مي توانيم توانايي هاي ذهني، شناسايي الگوها و تفکر را در خود بسيار تقويت کرده و به معني واقعي کلمه دانش را دانلود کنيم.

اگر اين روندها را بيشتر پي گيري کنيد به جايي مي رسيد که تغييرات آنچنان سريع مي شوند که سیر تاريخي تمدن بشر ناگهان گسيخته مي شود. برخي صاحب نظران چنين وضعيتي را "نقطه تکين" مي نامند. تعاريف مختلفی براي نقطه تکين وجود دارد که بيشتر 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 2050 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 1980 در کتاب خود، "عصر ماشین های هوشمند"، پیش بینی کردم که در فاصله سال های 2020 الی 2050 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. در ذهن های کل نژاد بشر در هر ثانیه 10 به توان 26 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 تصاعدی 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 2030 هوش ماشین به سطح هوش انسان رسیده و به صورت تصاعدی 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. محصولاتمانند ساعت، دوربین، یا ضبط و پخش فیلم و سی دی را در نظر بگیرید. اینها فقط يك سری اشیا فیزیکی هستند. اما به این خاطر ارزش دارند که با کاربرد اطلاعات و دانش انسان طراحی شده اند. ماده خام آنها فقط يك مشت سنگ و آهن است که ارزش چندانی ندارد. محصولاتمانند ما می خریم به این خاطر ارزش دارند که دانشی را در خود گنجانده اند.

مولفه دانش موجود در محصولات و خدمات به سمت 100 درصد مجانبت می شود و در سال 2030 این مولفه اساسا 100 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.

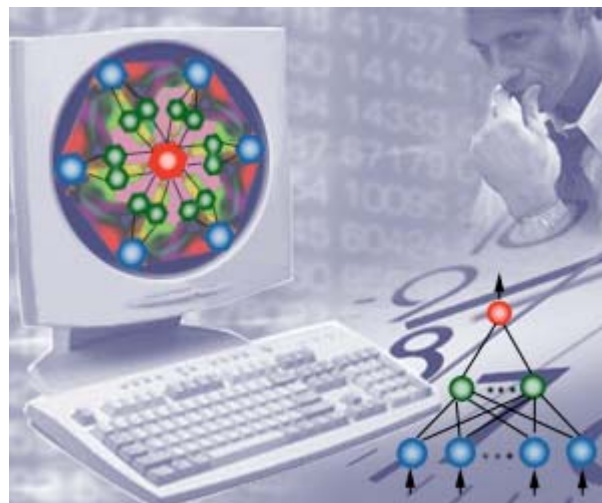
در سطح معنوی، موضوع خود آگاهی یکی دیگر از ابعاد مهم موضوع هوش مصنوعی است. در واقع تا سال 2030 ما با موجوداتی غیر زنده مواجه می شویم که به نظر آگاه می آیند و حتی ادعا می کنند که چیزهایی را "احساس" می کنند. امروزه برخی شخصیت ها در بازی های رایانه ای چنین ادعایی می کنند اما کسی باور نمی کند. ما می دانیم که این کاراکترها فقط يك جور شبیه سازی نرم افزاری هستند و کسی برای آنها شخصیت انسانی

در نظر نمی‌گیرد. دلایل این است که این هویت یا موجود نرم افزاری میلیون‌ها بار ساده‌تر از ذهن انسان است.



اما در سال 2030 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 نرم‌افزار هوشمند است. این موجودات دیگر ساده‌تر 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 نشسته 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!

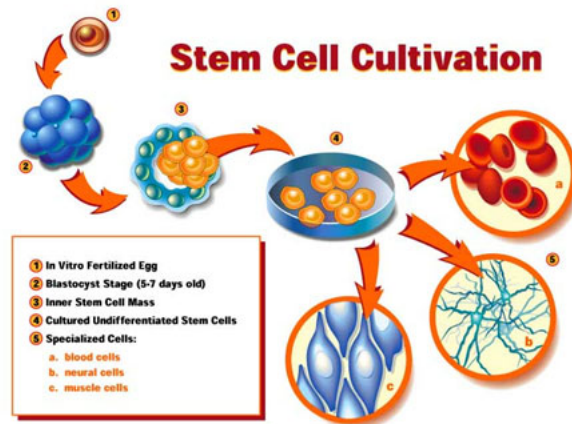
در چنین نقطه‌ای یک بحث عمیق فلسفی شکل می‌گیرد. آیا این موجود هوشمند فقط یک شبیه‌سازی است که خیلی خوب ما انسان‌ها را گول زده است یا اینکه درست مانند دیگر انسان‌ها خود آگاه است؟ از نظر من هیچ شیوه‌ای برای آزمون علمی چنین گزاره‌ای وجود ندارد. هیچ ماشینی وجود ندارد که بتوان روی آن چراغی نصب کرد که هر وقت 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 پیشرفت ها بحث داغی هم درباره تعریف حیات و زندگی شکل گرفته است. هم اکنون درباره سقط جنین يك عده معتقدند که حیات همزمان با تشکیل نطفه آغاز می شود و دیگران که در سوي 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 يك 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 يك 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. مثلاً من که 53 سال سن دارم می توانم با استفاده از دي ان آ خودم سلول های قلب يك جوان 25 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 يك درصد جوان و 99 درصد پیر است. اما اگر این کار را هر روز انجام دهم پس از يك سال قلب من 99 درصد جوان خواهد شد. با استفاده از این فناوری درمانی عملاً 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 20، 30 و 40 ساله خواهند شد به کمک این فنآوری ها، طول عمری تقریباً نامحدود خواهند داشت.

نباید فراموش کرد که بحث های اخلاقی و مذهبی داعی 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 پیشرفتهای و حوزه های آنها بی شمار است. اگر چه شاید بحث های اخلاقی حول یک ایده یا چند ایده شکل بگیرد، رودخانه پیشرفت ها آنقدر بزرگ است که این موانع اصلاً 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 20 الی 30 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 پیشرفتهای 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 10، 20 و 30 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 23 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 نسبتاً دراز به نام آل یو 300 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 23 میلیون بایت فقط بخش کوچکی از کل حجم نرم افزار Microsoft Word است). اما ما هنوز چنین اطلاعاتی را در اختیار نداریم.

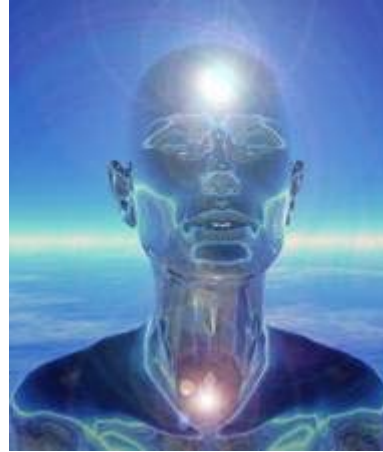
شاید تعجب کنید که چطور با 23 میلیون بایت می توان مغزی ساخت که میلیون ها بار پیچیده تر باشد. فهم دلیل این موضوع زیاد هم سخت نیست. ژنوم در جنین انسان فرآیندی را ایجاد می کند که غالباً به صورت تصادفی بخش های مغز را سیم کشی می کند. پس از تولد، نوزاد انسان با دنیایی پیچیده مواجه می شود و فرآیندی تکاملی در 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 کاملاً 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 ابزار های 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 يك ابزار نیست. دیگر حیوانات هم ابزار های 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 ابزار های رایانه ای، رایانه های قوی تر بسازد. بنابراین ظرف فقط چند روز يك سیستم بسیار بسیار پیچیده ساخته می شود. هر نسل از ابزار ها 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 ابزار های قدرتمند تری برای مرحله بعد فراهم می شد. پس از ساخت دي 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 عقلي داشتند. در مراحل بعدی تکامل، انسان با مخلوق خود، یعنی فناوری، ادغام خواهد شد. هم اکنون یکپارچگی انسان و فناوری تا حدودی محقق شده است و زندگی ما رابطه ای تنگاتنگ با فناوری دارد. اما به زودی فناوری 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 پیشتر ان تکامل خواهد بود و سرنوشت ما و کره زمین را تعیین خواهد کرد. انسان گونه ای است که انقلاب های فرهنگی و فناوری 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 فناوری 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 فناوری ها جای می گیرند ظرفیت 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 نوروها 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 کورزیل و همان مجموعه اتم ها و مولکول های سال پیش نیستم.

اما الگوی من پایدار می ماند. درست شبیه الگوی 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 الگوی 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 99 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.

### قدرتانی مترجم

از جناب آقای مهندس عزیز عزیزاده 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.

منابع انگلیسی برای مطالعه بیشتر

[Edge Foundation, Inc.](#)

[Singularity Watch](#)

[KurzweilAI.net](#)

[About Ray Kurzweil](#)

[Cognitive Science](#)

[Artificial Intelligence](#)

منابع فارسی برای مطالعه بیشتر

کورزویل، ری. عصر ماشین های معنوی: وقتی رایانه ها از هوش انسان پیشی می گیرند، مترجم سیمین موحد، تهران، نشر پیکان، 1380 (تلفن های مرکز پخش: 8794219، 8794218، 8772267، 8772029)

[آنتوان، فیلیپ و همکاران. انقلاب جهانی تکنولوژی. مترجمان وحید وحیدی مطلق و عقیل ملکی فر. کمیته مطالعات سیاست نانو تکنولوژی، دفتر همکاری های فن آوری ریاست جمهوری، تهران، نشر آتنا](#)

[ایرانسکوپ، سام قندچی](#)

[هوش مصنوعی و سیستم های خیره و کاربرد آنها در کتابداری و اطلاع رسانی](#)

<http://www.jila.net/vahid/k34.htm>