

# فیزیک آینده

چگونه علم سرنوشت آدمی و زندگی  
روزمره‌ی ما را تا سال ۲۱۰۰ رقم خواهد زد

میچیو کاکو

ترجمه‌ی رامین رامبد

انتشارات مازیار

## فهرست مطالب

- پیش‌گفتار: پیش‌بینی ۱۰۰ سال آینده ۷
۱. آینده‌ی کامپیوتر: ذهن بر روی ماده ۲۹
۲. آینده‌ی هوش مصنوعی: سربرآوردن ماشین‌ها ۹۱
۳. آینده‌ی پزشکی: بی‌عیبی و فراسو ۱۶۳
۴. نانو تکنولوژی: هر چیز از هیچ چیز؟ ۲۳۳
۵. آینده‌ی انرژی: انرژی از ستارگان ۲۸۱
۶. آینده‌ی سفر فضایی: به سوی ستارگان ۳۳۷
۷. آینده‌ی ثروت: برندگان و بازندگان ۳۸۹
۸. آینده‌ی بشریت: تمدن سیاره‌ای ۴۲۷
۹. روزی از زندگی در ۲۱۰۰ ۴۵۹
- خواندنی‌های بیش‌تر ۴۷۸

هرکسی محدودیت‌های دید خود را به عنوان محدودیت‌های جهان در نظر می‌گیرد.

- آرتور شوپنهاور

تاکنون هیچ فرد بدبینی رازهای ستارگان را نکاویده یا به سرزمینی ناشناخته بادبان نکشیده یا عرش تازه‌ای را برای جان آدمی نگشوده است.

- هلن کلر

## ۱. آینده‌ی کامپیوتر

### ذهن بر روی ماده

به روشنی به خاطر می‌آورم که حدود بیست سال پیش در دفتر مارک وایزر در سیلیکن ولی نشسته بودم و او داشت برایم از دیدگاه‌هایش درباره‌ی آینده می‌گفت. او در حالی که با دست‌هایش اشاره می‌کرد، با هیجان به من گفت که انقلاب جدیدی در شرف وقوع است که جهان را زیر و رو خواهد کرد. وایزر بخشی از نخبگان کامپیوتر مشغول به کار در Xerox PARC بود (مرکز پژوهشی پالو آلتو که نخستین کامپیوتر شخصی، پرینتر لیزری، معماری از نوع ویندوز با رابط کاربر گرافیکی را ابداع کرد)، ولی او فردی بود سرکش، آیین‌شکنی که حکمت سنتی را در هم می‌شکست، و نیز عضوی از یک گروه راک پر شر و شور.

در آن هنگام (که انگار عمری از آن گذشته) کامپیوترهای شخصی تازه به بازار آمده بودند، و کم‌کم داشتند به زندگی مردم وارد می‌شدند، چون آنان یواش یواش به فکر خرید کامپیوترهای بزرگ رومیزی می‌افتادند تا برای تحلیل‌های صفحه‌گسترده و کمی واژه‌پردازی از آنها استفاده کنند. اینترنت

پیش رانده است، و مانند موتور ساعت سرعت رشد تمدن مدرن را میزان کرده است. قانون مور به سادگی می‌گوید که تقریباً هر هجده ماه توان کامپیوتر دو برابر می‌شود. این قانون ساده که برای نخستین بار در ۱۹۶۵ توسط گوردون مور، یکی از بنیان‌گذاران شرکت اینتل ابراز شد، به زیر و روشن شدن اقتصاد جهانی کمک کرده، ثروت و رفاه افسانه‌ای تازه‌ای ایجاد نموده، و شیوه‌ی زندگی ما را برای همیشه دگرگون ساخته است. هنگامی که نمودار بهای در حال سقوط تراشه‌های کامپیوتری را در برابر پیشرفت‌های سریع آن‌ها از نظر سرعت، توان پردازش، و حافظه ترسیم کنیم، با روندی بسیار خطی که از پنجاه سال پیش امتداد دارد روبه‌رو می‌شویم. (این نمودار در مقیاس لگاریتمی است. در واقع اگر شما به امتداد دادن نمودار ادامه دهید تا تکنولوژی لامپ‌های خلأ و حتا ماشین‌های جمع‌زنی هندلی را در بر گیرد، این خط را می‌توان تا بیش از ۱۰۰ سال گذشته کشید.)

غالباً درک رشد نمایی دشوار است، از آن رو که مغز ما به طور خطی می‌اندیشد. میزان تغییر آن چنان آهسته و تدریجی است که گاهی شما نمی‌توانید آن را اصلاً تجربه کنید. ولی با گذشت دهه‌ها، می‌تواند هر چیزی را در پیرامون ما کاملاً دگرگون سازد.

بنا به قانون مور، هر کریسمس بازی‌های کامپیوتری جدید شما تقریباً دو برابر از بازی‌های سال پیش قدرتمندتر شده‌اند (بر حسب تعداد ترانزیستورها). علاوه بر آن، با گذشت سال‌ها، این دستاورد اندک تبدیل به غولی خواهد شد. مثلاً هنگامی که شما کارت تولدی را با پست دریافت می‌کنید، اغلب دارای تراشه‌ای است که «تولد مبارک» را برایتان می‌خواند. بد نیست بدانید که این تراشه توان کامپیوتری بیش‌تری از تمام نیروهای متفکین در ۱۹۴۵ دارد. چه بسا که هیتلر، چرچیل، یا روزولت برای به چنگ آوردن این تراشه جان خود را هم می‌دادند. ولی ما با آن چه می‌کنیم؟ بعد از تولد کارت و تراشه را دور می‌اندازیم. امروز تلفن موبایل شما دارای توان کامپیوتری بیش‌تری از همه‌ی ناسا در ۱۹۶۹ است، هنگامی که فضانوردان را روی ماه فرود آورد. بازی‌های کامپیوتری، که برای شبیه‌سازی موقعیت‌های سه بعدی (۳-ب) مقادیر عظیمی از توان کامپیوتری را به مصرف می‌رسانند، توان کامپیوتری بیش‌تری را از

هنوز هم عمدتاً در حوزه‌ی اختصاصی دانشمندانی مانند من قرار داشت و به طور معمول برای ارسال معادلات به دانشمندان همکار، با زبانی رازآلود مورد استفاده قرار می‌گرفت. بحث‌های پرشوری در جریان بود که آیا این جعبه‌ای که بر روی میز شما جا خوش کرده، با آن نگاه سرد و نابخشاینده‌اش، تمدن را از انسانیت تهی خواهد کرد یا خیر. تحلیلگر سیاسی ویلیام باکلی مجبور شد از واژه‌پرداز در برابر اندیشمندانی که از آن لب به اعتراض گشوده بودند و اصولاً از تماس با کامپیوتر سر باز می‌زدند و آن را ابزار بی‌فرهنگها می‌نامیدند، به دفاع بپردازد.

در این دوران پر جار و جنجال بود که وایزر اصطلاح «کامپیوتری‌شدن فراگیر»<sup>۱</sup> را وضع کرد. او با نگرستن به ورای کامپیوتر شخصی پیش‌بینی کرد که روزی تراشه‌ها آن چنان ارزان و فراوان خواهند شد که در سرتاسر محیط زیست ما حضور پیدا خواهند کرد - در لباس‌ها، مبلمان، دیوارها، و حتا بدنمان. و همگی آنها با اتصال به اینترنت، داده‌ها را به اشتراک خواهند گذاشت، و زندگی ما را خوشایندتر و برهمه‌ی خواسته‌هایمان نظارت خواهند کرد. به هر جا که برویم، چیپ‌ها در آن جا حضور خواهند داشت و در سکوت به آرزوهای ما می‌پردازند. محیط زیست زنده خواهد بود.

رویای وایزر در زمان خودش عجیب، و حتا پوچ بود. بیشتر کامپیوترهای شخصی هنوز گران بودند و حتا به اینترنت اتصال نداشتند. این دیدگاه که میلیاردها تراشه‌ی ریز روزی به ارزانی آب لوله‌کشی خواهند شد، به عنوان یاوه‌گویی تعبیر می‌شد.

سپس من از وی پرسیدم که چرا این چنین نسبت به رخ دادن این انقلاب مطمئن است. او با خونسردی پاسخ داد که قدرت کامپیوتر رشد نمایی (تصاعدی)<sup>۲</sup> داشته و پایانی برای آن قابل تصور نیست. او تاکید کرد، خودتان حساب کنید. تنها باید زمان می‌گذشت. (بدبختانه وایزر آنقدر زنده نماند تا ببیند که پیش‌بینی‌اش رنگ واقعیت گرفته، و در ۱۹۹۹ از سرطان درگذشت.) نیروی محرک در پس رویاهای پیشگویانه‌ی وایزر چیزی است به نام قانون مور<sup>۳</sup>، قاعده‌ای سرانگشتی که برای بیش از پنجاه سال صنعت کامپیوتر را به

1. Ubiquitous computing

2. Exponentially growth

3. Moore's law