

ریزپاردازنده

www.rizpardazandeh.com

ISSN: 2008-2088



• اینترنت آدم‌ها (۳۵):

تاریخ

و «کمونیسم شهر هوشمند اشرافی»

• دوره شکار و جمع‌آوری غذاهای گیاهی: دوره همکاری جمعی

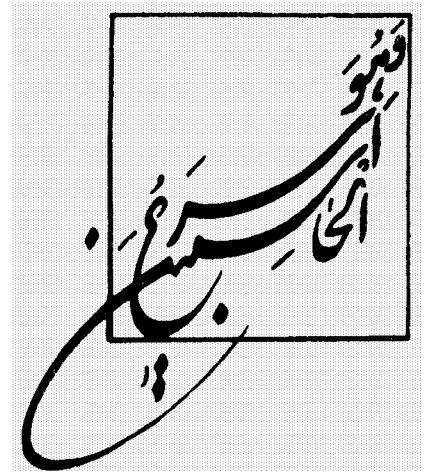
• انقلاب نوسنگی: کشاورزی و روستانشینی و مالکیت خصوصی

• رفرم بزرگ اول: پیروزی الگوریست‌ها

• رفرم بزرگ دوم: «کمونیسم شهر هوشمند اشرافی»

• هوش مصنوعی، واقعیت یا خیال؟

www.rizpardazandeh.com



ریزپردازنده

ماهانامه همگانی دانش و مهندسی کامپیوتر

سال ۲۳، شماره ۲۷۲، انتشار اسفند ۱۳۹۸
شماره شاپا: ۲۰۸۸-۲۰۰۸ (ISSN: 2008-2088)

■ صاحب امتیاز و مدیر مسئول: علیرضا محمدی فر

■ تلفن ماهنامه ریزپردازنده: ۸۸۴۳۴۱۶۹

■ تلفن همراه: ۰۹۱۲-۵۴۹۵۵۴۶

■ نمابر: ۸۸۴۲۱۱۷۰

■ نشانی: تهران، صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۶۵۹۱، مجله ریزپردازنده
(سهروردی، نیکان، پلاک ۲۳)

■ نشانی وب: <http://www.rizpardazandeh.com>

■ ایمیل: rizpardazandeh@gmail.com

■ لیتوگرافی: نفیس ۹۵۱۱۰۱۳۳

■ چاپ: امین ۸۸۴۱۷۹۶۸ (سیلان، شهیدعلی صفرنوری، شماره ۱۶۶، کدپستی ۱۶۳۷۶۹۷۴۷)

■ صحافی: ایمان ۸۸۴۰۲۴۲۴

■ اشتراک (شرکت ها، سازمان ها، ادارات): ۸۸۴۳۴۱۶۹ و ۰۹۱۲-۵۴۹۵۵۴۶

فرم اشتراک ریزپردازنده

برای شرکت ها، سازمان ها، ادارات

□ برای اشتراک، مبلغ ذکر شده را به حساب جاری سیبا شماره ۰۱۰۲۱۷۹۴۰۹۰۰۸

بانک ملی ایران به نام علیرضا محمدی فر

(شناسه شبای IR86 0170 0000 0010 2179 4090 08) واریز و

تصویر فیش را به همراه فرم زیر به شماره ۸۸۴۲۱۱۷۰ فکس کنید.

□ بهای اشتراک یک ساله: شصت هزار تومان

□ از فتوکپی این فرم هم می توانید استفاده کنید.

○ نام و نام خانوادگی: _____

○ تلفن: _____

○ تلفن همراه: _____

○ نمابر: _____

○ ایمیل: _____

○ نشانی: _____

○ کد پستی: _____

اطلاعیه مهم

ریزپردازنده

با توجه به شیوع ویروس کرونا، برای رعایت امور بهداشتی،
نسخه چاپی این ماهنامه پس از پایان دوره این ویروس انتشار
خواهد یافت. نسخه PDF این شماره را به رایگان می توانید از
وبگاه **ماهانامه ریزپردازنده** (<http://www.rizpardazandeh.com>)
دریافت کنید.

• اینترنت آدم ها (۳۵): تحلیل تاریخ و کمونسیم شهر هوشمند اشرافی / ۳

• دوره شکار و جمع آوری غذاهای گیاهی: دوره همکاری جمعی / ۴

• انقلاب نوشتگی: کشاورزی و روستائینی و مالکیت خصوصی / ۴

• رفرم بزرگ اول: پیروزی الگوریست ها / ۵

• رفرم بزرگ دوم: «کمونسیم شهر هوشمند اشرافی» / ۱۳

• تاریخ، مارکس، کمونسیم لاکچری تمام خودکار، و کمونسیم شهر هوشمند

اشرافی / ۱۶

• هوش مصنوعی، واقعیت یا خیال؟ / ۱۸

موتور بخار، الکتریسیته، هواپیما، و انرژی هسته‌ای و مانند آن پدیدار شدند، که به کاپیتالیسم انجامید.

همچنان این تکامل الگوریتم‌ها (به ویژه در هوش مصنوعی)، ابزارهای محاسبه، و فناوری‌های اطلاعات، یا به اختصار تقویت توان رایانش انسان است که بر اساس آنها می‌توان مسیر آینده را تعیین کرد. بر خلاف نظریات کارل مارکس، این جبر تاریخ نیست که مسیر آینده را تعیین می‌کند، مردم خودشان هستند که می‌توانند آینده را بسازند. بر همین اساس، در مقاله‌های پیشین این سلسله از این مقالات پروژه‌ای تعریف شده است که از دل کاپیتالیسم می‌تواند سر بر آورد و با همکاری جمعی به نابرابری‌ها پایان بدهد و رفاه در حد لاکچری را فراهم کند. این پروژه «کمونیسم شهر هوشمند اشرافی» نام دارد، که در شماره ۲۶۹ ماهنامه ریزپردازنده پاره‌ای از تعاریف آن و همچنین بخشی از مانیفست قابل اصلاح آن آمد. تحلیل تاریخ، به ویژه تاریخ ابزارهای محاسبه و مسیری که طی خواهد کرد، در مشخص کردن و تعریف اهداف این پروژه بسیار تعیین‌کننده است. دوره‌های تاریخی مختلف انسان از نگاه این تحلیل برای سادگی به دوره‌های زیر تقسیم می‌شود:

۱. دوره شکار و جمع‌آوری غذاهای گیاهی: دوره همکاری جمعی
۲. انقلاب نوسنگی: کشاورزی و روستائینی و مالکیت خصوصی
۳. رفم بزرگ اول: پیروزی الگوریست‌ها
۴. رفم بزرگ دوم: دوره همکاری جمعی برای حذف مالکیت خصوصی و رسیدن به «کمونیسم شهر هوشمند اشرافی»



چوب‌خط و استخوان‌خط از قدیمی‌ترین ابزارهای محاسبه بشر بوده‌اند. (عکس از موزه حمزه تبریزی، موزه علم مونیخ.)

تحلیل تاریخ و «کمونیسم شهر هوشمند اشرافی»

□ نوشته علیرضا محمدی‌فر

همچنان که در مقاله «گلدان داریوش و ابزارهای محاسبه» در شماره گذشته گفته‌ایم برای تحلیل تاریخ به منظور طراحی شهر هوشمند آینده، لایه‌های مختلف تاریخ، مانند لایه‌های تاریخ دانش و فناوری، تاریخ سیاسی، تاریخ اقتصادی، تاریخ دین، یا تاریخ هنر و لاکچری و ادبیات را برای گمانه‌زنی قابل اعتماد درباره روند آینده بهتر است جداگانه بررسی کرد و سپس پیوند این لایه‌ها را در یک مسیر رو به آینده تحلیل کرد. منطق حاکم بر این نوع تحلیل در عمل به گونه‌ای است که پروژه شهر هوشمند آینده بر اساس دانش و فناوری کنونی با دقت بیشتری طراحی شود.

به عنوان مثال، یک ویژگی مهم انسان در تحلیل‌های تاریخی مغفول می‌ماند و مغفول مانده است: توان رایانش انسان، که او را از سایر موجودات متفاوت کرده است، و از همین روی، تحلیل ماتریالیستی صرف نمی‌تواند به طراحی یک شهر هوشمند انسان‌پسند بینجامد. به بیان دیگر، این مقاله بر این باور است که نگاه دقیق به لایه تاریخی رایانش، یعنی تاریخ فهم عدد، توان رایانشی، حساب، و ابزارهای محاسبه است که همراه با بررسی تاریخ سیاسی، اقتصادی، هنری، لاکچری، ادبی و مانند آن تحلیل دقیق‌تری از تاریخ انسان و همچنین نیازهای انسان برای زندگی در یک جامعه مطلوب را به دست‌مان خواهد داد. این مقاله بیشتر به لایه تاریخی رایانش و ابزارهای رایانش می‌پردازد. واقعیت این است که آنچه بتواند مغز انسان را افزایش بدهد بسیار کارآمدتر از آن چیزهایی است که می‌توانند توان حرکتی یا ماهیچه‌ای انسان را تقویت کنند. به عنوان مثال، اگر امروز انسان به فضا می‌رود ثمره تقویت توان مغزی انسان از طریق کامپیوترهاست. همان‌گونه که این تاریخچه نشان خواهد داد انقلاب صنعتی نتیجه بهره‌گیری اروپاییان از یک دستگاه عددنویسی کارآمد و تفکر الگوریتمیک بود که به نمادین‌شدن ریاضیات انجامید، که پیامد آنها یک جنبش علمی بزرگ بود که در پی آن فناوری‌هایی مانند

۱. دوره شکار و جمع‌آوری غذاهای گیاهی: دوره همکاری جمعی

از انسان‌نماهای اولیه دومیلیون سال پیش تا هومو ساپین‌های^۱ (انسان‌های خردمند) روزگار مدرن، دوره‌ای بسیار طولانی، یعنی تا حدود ۱۲ هزار سال پیش، انسان‌ها از طریق شکار و جمع‌آوری غذاهای گیاهی زندگی می‌کردند. با آغاز انقلاب نوسنگی، و گذار به کشاورزی و روستانشینی، سبک زندگی شکار و جمع‌آوری مواد غذایی گیاهی تقریباً به طور کامل منسوخ شد، هر چند، هنوز معدودی از گروه‌های آنها در بعضی از نقاط دنیا زندگی می‌کنند.

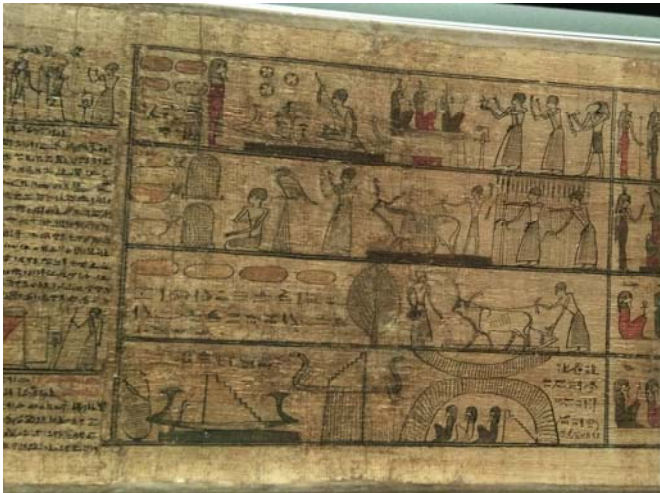
«شکارچیان-گردآورندگان غذاهای گیاهی» عصر حجر از ابزارهای سنگی تیزشده ساده برای بریدن استفاده می‌کردند، بعدها، حدود 1.6 میلیون سال پیش، تبرهای دستی ساخته شد. حدود ۸۰۰ هزار سال پیش از اجاق برای آتش بهره گرفتند. آتش به آنها امکان داد که در سرما خودشان را گرم کنند، غذا بپزند، و جانوران درنده را از حمله به سکونت‌گاه‌شان بهراسانند. هوموساپین‌های اولیه ابزارهایی چون نیزه‌های سنگی، تیر و کمان، سوزن‌های عاجی و استخوانی، و حتی اشیاء زینتی می‌ساختند. این ابزارهای تخصصی به آنها امکان داد که لباس و سایبان بسازند.

پژوهش‌ها درباره شکارچیان-گردآورندگان غذاهای گیاهی روزگار مدرن، توانسته است گمانه‌زنی‌های خوبی را برای سبک زندگی قبیله‌های کوچکی که تا حدود دومیلیون سال پیشتر زندگی می‌کردند فراهم کند. این گروه‌ها تساوای گرا بودند و ابزارهای آنها در مالکیت قبیله بود. با همکاری جمعی شکار می‌کردند و یا غذاهای گیاهی جمع می‌کردند و با هم می‌خوردند. میان افراد قبایل میلیون‌ها سال حقوق برابر وجود داشته است. دشواری کار شکار و گردآوری غذا و کمبود به ویژه در دوره‌های خشک سالی _ سبب گردید که انسان به کشاورزی و روستانشینی روی بیاورد.^۲

^۱ homo sapians

^۲ history.com/.amp/topics/pre-history/hunter-gatherer
این وبگاه اطلاعات مختصری درباره این دوره دارد.

مفهوم عدد نیز به عصر حجر و به دوران پارینه‌سنگی باز می‌گردد. یکی از نیازهای اولیه‌ای که انسان با آن مواجه شد توانایی شمردن ابزارها و اطرافیانش (تعداد بچه‌ها، زنان، نیزه‌های سنگی، و مانند آن) بود. مهم‌ترین ابزار دم دست انگشتان دست و پا بود که حتی تا همین امروز به عنوان یک وسیله شمارش برای انسان خدمت کرده‌اند.



استفاده از داس و حیوانات اهلی‌شده برای توسعه کشاورزی به فراوانی محصولات کشاورزی می‌انجامید. دستگاه عددنویسی هیروگلیف مصر باستان یک دستگاه عددنویسی پیشرفته در زمان خودش بود. تصویر بالا یک پایروس مربوط به مصر باستان در موزه مصر مونیخ است. (عکس از موزه حمزه تبریزی).

۲. انقلاب نوسنگی: کشاورزی و روستانشینی و مالکیت خصوصی

تا زمانی که انسان هنوز به کشاورزی نپرداخته بود، یعنی حدود ۱۲ هزار سال پیش، و زندگی را با شکار و «جمع‌آوری» گیاهان و دانه‌های خوراکی می‌گذراند در زمینه درک مقادیر عددی و حساب پیشرفت اندکی حاصل می‌شد، اما از هنگامی که از شکار و ماهی‌گیری به کشاورزی و اهلی کردن حیوانات روی آورد یک دگرگونی اساسی در زندگی انسان به وجود آمد. اجداد ما دریافتند که برای تفسیر رویدادهای اطراف خود به مفهوم عدد نیاز دارند.

انسان با روستانشینی و زراعت دوره جدیدی را پس از دوره شکار و جمع‌آوری گیاهان خوراکی آغاز کرد و صاحب دارایی‌های پس‌اندازی برای روزهای مبادا و دارایی‌های مازاد برای مبادله شد. پیشرفت صنایع کشاورزی و دامی و مبادله محصولات از یک سو

مالکیت و دارایی بیشتر کم به معنی رفاه بیشتر شد. با وجود این، عوامل مالکیت و کمبود منابع پس از میلیون‌ها سال سبب گردید که طبقات فقیر و غنی، ارباب و رعیت، و مانند آن نیز به وجود بیاید.

به این ترتیب، یکی از بزرگ‌ترین تحولات در تاریخ بشر آشنایی او با عدد و سنج و ابزارهای حساب‌گر و سنجش‌گر (انگشتان دست و پا و وجب و مشت و قدم یا دانه‌های شن) بود. او با این ابزارها خود را شناخت، برای برطرف کردن کمبود به مالکیت خصوصی برای اموال مازاد و پس‌انداز برای روزهای مبادا روی آورد.

انسان حتی در زمان غارنشینی، در اوقات فراغت لذت زیبایی را از روی رابطه‌های عددی هارمونی و تناسب تجربه کرد. هنر با عدد آغاز شد. آثار هنری دارای هارمونی و تناسب از عدد ریشه می‌گرفتند. به آثار هنری باستانی نگاه کنید، تناسب و هارمونی‌ای دارند که با رابطه‌های عددی می‌توان آنها را بیان کرد.

۳. رفرم بزرگ اول: پیروزی الگوریست‌ها

هرچه مالکیت و تمدن‌های انسانی پیچیده‌تر شدند به اعداد بزرگ‌تر نیاز پیدا شد. ابزارهای محاسبه جدیدتر مانند چوب‌خط، استخوان‌خط، نخ‌های محاسبه با گره‌زنی، تخته‌های محاسبه، و چرتکه آمدند. ایرانیان برای محاسبات نجومی **اسطرلاب** را اختراع کردند. تدوین **زیج** و **جدول‌های محاسباتی** یک گام دیگر بود.

انسان با مالکیت خصوصی عدد و محاسبات ساده را آموخت و به توان رایانشی مغز خود به ویژه در ابزارسازی پی برد. اما برای این که مالکیت‌ها و حساب‌ها بتواند بزرگ‌تر شود و دانش انسان برای ساخت ابزارهای کارآمدتر بیشتر شود دست کم به سه اختراع مهم نیاز داشت: **یک دستگاه عددنویسی کارآمد دربردارنده عدد صفر، دانش جبر نمادین** (فرمول‌های آسان‌کننده محاسبات جبری و ریاضی)، و **اعداد کسری یا اعشاری برای دقت بیشتر**. شاید این ادعا حتی برای یک دانش‌آموز امروزی مسخره به نظر برسد، اما همچنان که در ادامه این مقاله خواهد آمد، این موارد به طور جدی از قرن ۱۶ به بعد، یعنی حدود پانصد سال پیش در اروپا مورد استفاده قرار گرفتند، که

مفهوم عدد را در ذهن تحریک کرد، و از سوی دیگر، مفهوم مالکیت را بر ابزارهای تولید، بر کالاهای تولیدی، و بر زمین، خانه، و پناهگاه، و بر اشیاء زیبای طبیعی و مصنوعی گسترش داد. اعداد با مبنای یک دست (مبنای ۵)، و دو دست (مبنای ۱۰)، یا انگشتان دست و پا (مبنای ۲۰) برای ساخت اعداد بزرگ‌تر به کار گرفته شدند.

کم‌کم عمل جمع و تفریق درک شد: یک دست و دو انگشت یعنی عدد هفت یا ۲+۵، و یا دو دست منهای ۳ انگشت، یعنی ۳-۱۰. به تدریج عمل ضرب و تقسیم آغاز شد: دو جفت دست به معنی ۲×۱۰ یا دو نفر به معنی ۲×۲۰ بود؛ و ۱۰ به عنوان نیم‌بدن، یعنی ۲÷۲۰. و به این ترتیب دانش ساده **حساب** که مهم‌ترین ابزارهایش انگشتان دست و پا یا دانه‌های شنی بود متولد شد.

از سوی دیگر، انسان با کشف روش‌ها و الگوریتم‌هایی که زندگی را برای او آسان می‌کردند، مانند الگوریتم کاشت و داشت و برداشت محصولات کشاورزی و بهینه‌سازی این الگوریتم‌ها به **توان رایانشی** خود پی برد.

عدد و سنج (مقادیری که با اندازه‌گیری به دست می‌آید) و **دانش حساب** به انسان دوره کشاورزی امکان داد که دارایی‌های خود را مدیریت کند و با مبادله کالاها اصول خرید و فروش و «تجارت» را یاد بگیرد. کمبود به عدد منفی و فراوانی به عدد مثبت اشاره داشت (بی‌آن‌که انسان آن هنگام با مفهوم اعداد منفی و مثبتی که امروزه می‌شناسیم آشنا باشد).

یک پیشرفت مهم در مفهوم عدد زمانی به وجود آمد که انسان توانست عدد را به صورت انتزاعی درک کند، یعنی به جای این که ۲ را ۲ کبوتر یا دو نیزه ببیند، عدد ۲ را به همه مجموعه‌های دو عضوی و مستقل از یک شیء خاص نسبت بدهد. این درک سبب می‌شد که بتواند برای عدد یک علامت یا نویسه مستقل از اشیاء نسبت بدهد.

توان رایانش، «خود» انسان را به انسان شناساند و انسان به این شناخت دست یافت که او یک نفر و مالک خود است. توان رایانش و مالکیت، فردیت را برای انسان فراهم کرد. مالکیت خصوصی به او امکان داد که **خلاق** و متکی به خود باشد. پیشرفت آغاز شد. مشکلات کمبود به انسان حکم می‌کرد که به سوی مالکیت بیشتر گام بردارد.

پیامدهای آن به یک تحول اساسی در زندگی انسان و رسیدن به کاپیتالیسم انجامیده است.

در پاره‌ای از جوامع بدوی، شمارش به صورت یک، دو، و خیلی بود، یعنی برای عدد ۳ و پس از آن هیچ نمادی نداشتند.^۳ تا زمانی که انسان نمی‌توانست اعداد بزرگ را به کار بگیرد پیشرفت دانش و فناوری آهسته بود. در بسیاری از فرهنگ‌ها سیستم عددنویسی، مانند دستگاه عددنویسی رومی در اروپا چنان بود که برای اعداد بزرگ پیچیده می‌شدند و محاسبه با آنها دشوار بود. نبود یک نماد برای عدد صفر یک مشکل بزرگ دیگر بود.

از سال ۵۰۰ میلادی تا سال ۸۲۵ میلادی

عدد و دانش مقدماتی حساب نقش بزرگی در پیشرفت سایر دانش‌ها و فناوری‌ها داشته است. فرهنگ‌های مختلف و در تمدن‌های مختلف از دستگاه‌های عددنویسی مختلفی بهره می‌گرفتند که تقریباً اکثر آنها حتی برای زمان خودشان ناکارآمد بوده‌اند. بدون یک دستگاه عددنویسی کارآمد انجام دادن بسیاری از کارهای علمی خارج از توان ذهن انسان بود.

اما در این میان، دستگاه عددنویسی هندی یکی از بزرگ‌ترین دستاوردهای انسان بوده است، بدون آن اگر مقادیر محاسبات کمی بزرگ شوند مغز انسان توان پردازش را از دست می‌دهد. کشف و درک این دستگاه عددنویسی که امروزه کودکانمان آن را در سال‌های اولیه دبستان به راحتی یاد می‌گیرند در اروپا قدمتی طولانی ندارد:

«ناتوانی بعضی از فرهنگ‌ها در برخورد با اعداد بزرگ شگفت‌انگیز نیست. زبان‌های اروپایی خودمان، هنگامی که گویش‌های پیشین آنها را در نظر بگیریم، در واژه‌ها و ترکیب‌های عددی بسیار ضعیف بودند.... در قوانین قرن هفتم میلادی شهر شروزبری^۴ در انگلستان برای این که یک شاهد بتواند در دادگاه

شهادت بدهد باید توانایی شمردن تا عدد ۹ را می‌داشت. چنین شرطی امروز مسخره است.^۵»

«بزرگ‌ترین دستاورد هندیان که بزرگ‌ترین اختراع در ریاضیات نیز هست و در پیشرفت عمومی هوشمندی انسان اثر بزرگی داشته است اختراع اصل ارزش مکانی در نوشتن اعداد است. این روش که به اعداد «عربی» مشهور شده است، اما باید اعداد «هندی» خوانده شود، چون اعراب آن را از هندیان گرفته‌اند.... می‌پرسیم، چه کسی این نمادگذاری آرمانی را اختراع کرد، و در چه زمانی؟ واقعیت این است که ما نه مخترع آن را می‌شناسیم و نه زمان اختراع آن را. فقط این را می‌دانیم که دستگاه عددنویسی ما ریشه هندی دارد. تصور می‌شود که ابتدا ۹ نماد یک تا ۹ آمده باشد و بعدها اصل ارزش مکانی و نماد صفر. البته این احتمال وجود دارد که نماد صفر و اصل ارزش مکانی در دوره Aryabhatta _ یک ریاضی‌دان و ستاره‌شناس بزرگ متولد سال ۴۷۶ میلادی از برهمنان هندی [که از اقوام آریایی هند هستند] _ اختراع شده باشد....

حدود یکصد سال بعد ریاضیات در هند به بالاترین درجه خود رسید. در این زمان، نبوغ براهماگوپتا (متولد ۵۹۸ میلادی) شکوفا شد. در سال ۶۲۸ میلادی او کتاب Brahma-sphuta-siddhanta را که به کتاب «سند هند» مشهور است نوشت که دو فصل آن به ریاضیات اختصاص دارد و دستگاه عددنویسی دارای ارزش مکانی و نماد صفر در آن توضیح داده شده است.^۶»

شایان ذکر است که دکتر مهدی فرشاد استاد دانشگاه شیراز آن گونه که در جلد دوم کتاب «تاریخ علم در ایران»^۷ خود آورده است بر اساس یک سند از کتاب «مروج الذهب» نوشته علی بن حسین مسعودی، یک مورخ و جهانگرد سده چهارم هجری، معتقد است که

^۵ Williams, Michael R. (Michael Roy) (date), "In the beginning". A history of computing thecnology. Prentice-Hall International (UK) Limited. pp. 1-47. ISBN 0-13-389917-9

^۶ Cajory, Florian, A History Of Mathematics. The Macmillan Company, London, 1909

^۷ فرشاد، مهدی، تاریخ علم در ایران، انتشارات امیرکبیر، تهران ۱۳۶۶ شمسی.

^۳ Dantzig, Tobias. (1967). Number, The Language Of Science. New York: The Free Press. p.5.

^۴ Shrewsbury

خالی [در تخته‌های محاسبه قدیمی] به کار می‌رود یکی از بزرگ‌ترین اختراعات انسان است. با آن پیشرفت ریاضیات و روش‌های محاسبه ممکن شد، پیشرفتی که پیش از آن هرگز دیده نشده بود.... تاریخ دستگاه عددنویسی کنونی ما به قرن نهم باز می‌گردد... **خوارزمی** کتاب‌هایی درباره حساب و جبر نوشت و جدول‌ها یا **زیج‌های نجومی** گوناگونی را نیز تهیه کرد. کتاب حساب او با موضوع دستگاه عددنویسی آغاز می‌شود، سپس درباره ارقام و عدد صفر بحث می‌کند. کتاب‌های **خوارزمی** اثرگذاری بسیار زیادی داشتند، زیرا نسخه‌های زیادی از آن تهیه شد و نویسندگان بعدی دوره اسلامی نیز کارهای ریاضی خود را براساس مدل **خوارزمی** تألیف می‌کردند....

مترجمان و مؤلفان متعددی کتاب‌های **خوارزمی** را به لاتین ترجمه کردند. به عنوان نمونه، کهن‌ترین کتاب دست‌نویس یافته‌شده بر اساس کتاب **خوارزمی** را **Albelda Cloister** اسپانیایی در سال ۹۷۶ میلادی نوشته است. یک دست‌نویس مربوط به سال ۹۷۶ یافت‌شده در **St. Gall** و یک **سند واتیکان** مربوط به سال ۱۰۷۷ میلادی دو نمونه دیگر هستند، اما استفاده از آنها در آن دوره بسیار اندک بوده است و ظاهراً دستگاه عددنویسی هندی را افراد کمی پیش از اواسط قرن سیزدهم می‌توانستند درک کنند.

یکی از مترجمین پرکار اروپایی **Joan of Seville** است که در حدود سال ۱۱۳۰ بر اساس کتاب **خوارزمی** کتاب **Liber algorismi** را می‌نویسد؛ اما شاید نخستین تلاش بزرگ برای معرفی این دستگاه عددنویسی را **Leonardo of Pisa** که به نام **فیوناچی**^۸ مشهور است انجام داده باشد که به عنوان بهترین ریاضی‌دان قرون وسطی شناخته شده است. او کتابی با عنوان **Liber Abaci** (کتاب چرتکه) در ۴۵۹ صفحه می‌نویسد که فصل اول تا هفتم آن به نمادهای هندی و عملیات اصلی بر روی اعداد صحیح اختصاص می‌یابد. این کتاب چون کتاب حجیمی بود در روزگار پیش از اختراع چاپ نمی‌توانست با روش دست‌نویس در تیراژی وسیع منتشر شود که بتواند تأثیرگذار باشد.

برهمنان هندی در اصل از پیروان آیین مهر و از مغ‌هایی بوده‌اند که در سده دوم میلادی از ایران به هند رفته بودند، و ارقام دارای ارزش مکانی خاستگاه خویش را در سنت‌های ایرانی و هندی داشته است.

از سال ۸۲۵ میلادی تا سال ۱۶۰۰ میلادی

در اوایل قرن نهم میلادی، **محمد بن موسی خوارزمی** به **دارالحکمه** بغداد می‌پیوندد و از طریق ستاره‌شناسان هندی که در آن هنگام به **دارالحکمه** پیوسته بودند با **دستگاه عددنویسی هندی** آشنا می‌شود. دستگاه **مأمون** خلیفه عباسی که **دارالحکمه** را تأسیس کرده بود برای دانش نجوم و برای امور مالی یک امپراطوری بزرگ به پیشرفت دانش ریاضی نیاز داشت. **خوارزمی** مسئول انتقال دانش حساب و نجوم از هند می‌گردد. از همین روی، او کتاب‌های «**حساب العدد الهندی**» و «**الکتاب المختصر فی حساب الجبر والمقابله**» را تألیف می‌کند.

کتاب «**حساب العدد الهندی**» **خوارزمی** ابتدا دستگاه عددنویسی با ارزش مکانی مبنای ده و سپس عدد صفر را به گونه‌ای مبسوط توضیح می‌دهد. در پی آن، نحوه جمع، تفریق، ضرب، تقسیم، و پیدا کردن ریشه اعداد با بهره‌گیری از اعداد هندی می‌آید. ترجمه لاتینی این کتاب به آشنایی اروپاییان با دستگاه عددنویسی هندی و عدد صفر می‌انجامد. ترجمه‌های لاتینی نام **خوارزمی** را به **algorismus** و مانند آن تبدیل می‌کنند.

ترجمه دو کتاب **خوارزمی** به لاتین، یعنی کتاب «**حساب العدد الهندی**» نوشته‌شده در سال حدود ۸۲۵ میلادی که دستگاه عددنویسی هندی را به اروپا می‌شناساند و «**الکتاب المختصر فی حساب الجبر والمقابله**» تأثیری شگرف بر دانش و فناوری غرب به جای می‌گذارد، هرچند، با تأخیری چندصدساله. پذیرش عمومی دستگاه عددنویسی هندی از طرف مردم و دانشمندان اروپا چند قرن طول می‌کشد، اما وقتی در قرن شانزدهم دانشمندان اروپایی گذار به این دستگاه را کامل می‌کنند دانشمندان بزرگی از **گالیله** تا **نیوتن** پدیدار می‌شوند و مسیر پیشرفت دانش و فناوری به گونه‌ای پرشتاب طی می‌گردد.

«اختراع آنچه که دستگاه عددنویسی هندی-عربی می‌نامیم، به همراه طرح ارزش مکانی و نماد صفر که برای نمایش یک مکان

⁸ Fibonacci

Johannes de Sacrobosco یک استاد دانشگاه پاریس در حدود سال ۱۲۵۰ میلادی بودند. این دو کتاب برای تدریس در دانشگاه‌های آکسفورد و پاریس نوشته شدند. نسخه‌های چاپی این دو کتاب در قرن‌های پانزدهم و شانزدهم به شناسایی اعداد هندی در اروپا کمک شایانی کردند.

با آن که اعداد هندی در قرن سیزدهم به خوبی شناخته شده بودند، بازهم مقاومت‌های فراوانی در برابر استفاده از آنها وجود داشت. در سال ۱۲۹۹ شهر فلورانس فرمانی صادر کرد که طی آن استفاده از اعداد هندی-عربی در جاهایی که امکان تغییر دادن اعداد، مثلاً ۰ به ۶ یا ۹ وجود داشته باشد ممنوع باشد. حتی در سال ۱۵۹۴ تاجران شهر Antwerp (یک شهر در بلژیک) مجبور بودند در قراردادها از اعداد هندی استفاده نکنند.

اما ایتالیایی‌ها خیلی زودتر از بقیه به محاسن این اعداد برای اهداف بازرگانی پی بردند و در برگزیدن اعداد دارای ارزش مکانی در اروپا پیشتاز بودند. در سده ۱۴۰۰ تقریباً در کل اروپا اعداد دارای ارزش مکانی شناخته شده بودند، هرچند، بیشتر بازرگانان محتاط حساب‌های خود را تا حدود سال ۱۵۵۰ با اعداد رومی ثبت می‌کردند، و بسیاری از کلیساها تا اواسط قرن هفدهم اعداد رومی را به کار می‌گرفتند.^۹

بخشی از کتاب «عدد، زبان دانش» نوشته دانتزیک^{۱۰} نیز به این مقاومت‌ها در برابر دستگاه عددنویسی هندی پرداخته است:

«امروزه در زمانی که دستگاه عددنویسی مکانی به یک بخش زندگی روزمره ما تبدیل شده است، هنگامی که به برتری این روش، کوچکی نمادنویسی آن، سادگی و سهولتی که در محاسبات فراهم می‌کند توجه می‌کنیم، فکر می‌کنیم باید بسیار سریع و بلافاصله مورد اقبال عموم قرار گرفته باشد. در واقع، گذار، اصلاً سریع نبوده است، و در طول چند قرن به وقوع پیوسته است. جدال بین سنت‌گرایان یا آباست‌ها^{۱۱} با الگوریست‌هایی^{۱۲} که



ساعت نجومی پراگ که یک اسطرلاب نجومی نیز هست یکی از قدیمی‌ترین ساعت‌های نجومی در حال کار دنیاست که در دوره قرون وسطی و در سال ۱۴۱۰ میلادی ساخته شده است. به اعداد رومی این ساعت توجه کنید. اروپاییان تا قرن شانزدهم از عددهای ناکارآمد رومی بهره می‌گرفتند (هرچند، هنوز هم برای ساعت یا شماره فصل در کتاب‌ها از این اعداد بهره می‌گیرند)، و با عدد صفر آشنا نبودند. ترجمه یک کتاب خوارزمی به زبان لاتین سبب گردید که اروپاییان نیز با دستگاه عددنویسی هندی-عربی آشنا شوند. سیستم عددنویسی هندی-عربی که از طریق دانشمندان ایرانی آشنا با عددنویسی هندی در جهان گسترش پیدا کرد یکی از بزرگ‌ترین اختراعات انسان به شمار می‌رود. یک ویژگی مهم این دستگاه عددنویسی داشتن عدد صفر است. (عکس از موزه حمزه تبریزی، تالار میدان شهر قدیمی پراگ).

با آن که تلاش‌های فیبوناچی موفقیت زیادی در بر نداشت، مفهوم اعداد هندی-عربی در اروپا به تدریج گسترش یافت. دو اثر مهمی که دانش حساب اعداد هندی را بر مبنای کتاب خوارزمی در اروپا گسترش دادند کتاب Carmen de Algorismo (شعر الگوریسم) نوشته Alexander De Villa Dei در حدود سال ۱۲۲۰ و کتاب Algorismus Vulgaris (الگوریسم عمومی) نوشته

^۹ Williams, Michael R. (Michael Roy) (date), "In the beginning". A history of computing thecnology. Prentice-Hall International (UK) Limited. pp. 1-47. ISBN 0-13-389917-9

^{۱۰} Dantzig

^{۱۱} Abacict

^{۱۲} Algorist

اروپاییان به جای «شیء» از واژه «xei» و بعدها به جای آن از حرف X بهره گرفتند. مفهوم محاسبات الگوریتمی یا قاعده-بنیاد، نام **خوارزمی** را با اصطلاح **الگوریتم** جاودانه کرده است.

جوزف مازور¹⁴ برای عنوان کتاب خود برای جبر نمادین که از قرن شانزدهم آغاز می شود از اصطلاح جالب «**نمادهای روشنگری**» بهره گرفته است:

«نمادهای ریاضی مورد استفاده دانش آموزان دبیرستانی، مانند مثبت، منفی، $x^2+ax=b$ یا $\sqrt{a}$ پیش از رنسانس وجود نداشت. پیش از آن، به جز معدودی نماد اختصاری، همه چیز به شکل شرح مسئله بود... نمادهای ریاضی یک هدف معین دارند: بسته بندی منظم اطلاعات پیچیده برای ساده کردن درک آنها...»

کتاب **الجبر والمقابله** به عنوان یک مدل و الهام برای جبر نمادین عمل کرد، و به کسانی چون **فرانسیسکاس (فرانسوا) ویتا**¹⁵ در دهه ۱۶۵۰ امکان داد که برای بهره گیری از حروف الفبا برای مجهول ها و معلوم ها استفاده کند، هرچند، نه به روش **دکارت** که از X، Y، و Z برای مجهول ها و حروف اولیه الفبا برای معلوم ها استفاده کرد. با این همه، نمادگذاری **ویتا** سبب شد که این شیوه خیلی زود گسترش پیدا کند. **دکارت** نما را نیز برای توان اعداد ابداع کرد. یا به **لایبنیتز** الهام داد که نمادگذاری های حساب دیفرانسیل و انتگرال را بیافریند. **نیوتن** نیز در کتاب حساب دیفرانسیل و انتگرال خود نمادهای جدیدی را معرفی کرد.¹⁶

اعداد هندی به دلیل فشردگی، تعداد کم نمادهای مورد نیاز، سهولت یادگیری، سرعت خواندن و نوشتن، سهولت الگوریتم های محاسبه به ویژه پس از اختراع چاپ به پیشرفت پرشتاب دانش حساب و ریاضی کمک کرد. کتاب های **خوارزمی** اثر بسیار بزرگی در بهره گیری سایر دانشمندان دوره طلایی اسلامی و همچنین دانشمندان اروپایی در استفاده از دستگاه شمارنویسی هندی داشتند. آسان کردن و توسعه **کسرهای اعشاری** نیز که توسط یک دانشمند ایرانی دیگر به

طرفدار **رفرم و اصلاح** بودند از قرن یازدهم تا قرن پانزدهم به طول انجامید و شامل همه مراحل معمول مخالفت با علم و تاریک اندیشی بود. در پاره ای از مکان ها اعداد عربی مطابق قوانین رسمی ممنوع شدند، در مکان های دیگر، این هنر **تحریم** شد و مطابق معمول، ممنوعیت در برانداختن این روش موفقیتی کسب نکرد، بلکه سبب گردید به طور زیرزمینی گسترش بیابد. مدارک فراوانی از آن را می توان در آرشوهای ایتالیا پیدا کرد، که در آنها می بینیم که بازرگانان اعداد عربی را به شکل نوعی **کُد رمزی** به کار می بردند.

با این همه، مخالفت ها مدتی در جلوگیری از پیشرفت و در ممانعت از گسترش این دستگاه جدید موفق شدند. در حقیقت، در این قرن های گذار از ارزش ذاتی برتری ماندگار این هنر شمارش استفاده چندانی نشد. فقط شکل ظاهری اعداد دچار دگرگونی هایی شد؛ هرچند، نه برای بهبود، بلکه به این دلیل که اسناد این روزها دست نویس بودند. در حقیقت، شکل اعداد تا زمانی که دستگاه چاپ اختراع نشده بود یک شکل پایدار نبود....

برای پیروزی نهایی **الگوریست ها** نمی توان یک تاریخ دقیق را مشخص کرد. اما می دانیم که برای تفوق این دستگاه عددنویسی جدید در اوایل قرن شانزدهم تردیدی وجود ندارد. از آن پس در برابر پیشرفت مانعی وجود نداشت، به طوری که در در دوره صد سال بعدی همه قواعد عملیات، بر روی اعداد صحیح و کسره های اعشاری در عمل به گستره و شکلی رسید که امروز در دانشگاه ها و مدارس به ما آموزش داده می شود.¹³

روش محاسبات **خوارزمی** در غرب با اعداد هندی به روش **algorismus** یا **الگوریتم محاسبه** مشهور شد. **الگوریتم** یک روش محاسبه نمادی مطابق قواعد ثابت است. **خوارزمی** اصلاً از نمادهایی شبیه به نمادهای امروزی در کتاب جبر استفاده نکرد. با این همه، **خوارزمی** یک طبقه بندی سیستمی از معادلات درجه دوم در کتاب خود با واژه هایی مشخص دارد. اما نمادهای **خوارزمی** نمادهایی ابتدایی بودند، واژه هایی مانند «شیء» برای مجهول (X)، «مال» برای مجهول به توان دو (X^2)، «کعب» برای مجهول به توان سه (X^3)، و مانند آن. **جبر نمادین** مدرن تکامل یافته جبر **خوارزمی** است. به عنوان مثال،

¹⁴ Joseph Mazur

¹⁵ Franciscus Vieta

¹⁶ Mazur, Joseph. (2014). *Enlightening Symbols: A Short History of Mathematical Notation and Its Hidden Power*. Princeton NJ, Princeton University Press.

¹³ Dantzig, Tobias. (1967). *Number, The Language Of Science*. New York: The Free Press. pp.33-34.

نام **غیاث‌الدین جمشید کاشانی** در قرن پانزدهم انجام گرفت به این پیشرفت‌های دانش ریاضی شتاب بیشتری بخشید.



بدون یک دستگاه عددنویسی کارآمد اختراع و تکامل دادن خودرو ممکن نبود، به ویژه، خودروهای زیبای حدود یکصد سال پیش شرکت BMW. یکصد سال پیش هنری فورد (Henry Ford) نیز نمی‌توانست انقلابی در تولید به وجود بیاورد و با خط تولید و تولید انبوه قیمت خودرو را چنان پایین بیاورد که مردم عادی توان خرید آن را داشته باشند، ضمن آن که ساعت کار را کوتاه کرد و به هشت ساعت در روز رساند و دستمزدها را بالا برد. روش او به فوردیسم مشهور شد و پاره‌ای آن را روشی بین کاپیتالیسم و کمونیسم دانستند. گفته می‌شود استالین نیز تقلید از روش‌های فورد را توصیه می‌کرده است. حالا اما روبات‌ها می‌خواهند به فوردیسم پایان بدهند. (عکس‌ها از موزه حمزه تبریزی، موزه BMW، مونیخ.)

اینها و نمادین‌شدن ریاضیات و البته اختراع چاپ بود که سبب پیشرفت پیوسته و بدون وقفه و اعجاب‌انگیز دانش و فناوری از قرن هفدهم تا امروز شد. **موتور بخار** تنها یک محصول این پیشرفت بزرگ علمی در دنیای غرب بود.

سال ۱۶۰۰ تا ۱۸۰۰ میلادی

هرمن گلدشتاین^{۱۷} (1913-2004)، که به همراه **جان ماچلی**^{۱۸}، نخستین کامپیوتر الکترونیکی دیجیتال جهان، یعنی کامپیوتر ENIAC را طراحی و در سال ۱۹۴۵ ساخت آن را تکمیل کردند، به دلیل اطلاعات گسترده‌ای که درباره تاریخ کامپیوترهای الکترونیکی داشته است یک کتاب درباره تاریخ کامپیوتر با عنوان «**کامپیوتر از پاسکال تا**

^{۱۷} Herman H. Goldstine

^{۱۸} John Mauchly

فون‌نیومان^{۱۹} نوشته است که بی‌گمان از کتب معتبر تاریخ کامپیوتر جهان به شمار می‌رود. در فصل اول کتاب، اشاره‌ای دارد به سال ۱۶۰۰ میلادی، یعنی ۲۰۰ سال پیش از اختراع موتور بخار **جیمز وات**:

«... سال ۱۶۰۰ میلادی را می‌توان یک سال متمایز در تاریخ علم دانست. البته، پیش از **گالیله** (1564-1642) نیز غول‌های روشنفکری وجود داشت، اما کار بزرگ **گالیله** ریاضیاتی کردن علوم فیزیکی بوده است. بسیاری از دانشمندان بزرگ پیش از او نیز در طبیعت پژوهش و اندازه‌گیری کرده بودند، اما جهان به **گالیله** نیاز داشت برای دادن «فرمول جادویی ریاضی» به این داده‌ها.

... سپس ناگهان، به دلیل گردآوردن ریاضیات و فیزیک، چیزی در اروپا روی داد که دانش را در مسیری قرار داد که از **گالیله** به **نیوتن** رسید. این آمیزش معلومات عملی و تجربی با ریاضیات به پدیدآمدن گذاری تاریخی انجامید. در حدود سال ۱۵۸۰ **فرانسوا ویتا**^{۲۰} (1540-1603) کشف خارق‌العاده‌ای کرد: استفاده از **حروف** به جای مجهولات و پارامترهای عمومی در ریاضیات. موضوعی که در حال حاضر ما آن را **جبر** و **حساب می‌نامیم** او آنها را به ترتیب **logistica spesiosa** و **logistica numerosa** نامید. پس از او، از دیدگاه ما، **جان نپر**^{۲۱} (1550-1617) آمد، که در سال ۱۶۱۴ **لگاریتم** را اختراع کرد و شاید نخستین کسی باشد که در کتاب **Rabdologia** خود در سال ۱۶۱۷ مزیت استفاده از **نقطه اعشاری** (ممیز اعشاری) را در محاسبات ریاضی فهمید.... کشف **هندسه تحلیلی** توسط **رنه دکارت**^{۲۲} (1596-1650) در سال ۱۶۳۷ شاید گام بزرگ بعدی در مسیر کشف **حساب دیفرانسیل و انتگرال** توسط **نیوتن** و **لایبنیتس**^{۲۳} بوده باشد....

در این ترکیب بزرگ از ستارگان همچنان که پیشتر گفتیم این **گالیله** بود که تجربه و ریاضی را در هم آمیخت که به همه پیشرفت‌های دانش و فناوری مدرن انجامید.»

^{۱۹} Goldstine, Herman H. (Herman Heine), 1913-2004. Princeton, N.J. Princeton University Press [1972]. ISBN 0-691-08104-2

^{۲۰} Francois Vieta (or Latinised form: **Franciscus Vieta**)

^{۲۱} Joan Napier, Laird of Merchiston

^{۲۲} René Descartes

^{۲۳} Leibniz

مسعود بن محمود غیاث‌الدین کاشانی (1393-1449)، ستاره‌شناس و ریاضی‌دان ایرانی.... کاشانی یک ریاضی‌دان مسلمان بود که در معادلات درجه چهار، مثلثات، کارهای ارزنده‌ای کرده است.... نخستین استفاده از کسر اعشاری به او نسبت داده شده است...

لایبنتیس خالق اعداد مبنای ۲

در میان انسان‌های بدوی، بیشتر از مبنای ۵، مبنای ۱۰، و یا مبنای ۲۰ استفاده شده است. اما در میان یک قبیله بدوی استرالیایی، از اعداد مبنای ۲ تا عدد ۶ بهره گرفته شده است.

با این همه، این مبنای بسیار ابتدایی در دوران انقلاب دستگاه عددنویسی هندی مورد توجه کسی قرار نگرفت، جز لایبنتیس. دستگاه عددنویسی باینری (Binary) یا دودویی از دو نشانه ۰ و ۱ برای نمایش بقیه اعداد بهره می‌گیرد. لاپلاس درباره این اعداد لایبنتیس چنین گفته است:

«لایبنتیس در حساب دودویی خود تصویر خلقت را دید... او تصور کرد که عدد یک نماینده خداست، و عدد صفر نماینده هیچ؛ خداوند بزرگ همه موجودات را از هیچ پدید آورد، همان‌گونه که یک و صفر همه اعداد را در دستگاه عددنویسی او پدید می‌آورند.» □

Dantzig, Tobias. (1967). *Number, the Language of Science*, New York, The Free Press. Pp.14-15.

سال ۱۸۰۰ تا ۱۹۴۱ (انقلاب صنعتی)

مورخان تاریخ اقتصاد، انقلاب صنعتی را یک انقلاب جدید و متحول‌کننده اقتصاد پس از روی آوردن انسان به کشاورزی می‌دانند. کاپیتالیسم در این دوره نمایان شد. اما اگر لایه تاریخ علم را در نظر بگیریم تحول اساسی‌تر حدود ۲۰۰ سال پیش از آن (و در اصل ۱۰۰۰ سال پیشتر) روی داد: با دستگاه عددنویسی هندی و ... وقوع کاپیتالیسم بدون یک دستگاه عددنویسی کارآمد ممکن نبود.

در دوره انقلاب صنعتی نیاز به انجام دادن محاسبات پیچیده روز به روز بیشتر می‌شد. ^{۲۵} آوترد^{۲۶}، ریاضی‌دان انگلیسی، مخترع خط کش محاسبه^{۲۷} توانست تا اندازه‌ای به این نیاز مهندسان و دانشمندان پاسخ



نیروگاه چتراله مونت‌مارتینی (Centrale Montemartini) از دهه ۱۸۹۰ تا دهه ۱۹۳۰ در شهر رم کار می‌کرده است، اما حالا به یک موزه مختلط هنر و صنعت (نیروگاه) تبدیل شده است. الکتریسیته در انقلاب صنعتی دوم یک انقلاب جدید به وجود آورد. انقلاب اعداد و جبر نمادین به مایکل فارادی (1791-1867) امکان داد که نظریه تولید الکتریسیته را ارائه بدهد. (عکس از موزه حمزه تبریزی.)

اما گلدشتاین در ادامه این بحث خود به اختصار از مقدمات این انقلاب بزرگ علمی که ما پیشتر مفصل‌تر درباره آن گفتیم سخن می‌گوید:

«در رسیدن به این نقطه، اگر درباره ابزارهای محاسبه دانشمندان مسلمان که بسیار پیشتر ساخته شده است چیزی نگوئیم عدالت را رعایت نکرده‌ایم. نویسنده در این باره به پروفیسور اوتو نگبر^{۲۴}، مورخ نجوم و ریاضیات باستان مدیون است، به دلیل یادآوری او درباره مخترع بزرگ ابزارهای محاسباتی تک‌منظوره، جمشید بن

²⁵ William Oughtred

²⁶ sliderule

²⁴ Otto Neugebauer

ابتدا واژه‌ها آمدند: الگوریتم و روبات

برای ایجاد تحول اساسی در زندگی انسان پس از کشف عدد و ابزارهای محاسبه _ که به پیدایش مالکیت خصوصی انجامید _ فناوری‌هایی ضروری بود اختراع شوند که پتانسیل ایجاد فراوانی را داشته باشند.

انسان برای تحول بزرگ بعدی خود، یعنی رهایی از کار کردن به روباتی که «الگوریتم کار» را بتواند انجام بدهد نیاز داشت. واژه «الگوریتم» از نام ریاضی‌دان برجسته ایرانی، ابوجعفر محمد بن موسی خوارزمی متولد حدود سال ۷۸۰ میلادی گرفته شده است. الگوریتم هر کاری را می‌توان در حافظه روبات قرار داد تا روبات آن کار را مطابق الگوریتم داده‌شده انجام بدهد.

واژه مهم بعدی واژه روبات بود. کارل چاپک (Karel Čapek)، نویسنده چک در سال ۱۹۲۰ در یک کتاب علمی‌تخیلی خود به نام «R.U.R» برای نخستین بار از واژه روبات بهره گرفت. اما برای ساخت روباتی که بتواند کار تولید را در کارخانه‌ها برعهده بگیرد و نیاز به نیروی کار انسانی را حذف کند و به فراوانی کالاها بینجامد کوچک‌شدن حجم و وزن کامپیوتر و ظهور هوش مصنوعی ضروری بود. اختراع ریزپردازنده نسل چهارم کامپیوترها را آغاز کرد، که یک عامل اساسی در گسترش پرشتاب روبات‌سازی شد.

الگوریتم‌های هوش مصنوعی این امکان را برای روبات‌ها فراهم کردند که از طریق فناوری یادگیری ماشین اجرای کارهایی را نیز انجام بدهند که الگوریتم آن کارها مستقیماً به حافظه آنها داده نشده است. (منابع: <https://en.wikipedia.org/wiki/R.U.R>).



یک بنای یادبود «کارل چاپک» در یکی از میدان‌های شهر پراگ. (عکس از مؤده حمزه تبریزی).

بدهد. آوتود اختراع خود را در سال ۱۶۳۲ به انجام رساند. محاسبه‌گر چرخ دندانه‌دار بلیز پاسکال^{۲۷} (۱۶۲۳-۱۶۶۲)، ریاضی‌دان فرانسوی از ابزارهای محاسبه مطرح پس از قرن هفده میلادی بود که او در بین سال‌های ۱۶۴۲ و ۱۶۴۴ ساخت. دستگاه پاسکال به یک پیش‌نمونه برای ساخت دستگاه‌های مشابه در فرانسه تبدیل گردید. پاسکال یک دستگاه محاسبه کامل‌تر را در سال ۱۶۵۲ ساخت. در گذشته، برای کیلومترشمارهای خودروها از مکانیک دستگاه‌های پاسکال بهره گرفته می‌شد.

دانشمندان و مهندسان فراوانی به این نتیجه رسیده بودند که وجود ابزارهای محاسبه قدرتمندتر ضروری است و تلاش‌های فراوانی برای اختراع یک کامپیوتر کارآمد انجام دادند. بیش از یک‌صد سال پیش چارلز بابیج^{۲۸}، ریاضی‌دان و مخترع انگلیسی، به خوبی علت نیاز به ابزارهای محاسبه قدرتمندتر را شرح می‌دهد:

«در دوره‌ای که دانشمندان وامانده از پیشرفت‌دادن علوم طبیعی عاجز شده‌اند و کار ذهنی و محاسباتی برای پیشرفت آن ضروری است... من فکر می‌کنم که کاربرد ماشین برای کمک به محاسبات پیچیده و مشکل دیگر نمی‌تواند در نظر عام بی‌ارزش تصور شود. در حقیقت، هیچ دلیلی وجود ندارد که در کار ذهنی همچون کار جسمی نباید به کمک ماشین صرفه‌جویی شود»^{۲۹}

بابیج از سال ۱۸۳۰ شروع به کار روی ساخت یک کامپیوتر مکانیکی به نام Analytical Engine کرد، که قرار بود همچون کامپیوترهای کنونی کار کند، اما با چرخ و دنده. بابیج بقیه عمر خود را صرف تلاشی بی‌ثمر برای ساخت این ماشین کرد. عقاید او یک‌صدسال جلوتر از فناوری بود. کامپیوتر بابیج اگر در آن هنگام کامل می‌شد می‌توانست شتاب پیشرفت دانش و فناوری را بسیار بیشتر کند. کامپیوتر بابیج اگر کامل می‌شد، به یکی از شگفتی‌های مکانیکی زمان خود تبدیل می‌شد. یک مینیاتور کامل بود از چرخ‌ودنده‌های تودرتو، یک دستگاه ابرمکانیکی، شامل بیش از ۵۰ هزار چرخ‌ودنده. تحقق آرزوهای بابیج باید منتظر پیشرفت الکترونیک می‌ماند.

²⁷ Blais Pascal

²⁸ Charles Babbage

²⁹ Charles Babbage and His Calculating Engines, Philip Morison, Dover Publications Inc., 1961.

■ رفرم بزرگ دوم: دوره «همکاری جمعی» برای حذف مالکیت خصوصی و رسیدن به «کمونیسم شهر هوشمند اشرافی» (سال ۱۹۳۰ تا ...)

برای این که امکان گذار به «کمونیسم شهر هوشمند اشرافی» فراهم شود حضور فناوری‌های مختلفی مانند ریزپردازنده، روبات‌های هوشمند، هوش مصنوعی، اینترنت، اینترنت چیزها، یا کلان داده‌ها ضروری است. اکثر این فناوری‌ها صرفاً از طریق طی یک دوره تکاملی می‌توانستند پدید بیایند. از همین روی، ابتدا کامپیوترهای دایناسورپیکر ظاهر شدند.

عصر کوتاه کامپیوترهای غول‌پیکر (۱۹۳۰ تا ۱۹۷۰)

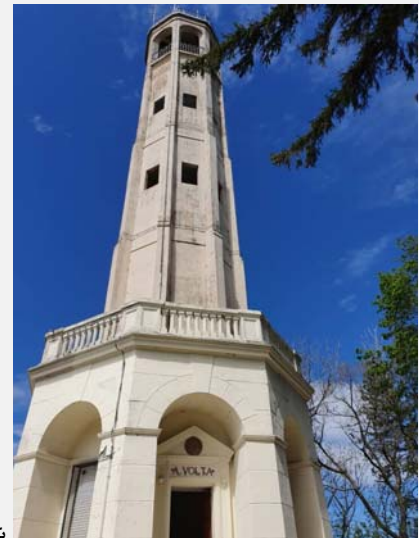
«از دهه ۱۹۳۰ میلادی، تلاش‌های فراوانی از سوی گروه‌های مختلف برای ساخت نخستین کامپیوتر الکترومکانیکی انجام می‌گرفت. داستان این کامپیوترهای غول‌پیکر الکترومکانیکی را می‌توان به تلاش‌های چهار گروه تقسیم کرد: کارهایی که کنراد تسوزه^{۳۰} در آلمان انجام می‌داد، تولید یک رشته کامپیوتر با فناوری رله توسط آزمایشگاه‌های تلفن بل، پروژه‌هایی که تحت رهبری هوارد ایکن^{۳۱} در هاروارد انجام شد و دستاورد مهم آن کامپیوتر الکترومکانیکی MARK I بود، و تلاش‌های شرکت IBM.

با آن که در بیشتر کتب تاریخ کامپیوتر، از کامپیوتر الکترومکانیکی MARK I یا از کامپیوتر لامپ خلاء ENIAC به عنوان نخستین کامپیوتر دیجیتال جهان نام برده می‌شود، کنراد تسوزه آلمانی یکی از مخترعان برجسته کامپیوتر است که تجربه ساخت کامپیوتر با فناوری‌های چرخ‌دنده مکانیکی (کامپیوتر مکانیکی Z1) و کامپیوتر الکترومکانیکی یا رله‌ای Z2 و کامپیوتر رله‌ای تمام‌تورینگ Z3 (نخستین کامپیوتر کاملاً عملیاتی جهان) را در سال ۱۹۴۱ پیش از آنها داشته است.^{۳۲}

³⁰ Konrad Zuse

³¹ Howard Aiken

³² Williams, Michael R. (Michael Roy) (date), "In the beginning". A history of computing thecnology. Prentice-Hall International (UK) Limited. pp. 213-225. ISBN 0-13-389917-9



یک بنای یادبود «آلساندرو

ولتا» بر روی تپه‌ای در «سان‌مارینو» در شهر کومو در ایتالیا. عکس از موزه حمزه تبریزی.

باتری، منبع انرژی اینترنت چیزها و خودران‌ها

باتری بخشی اساسی در هر گوشی همراه و بسیاری از ابزارهای اینترنت چیزها است. در سال ۱۷۹۱، لوئیجی گالوانی (Luigi Galvani) متوجه شد که ماهیچه یک قورباغه در اثر تماس یک شیء فلزی دچار انقباض می‌شود. گالوانی معتقد بود که انرژی‌ای که سبب انقباض می‌شود از خود ماهیچه پای قورباغه می‌آید، و آن را «الکتریسته حیوانی» نامید. علاقه به الکتریسته گالوانی خیلی زود گسترده شد. اما آلساندرو ولتا (Alessandro Volta؛ ۱۸۲۷-۱۷۴۵)، دوست و همکارش این باور را نداشت و با آن مخالفت کرد. او معتقد بود که این پدیده به دلیل دو فلز مختلف که با یک واسط مایع به هم وصل می‌شوند به وجود می‌آید. الکتریسته را نمی‌توان مستقیماً ذخیره کرد (اساساً الکتریسته حرکت الکترون‌هاست). باتری انرژی را به شکل شیمیایی نگه می‌دارد. نخستین باتری قابل شارژ در سال ۱۸۵۹ توسط گاستن پلانت (Gaston Plante) اختراع شد. در اوایل دهه ۱۹۹۰ باتری‌های لیتیومی به بازار آمدند. ماهیت ناپایدار لیتیم سبب شد که باتری‌های مطمئن‌تر غیرفلزی یون لیتیم ساخته شود.

ایرانیان سازنده نخستین باتری جهان: باتری پارتیان در

دوره حکومت سلسله اشکانی در میان‌رودان ساخته شد.

گفته می‌شود که اختراع باتری به دوران اشکانیان باز می‌گردد. در سال ۱۹۳۶ به هنگام ساخت راه‌آهن در نزدیکی بغداد، کارگران یک کوزه تخم‌مرغی شکل یافتند که ساختار داخلی آن شبیه به یک باتری بود. این باتری به باتری پارتیان یا اشکانیان شهرت یافته است و به دوره پارتیان، حدود ۲۰۰۰ سال قبل باز می‌گردد. این باتری یک کوزه سفالی به ارتفاع ۱۴ سانتی‌متر بود که گفته می‌شود الکترولیت آن سرکه بوده است و یک میله آهنی در میان یک استوانه مسی در درون خود دارد. این وسیله می‌توانست ۱.۱ ولت تا ۲ ولت الکتریسته تولید کند. گفته می‌شود که اشکانیان از این باتری برای آبکاری نقره روی فلزات دیگر استفاده می‌کرده‌اند.

منابع:

Paul T. Keyser, "the purpose of the Parthian Galvanic Cells: A First-Century A. D. Electric battery Used for Analgesia", Journal of New eastern Studies, vol 52, no. 2, pp81-98

واحد نوار مغناطیسی
IBM 729 که از اواسط دهه
۱۹۵۰ تا اواسط دهه ۱۹۶۰ به
عنوان واحد ذخیره
کامپیوترهای آی بی ام عمل
می کرد. هر نوار قدرت ذخیره
۶ مگابایت داشت. (عکس از
مؤده حمزه تبریزی، موزه علم
مونخ).



«کنراد تسوزه» مخترع نخستین کامپیوتر الکترومکانیکی جهان، یعنی کامپیوتر
رله ای Z3 است که در ۵ دسامبر ۱۹۴۱ عملیاتی شد. بعد از ساخت کامپیوتر Z3
او به سمت ساخت کامپیوتر با لامپ های خلاء رفت. تصویر بالا مربوط به کامپیوتر
Z22 است که از لامپ های خلاء بهره می گیرد. (عکس از مؤده حمزه تبریزی، موزه
علم مونخ).

کامپیوتر ENIAC که به عنوان نخستین کامپیوتر دیجیتالی الکترونیک
دنیا مطرح شده است، در سال ۱۹۴۶ به بهره برداری رسید. این کامپیوتر متعلق
به نسل اول کامپیوترهای الکترونیک با لامپ های خلاء ساخته شد و هدف از
آن اجرای محاسبات پیچیده مسیر موشک های بالستیک بود. فقط وزن این
کامپیوتر ۳۰ تن بود. کامپیوترهای نسل دوم با ترانزیستور و کامپیوترهای نسل
سوم با آی سی ساخته شدند.

هرمن گلدشتاین، پس از آن که در کتاب تاریخ کامپیوتر خود به
کارهای کنراد تسوزه در آلمان اشاره می کند به حجم زیاد تلاش ها برای
ساخت کامپیوتر اشاره می کند:

بنیادهای هوش مصنوعی

در دهه ۱۹۳۰ تز چرچ-تورینگ^{۳۴} مطرح شد که می گوید کامپیوترهای
دیجیتال می توانند هر عمل استدلالی رسمی را شبیه سازی کنند، یعنی با
کامپیوترهای دیجیتال می توان هوش مصنوعی ساخت. این تزی یا حتی آزمون
تورینگ که یک آزمون مشهور برای سنجش هوشمندی کامپیوتر است و آن
را آلن تورینگ^{۳۵} در سال ۱۹۵۰ مطرح کرد در زمانی ارائه گردیدند که
کامپیوترهای الکترونیکی هنوز در دوران کودکی خود بودند و ظرفیت حافظه
بسیار کمی داشتند. بعدها در یک کارگاه آموزشی در کالج دارتموث در
سال ۱۹۵۶، جان مک کارتی^{۳۶} اصطلاح «هوش مصنوعی» (artificial
intelligence) را ابداع کرد و از همان کارگاه ابداعات جدید در این زمینه
آغاز شد.

«دشواری بزرگ نوشتن تاریخ کامپیوتر آن است که دانشمندان
تقریباً همه کشورهای پیشرفته دنیا در حدود سال ۱۹۵۰ به نیاز بسیار زیاد
کشورشان به این ابزارها پی برده بودند. درک این نیاز سبب ایجاد آگاهی
زیادی از اهمیت علمی کامپیوترها در جامعه دانشگاهی و دولتی شده بود،
و در نتیجه، بیشترین و نخستین پیشرفت ها در دانشگاه ها پدید آمد تا در
دنیای صنعتی. در حقیقت، در این مرحله از پیشرفت، اکثر صنعت گرایان
کامپیوترها را عمدتاً به عنوان ابزارهایی برای اعداد کوچک دانشمندان
دانشگاهی یا دولتی می دیدند، و تصور می کردند که کاربردهای اصلی
آنها ماهیتی دانشگاهی داشته باشد. کمی که گذشت و کامپیوترهای
تجاری نیز به بازار وارد شدند اهمیت آنها درک شد.»^{۳۳}

دانشمندان مرکز تحقیقاتی دولتی Aberdeen Proving Ground برای
محاسبات مربوط به موشک های بالستیک نیاز به یک کامپیوتر سریع تر از
کامپیوتر الکترومکانیکی MARK I را تشخیص دادند و در ماه اوت ۱۹۴۲
اجرای چنین پروژه ای را پیشنهاد کردند. این پیشنهاد حدود یک سال
گرددو خاک خورد تا این که هرمن گلدشتاین که در لابراتوار بالستیک ارتش
آمریکا در مرلند کار می کرد آن را مطالعه کرد. دو هفته نگذشت که
موافقت ارتش آمریکا را برای بستن قرارداد ساخت با دانشگاه پنسیلوانیا اخذ
کرد. نتیجه کامپیوتر غول پیکر ۳۰ تنی ENIAC بود.

اینترنت (۱۹۶۹)

اینترنت تعداد انبوهی کامپیوتر به هم متصل است - یک شبکه از شبکه ها -
از توکیو تا پاریس، تا واشینگتن، تا تهران، و هر جایی بین آنها، با انبوهی از
کانال های ارتباطی و مکانیسم های کنترل کننده، شامل کامپیوترها، انواع
سروورها، امواج 4G، و تعداد زیاد دیگری از وسایل زیربنایی.

³⁴ Church-Turing Thesis

³⁵ Alan Turing

³⁶ John McCarthy

³³ Goldstine, Herman H. (Herman Heine), 1913-

2004. Princeton, N.J. Princeton University Press [1972]. Pp. 251. ISBN 0-691-08104-2

فرار از کمونیس

در سال ۱۹۵۷ آندراس گروف^{۴۳} جوان ۲۰ ساله مجاری پس از آن که شوروی سابق قیام مجاری‌ها را درهم می‌شکند با ۲۰ دلار در جیب از مجارستان تحت کنترل کمونیست‌ها فرار می‌کند و وارد آمریکای لیبرال می‌شود. او زبان انگلیسی را به سختی درک می‌کرد. نام خود را آمریکایی کرد و به نام اندرو اس. گروو^{۴۴} شهرت یافت. وی از سال ۱۹۸۷ و در دهه ۱۹۹۰ مدیرعامل شرکت اینتل بوده است. او که پیشتر دانشجوی رشته اپرا بود درست سه سال پس از ورود خود به آمریکا در رشته مهندسی شیمی لیسانس گرفت و سپس در سال ۱۹۶۳ به اخذ درجه دکتری از دانشگاه کالیفرنیا در برکلی نائل آمد. گروو در سال ۱۹۶۷ یک کتاب دانشگاهی پرفروش درباره نیم‌رساناها نوشت و سال بعد هنگامی که گوردون مور و رابرت نویس شرکت اینتل را تأسیس کردند به آنها پیوست. در دوره‌ای که او مدیرعامل اینتل بود تأثیر فوق‌العاده‌ای روی صنعت تولید الکترونیک داشت. در سال ۱۹۹۷ مجله تایم او را به عنوان «مرد سال» انتخاب کرد، به عنوان «کسی که سبب شد بیشترین رشد در توان و پتانسیل ریزتراشه‌ها پدید بیاید».

اینترنت کائنات یا Internet of Universe (IoU)

علاوه بر کامپیوتر و هوش مصنوعی، اینترنت، و ریزپردازنده، تحول بزرگ بعدی جهان به پدیدارشدن فناوری‌های دیگری نیز نیاز داشت، فناوری‌های گذار به «کمونیسیم شهر هوشمند اشرافی»: روبات‌ها و به ویژه روبات‌های خودمختار^{۴۵}، گوشی‌های هوشمند، اینترنت چیزها^{۴۶}، آدم‌ها^{۴۷}، یا کلان‌داده‌ها^{۴۸}، و مانند آنها. این فناوری‌ها از تلفیق و تکامل فناوری‌های پیشتر ذکرشده پدید آمدند. با اینترنت است که مردم جهان می‌توانند از طریق همکاری باز به رفع کمبود و رسیدن به ایرواوانی و حذف مالکیت خصوصی ابزارهای تولید دست پیدا کنند و با اینترنت چیزهاست که مردم می‌توانند منابع جهان را به طور بهینه به کار بگیرند و مصرف کنند. اینترنت چیزها با تسخیر فضا در نهایت به اینترنت کائنات یا Internet of Universe خواهد انجامید، و آرزوی میلیون‌ها ساله انسان، آن هنگام که هر شبان‌گاهان در دل تاریک شب به کهکشان‌ها و ستاره‌ها خیره می‌شد و از خود می‌پرسید در آن دوردست‌ها چه‌ها می‌گذرد، متحقق خواهد شد؛ پرسشی که دست کم در آن هنگام ویژگی «هاتریالیستی» نداشت. □

این اینترنت است، و دقیقاً همان چیزی است که پنجاه سال پیش در ذهن سازندگان آن آمده بود. در آن هنگام، چند دانشمند در «اداره پروژه‌های تحقیقاتی پیشرفته»^{۴۷} (ARPA) تصمیم گرفتند که راهی بیابند که بهتر بتوانند از تحقیقات همدیگر بهره بگیرند. سیستم ارتباطی جدید نه تنها می‌بایست همکاری از راه دور را پشتیبانی می‌کرد بلکه می‌بایست در همه شرایط کار می‌کرد، یعنی اگر بعضی از کامپیوترها از کار می‌افتادند مسیر ارتباطی همچنان حفظ می‌شد. بخش IPTO^{۴۸} (دفتر روش‌های پردازش اطلاعات) در ARPA مسئول ساختن چنین سیستمی شد.

IPTO بهترین مهندسان شبکه در آمریکا را گرد هم آورد. این متخصصان از تخصص خود در شبکه‌های راه دور بهره گرفتند تا شبکه ARPA را بسازند (که بعداً به ARPANet مشهور شد). وقتی ARPANet در سال ۱۹۶۹ افتتاح شد، به چند دانشگاه و مرکز تحقیقاتی امکان دسترسی به داده‌های کامپیوترهای راه دور شبکه را داد.

در سال ۱۹۹۵، اینترنت به صورت یک ساختار کاملاً خصوصی (غیردولتی) درآمد. از سال ۱۹۶۹ تا امروز بسیاری از ساختارهای اینترنت تغییر کرده است. تغییرات در سه بخش زیربنایی، محتوی، و کاربران رخ داده است.

ریزپردازنده

واضح است که با کامپیوتر ۳۰ تنی و غول‌پیکر لامپ خلاء ENIAC ساخت روباتی که بتواند جایگزین انسان در محیط کار شود ممکن نبود. کامپیوتر باید کوچک و کوچک‌تر می‌شد. توان‌یستور و آی‌سی آمدند و با آنها کامپیوترهای بزرگ (mainframe) قدرتمندتر ساخته شد.

گوردون مور^{۴۹} و رابرت نویس^{۵۰} در سال ۱۹۶۸ شرکت اینتل را تأسیس کردند. آنها اندرو گروو^{۴۱} را به همکاری دعوت می‌کنند که سومین عضو شرکت اینتل می‌شود و در دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ در مقام مدیرعامل شرکت اینتل، طراحی ریزپردازنده‌ها را به دوره شکوفایی می‌رساند.

در سال ۱۹۶۸ یک شرکت ژاپنی برای یک ماشین حساب کوچک سفارش یک پردازنده را به شرکت اینتل داد. فدریکو فاگین^{۴۲} طراحی این سفارش را بر عهده می‌گیرد و نخستین ریزپردازنده بازار را خلق می‌کند: Intel 4004. استفاده شرکت آی‌بی‌ام از ریزپردازنده خانواده ۸۰۸۶ محصول اینتل در کامپیوترهای IBM PC موفقیت بزرگی را برای اینتل - بی‌آن‌که پیش‌بینی کند - فراهم می‌سازد.

⁴³ Andras Grof

⁴⁴ Andrew S. Grove

⁴⁵ autonomous robots

⁴⁶ Internet of Things

⁴⁷ Internet of Humans

⁴⁸ bigdata

³⁷ Advanced Research Projects Agency

³⁸ Information Office Techniques Processing

³⁹ Gordon Moore

⁴⁰ Robert Noyce

⁴¹ Andrew S. Grove

⁴² Federico Faggin

تاریخ، مارکس،

کمونیسم لاکچری تمام خود کار (باستانی)، و کمونیسم شهر هوشمند اشرافی (ریزپردازنده)



یادآوری: در شماره ۲۷۱ ماهنامه ریزپردازنده، چکیده کتاب «کمونیسم لاکچری تمام خود کار» نوشته «آرون باستانی» جهت مقایسه نگاه یک مهندس کامپیوتر و نگاه یک مفسر سیاسی در طراحی یک «پروژه شهر هوشمند» و یک «پروژه سیاسی» آمد. در این مقاله تحلیل تاریخی پروژه «کمونیسم شهر هوشمند اشرافی» با تحلیل تاریخی کتاب باستانی مقایسه شده است.

مارکس در نظریه تاریخ خود مراحل مختلفی برای تاریخ انسان برمی‌شمرد: کمون اولیه^۱ (قبیله‌های بدوی که با همکاری جمعی به شکار و جمع‌آوری گیاهان و دانه‌های خوراکی می‌پرداختند و ابزارهای شکار مانند نیزه در مالکیت جمع بود و مالکیت خصوصی وجود نداشت)، برده‌داری، فنودالیسم، سرمایه‌داری، سوسیالیسم و کمونیسم. مطابق این نظریه در هر دوره ابزار تولید^۲ دگرگون می‌شود. با این همه، نظریه تاریخ مارکس در عمل به پرسش‌های متعددی پاسخ نمی‌دهد، مانند وقوع انقلاب سوسیالیستی در جامعه فنودالی روسیه به جای وقوع آن در انگلستان یا آمریکای صنعتی، جنگ‌های تاریخی، یا فروپاشی اتحاد جماهیر شوروی.

از همین روی، باستانی برای این که مشکلات نظریه تاریخ مارکس را نداشته باشد در تحلیل تاریخ کتابش ابزارهای تولید متحول‌ساز را که در سه مقطع تاریخی در زندگی بشر عامل فراوانی شدند زمینه‌ساز سه تحول بزرگ و گذار می‌داند. تحول اول، گذار از دوره شکار و جمع‌آوری گیاهان خوراکی به دوره کشاورزی و روستائینی و استفاده از زمین و حیوانات

اهلی شده به عنوان ابزار تولید در ۱۲۰۰۰ سال پیش است؛ تحول دوم با اختراع یک موتور بخار کارآمد توسط جیمز وات در قرن هجدهم رخ می‌دهد و به پدید آمدن زمینه‌های انقلاب صنعتی و سر بر آوردن کاپیتالیسم می‌انجامد؛ و تحول سوم با اختراع ترانزیستور و آی‌سی پدیدار می‌شود و انقلاب اطلاعات را در جهان به گونه‌ای انفجاری گسترش می‌دهد و امکان گذار به جامعه‌ای که خود آن را کمونیسم تمام خود کار لاکچری می‌نامد و ما گاه آن را کمونیسم باستانی نام نهاده‌ایم فراهم می‌سازد. هر چند، این تقسیم‌بندی دوره‌های تاریخی بسیار شبیه به تقسیم‌بندی مارکسیسم است، اما باستانی به جای استدلال تضاد طبقاتی در مارکسیسم از فراوانی و کمبود ناشی از ابزار تولید متحول‌کننده جدید به عنوان دلائل گذار از یک مرحله به مرحله بعد بهره گرفته است.

پایان تاریخ

باستانی در کتابش افزون بر تحلیل تاریخی فوق، نظریه مشهور فرانسیس فوکویاما که پایان جنگ سرد و فروپاشی اتحاد جماهیر شوروی را پایان تاریخ برای جهان پسا-جنگ سرد نامیده بود به نقد می‌کشد.

او علت اشتباه بودن نظریه فوکویاما را بحران اقتصادی سال ۲۰۰۸ و بروز جنگ‌های مختلف پس از این بحران می‌داند و بر این باور است که کاپیتالیسم و نئولیبرالیسم توان پاسخ‌گویی به این بحران‌ها را ندارند و گذار به یک نظام اقتصادی دیگر گریزناپذیر است. برای این منظور باستانی نظریه واقع‌گرایی کاپیتالیست^۳ را که مارک فیشر^۴ - نظریه پرداز بریتانیایی - ابداع کرده است به نقد می‌کشد. واقع‌گرایی کاپیتالیست کسی است که معتقد است کاپیتالیسم جایگزین (آلترناتیو) ندارد.

باستانی با برشمردن بحران‌های اقتصادی و جنگ‌های پس از سال ۲۰۰۸ و بحران‌های زیست‌محیطی جهانی، استدلال‌های پیروان واقع‌گرایی کاپیتالیست را مهمل می‌داند و می‌گوید:

«واقع‌گرایی کاپیتالیست، دنیایی که در آن هیچ چیز واقعاً تغییر نمی‌کند، به سوی یک دوره تاریخی در حرکت است که با بحران توصیف می‌شود، مگر این که فهم خودمان را از آینده یک‌بار دیگر تغییر بدهیم.» (صفحات ۱۹ و ۱۸)

³ capitalist realism

⁴ Mark Fisher

¹ primitive commune

² means of production

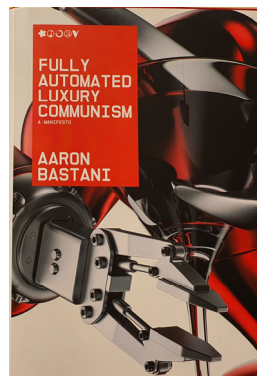


مجسمه‌های یادبود قربانیان کمونیسم در دامنه تپه Petrin در پراگ

مجسمه‌های ایستاده‌ای که بخش‌هایی از بدن آنها حالت بریده دارد یادآور رنج‌ها، شکنجه‌ها، شجاعت‌ها، و مقاومت‌های زندانیان سیاسی دوران کمونیستی هستند. اولبرام زوبک (Olbram Zoubek) _ که یک زندانی سیاسی سابق است _ و دو معمار دیگر طراح این اثر هستند.

در پایین پله‌های این بنای یادبود دو لوح برنزی بر روی یکی از پله‌ها نصب شده است که آمار قربانیان را از سال ۱۹۴۸ تا سال ۱۹۸۹ آورده است: ۲۰۵۴۸۶ زندانی سیاسی، ۲۴۸ اعدامی، ۴۵۰۰ مرگ در زندان، ۳۲۷ کشته هنگام فرار از مرزها، ۱۷۰۹۳۸ آواره. (عکس‌ها از مؤده حمزه تبریزی).

دیدگاه تاریخی مارکس همچنان که خودش نیز گفته است ماتریالیستی است، یعنی بر بنیاد «ماده»^۵ است. نگرش تاریخی باستانی _ که تقسیم‌بندی مراحل آن شبیه به تقسیم‌بندی مراحل تاریخی مارکسیسم است _ نیز نگرشی بر بنیاد «ماده» و فراوانی یا کمبود آن است. سرچشمه این نگرش‌ها در تحلیل ماتریالیستی تاریخ بر اساس ابزارهای تولید است و در عمل برای بسیاری از پرسش‌ها که پیشتر نمونه‌هایی از آنها ذکر شد یا برای همدوستی یا لاکچری‌دوستی انسان‌ها پاسخ ندارند. در واقع، چه باستانی چه مارکس، تاریخ را بر اساس تصادف‌ها تحلیل می‌کنند. جیمز وات تصادفاً یک موتور بخار کارآمد اختراع می‌کند و کاپیتالیسم به وجود می‌آید، یا تصادفاً ترانزیستور اختراع می‌شود و گذار به «کمونیسم تمام‌خودکار لاکچری» (کمونیسم باستانی) فراهم می‌شود.



اما کمونیسم ریزپردازنده (کمونیسم شهر هوشمند اشرافی) صرفاً به تاریخ ابزارهای تولید نگاه نمی‌کند، تحولات در حساب و ابزارهای محاسبه را _ که در نیم‌قرن اخیر افزون بر پردازش محاسبات به پردازش اطلاعات نیز روی آورده‌اند _ راه‌گشایتر می‌داند. در عین حال، همچنان که در مقاله گلدان داریوش در شماره گذشته گفته‌ایم برای تحلیل تاریخ به منظور طراحی شهر هوشمند آینده، لایه‌های مختلف تاریخ، مانند لایه‌های تاریخ دانش و فناوری، تاریخ سیاسی، تاریخ اقتصادی، تاریخ دین، یا تاریخ هنر و لاکچری و ادبیات را برای گمانه‌زنی قابل اعتماد درباره روند آینده بهتر است جداگانه بررسی کرد و سپس پیوند این لایه‌ها را در یک مسیر رو به آینده تحلیل کرد.

فوکویاما فروپاشی اتحاد جماهیر شوروی را پایان تاریخ نامید، در حالی که تا زمانی که مالکیت خصوصی وجود داشته باشد تاریخ نیز وجود خواهد داشت، چون جنگ‌ها برای مالکیت بیشتر همچنان وجود خواهد داشت، مگر این که مردم سرانجام روزی با همکاری باز و با جنبش‌های ضدجنگ به جنگ‌ها خاتمه بدهند و به تولید ابزارهای تولید عمومی روی بیاورند که پیامد آن حذف مالکیت خصوصی خواهد بود، پروژه‌ای که ما آن را کمونیسم شهر هوشمند اشرافی نامیده‌ایم. □

⁵ material

هوش مصنوعی، واقعیت یا خیال؟

طی چند دهه گذشته، گام‌های بلندی در تکنولوژی کامپیوترهای الکترونیکی برداشته شده است. بی‌گمان در دهه‌های آینده شاهد تحقق پیشرفت‌های بیشتری در سرعت، ظرفیت، و قدرت کامپیوتر خواهیم بود. شاید در آن هنگام، کامپیوترهای کنونی همان‌گونه که امروز محاسبه‌گرهای مکانیکی گذشته، بدوی و کند به نظر می‌آیند، ابتدایی و کم‌قدرت به شمار روند. در حال حاضر، کامپیوترها قادرند وظایفی را انجام بدهند که پیشتر در حوزه انحصاری اندیشه انسان بوده‌اند، و البته این وظایف را با سرعت و دقتی بالاتر از انسان اجرا می‌کنند. از دیرزمان به ماشین‌هایی خو گرفته‌ایم که در کارهای فیزیکی نامتداول، به ما یاری رسانده‌اند. آنها خطری برای ما به وجود نیاورده‌اند. در مقابل، دوست داریم وسیله‌ای داشته باشیم که ما را به سرعت به نقاط مختلف جهان برساند _ پنج برابر سریع‌تر از قهرمانان دو _ یا این که بتواند گودال‌های عمیق حفر کند یا بناهای غیرضروری را فرو بریزد و شرم‌ده‌ها کارگر را برانگیزد. حتی به داشتن ماشین‌هایی مباحثات می‌کنیم که می‌توانند برای ما از لحاظ فیزیکی کارهایی انجام بدهند که در گذشته از عهده چنان کارهایی بر نمی‌آمدیم: می‌توانند ما را به آسمان ببرند، و ظرف چند ساعت در آن سوی اقیانوس پیاده کنند. با این همه، چنین موفقیت‌هایی ما را مغرور نساخته است. اما قدرت *اندیشیدن* استثناست _ که امتیازی ویژه و خدادادی در انسان بوده است. روی هم رفته، همین توانایی تفکر بوده است که به ما امکان فائق آمدن بر محدودیت‌های فیزیکی ما را داده است و ما را برتر از سایر موجودات ساخته است، چنانچه ماشین‌ها روزی بتوانند در این ویژگی از ما پیشی بگیرند، آیا آن تفوق و برتری منحصر به فرد را به مخلوقات خود نخواهیم سپرد؟

این پرسش که آیا وسایل مکانیکی می‌توانند به اندیشیدن دست یابند _ و شاید، حتی احساس کنند یا مغز داشته باشند _ در واقع پرسش تازه‌ای نیست. اما پیشرفت‌های شگرف فناوری کامپیوتر انگیزه جدیدی برای یافتن پاسخ این پرسش به ما داده است؛ و گذشته از آن، یافتن پاسخ اکنون به صورت یک ضرورت جدی احساس می‌گردد. این پرسش با مسائل عمیق فلسفی ارتباط می‌یابد: منظور از اندیشیدن یا

این مقاله، سی سال پیش در شماره ۴۰۵ *ماهنامه ریزپردازنده* (آذر و دی ۱۳۶۹) چاپ شده است. اما چون این شماره مجله نایاب است و در مقالات «اینترنت آدم‌ها» در شماره‌های اخیر مجله به آن ارجاع شده است، به مناسبت سی‌امین سال انتشار *ماهنامه ریزپردازنده* و به درخواست تعدادی از خوانندگان عزیزمان مجدداً در این شماره چاپ شده است.

حامیان هوش مصنوعی می‌گویند ما در آستانه عصری به سر می‌بریم که در آن کامپیوترها همه ویژگی‌های ذهن انسان از جمله اندیشیدن، هوشیاری، و مانند آن را به دست خواهند آورد. اما آیا ذهن «کامپیوتر ساخته‌شده از بافت‌های زنده است» (همچنان که ماروین مینسکی گفته است) یا «مجموعه‌ای است از سیم‌ها و کلیدها؟» در میان جنجال و رجزخوانی‌های پژوهش‌گران «هوش مصنوعی قوی»^۱ یک ندای مخالف نیز می‌آید: «این واقعیت تردیدناپذیر که عقل می‌تواند حقایق را بیابد که رایانش‌پذیر نیستند مرا مطمئن می‌سازد که کامپیوتر هیچ‌گاه همچون مغز انسان عمل نخواهد کرد.» این سخن «راجر پنروز»^۲ فیزیک‌دان مشهور و استاد ریاضیات دانشگاه آکسفورد است که آن را در کتاب بحث‌انگیز خود به نام «خیال جدید امپراطور»^۳ آورده است. این کتاب کنکاشی است ژرف از رابطه بین فیزیک، هوش مصنوعی، و هوشیاری. لب کلام «پنروز» آن است که کامپیوترها هرگز نخواهند اندیشید، بدین علت که قوانین طبیعت چنین اجازه‌ای را نمی‌دهند. کامپیوترهای دیجیتال بر اساس «الگوریتم» یا مجموعه‌ای از قواعد که نحوه حل مسائل را مطرح می‌سازند عمل می‌کنند، اما هستند مسائلی که به وسیله هیچ سیستمی از قواعد نمی‌توانند حل شوند. پنروز برای اثبات ادعای خود از مباحثی چون تئوری نسیت، فیزیک کوانتم، گیاه‌شناسی، ترمودینامیک و نظریه اعداد مدد می‌گیرد.

بی‌تردید، پژوهش‌گران هوش مصنوعی از سخنان پنروز خشمگین هستند. اظهارات ماروین مینسکی، یکی از پیشگامان هوش مصنوعی، بازتاب این خشم است. وی می‌گوید: «پنروز هرگاه در باره ریاضیات سخن می‌راند درست حرف می‌زند، اما بسیاری از دلایلی علیه نتایج اوست. یقین دارم که پنروز کاملاً در اشتباه است.»

کتاب پنروز شدیدترین حمله‌ای است که تاکنون علیه هوش مصنوعی نگاشته شده است.

او با جرأت تمام اظهار می‌دارد که «امپراطوران هوش مصنوعی قوی جامه‌ای به تن ندارند.» این مقاله چکیده‌ای است از کتاب بسیار بحث‌انگیز راجر پنروز.

¹ STRONG AI

² Penrose, Roger (1990). "Can a computer have a mind". *The Emperor's New Mind: Concerning Computers, Minds, and the Laws of Physics*. Oxford: Oxford University Press. pp. 3–29. ISBN 978-0-19-851973-7. OCLC 456785846.

روان‌شناسی نیز نقش مهمی دارند. البته، باید به فیزیولوژی اعصاب (نوروفیزیولوژی)، مغز، و همچنین مفاهیم کامپیوتر نیز نگاهی اجمالی بیفکنیم. افزون بر همه این‌ها، باید در مبانی ریاضیات سیر کنیم و حتی به تعمق درباره واقعیت فیزیکی طبیعت بپردازیم.

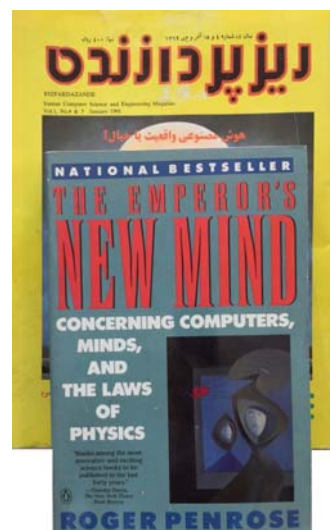
آزمون تورینگ

فرض کنید کامپیوتر جدیدی به بازار آمده است، احتمالاً حافظه و تعداد واحدهای منطقی آن هم‌اندازه مغز انسان است. همچنین فرض کنید که این کامپیوتر به دقت برنامه‌سازی شده است و حاوی مقادیر انبوهی از داده‌های لازم است. سازندگان ادعا می‌کنند که این کامپیوتر واقعاً می‌اندیشد. گذشته از آن، شاید ادعا کنند که حقیقتاً هوشمند است و شاید پا را فراتر بنهند و بگویند که ماشین‌شان عملاً احساس _ درد، شادی، رحم و شفقت، تفاخر، و نظایر آن _ می‌کند و به کارهایی که انجام می‌دهد آگاه است و در عمل «فهم» دارد. در حقیقت، سازندگان ادعای ساخت کامپیوترهای هوشمند را بر زبان آورده‌اند.

چگونه می‌توان ادعای سازندگان را باور کرد؟ هر نوع ماشینی می‌خریم، ارزش آن را صرفاً بر اساس خدماتی که به ما ارائه می‌دهد می‌سنجیم. چنانچه وظایف مورد انتظارمان را به درستی انجام بدهد، راضی و خرسند هستیم. در غیر این صورت، آن را برای تعمیر یا تعویض پس می‌فرستیم. برای این که، بر اساس این معیار، به صحت و سقم ادعای سازندگان که می‌گویند ماشین‌شان در عمل ویژگی‌های انسان را داراست پی ببریم، کافی است که ماشین مذکور همانند انسان رفتار کند. اگر به خوبی از عهده این کار برآید، هیچ علتی ندارد که از سازنده شکایتی داشته باشیم و لزومی هم ندارد که کامپیوتر را برای تعمیر یا تعویض بازگردانیم.

این معیار ساده یک دیدگاه عملی به دست‌مان می‌دهد. **عمل‌گرایان**^۴ ممکن است بگویند که در صورتی می‌توان ادعای اندیشمندبودن کامپیوتر را پذیرفت که روش اندیشیدن آن را نتوان از روش اندیشیدن انسان متمایز کرد. فعلاً همین دیدگاه عملی را در نظر داشته باشید. البته این بدان معنی نیست که منظورمان این است که کامپیوتر باید با همان شیوه انسان بیندیشد. هنوز خیلی زود است که انتظار داشته باشیم مشابه انسان فکر یا احساس کند.

احساس کردن چیست؟ عقل چیست؟ آیا عقل واقعاً وجود دارد؟ به فرض این که وجود داشته باشد، عملکرد عقل تا چه اندازه‌ای به ساختارهای فیزیکی مربوط به خود بستگی دارد؟ آیا عقل می‌تواند به طور کاملاً مستقل از چنان ساختارهایی موجود باشد؟ یا فقط عملکردهای (انواع خاصی از)



ساختمان فیزیکی است؟ در هر حالت، آیا لازم است که ساختمان‌های مربوطه اساساً بیولوژیکی (مغز) باشند؟ یا این که آیا عقل را می‌توان از قطعات تجهیزات الکترونیکی ساخت؟ آیا قوانین فیزیک در مورد ذهن صادقند؟ آن قوانین فیزیکی کدامند؟ بی‌گمان پاسخ‌دادن به این پرسش‌های بزرگ به هزاران صفحه مطلب نیاز دارد.

نظر من با نظر بسیاری از فیزیک‌دان‌ها متفاوت است. بیشتر فیزیک‌دان‌ها ادعا دارند که قوانین بنیادین عملکرد مغز، همگی به خوبی شناخته شده‌اند. با این همه، بدیهی است که به طور کلی هنوز در دانش فیزیک ناشناخته‌های فراوانی وجود دارد. به عنوان مثال، نه قوانین پایه حاکم بر مقادیر جرمی ذرات بنیادی اتمی طبیعت را می‌شناسیم و نه قدرت‌های برهم‌کنش آنها را. نمی‌دانیم چگونه می‌توان نظریه کوانتم را به طور کامل با نظریه نسبیت خاص اینشتین وفق داد _ از چگونگی تفسیر نظریه نیروی گرانش کوانتم^۳ که نظریه کوانتم را با نظریه نسبیت عام وفق می‌دهد بگذریم _ سعی می‌کنم با طرح دلایلی ساده و روشن خواننده را از دیدگاه‌هایم آگاه سازم. اما برای این که این دیدگاه را به خوبی بفهمید، لازم است در قلمروی بسیار عجیبی سفر کنیم _ در حوزه‌هایی متفاوت و مجزا که به ظاهر هیچ ارتباطی با هم ندارند. لازم است از ساختمان، مبانی و معماهای نظریه کوانتم، ویژگی‌های نظریه نسبیت عام و خاص، قانون دوم ترمودینامیک، پدیده الکترومغناطیسی ماکسول و همچنین اصول مکانیک نیوتونی بهره بگیریم. بدیهی است که برای درک ماهیت و عملکرد «هوشیاری»، پرسش‌های فلسفه و

^۴ operationalists

^۳ quantum gravity

کارهای خارق‌العاده محاسبات ذهنی را با دقت کامل و تلاشی اندک انجام بدهند. برای مثال، «جان مارتین ذکریا دیز»⁹، پسر کشاورزی بی‌سواد، که از سال ۱۸۷۶ تا ۱۸۹۱ در آلمان می‌زیست، می‌توانست هر دو عدد هشت رقمی را در مدتی کمتر از یک دقیقه در ذهن خود ضرب کند، یا دو عدد بیست رقمی را در کمتر از شش دقیقه!

در زمان‌های اخیر، موفقیت‌های محاسباتی «الکساندر ایتکن»¹⁰، استاد ریاضیات دانشگاه «دینبرو» در دهه ۱۹۵۰ نیز بسیار برجسته بود. مسائل حساب مورد انتخاب پرسش‌کننده باید کارآمدتر باشد، مثلاً ضرب دو عدد سی رقمی در دو ثانیه _ که کامپیوترهای خوب کنونی به راحتی از عهده آن بر می‌آیند).

نادان کردن کامپیوتر

بنابراین، بخشی از وظیفه برنامه‌سازان کامپیوتر آن است که کامپیوتر را به گونه‌ای طراحی کنند که «نادان» تر از آنچه واقعاً هست به نظر بیاید. زیرا اگر پرسش‌کننده یک پرسش محاسباتی پیچیده از کامپیوتر بپرسد، همان‌گونه که در بالا ذکر گردید، کامپیوتر باید تظاهر کند که قادر به پاسخ دادن نیست، یا این که به سرعت خودش را لو بدهد! البته من فکر نمی‌کنم ساخت کامپیوتر به‌ظاهر «نادان» برای برنامه‌سازان کامپیوتر مسئله‌ای دشوار باشد. مشکل عمده آنها در این است که کامپیوتر به پرسش‌های ساده بتواند پاسخ بدهد _ از همان دست پرسش‌هایی که انسان بدون دشواری به آنها پاسخ می‌دهد.

با این حال، یک مشکل ضمنی در ذکر مثال‌های خاص برای چنین پرسش‌هایی وجود دارد. پرسش اول هر چه که باشد، پاسخ آن برای کامپیوتر احتمالاً ساده خواهد بود. اما با پرسش کردن مدام از کامپیوتر، احتمالاً عدم وجود «فهم» در «طرف کامپیوتری» آشکار می‌شود. مهارت پرسش‌کننده، برای پی‌بردن به این موضوع که مخاطب «فهم» دارد یا نه، تا اندازه‌ای در خلق پرسش‌های ریشه‌ای و تا اندازه‌ای دیگر در مرتبط‌ساختن آن پرسش‌ها با پرسش‌های بعدی نهفته است. برای این که در یابد آیا کامپیوتر اختلافات را تشخیص می‌دهد یا نه، ممکن است یک پرسش بی‌معنی، اما کامل را بپرسد، یا ممکن است چیزهایی را به پرسش بیفزاید که آن را نامفهوم به نظر برساند، ولی در واقع نوعی سخن معنی‌دار باشد، مثلاً ممکن است بگوید: «شنیده‌ام که امروز صبح

چنین ویژگی‌هایی اصلاً با هدف کامپیوتر سازگاری ندارند. با این همه، فرض می‌کنیم کامپیوتر واقعاً بیندیشد (یا احساس کند، بفهمد، و مانند آن)، با این شرط که پرسش‌های ما را به روشی غیرقابل تشخیص از روش انسان پاسخ بدهد. یعنی به هر پرسش ممکن، پاسخی شبیه به پاسخ‌های انسان داشته باشد.

این نظر به طور قوی در یک مقاله مشهور نوشته «آلن تورینگ»⁵، با عنوان «ماشین‌های حساب‌گر و هوشمندی»⁶ چاپ شده در مجله مایند⁷ در سال ۱۹۵۰ بحث شده است، و برای نخستین بار در مقاله مذکور که اینک به عنوان آزمون تورینگ⁸ شهرت دارد، توضیح داده شده است. هدف از آزمون آن بود که تعیین کند آیا به طور منطقی می‌توان گفت که ماشینی می‌اندیشد یا نه. فرض کنید ادعا شود که کامپیوتری در عمل می‌اندیشد (مانند کامپیوتری که سازندگان ما در توضیح بالا عرضه داشته‌اند). بر اساس آزمون تورینگ، کامپیوتر و یک نفر داوطلب (انسان) از دید یک پرسش‌کننده پنهان نگاه داشته می‌شوند. پرسش‌ها و همچنین پاسخ‌های دریافتی به طور غیرمستقیم انتقال می‌یابند، مثلاً از طریق تایپ کردن صفحه کلید و نشان داده شدن بر روی صفحه‌نمایش. پرسش‌کننده اجازه ندارد از هیچ طریق دیگری اطلاعاتی را به دست آورد، مگر از همین پرسش و پاسخ‌ها. موجود انسانی به پرسش‌ها صادقانه پاسخ می‌دهد و تلاش می‌کند او را متقاعد سازد که خود حقیقتاً انسان و موجود دیگر کامپیوتر است؛ لیکن کامپیوتر به گونه‌ای برنامه‌سازی شده است که دروغ بگوید و به پرسش‌کننده القا کند که انسان است. چنانچه پرسش‌کننده نتواند ضمن یک رشته پرسش و پاسخ به هیچ طریقی انسان واقعی را از کامپیوتر تمیز بدهد، کامپیوتر پیروزمندانه از صحنه آزمایش خارج خواهد شد. (به نظر من این آزمون بر روی کامپیوتر در عمل کاملاً نادرست است. زیرا اگر نقش‌ها عوض شوند به طوری که موجود انسانی کامپیوتر بودن خود را تکذیب کند و کامپیوتر به پرسش‌ها صادقانه پاسخ بدهد، در این صورت تشخیص کامپیوتر از انسان برای پرسش‌کننده بسیار سهل است. یا کافی است از هر کدام بخواهد چند محاسبه ریاضی بسیار پیچیده را انجام بدهند. کامپیوتر باید به سرعت بتواند پاسخ‌های دقیق را به دست بیاورد، اما انسان زود گیج می‌شود (در عین حال، در این مورد باید مواظب بود. هستند «اعجوبه‌های محاسبه‌گر» انسانی که می‌توانند

⁵ Alan Turing

⁶ Computing Machinery and Intelligence

⁷ Mind

⁸ Turing Test

⁹ Johann Martin Zacharias Dase

¹⁰ Alexander Aitken

عمل نوعی ارزیابی کاملاً قدرتمند است. آیا روش دیگری به جز گفت‌و شنود را می‌توان برای قضاوت و ارزیابی در مورد آنان به کار گرفت؟ در عمل پدیده‌های دیگری نیز هست، مانند وضعیت چهره، حرکت‌های بدن، و کل اعمالی که می‌توانند خیلی سریع ما را به هنگام چنان قضاوت‌هایی تحت تأثیر قرار دهند. با وجود این، می‌توان روباتی را تصور کرد که به طور موفق می‌تواند همه این حالت‌ها و حرکت‌ها را تقلید کند. در این صورت پنهان‌ساختن روبات و انسان از دید پرسش‌کننده لزومی نخواهد داشت. اما پرسش و پاسخ وسیله‌ای است که همچون گذشته در اختیار پرسش‌کننده است.

تقلید از انسان

در اینجا، لازم است به تدریج شرایط **آزمون تورینگ** را خیلی ضعیف کنم. تصور می‌کنم انتظار از کامپیوتر برای تقلید دقیق از انسان به نحوی که تشخیص آن از انسان ناممکن گردد، انتظاری بیش از حد از کامپیوتر است. کل چیزی که من از پرسش‌کننده می‌خواهم آن است که از ماهیت پاسخ‌های کامپیوتر متقاعد شود که نوعی هوشیاری در بطن این پاسخ‌ها وجود دارد. هوشیاری چیزی است که از بدو تولد کامپیوتر تا به حال در هیچ سیستمی وجود نداشته‌است. با وجود این، احساس می‌کنم این خطر هم وجود داشته باشد که اگر پرسش‌کننده بتواند کامپیوتر را از انسان تشخیص بدهد، شاید به طور غیرعمد، در توصیف وجود گونه‌ای هوشیاری در کامپیوتر مقاومت کند، حتی وقتی کامپیوتر بتواند او را فریب بدهد. از سوی دیگر، حتی زمانی که هیچ‌گونه هوشیاری در کامپیوتر وجود ندارد، ممکن است «حضور محدودی» از هوشیاری را احساس کند _ و به علت وجود تردید به نفع کامپیوتر قضاوت کند. اما به دلیلی که در بالا آوردم نسخه اصلی **آزمون تورینگ** یک مزیت مهم در خود دارد و من باز هم در مورد آن اصرار می‌ورزم.

«نادرستی» نتیجه برای کامپیوتری که پیشتر به آن اشاره کردم چیزی نیست که طرفداران **آزمون تورینگ** (به عنوان یک آزمون حقیقی اندیشیدن) را نگران سازد. در هر حال، اغلب آنان به این امیدند که در آینده‌ای نه‌چندان دور کامپیوتر عملاً **آزمون تورینگ** را با موفقیت به انجام برساند _ مثلاً سال ۲۰۱۰ (در واقع **تورینگ** معتقد بود که با یک پرسش‌کننده «متوسط» و فقط پنج دقیقه پرسش ممکن است کامپیوتر تا سال ۲۰۰۰ موفقیتی به میزان ۳۰ درصد به دست بیاورد).

یک کرگدن بر فراز رود می‌سی‌سی‌پی پرواز کرده است. از این مطلب چه چیزی می‌فهمید؟ (هر کسی می‌تواند دانه‌های عرق سرد را بر روی پیشانی کامپیوتر تصور کند، البته چنانچه بخواهیم از یک تشبیه بسیار نامناسب بهره بجویم.) ممکن است کامپیوتر با احتیاط پاسخ بدهد: «به نظر من خنده‌دار و مضحک است.» تا به حال خوب است. پرسش‌کننده: «واقعاً؟ عمه من یک بار چنین کرد، فقط کرگدن خطوط نواری شکل سفیدرنگی داشت. کجای آن مضحک است؟» تصور این که کامپیوتر فهم دارد یا نه ساده است، کامپیوتر در لودادن خود خیلی زود به دام می‌افتد. حتی ممکن است به اشتباه بگوید «کرگدن نمی‌تواند پرواز کند» بانک‌های حافظه با این حقیقت پر شده‌اند که کرگدن بال ندارد، در پاسخ به پرسش اول، یا در پاسخ به پرسش دوم، «کرگدن‌ها خطوط نواری شکل ندارند».

بار دیگر ممکن است پرسش‌کننده یک پرسش واقعاً بی‌معنی را با استفاده از عباراتی چون «زیر می‌سی‌سی‌پی»، یا «داخل بالون صورتی»، یا «در لباس خواب صورتی» بسازد تا ببیند کامپیوتر در فهمیدن اختلاف اساسی آن شعور دارد یا نه؟

در حال حاضر، اجازه بدهید پرسش «آیا می‌توان، و یا چه هنگامی می‌توان کامپیوتری ساخت که در عمل از **آزمون تورینگ** پیروز به در آید» را کنار بگذاریم. در عوض فرض کنید که چنین ماشین‌هایی هم‌اکنون موجودند. حال این پرسش را مطرح می‌کنیم که اگر کامپیوتری در **آزمون تورینگ** قبول شود، آیا لزوماً می‌توان گفت که آن کامپیوتر می‌اندیشد، احساس می‌کند، می‌فهمد و مانند آن یا نه. به زودی به این موضوع باز خواهیم گشت. فعلاً چند مسئله را در نظر می‌گیریم. مثلاً اگر سازندگان در مبالغه‌آمیزترین ادعاهای خود صادق باشند، یعنی ماشین آنها ماشینی اندیش‌گر، با احساس، با شعور، با فهم و هوشیار باشد، در این صورت، خرید و فروش این ماشین‌ها ما را درگیر مسئولیت‌های اخلاقی خواهد ساخت و بهره‌کشی و استثمار از کامپیوتر برای ارضاکردن نیازهای مان سزاوار سرزنش خواهد بود. همین طور نیز از لحاظ اخلاقی بدرفتاری با کامپیوتر هیچ تفاوتی با بدرفتاری با برده نخواهد داشت: به‌درد آوردن کامپیوتر چیزی مانند آن است و ما باید جلوی آن را بگیریم. هرگاه کامپیوتر با ما انس بگیرد، خاموش کردن و حتی فروش آن مسائلی عاطفی پدید خواهد آورد.

به نظر من، با وجود محال‌بودن وقوع برخی از این ادعاها به‌ویژه نمونه‌های اخلاقی، در نظر گرفتن موفقیت در **آزمون تورینگ** به عنوان نشانه‌ای معتبر از حضور اندیشه، هوشمندی، ادراک، یا هوشیاری، در

همه این موضوعات به یک پرسش اساسی پیوند پیدا می‌کنند. آیا می‌توان روشی عملی به صورت مجموعه‌ای منطقی از پدیده‌ها را برای قضاوت حضور یا عدم حضور صفات عقلی در یک شیء یافت یا نه؟ برخی ممکن است با قدرت بحث کنند که چنین مجموعه‌ای را نمی‌توان فراهم ساخت. مهم نیست تقلید چقدر ماهرانه باشد، لزومی هم ندارد مانند چیز واقعی باشد. در این باره تا اندازه‌ای محتاط هستم. به عنوان یک اصل عمومی معتقدم که تقلید (که مهم نیست چقدر ماهرانه باشد) همواره باید با بررسی ماهرانه قابل تشخیص باشد. هرچند این مطلب یک باور (ناشی از خوش‌بینی علمی) است تا یک حقیقت اثبات‌شده. از این روی، در کل آماده‌ام که **آزمون تورینگ** را به عنوان یک آزمون نسبتاً معتبر در مفهوم انتخاب‌شده‌اش بپذیرم. یعنی این مطلب را بپذیرم که اگر کامپیوتر حقیقتاً بتواند به همه پرسش‌ها، در حالتی غیرقابل تشخیص از روش پاسخ‌دادن انسان، پاسخ بدهد _ و در نتیجه پرسش‌کننده ما را دقیقاً و پیوسته فریب بدهد _ در این صورت، در غیاب مدرک نقض، حدس من این خواهد بود که کامپیوتر در واقع می‌اندیشد، احساس می‌کند و غیره.

چه نوع مدرک نقضی را می‌توان در نظر گرفت؟ بنانه‌دان قواعدی در این باره زود هنگام و دشوار است. اما صریحاً می‌گویم که ساختن کامپیوتر از ترانزیستور، سیم و نظایر آن به جای «نورون»، رگ، و غیره چیزی نیست که بخواهم به عنوان دلیل نقض در نظر بگیرم. فکر می‌کنم زمانی در آینده نظریه موفقی از هوشیاری به دست آید _ موفق با این مفهوم که دارای نتیجه‌ای منطقی و نظریه فیزیکی مناسبی باشد، و با سایر مفاهیم فیزیکی سازگاری داشته باشد.

ضمناً این نظریه باید در عمل کاربردهایی داشته باشد که با ادعای هوشیاری در کامپیوترمان مرتبط باشد. حتی می‌توان ماشین «تشخیص‌دهنده هوشیاری» را نیز پیش‌بینی کرد که بر اساس اصول این نظریه ساخته شده است و کاملاً قابل اعتماد است، ولی موجب تغییراتی در **آزمون تورینگ** می‌شود.

هوش مصنوعی

هوش مصنوعی¹¹ در سال‌های اخیر مورد توجه فراوان بوده است و اغلب با علامت اختصاری **AI** به کار رفته‌است. یکی از اهداف **AI** تقلید ماشین، عموماً الکترونیکی، از عملیات ذهنی در حد ممکن و

احتمالاً بهتر کردن تدریجی توانایی‌های انسان در این موارد است. نتایج هوش مصنوعی دست کم در چهار جهت سودمند است. مهم‌تر از همه در دانش روایات‌هاست که تا اندازه زیادی، نیازهای عملی صنایع را به ابزارهای مکانیکی «هوشمند» برای اجرای وظایف مختلف پاسخ می‌دهد _ وظایف پیچیده‌ای که پیش از این به دخالت یا کنترل انسان نیاز داشتند _ و اجرای آن وظایف را با سرعت و قابلیت اعتمادی فراتر از توانایی‌های انسان، یا تحت شرایط زیان‌آوری که در آن زندگی انسان در مخاطره است، بر عهده می‌گیرند.

دومین حوزه کاربرد هوش مصنوعی که از لحاظ تجاری منافی در بر دارد، ساخت **سیستم‌های خبره**¹² است که بر اساس آن کل دانش ضروری یک حرفه _ مثلاً پزشکی یا حقوق _ در یک بسته نرم‌افزاری قرار می‌گیرد! آیا ممکن است متخصصان این حرفه‌ها به دلیل وجود چنان بسته‌هایی از کار بیکار شوند؟ آیا اطلاعات موجود در آن بسته‌ها کامل است؟ اگر کامپیوتر بتواند هوشمندی کامل را در عمل در این حوزه نمایش بدهد (یا شبیه‌سازی کند) آثار اجتماعی قابل ملاحظه‌ای را پدید خواهد آورد.

حوزه دیگر هوش مصنوعی، کاربرد آن در روان‌شناسی است. این امید وجود دارد که تلاش برای تقلید ماشین‌های الکترونیکی از رفتار مغز انسان (یا حیوانات) موجب گردد که اطلاعات زیادی از عملکردهای مغز به دست بیاید.

سرانجام، هوش مصنوعی این امکان را فراهم می‌سازد که درباره مفهوم عقل‌نگرشی تازه پیدا کنیم و در نتیجه بتواند درباره پرسش‌های عمیق فلسفی به انسان یاری بدهد.

پیشرفت هوش مصنوعی تاکنون چقدر بوده است؟ خلاصه‌کردن آن را دشوار می‌بینم. گروه‌های خلاق فراوانی در نقاط مختلف جهان کار کرده‌اند و من با اندکی از این کارها آشنا هستم. با این همه و با آن که کارهای زیادی انجام گرفته است، در شبیه‌سازی هر کاری که بتواند هوشمندی خالص را نشان بدهد، هنوز راهی طولانی در پیش است. برای ذکر شمه‌ای از کارها، ابتدا به برخی از دستاوردهای اولیه (که هنوز هم کاملاً مؤثرند) خواهم پرداخت و در پی آن برخی از پیشرفت‌های اخیر را با ذکر نمونه کامپیوترهای شطرنج‌باز بررسی خواهم کرد.

¹¹ artificial intelligence

¹² expert systems

بیمار: پیر شده‌ام.

روان درمان‌گر: ادامه بده!

بیمار: تصور می‌کنم از همه چیز خسته شده‌ام.

روان درمان‌گر: درباره چنین احساساتی بیشتر صحبت کن!

بیمار: فکر می‌کنم علت این احساسم را بدانم.

روان درمان‌گر: می‌توانی بگویی؟

بیمار: احساس می‌کنم خانواده‌ام مرا دوست ندارند.

روان درمان‌گر: علت چنین احساسی چیست؟

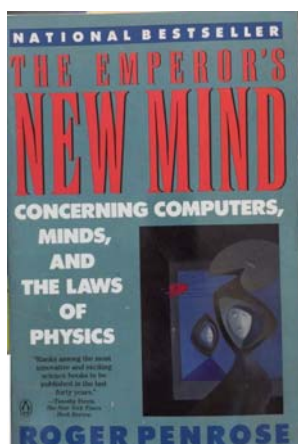
بیمار: تردید دارم.

روان درمان‌گر: چرا این مسئله برای تان مهم است...

احساس این که کامپیوتر گونه‌ای ادراک داشته باشد شاید اثری هراس‌آور بر جامعه داشته باشد، اما در حقیقت کامپیوتر ادراک ندارد و صرفاً چند قاعده مکانیکی را دنبال می‌کند.

کامپیوترهای شطرنج‌باز شاید بهترین مثال از ماشین‌هایی باشند که به داشتن «رفتار هوشمندانه» شهرت دارند. در واقع، عملکرد برخی از این ماشین‌ها هم‌اینک (در سال ۱۹۸۹) در قیاس با شطرنج‌بازان انسانی برابری می‌کند _ رسیدن به «استادی بین‌المللی». (ریتینگ^{۱۶} یا میزان قدرت این کامپیوترها اندکی کمتر از ۲۳۰۰ است، در مقایسه، ریتینگ کاسپاروف قهرمان شطرنج جهان اندکی بیش از ۲۷۰۰ است.) کامپیوترهای شطرنج‌باز اکنون در حل مسائل در حال پیشی گرفتن از انسان هستند و می‌توانند به سادگی انسان را «مات» کنند.

ماشین‌های شطرنج‌باز بیشتر به «دانش کتابی» و همچنین قدرت محاسباتی دقیق متکی هستند. بد نیست بدانید که هرگاه بنا باشد که حرکت‌ها خیلی سریع باشند، در کل ماشین‌های شطرنج‌باز در قیاس با بازی‌گر انسانی هم‌تراز بهتر عمل می‌کنند، و هرگاه وقت در نظر گرفته شده برای هر حرکت بیشتر باشد بازی‌گران انسانی در قیاس با ماشین‌ها بازی نسبتاً بهتری دارند. □



ادامه
مقاله
در
شماره
آینده

یکی از نخستین ماشین‌های هوش مصنوعی، لاک‌پشت «دبلیو. گری والترو»^{۱۳} بود که در نخستین سال‌های دهه ۱۹۵۰ ساخته شد. لاک‌پشت والترو با استفاده از توان منبع تغذیه خود بر روی زمین حرکت می‌کرد و هنگامی که توان باتری‌هایش کم می‌شد به طرف نزدیک‌ترین شارژکننده می‌رفت، خودش را به آن متصل و باتری‌هایش را شارژ می‌کرد. هرگاه به طور کامل شارژ می‌شد خود را از شارژکننده جدا و کارهای خود را بر روی کف اتاق تکرار می‌کرد. از آن هنگام تاکنون وسایل مشابه فراوانی ساخته شده است.

یک «بازوی روبات» ساده را در نظر بگیرید که حرکت‌های چرخشی دارد، موانع را در می‌یابد، اشیاء را به دست می‌گیرد، و مانند آن؛ شاید برای بیننده تا اندازه‌ای این امور عادی شده باشد، اما به یاد داشته باشید که سال‌ها تلاش متخصصان بوده است که موجب گشته است که طراحی بخش کنترل همین بازوی روبات ساده امکان‌پذیر گردد.

تفسیر صحنه‌ها و تصاویر نیز یکی از حوزه‌هایی است که هوش مصنوعی هنوز نتوانسته حتی به اندازه‌ای ناچیز به پای انسان (و در حقیقت، بیشتر حیوانات) برسد، کاری که برای انسان تقریباً «بی‌زحمت» انجام می‌گیرد.

شاید برنامه کامپیوتری «کی. ام. کولبی»^{۱۴} تا حدود زیادی هم‌سو با **آزمون تورینگ** باشد. برنامه‌ای که در سال‌های میانی دهه ۱۹۶۰ ساخته شد و پزشکی **روان‌درمانی**^{۱۵} را شبیه‌سازی می‌کرد _ چنان موفقیتی به دست آورد که هم‌اکنون برخی از بیماران، کامپیوتر را به روان‌درمان‌گر انسانی ترجیح می‌دهند و به راحتی مسائل درونی خود را برای کامپیوتر آشکار می‌سازند. گفت‌وگوی زیر را در نظر بگیرید (به وسیله تله‌تایپ انجام گرفته است):

روان درمان‌گر: چطور کمک‌تان کنم؟

بیمار: نمی‌دانم.

روان درمان‌گر: سعی کن چیزی بگویی.

بیمار: نه.

روان درمان‌گر: توضیح بده!

بیمار: بیمار و خسته‌ام.

روان درمان‌گر: فکر می‌کنی چه علتی داشته باشد؟

¹³ W. Gray Walter

¹⁴ K. M. Colby

¹⁵ psychotherapy

غیاث الدین حمید کا سا

[illegible]

غیاث‌الدین جمشید کاشانی ریاضیدان و اخترشناس بزرگ ایران و جهان است. او نخستین کسی بود که اعداد اعشاری را بدکاربرد و بهره‌گیری از آن را بددیگران توصیه نمود. کاشانی چندین وسیله محاسبه‌نگسظوره، اختراع کرد. اخترشناسان با استفاده از سایل ساخت کاشانی بهراحتی و بدون نیاز بهمحاسبات طولانی بهرصد می‌پرداختند. یکی از ابزارهایی که کاشانی اختراع کرد "طبق‌المناطق" نام دارد، اخترشناسان با سود جستن از طبق‌المناطق می‌توانستند بدون نیاز بهضرب و تقسیمهای طولانی و در کمترین مدت بهمحاسبه لحظات مهم خسوف بپردازند. یکی دیگر از ابزارهای محاسبه کاشانی "لوح اتصالات" نام دارد، با استفاده از لوح اتصالات لحظات قرار گرفتن دو سیاره در یک ارتفاع بهسادگی محاسبه می‌گردید.

عکس بالا صفحه اول از رساله "شرح آلات رصد" اوست (عکس از نسخه خطی موجود در کتابخانه دانشگاه تهران).

تصویر و شرح زیر آن ۳۰ سال پیش در صفحه دوم نخستین شماره ماهنامه ریزپردازنده آمده است، که ماهنامه ریزپردازنده در کتابخانه دانشگاه تهران از روی نسخه خطی کتاب کاشانی تهیه کرده است. برای اطلاعات بیشتر مقاله «تحلیل تاریخ و کمونسیم شهر هوشمند اشرافی» را بخوانید.