

سنت، مدرنیته، و پسا مدرنیته

از منظر

مهندسی ابزارهای محاسبه

و

تاریخ ایران زمین

دوره	نخستین محرک رایانشی	محرک رسانه‌ای	وسیله ذخیره و بازیابی داده‌ها	نخستین محرک اقتصادی	پول	شهر و حکومت
پیشامدرنیته (سنت) از ۱۰ هزار سال پیش	توکن (token)	رسانه نوشتار (دست‌نویس)	سنگ، کتیبه‌های گلی، پاپیروس، پارشمن، کاغذ	چرخ و اهری کردن اسب	مبادله کالا به کالا، بز و گاو، صدف‌های کائوری (cowrie)، سکه	شهر سنتی با حکومت خودکامه
مدرنیته از دهه ۱۶۲۰ میلادی	محاسبه با دستگاه شمارنویسی دهمی	رسانه چاپ، تلگراف، تلفن، رادیو، تلویزیون، Web 1.0	کاغذ، نوار و دیسک مغناطیسی، ذخیره‌گرهای دیجیتال	موتور بخار	سکه، اسکناس	شهر مدرن با لیبرال دموکراسی
پسامدرنیته از سال ۲۰۱۰ میلادی	رایانش موازی	Web 2.0، Web 3.0، شبکه‌های اجتماعی، رسانه کلان داده‌ها، متاورس	کاغذ، ذخیره‌گرهای دیجیتال، ابر، ذخیره‌سازی بلاک چین	خودران و کارخانه‌های تاریک	باتک الکترونیک، رمزارز	شهر هوشمند با ای-دموکراسی

نوشته علیرضا محمدی‌فر

کانال تلگرام ریزپردازنده (@rizpardazandeh)

۲۰ بهمن ۱۴۰۱



▪ پی‌دی‌اف این مقالات رایگان است.
 ▪ استفاده از مطالب این اثر با ذکر منبع آزاد است.
 ▪ ایمیل: rizpardazandeh@gmail.com
 ▪ کانال تلگرام: @rizpardazandeh

بازی دیکتاتور و افسانه زمستان سرد اروپا

دنیای پسامدرن با رسانه‌هایی که در اختیار انسان می‌گذارد از یک سو می‌خواهد دنیای همکاری به جای رقابت، حتی در اقتصاد، و دنیای گفت‌وگو به جای جنگ باشد، و از سوی دیگر، با شهر هوشمند دنیای مکتوری بسازد که در آن گروه‌هایی که نمی‌توانند در یک قایق با گروه‌های دیگر پارو بزنند و به مقصد برسند، قایق‌های خودشان را بسازند و همگی در یک رودخانه پارو بزنند و به مقصد برسند. دنیای پسامدرن دنیای همکاری و گفت‌وگوست.

در شماره اردیبهشت ۱۴۰۰ (شماره ۲۸۲) این ماهنامه، در زمانی که بسیاری از تحلیل‌گران بر این باور بودند که رؤسای جمهور جدید در ایران و آمریکا توافق برجام را امضا خواهند کرد، این نظر را مطرح کردیم که آمریکا در گفت‌وگوهای هسته‌ای نقش یک دیکتاتور در بازی دیکتاتور — که یکی از بازی‌های نظریه بازی است — را بازی می‌کند، و چنان در این بازی متبحر است که جهان باور کند که او دیکتاتور نیست و ظاهراً خواهان حل مسئله است و طرفی که حاضر به توافق نیست ایران است. نتیجه گرفتیم که برای پیروزی در این بازی، ابتدا باید حقوق شهروندی دموکراسی خواهان کشور که بخش بزرگی از مردم هستند و نادیده گرفته شده‌اند به رسمیت شناخته شود.

هم آمریکا و هم اروپا تمعداً افسانه زمستان سرد را برای اروپا پیش‌بینی کردند تا پاره‌ای در کشورمان این افسانه را باور کنند. اما این روزها از پایان برجام سخن گفته‌اند. هدف آنها از تأخیر انداختن‌های عمدی واضح است: فروپاشاندن اقتصاد کشور. بی‌گمان، این نوع دشمنی آمریکا حاصل دشمنی کور و برخلاف منافع ملی و بی‌ثمر نظام ولایت فقیه با این کشور بوده است. نمی‌توان انتظار داشت که با وجود دشمنی نظام ولایت فقیه با آمریکا، این کشور توافقی را امضا کند که هیچ نفعی برایش ندارد و فقط به اقتصاد یک دشمنش، یعنی ایران کمک می‌کند. از همین رو بود که ترامپ از برجام خارج شد. افزون بر این، آنها برای توافق به حاکمانی نمی‌توانند اعتماد کند که بخش بزرگی از مردم‌شان به آنها اعتماد ندارند و نماینده‌ای در حکومت ندارند، حاکمانی که حتی مرجعیت رسانه‌ای را از داخل کشور به خارج از کشور کوچانده‌اند.

اتفاقاً میدان نبرد اصلی آمریکا در جنگ ترکیبی همین میدان برجام بوده است، نه خیابان‌هایی که نشاتگر اعتراض به سال‌ها اقدامات غیرقابل قبول گشت محتسب ارشاد — که برخلاف وظایف ذاتی نیروی انتظامی بوده است — شدند (اطلاعات بیشتر در شماره ۲۹۵). درست‌از آب‌در آمدن آن پیش‌بینی‌مان در مورد بازی دیکتاتور را در عمل دیده‌ایم. با وضعیت موجود، توافقی که تحریم‌ها را به گونه‌ای لغو کند که اقتصاد کشور سروسامان پیدا کند به دست نخواهد آمد، به ویژه آن که تحریم‌های مربوط به حقوق بشر را نیز افزایش داده‌اند. خطرانی که امروزه کشورمان را تهدید می‌کند، گذار به یک سیستم حکمرانی دربرگیرنده همه سلیقه‌ها را به یک ضرورت فوری تبدیل کرده است، که با ابزارهای شهر هوشمند و افراز منصفانه کاملاً ممکن است (اطلاعات بیشتر در شماره ۲۸۹). چنین گذاری است که می‌تواند مسیر را برای تنش‌زدایی با آمریکا و کشورهای دیگر و حل مسئله برجام باز کند.

(عکس از مژه حمزه تبریزی؛ کارناوال سال ۲۰۱۹ ونیز، ایتالیا)

فهرست

- سنت، مدرنیته، و پسامدرنیته ۳/
- پسامدرنیته و مرگ اهریمن ۷/
- عوامل سد راه مدرنیته و پسامدرنیته در ایران/ ۱۰
- بدون افراز منصفانه و هوشمند، فروپاشی نظام ولایت فقیه قانون تاریخ است/ ۱۱
- بی‌انصافی تمدن کهن ایران را ویران خواهد کرد/ ۱۳
- تعارض نظریه ولایت فقیه با مدرنیسم و پسامدرنیسم/ ۱۶
- تکامل توکن‌های سقایی به رسانه نوشتار/ ۱۷
- چرا خوارزمی را باید پدر مدرنیته دانست؟/ ۲۰
- خوارزمی و نمادهای روشنگری/ ۲۳
- نقش فناوری «بازشناسی الگو» در گذار از مدرنیته به پسامدرنیته: گذار به پسامدرنیته با رایانش موازی و رسانه کلان‌داده‌ها/ ۲۵
- زمستان طولانی هوش مصنوعی/ ۲۶
- رسانه کلان‌داده‌ها/ ۲۷
- رایانش موازی/ ۲۹
- یادگیری ژرف/ ۳۰

سنت، مدرنیته، و پسامدرنیته

در مقابل، آن گونه که نشان خواهیم داد سنت یا پسامدرنیته در سرزمین ایران بر بنیاد خردی که به ابزارهای محاسبه توکن^۳ تجهیز گردید زاده شده است و رشد و نمو کرده است. سنت برای ایران فرهنگی بوده است که بر بنیاد خردورزی تجهیز شده با ابزار محاسبه و با ابزارهای ارتباطی مانند رسانه نوشتار و جاده ابریشم برای خلق ثروت، و با ابزارهای اندازه گیری مانند ترازوی دوکفه ای برای خلق انصاف شکل گرفت، ابزارهایی که بتوانند سود و زیان ناشی از صنعت و تجارت حول جاده ابریشم را محاسبه کنند و نتیجه چنین محاسبه ای به هم پیوستگی سرزمین بزرگ و کهنی مانند سرزمین ایران در جهت خلق ثروت باشد. یک قرارداد نانوشته بین مردم و نهاد حکومت همواره حفظ امنیت و رونق جاده ابریشم بوده است.

سنگ بناهای تمدن اسلامی مدیون همین فرهنگ بوده است، همان گونه که مدرنیته نیز مدیون این فرهنگ بوده است، که از طریق راه ابریشم به اروپا انتقال یافت، با معرفی دستگاه شمارنویسی دهمی و معرفی الگوریتم هایی به اروپا که جبر نمادین را ممکن کرد (توضیحات بیشتر را در مقاله «چرا خوارزمی را باید پدر مدرنیته دانست؟» بخوانید)، و همچنین معرفی نحوه ساخت کاغذ و مرکب با کیفیت و ارزان قیمت به اروپا که پدید آمدن صنعت چاپ را ساده کرد، یا معرفی ترجمه های فارسی کتاب مقدس قرآن به اروپا که برای کسانی چون مارتین لوتر الهام بخش باشد. به بیان دیگر، همچنان که در این جزوه و در دو جزوه بعدی خواهید دید تداوم سنت خردمحور ایرانی در اروپا بود که به مدرنیته در آن سرزمین انجامید. هرچند، افول جاده ابریشم خلائی را پدید آورد که سرزمین ایران از مدرنیسم و مدرنیته جا بماند و دچار یک گسست تاریخی از تداوم سنت خردمحور خود شود.

گذار قانونمند از سنت به مدرنیته به پسامدرنیته

به جز مواردی مانند نظریه تاریخ کارل مارکس، اکثر نظرات ارائه شده برای گذارهای بزرگ تاریخ ناقانونمند هستند. در این جزوه و در دو جزوه تکمیلی بعدی از منظر و نگاه مهندسی کامپیوتر به گونه ای قانونمند گذارهایی در تاریخ را که نشان گر یک پارادایم شیف^۴ (تغییر الگوواره)

برای این که طراح شهر هوشمند بتواند در طراحی شهر هوشمند موفق عمل کند ضروری است تحولات فرهنگی و شهری بزرگ تاریخ را بشناسد، به ویژه گذار بزرگ اخیر از مدرنیته به پسامدرنیته را. از یک سو، فلاسفه، جامعه شناسان، اقتصاددانان، یا مورخان گوناگون نظرات گوناگونی درباره چنین گذارهایی ارائه کرده اند، که درک ماهیت این گذارها را به شدت دشوار ساخته است، و از سوی دیگر، نظریات ارائه شده بیشتر برای جغرافیای اروپا نوشته شده است و اروپامحور یا Eurocentric است و ترجمه آنها به فارسی پیچیدگی های درک این نظریات را بسیار بیشتر کرده است. تفاوت فرهنگ ها در سده های میانه در سرزمین ایران و در اروپا قابل قیاس نیست؛ در این سرزمین شاهد شکوفایی علم هستیم، اما در اروپا دوران تاریکی^۱ در جریان است. در واقع، مدرنیته در اروپا واکنش به سنت دینی مسیحیت در اروپاست و از همین روی، اندیشمندان غربی مانند یورگن هابرماس^۲، سنت و مدرنیته را در تقابل با یکدیگر می دانند.

نگاه اروپامحور به مسئله سنت و مدرنیته در ایران یک صورت مسئله نادرست را برای جامعه ایرانی طرح می کند و در نتیجه نمی تواند در ارائه راه حل یاری مان کند. از همین روست که با وجود ازجان گذشتگی ها و تلاش های فراوان دموکراسی خواهان، کشورمان در مسیر توسعه و پیشرفتی که شایسته آن است قرار نگرفته است. ما سنتاً هرگز حکومت ولایت فقیه نداشته ایم. اگر حافظ امروز می خواست دیوانش را منتشر کند مشکلات بسیار بیشتری داشت تا هفت سده پیش. در سده های میانه که ترجمه کتاب مقدس در اروپا عملی نابخشودنی به شمار می آمد در ایران ترجمه های گوناگونی از قرآن کریم به فارسی منتشر شده است. حال چرا اروپا با مدرنیته که تقابل سنگینی با سنت خود دارد به پیشرفت می رسد، اما چرا با وجود سنتی بسیار مداراجویانه تر در کشورمان – که ریشه در تمدنی کهن داشته است – و با وجود جان فشانی های مشروطه خواهان تا امروز، تحقق اهداف مدرنیته در ایران همچنان یک رؤیا باقی مانده است؟ این پرسش شگفت انگیز نتیجه تحلیل و توصیف اروپامحور از مسئله سنت و مدرنیته، و معادل و یکی گرفتن دین و سنت است؛ حال آن که دستاوردهای سنت یا پسامدرنیته در تمدن کهن ایران – که به اشتباه با دین یکی گرفته می شود – کمتر از دستاوردهای مدرنیته در اروپا نبوده است.

^۳ token؛ اطلاعات بیشتر در شماره ۲۷۴ ماهنامه ریزپردازنده و مقاله «تکامل

توکن های سفالی به رسانه نوشتار» در این شماره.

^۴ paradigm shift

^۱ Dark Ages

^۲ Habermas, Jürgen. *Modernity: An Unfinished Project*. 1980.



تصویر بالا نمونه‌ای از کتاب قرآن کریم در دوران تمدن اسلامی (سده هشتم هجری قمری یا سده ۱۴ میلادی) را نشان می‌دهد که ترجمه فارسی آیات را نیز آورده است، که مهم‌ترین علت آن می‌تواند سنت کهن روادارانه در این سرزمین باشد. این در حالی است که در آن دوران ترجمه کتاب مقدس در اروپا گناهی نابخشودنی تلقی می‌شد.

هرچند، نظر به این که در دوران تمدن اسلامی تقاضا برای چنین کتاب‌هایی که هنرمندانه با دست نوشته و ساخته می‌شدند و در نتیجه پرهزینه بودند زیاد بود تمدن اسلامی به سوی چاپ کتاب گام بر نداشت که با فناوری آن دوران نمی‌توانست با کیفیت مورد نظر متقاضیان کتاب انجام بگیرد.
(عکس از موزه حمزه تبریزی؛ موزه ملی ایران)



تقریباً همزمان با انتشار کتاب قرآن حاوی ترجمه فارسی که تصویر آن در بالا آمد، **یان هوس (Jan Hus)**، رئیس و استاد دانشگاه پراگ، در روز ششم جولای سال ۱۴۱۵ میلادی زنده‌زنده در آتش سوزانده شد، یکی از جرائم او ترجمه انجیل به زبان چک بود. مجسمه بالا مجسمه یادبود **یان هوس** است که در پانصدمین سال به آتش افکندنش در یک میدان پراگ نصب شده است.
(عکس از موزه حمزه تبریزی؛ پراگ)

■ دوران پیشامدرن

از زمانی که انسان حدود ۱۰ هزارسال پیش در عصر نوسنگی یا انقلاب کشاورزی در گنج‌دره و تپه آسیاب یا غار کمربند ابزار شمارش سفالی توکن را اختراع کرد تا زمانی که رسانه نوشتار را اختراع کرد حدود ۵ تا ۴ هزار سال طول کشید. این در حالی است که هم فناوری مورد نیاز برای اختراع نوشتار وجود

بزرگ بوده‌اند و توانسته‌اند در نوع نظام سیاسی، در سبک زندگی، در روش شناخت و روش علمی^۵، در اقتصاد، در فرهنگ، در فناوری، و به‌ویژه در شهرنشینی دگرگونی‌های اساسی پدید بیاورند معرفی کرده‌ایم. به اجمال، نشان داده‌ایم که تحولات بزرگ در ابزارهای رایانش-رسانش به عنوان مکمل خرد فردی و خرد جمعی انسان — که می‌توان آنها را ابزارهای بنیادین پیشرفت نامید — چنین پارادایم‌شیفتهایی را ممکن ساخته‌اند. ابزارهای رایانش-رسانش در تبدیل ناممکن‌ها به ممکن‌ها نقشی بزرگ بازی کرده‌اند. تجهیز خرد انسان به ابزارهای رایانش-رسانش به عنوان مکمل خرد فردی و خرد جمعی انسان بوده است که سه گذار بزرگ تاریخ را پدید آورده است:

- گذار از سبک زندگی شکار و گردآوری گیاهان خوراکی به دوران پیشامدرن (از حدود ۱۰ هزارسال پیش تا دهه ۱۶۲۰ میلادی، که با ابزارهای شمارش توکن آغاز می‌شود و بعدها با رسانه نوشتار از کتیبه‌های گلی تا کاغذ دست‌نویس تکمیل می‌شود)؛
- گذار از دوران پیشامدرن به دوران مدرن (از دهه ۱۶۲۰ میلادی تا سال ۲۰۱۰ میلادی، با رسانه چاپ و ابزارهای ریاضیات مدرن)؛

- گذار از دوران مدرن به دوران پسامدرن (از سال ۲۰۱۰ میلادی، با رایانش موازی و رسانه کلان‌داده‌ها).



توکن‌های هر می در اندازه‌های مختلف یافته‌شده در محوطه باستانی چغامیش (دزفول، خوزستان).
(عکس از Oriental Institute of the University of Chicago)

⁵ scientific method

تولیدات داخلی ابریشم تا یک یا دو سده دیگر به خلق ثروت از ابریشم در کشور ادامه می‌دهند. خلاء ناشی از حذف جاده ابریشم به ویژه در دوران قاجاریه ثروت را از ایران دور می‌کند، که یکی از عوامل شکست مدرنیته در ایران بوده است.



انسان در اواخر دوران غارنشینی در حدود ۱۵۰۰۰ سال پیش سفال‌گری را اختراع کرد. صنعت سفال در ابتدا برای تولید ظروف غذایی مورد نیاز انسان‌ها به کار گرفته شد و بعدها با هنر آمیختگی پیدا کرد. ظرف سفالی بالا که در شهر سوخته در سیستان و بلوچستان یافت شده است نقاشی یک بز را در ۵ حرکت متفاوت به سوی درختچه نشان می‌دهد. این ظرف سفالی حدوداً ۵۰۰۰ ساله کهن‌ترین اثر انیمیشنی از دوران باستان است. انسان‌ها از حدود ۶۰۰۰ سال پیش با کشیدن نقش حیواناتی مانند بز بر روی سنگ و بعدها بر روی سفال به این کشف بزرگ رسیده بودند که می‌توان داده‌ها را ثبت کرد.

(عکس از موزه حمزه تبریزی؛ موزه ایران باستان)

شهر پیشامدرن و نهاد حکومت خودکامه

به این ترتیب، خرد انسان در دوران پیشامدرن با ابزار شمارش توکن و ریاضیات پایه توانمند می‌شود و پارادایم شیفی را پدید می‌آورد که امکان شهرنشینی را فراهم می‌کند. به بیان دیگر، شهرنشینی بدون این ابزار که بعدها به اختراع رسانه نوشتار انجامید ممکن نبود. با این همه، در دوران پیشامدرن ریاضیات به شکل توصیفی و غیرنمادی بود و دانشی دشوار و یادگیری آن پرهزینه. حتی در دوران تمدن اسلامی، قیمت نسبتاً بالای کاغذ سبب می‌شود حساب به جای ابزار قلم و کاغذ با ابزارهای دشوار تخت و تواب یا تخت و میل (قلم) یا با روش‌های دشوار حساب هوایی یا حساب‌الید (حساب انگشتی) انجام بگیرد. اساساً باسوادشدن در این دوران پرهزینه است. انسان این دوران با خرد محض خود و ابزارهای رایانش-رسانش کم‌توانی که دارد چاره‌ای ندارد جز پذیرش سرنوشت. دنیای آینده متعلق به جادوگران یا روحانیان یا پادشاهان به عنوان نماینده خداوند یا شیاطین بر روی زمین است. حکومت‌ها چون ابزارهای رایانش و رسانه را در انحصار خود دارند خودکامه و گاه

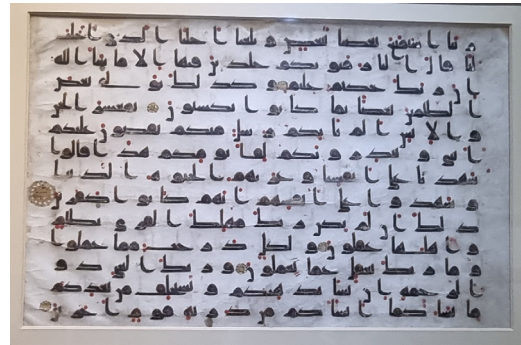
داشت و هم مغز هوموساپینس پتانسیل چنین کاری را داشت، حتی در این دوران پیامبری با کتاب نیز نیامد – به ویژه پیامبری از ادیانی که به خاستگاه الهی نوشتار باور دارند – چون به رسانه نوشتار نیاز نبود.

توکن‌ها تا چند هزار سال برای مبادلات انسان‌های عصر انقلاب کشاورزی کافی بودند، همین که میزان مبادلات کمی بیشتر شد توکن‌پوش (envelope) اختراع شد – که بسته‌بندی هر مجموعه توکن در یک قالب گلی بود. چند سده پس از اختراع توکن‌پوش، تولیدات کشاورزی/دامی/صنعتی به دلائل مختلف بازهم افزایش قابل ملاحظه‌ای پیدا می‌کند و همزمان تقاضا برای خرید چنان محصولاتی به وجود می‌آید. هم حمل‌ونقل باید متحول می‌شد و هم به یک روش ثبت داده‌های جدید نیاز بود، هم به یک وسیله اندازه‌گیری منصفانه، و هم به یک وسیله برای خرید و فروش کالا. مغز هوموساپینس و فناوری روز توان حل این چهار مسئله و برطرف کردن این چهار نیاز را داشت: چرخ و اهلی کردن اسب، رسانه نوشتار، ترازو، و سکه، حدود ۶ تا ۵ هزار سال پیش اختراع شد (احتمالاً ترازو قدمتی بیشتر و سکه قدمتی کمتر داشته باشد). چرخ بدون جاده بهره‌وری اندکی دارد، پس به نهادی نیاز پیدا می‌شود که جاده‌سازی کند. حجم مبادلات به نهادهای مدیریتی جدید نیز نیاز داشت، در همین دوران دولت‌شهرها نیز پدید می‌آیند.

به بیان دیگر، شبیه به رویدادهایی که به مدرنیته انجامیدند در دوران پیشامدرنیته در سرزمین ایران نیز رخ داده است. به عنوان مثال، خردگرایی تجهیز شده با توکن در دوران پیشامدرن به خردگرایی تجهیز شده با ریاضیات مدرن در دوران مدرن تکامل یافت. چرخ و جاده‌سازی که در این دوران اقتصاد را متحول می‌کند، در دوران مدرنیته با اختراع موتور بخار و احداث اتوبان و خط آهن و کشتی‌های بخار به تحول اقتصادی می‌انجامد. رسانه چاپ در دوران مدرن رسانه کم‌هزینه‌تری نسبت به رسانه نوشتار دستی یا خطی در دوران پیشامدرن است و در نتیجه تحول‌آفرینی بیشتری دارد.

حتی جاده‌ها در دوران پیشامدرن چنان طولانی می‌شوند که بتوانند نقش اینترنت در دنیای کنونی را بازی کنند. راه شاهی نخستین جاده بین‌المللی است که داریوش اول هخامنشی حدود ۲۵۰۰ سال پیش احداث می‌کند، ضمن این که پول، وزن، و متراژ استاندارد را در سراسر امپراطوری رواج می‌دهد. این اقدامات که بر بنیاد خرد تجهیز شده با ابزارهای محاسبه و داده‌ها انجام پذیرفت انقلابی در اقتصاد این سرزمین پدید آورد. دو یا سه سده بعد چینی‌ها راه ابریشم را می‌سازند. راه شاهی و راه ابریشم تجارت و صنعت این سرزمین را تا سال ۱۴۵۳ میلادی که عثمانی‌ها تجارت با غرب را تحریم مقدس می‌کنند و متروک می‌شود کم‌وبیش پروتق نگه می‌دارد. افزون بر این، اینها فقط دو راه نبودند، شبکه‌ای از راه‌ها بودند که تبادلات فرهنگی و علمی را نیز انجام می‌دادند و نخستین تلاش بشر برای گلوبالیزیشن بودند، تلاش و خواسته‌ای که تا امروز تداوم یافته است. با این حال، پادشاهان صفوی با ساختن راه‌ها و کاروانسراهای جدید و استفاده از راه دریا برای صادرات

ستمگر هستند. انقلاب علیه حاکمان ستمگر معمولاً خودکامه یا ستم‌گری دیگر را بر تخت می‌نشانند. با وجود این، آن‌گونه که از آثار باستانی پیداست، ایران در دوران باستان کشوری ثروتمند بوده است، که نشان‌دهنده آن است که تصمیم‌سازی‌ها بر بنیاد خرد تجهیز شده با ابزارهای محاسبه انجام می‌گرفته است.



برگی از قرآن مجید که به خط کوفی بر روی پارشمن یا کاغذ چرمی نوشته شده است. این اثر ایرانی مربوط به اواخر سده سوم هجری قمری است.

تمدن‌های باستانی پیشامدرن داده‌های خود را بیشتر بر روی کتیبه‌های گلی و آجر و گاه سنگ و فلز ثبت می‌کردند. این نوع رسانه‌های نوشتاری بسیار پرهزینه بودند. بعدها پاپیروس، پارشمن (چرم‌برگ)، و کاغذ به کار گرفته شدند که کم‌هزینه‌تر بودند. پیش از تأسیس کارخانه‌های کاغذسازی به تشویق خاندان ایرانی برای برآمگه در سرزمین‌های اسلامی، آیات قرآن کریم بر روی پارشمن نوشته می‌شد. اما کاغذ یک ماده ساده بود که واقعاً تاریخ را دگرگون کرد. با پاپیروس یا با چرم‌برگ امکان نداشت تمدنی به بزرگی تمدن اسلامی با تعداد زیادی دانشمندان شکل بگیرد، فقط کاغذ چنین پتانسیلی داشت، هم برای تمدن اسلامی و هم برای شکل‌گیری دوران مدرن در اروپا (اطلاعات بیشتر در شماره ۲۸۷). کاغذ مهم‌ترین دلیل شکوفایی علمی در دوران تمدن اسلامی و حتی ظهور مدرنیته در اروپا بوده است. اما مشروعه‌خواهان بدون توجه به این حقایق تاریخی با این مغالطه و توهم که اجرای مناسک و احکام دینی مانند حجاب است که می‌تواند به یک تمدن بزرگ بینجامد ۴۴ سال است که با صرف هزینه‌های فوق‌العاده هنگفت تبلیغاتی، انتظامی، سخت‌افزاری، یا آموزشی و ارائه امتیازهای ویژه مانند مناصب مادام‌العمر برای بخشی از یک صنف ویژه، بر حجاب بانوان به شدت کنترل می‌کند، به‌گونه‌ای که بخش‌هایی از آنان را عاصی کرده است.

در دوران پسامدرن، کاغذ با شتاب اهمیت خود را از دست می‌دهد و ذخیره‌گرهای فوق‌العاده ارزان‌قیمت دیجیتال و ابر (cloud) جایگزین آن می‌شوند. (عکس از موزه حمزه تبریزی؛ موزه رضاعی)

چگونه گذار به دوران پیشامدرن ممکن شد؟

انسان‌های دوره شکار و گردآوری گیاهان خوراکی حدود ۱۵۰۰۰ سال پیش فناوری سفال را اختراع می‌کنند. قدمت نخستین شمارش‌گرهای سفالی یا توکن‌های یافت‌شده در ایران، به ۱۰۰۰۰ سال پیش (یعنی دوره انقلاب کشاورزی) تخمین زده شده است، که در شمار قدیمی‌ترین توکن‌های یافت‌شده در خاورمیانه هستند. حدود ۴ تا ۵ هزار سال طول می‌کشد تا

توکن‌ها به رسانه نوشتار تکامل پیدا کنند، که بدین معنی است که در این دوران متن مقدسی وجود ندارد، و برخلاف ادعای پاره‌ای از ادیان که به خاستگاه الهی رسانه نوشتار باور دارند، این رسانه زمانی با خلاقیت انسان‌ها پدید آمد که نیاز به یک ابزار ذخیره و بازیابی اطلاعات جدی می‌شود. توکن و رسانه نوشتار شهرنشینی و ساخت نهاد حکومت را ممکن می‌کنند.

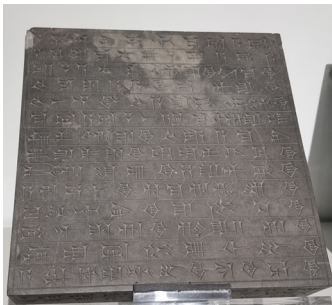
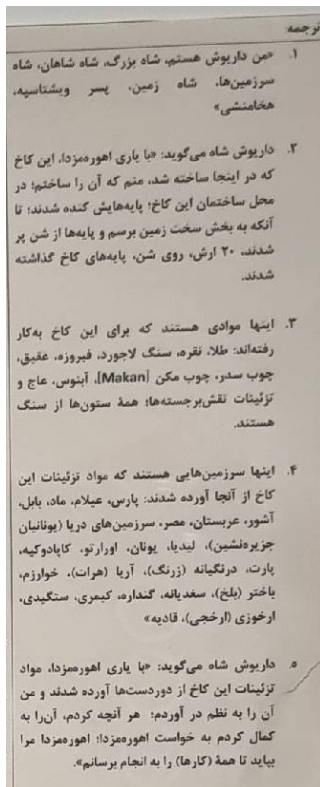
■ دوران مدرن

خرد انسان در دوران مدرن با دستگاه شمارنویسی دهدهی و جبر نمادین و نظریه احتمالات و در مجموع با ریاضیات مدرن توانمند می‌شود و پارادایم شیفیتی را پدید می‌آورد که همراه با رسانه چاپ و ارزان‌تر شدن قیمت کاغذ امکان لیبرال‌دموکراسی را فراهم می‌کند؛ زیرا از یک سو انسان با حساب ساده و کم‌هزینه‌ای که دستگاه شمارنویسی دهدهی فراهم می‌کند امکان حساب‌رسی و از سوی دیگر با رسانه چاپ امکان پرسش‌گری از حاکمان را پیدا می‌کند. به بیان ساده، اگر نهاد حکومت در دوران پیشامدرن، انسان پیشامدرن را که به داده‌ها و محاسبه به دلیل پرهزینه‌بودن دسترسی نداشت انسانی صغیر تلقی می‌کرد، حالا در دوران مدرن که انسان مدرن با ریاضیات آشناست و به رسانه چاپ دسترسی دارد نمی‌تواند صغیر تلقی شود. با ریاضیات است که انسان می‌تواند حقوق فردی و حقوق شهروندی خود را محاسبه کند. این امکانات در دوره پیشامدرن فراهم نبود و در نتیجه لیبرال‌دموکراسی در آن دوران ممکن نبود. نظریه احتمالات و ریاضیات مدرن نیز برنامه‌ریزی برای آینده و حل مسئله و تصمیم‌سازی به روش علمی را ممکن ساخت، و نیاز به شریعت یا جادو را برطرف کرد، و روحانیان و جادوگران را از این قلمروها خارج کرد.

چگونه «اعداد شیطانی» گذار به دوران مدرن را ممکن ساختند؟

کهن‌ترین کتاب خطی ترجمه‌شده از کتاب «حساب العدد الهندی» اثر خوارزمی، ریاضی‌دان برجسته ایرانی به زبان‌های اروپایی که یافت شده است کتابی از یک مترجم اسپانیایی به نام Albelda Cloister در سال ۹۷۶ میلادی است. این کتاب دستگاه شمارنویسی دهدهی (اعداد هندی) را به اروپاییان معرفی کرده است. اما این اعداد شیطانی – آن‌گونه که پاره‌ای از کشیشان در آن دوران توصیف کرده‌اند – تا زمانی که گوتنبرگ در دهه ۱۴۴۰ میلادی دستگاه چاپ را اختراع کرد مورد توجه عمومی قرار نگرفت.

^۱ ایتالیایی‌ها در اوایل سده ۱۳ میلادی با الگوگیری از فناوری‌های کارخانه‌های کاغذسازی ایرانیان کارخانه‌های کاغذسازی دستی با محصولات با کیفیت قابل قبول و نسبتاً ارزان‌قیمتی را در جنوا و میلان دایر کردند و سبب شدند که به تدریج در نقاط دیگر اروپا نیز کارخانه‌های کاغذسازی دیگری دایر شود، که در پایین آوردن قیمت جهانی کاغذ نقش داشته است. اما آنچه قیمت کاغذ را معقول کرد اختراع دستگاه کاغذسازی هلندی (Hollander beater) در سده هفدهم میلادی بود که سرعت تولید کاغذ را چندین برابر کرد.



چاپ ترجمه کتاب‌های خوارزمی در اواخر سده ۱۴۰۰ و اوایل سده ۱۵۰۰ میلادی یکی از مهم‌ترین دستاوردهای اختراع دستگاه چاپ بود، که سرعت پذیرش دستگاه شمارنویسی دهدهی را بسیار زیاد کرد. در سده ۱۶۰۰ اعداد هندی دیگر کاملاً پذیرفته شده بود و یادگیری حساب با این اعداد را آسان و کم‌هزینه کرده بود. دستگاه شمارنویسی دهدهی و جبر نمادین یک پارادایم‌شیفتر بزرگ را در زندگی انسان پس از اختراع توکن پدید آورد. چنین پارادایم‌شیفتی را در این سخن گالیلو که در دهه ۱۶۲۰ میلادی در کتاب «سبش‌گو» خود آورده است می‌توان یافت که گفت خداوند جهان را به زبان ریاضی نوشته است؛ که نتیجه آن سخن این بوده است که انسان برای شناخت قوانین طبیعت نیازی به تفسیر کتاب مقدس ندارد، که فرهنگی نوین را پدید می‌آورد که به مدرنیته شهرت پیدا کرده است. از همین روی، مدرنیته و سکولاریسم را می‌توان دو واژه مترادف در نظر گرفت. به‌ظاهر از نظر کلیسا ممکن است مدرنیته پیروزی اهریمن بر خداوند بوده باشد، اما در باطن این خداوند بود که پیروزی بر اهریمن را جشن گرفت.

شرکت کیوشا ساخت پیش‌نمونه نخستین کارت حافظه مایکرو اس‌دی ۲ ترابایتی جهان را در اواخر سال ۲۰۲۲ اعلام کرد. چنین کارت کوچکی می‌تواند ۲۰۰ هزار کتاب ۱۰ مگابایتی را در خود جای بدهد. (عکس از Kioxia.com)



پسامدرنیته و مرگ اهریمن

کامپیوترهای الکترونیکی و هوش مصنوعی یک دستاورد مهم ریاضیات مدرن در دهه‌های ۱۹۴۰ و ۱۹۵۰ میلادی بودند. تکامل این کامپیوترها و هوش مصنوعی به ظهور گوشی‌های هوشمند، اینترنت، اینترنت چیزها، ابر، کلان‌داده‌ها^۷ و فناوری‌های دیجیتال تحول‌آفرین دیگر می‌انجامد. در دوران پسامدرن، کاغذ با شتاب اهمیت خود را از دست می‌دهد و ذخیره‌گرهای فوق‌العاده ارزان‌قیمت دیجیتال و ابر^۸ جایگزین آن می‌شوند. خورد انسان در دوران پسامدرن با رایانش موازی و رسانه کلان‌داده‌ها توانمند می‌شود و پارادایم‌شیفتی را پدید می‌آورد که امکان ساخت شهر هوشمند را فراهم می‌کند. یافتن راه‌حل‌های کارآمد برای مسائل جامعه با تحلیل کلان‌داده‌ها به هر کسی در جامعه امکان می‌دهد که در مدیریت افقی یا رهبری آنارشیستی جامعه نقش بازی کند، که از ویژگی‌های مهم پسامدرنیسم است. برخلاف دوره فردگرایانه مدرنیسم، شبکه‌های اجتماعی به تقویت جمع‌گرایی کمک می‌کنند. در بلندمدت دولت-ملت به سمت جهان-ملت حرکت خواهد کرد.

^۷ big data
^۸ cloud

داریوش‌شاه می‌گوید: «اهورامزدا، بزرگ‌ترین خدایان، مرا آفرید. این شهریاری را برای من ساخت. این شهریاری را به من داد. بزرگ، زیبا با مردان و با اسبان...»

در تصویر بالا در ترجمه متن کتیبه سنگی‌ای که در شوش، آپادانا یافت شده است و با خط میخی به زبان اکدی است و به دوره هخامنشی (داریوش اول) تعلق دارد دو ویژگی دوران پسامدرن در سرزمین ایران را می‌توانیم بخوانیم:

۱. پادشاهان خداوند را منشاء مشروعیت خود می‌دانند. مردم ابزارهای رسانه‌ای-رایانشی مناسب برپایی یک نظام سیاسی متصفانه مانند لیبرال دموکراسی را نداشتند و تقریباً چاره‌ای نبود جز پذیرش حکومت‌های خودکامه.
۲. هزاران سال پیش با افزایش تولیدات کشاورزی و صنعتی انسان و تقاضا برای آنها، انسان چرخ را اختراع کرد، اختراعی که تا همین امروز منشاء سود بسیار هنگفتی برای انسان بوده است، حتی بیشتر از اختراع مهم دوران مدرن، یعنی موتور بخار. اختراع چرخ سبب شد که جاده‌های فراوانی ساخته شود، از جمله راه شاهی که نخستین راه بین‌المللی جهان به شمار می‌آید و بعدها راه ابریشم، که در مجموع نخستین تلاش انسان برای گلوبالیزیشن بودند. ترجمه متن کتیبه بالا به خوبی وجود صنایع گوناگون در نقاط مختلف این سرزمین را نشان می‌دهد، که چرخ و جاده به رونق آنها انجامیده‌اند، و داریوش گبیر در آن به اهمیت بهره‌وری ناشی از تقسیم کار و گلوبالیزیشن اشاره می‌کند. ارتباطات، چه از طریق رسانه نوشتار چه از طریق جاده‌ها و تصمیم‌سازی‌ها بر بنیاد خرد تجهیز شده با ابزار محاسبه به مدت هزاران سال عوامل اصلی خلق ثروت در این سرزمین بوده‌اند. پیشرفت‌ها در دوران پسامدرن کمتر از پیشرفت‌ها در دوران مدرن برای انسان نبوده است.

عکس‌ها از موزه حمزه تبریزی؛ چرخ مفرغی اراکه؛ ۵ تا ۵ هزار سال پیش؛ شوش؛ موزه ایران باستان.
عکس پایین: کتیبه سنگی؛ دوره هخامنشی؛ موزه ایران باستان.

ذخیره‌گرهای دیجیتال آغاز شد، و تقریباً همزمان سخت‌افزارِ رایانش موازی ارزان‌قیمت اختراع شد که می‌توانست فناوریِ بازشناسی الگو را به گونه‌ای پردازش کند که از کلان‌داده‌ها به دانایی^{۱۶} برسیم. از همین روی، می‌توان ادعا کرد که یک پارادایم‌شیفتِ بزرگ دیگر در زندگی انسان از سال ۲۰۱۰ میلادی آغاز گردید.

به بیان دیگر، اگر معیار ما برای تقسیم‌بندی تحولات بزرگ تاریخی پارادایم‌شیفتی باشد که در نوع نظام سیاسی، در سبک زندگی، در روش شناخت و روش علمی، در اقتصاد، در فرهنگ، در فناوری، و به ویژه در شهرنشینی دگرگونی‌های اساسی پدید بیاورد، نمی‌توان آغاز دوران پسامدرن را به پیش از سال ۲۰۱۰ نسبت داد، کاری که بسیاری از فلاسفه، مورخان، یا جامعه‌شناسان از دهه ۱۹۸۰ با نظریه‌پردازی درباره نظریه پست‌مدرن آغاز کردند، که در آن هنگام بیشتر نگاهی انتقادی به مدرنیته بود، و حتی سرگرمی و تغییر مُد می‌نمود تا یک تغییر پارادایم. اکثر این فلاسفه نگاهی تک‌بعدی دارند؛ پاره‌ای از آنها جهانی‌شدن یا گلوبالیزیشن در اقتصاد را آغاز دوران پسامدرن می‌دانند. به عنوان مثال، آنتونیو نگری و مایکل هارت در کتاب «امپراطوری»^{۱۷} گذار از مدرنیته به پسامدرنیته را گذارِ قدرت و اقتصاد از امپریالیسم به امپراطوری در نظر گرفته‌اند. حال آن که در تغییر پارادایمی که به واسطه فناوری‌های دیجیتال و شهر هوشمند در حدود سال ۲۰۱۰ میلادی رخ داده است دگرگونی‌های سیاسی، فرهنگی، اقتصادی، علمی، یا فناوری گسترده‌ای پدید آمده است که قابل قیاس با گذشته نیست؛ تغییر پارادایمی که این پتانسیل را دارد که به کاپیتالیسم و اقتصاد مبتنی بر سود و به رقابت‌ها و جنگ‌های خانمان‌برانداز پایان بدهد؛ تغییر پارادایمی که این‌بار در نبردی سرنوشت‌ساز مرگ اهریمن را نوید می‌دهد (اطلاعات بیشتر در ماهنامه ریزپردازنده شماره ۲۶۹).



توکن‌پوش شکسته‌شده حاوی چهار گوی، که به عنوان یک کامپیوتر سفالی حافظه‌دار در عصر نوسنگی کار می‌کرده است. مکان یافته‌شده: محوطه باستانی جفامیش در خوزستان ایران. (عکس از Oriental Institute of the University of Chicago)



ایرانیان از گذشته‌های دور با مهرسازی که فناوری چاپ از آن سرچشمه می‌گیرد آشنا بودند؛ حتی در سال ۱۲۹۴ میلادی، گیخانوخان مغول یک چاپخانه برای چاپ پول کاغذی در تبریز دایر کرد، اما مردم این پول را نپذیرفتند و خیلی زود تعطیل شد. با وجود این، با چند سده تأخیر نسبت به اروپا از صنعت چاپ بهره گرفتند، که یکی از علل مهم عقب‌افتادگی علمی و فنی ایران در دوران مدرن بوده است. تقاضا برای کتاب‌های خطی دست‌نویس نفیس و لاکچری، به ویژه برای آثار مشهور مانند شاهنامه، و توقف نوآوری‌های علمی به دلیل ارجحیت یافتن دروس فقهی در مدارس مانند مدارس نظامیه از موانع عمده به کارگیری صنعت چاپ در این سرزمین بوده است.

تصویر: برگی از شاهنامه به سفارش شاه اسماعیل دوم، به تاریخ ۹۸۴ ه.ق. سال ۱۵۷۲ میلادی (حدود ۱۲۰ سال پس از اختراع چاپ توسط گوتنبرگ).

عکس از مژده حمزه تبریزی؛ موزه رضا عباسی

چگونه گذار به دوران پسامدرن ممکن شد؟

برخلاف نظرات اندیشمندانی چون یورگن هابرماس که گذار به پسامدرنیته را نپذیرفته‌اند، واقعیت این است که بی‌آن که گسستی وجود داشته باشد از مدرنیته وارد دوران پسامدرنیته شده‌ایم. همچون اعداد هندی، هوش مصنوعی و به ویژه شاخه بازشناسی الگوی^{۱۸} آن در دهه ۱۹۷۰ زودتر از زمانی که یک پارادایم‌شیفتِ بزرگ رخ بدهد شناخته شده بود – در دوره‌ای که به زمستان هوش مصنوعی^{۱۹} شهرت یافت. در حوالی سال ۲۰۱۰ میلادی، با ظهور گوشی‌های هوشمند، Web 2.0، اینترنت چیزها^{۲۰}، اینترنت آدم‌ها^{۲۱}، شبکه‌های اجتماعی پرتعداد، ذخیره‌گرهای ابری^{۲۲}، بیت‌کوین، و مانند آن، گذار از عصر خُردداده‌ها^{۲۳} به عصر کلان‌داده‌ها و گذار از عصر کاغذ به عصر

⁹ Habermas, Jürgen. *Modernity: An Unfinished Project*. 1980.

¹⁰ pattern recognition

¹¹ AI winter

¹² Internet of Things

¹³ Internet of Humans

¹⁴ cloud

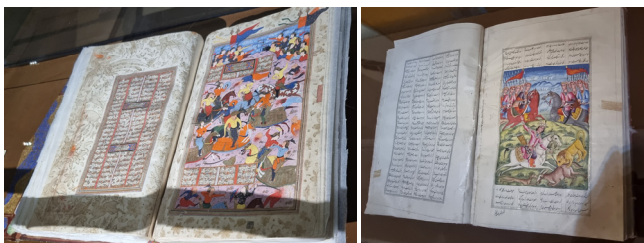
¹⁵ small data

¹⁶ wisdom

¹⁷ Antonio Negri and Michael Hardt. *Empire*. Cambridge, Massachusetts & London, England: Harvard University Press, 2000.



قلمرو آینده در دوران پیشامدرن قلمرو دین، سرنوشت، خرافه، و جادو بود. با این همه، انتشار کتاب‌های طالع‌بینی در دوران مدرن و حتی امروز همچنان انجام می‌گیرد. تصویر بالا مربوط به یک کتاب طالع‌بینی منسوب به تنگلوای بابلی به تاریخ ۱۰۷۴ هجری قمری (۱۶۶۲ میلادی) است.
عکس از موزه حمزه تبریزی؛ موزه رضا عباسی.



تا چهار سده پس از اختراع چاپ توسط یوهانس گوتنبرگ در اروپا در دهه ۱۴۴۰ میلادی، تولید آثار خطی نفیس در ایران ادامه یافته است و نتوانسته‌ایم از پتانسیل هزینه پایین رسانه چاپ به خوبی بهره بگیریم.
تصویر سمت راست: شاهنامه فردوسی ۱۲۴۳ ه.ق. یا سده نوزدهم میلادی.
تصویر سمت چپ: شاهنامه فردوسی، تاریخ ۱۰۰۰ ه.ق. یا ۱۵۹۱ میلادی.
عکس‌ها از موزه حمزه تبریزی؛ موزه رضا عباسی.



فناوری چاپ شبیه به فناوری مهر است که هزاران سال قدمت دارد. تصویر سمت چپ یک مهر استوانه‌ای با صحنه مذهبی، دوره هخامنشی، مربوط به سده ۶ تا ۴ پیش از میلاد را نشان می‌دهد که بر روی بعضی از کتیبه‌های گلی زده می‌شده است؛ و تصویر سمت راست، اثر چاپی این مهر را نشان می‌دهد. تقاضا برای کتاب چنان باید بالا می‌رفت که هزینه تولید با فناوری چاپ به صرفه می‌شد، ضمن این که کاغذ ارزان‌قیمت و مرکب با کیفیت نیز از پیش شرط‌های تحقق یافتن فناوری چاپ بوده است. (عکس از موزه حمزه تبریزی؛ موزه رضا عباسی.)



لیبرال‌دموکراسی صرفاً با اندیشه‌های جان لاک، اندیشمند سده هفدهم میلادی نمی‌توانست شکل بگیرد، بدون ابزارهای محاسبه‌ای که عملیات محاسباتی را کم‌هزینه کنند _ تا مردم به سهولت بتوانند عملکرد دولت‌ها را ارزیابی و آنها را پاسخگو کنند _ و همچنین بدون رسانه چاپ کاغذی برای انتشار پرسش‌ها و پاسخ‌گویی‌ها، پاگرفتن لیبرال‌دموکراسی ممکن نبود.

اروپاییان در سده پانزدهم میلادی ابتدا با ترجمه کتاب‌های ایرانیان با دستگاه عددنویسی دهمی آشنا شدند که عملیات محاسباتی را بسیار آسان و کم‌هزینه می‌کرد. از آن گذشته، کاغذ در اروپا تا پیش از سده ۱۲ میلادی یک کالای لاکچری بود، اما ایتالیایی‌ها در اوایل سده ۱۳ میلادی با الگوگیری از فناوری‌های کارخانه‌های کاغذسازی ایرانیان که از سده ۱۳ تا ۱۶ میلادی تولیدکننده مرغوب‌ترین کاغذهای دنیا بودند، کارخانه‌های کاغذسازی دستی با محصولات با کیفیت قابل قبول و نسبتاً ارزان‌قیمت در جنوا و میلان دایر کردند. به تدریج، در نقاط دیگر اروپا نیز کارخانه‌های کاغذسازی دیگری ساخته شد و قیمت کاغذ کمتر و کمتر شد. اما آنچه قیمت کاغذ را معقول کرد اختراع دستگاه کاغذسازی هلندی (Hollander beater) در سده هفدهم میلادی بود که سرعت تولید کاغذ را چندین برابر کرد.

کاغذ و همچنین دستگاه چاپ _ که گوتنبرگ در سده ۱۵ میلادی اختراع کرد _ هزینه باسواد شدن را بسیار پایین آورد. یک نیاز بنیادین لیبرال‌دموکراسی برای این که بتواند دولت‌ها را پاسخگو کند اجرای کم‌هزینه و عمومی عملیات محاسباتی است که در اروپا ابتدا با کاغذ و قلم و دستگاه عددنویسی دهمی و بعدها با ماشین‌حساب‌های مکانیکی ممکن شد. یکی از بهترین نمونه‌های ماشین‌حساب‌های مکانیکی را بلز پاسکال (Blaise Pascal) در سده هفدهم میلادی اختراع کرده است.

از آن گذشته، دولت مدرن برای برنامه‌ریزی آینده و برای پیشرفتی که بتواند آرای مردم را به خود جلب کند به نظریه احتمالات نیاز داشته است که توسط بلز پاسکال و پیر دو فرما (Pierre de Fermat) در سده هفدهم میلادی کشف شد. پیش از کشف نظریه احتمالات آینده قلمروی انحصاری روحانیان و جادوگران بود. نیاز به نظریه احتمالات در دولت مدرن و در لیبرال‌دموکراسی برای تسخیر قلمروی آینده سبب گردید که نهاد دانشگاه جای نهاد دین را بگیرد. از همین روی، بلز پاسکال را می‌توان یکی از نقش‌آفرینان مهم در شکل‌گیری دولت مدرن و لیبرال‌دموکراسی دانست.

قدیمی‌ترین ماشین‌حساب‌های مکانیکی به‌جای‌مانده در دنیا ماشین‌حساب‌های بلز پاسکال هستند. در این میان، نمونه ده رقمی موجود در درسدن آلمان، که تصویر آن در بالا آمده است، بزرگ‌ترین آنهاست. هر شماره‌گیر دایره‌ای نماینده یک ارزش مکانی است _ یکان، دهگان، صدگان، و مانند آن. هر شماره‌گیر با یک قلم تنظیم می‌شود. اعدادی که بناست جمع شوند، یکی پس از دیگری وارد می‌شوند، حاصل جمع در پنجره بالایی به نمایش در می‌آید.

(عکس از موزه حمزه تبریزی؛ موزه علم و فناوری درسدن)

عوامل سد راه مدرنیته و پسامدرنیته در ایران

هنگامی که بخواهیم از یک کشور مدرن پیش از سال ۲۰۱۰ میلادی نام ببریم که مدرنیته در آن جاری بوده باشد، می‌توانیم از کشورهایی مانند انگلستان، آمریکا، هلند، فرانسه، نروژ، بلژیک، و مانند آن نام ببریم. پاره‌ای از جامعه‌شناسان و فلاسفه، کشورهایی مانند ایران یا اتحاد جماهیر شوروی را به دلیل توسعه صنعتی یک سده اخیرشان کشورهایی مدرن نامیده‌اند. این در حالی است که تفاوت ایران این دوران با کشورهای اروپای غربی بسیار زیاد بوده است، و اصلاً حاکمیت کنونی ایران سکولاریسم را – که در عمل اساس مدرنیته است – قبول ندارد. یک تفاوت دیگر این حکومت‌ها که می‌توان آنها را حکومت‌های ایدئولوژیک مدرن نامید که معمولاً به تمامیت‌خواهی می‌انجامد عدم پذیرش تکثر است. به عنوان مثال، با آن که مدرنیته سبب گرایش بخش بزرگی از جوامع مختلف جهان به لیبرال‌دموکراسی شده است، در حکومت‌هایی مانند حکومت ولایت فقیه لیبرال‌دموکرات‌های سکولار حتی برای کسب کرسی‌های نمایندگی مجلس یا رهبری ندارند. حکومت‌های تمامیت‌خواه از تکنیک‌های رسانه‌های مدرن برای جذب حامی از میان توده‌ها بهره می‌گیرند.



قدمت چرخ مفرغی اراکه که در تصویر بالا آمده است و در جنوب شهر شاهی شوش یافت شده است به چهار تا پنج‌هزار سال پیش می‌رسد (دوره عیلام قدیم)، و گفته می‌شود که چرخ در همین ناحیه اختراع شده باشد. چرخ به جاده نیاز داشت، و اقتصاد را متحول و شهرنشینی را ممکن کرد. جاده‌ها به تدریج زیادت و طولانی‌تر شدند. هخامنشیان راه شاهی را که نخستین جاده بین‌المللی به شمار می‌آید احداث کردند و بعدها جیبی‌ها ساخت راه ابریشم را شروع کردند، که در مجموع توانستند همچون گلوبال‌ریشن و اینترنت کنونی جهان شناخته‌شده آن هنگام را به هم وصل و پیشرفت علمی و فنی انسان را بسیار سریع‌تر کنند. چرخ همان اثری را بر دنیای پیشامدرن داشت که موتور بخار بر دنیای مدرن و فناوری اطلاعات بر دنیای پسامدرن.

(عکس از موزه حمزه تبریزی؛ حدود ۱۹۰۰ تا ۲۸۰۰ پیش از میلاد؛ موزه ایران باستان)

دموکراسی و ناممکن بودن تأسیس کانال‌های رادیو و تلویزیون خصوصی، یا در مجموع پرهزینه‌بودن فرهنگ نقد و انتقاد همواره عواملی سد راه مدرنیته در ایران بوده‌اند. به ویژه در دوران مشروطیت، رسانه چاپ در ایران به صنعت چاپ در هندوستان و ترکیه اتکا داشت که هزینه‌ها را بسیار افزایش می‌داد. افزون بر این، در دوران مشروطیت اقتصاد کشور به دلیل متروک شدن جاده ابریشم به شدت ضعیف شده بود و بازارهای زیبای شهرهای مختلف کشور از نفس افتاده بودند. این در حالی است که ریاضیات مدرن و علم مدرن برای سودآوری به سرمایه نیاز داشت. از همین روی، با آن که دستگاه شمارنویسی دهدهی مورد نیاز شکل‌گیری ریاضیات مدرن از ایران به اروپا رفته بود گسست از سنت به مدرنیته در ایران تا امروز تداوم پیدا کرده است.



اساساً ایرانیان چند هزار سال پیش برای تکثر و رنگارنگی نخستین شهرها را پدید آوردند. بدون تکثر شهری معنی است. یکسان‌سازی مردم در حکومت‌های تمامیت‌خواه یک آفت بزرگ برای شکوفایی خلاقیت بوده است. بلوک شرق کمونیستی را یکسان‌سازی از پا در آورد.

شهر هوشمند شهری متکثر است که کلان‌داده‌ها و هوش مصنوعی را در اختیار همگان قرار می‌دهد تا بتوانند از خودشان خلاقیت بروز بدهند.

(عکس از موزه حمزه تبریزی؛ پراگ)

در مقابل، بخشی از نهاد دین از دوران مشروطیت برخلاف آنچه سنتاً مرسوم بود، با هدف ضدیت با مدرنیته و با شعار مشروعه‌خواهی به فکر دردست‌گرفتن نهاد حکومت افتاد. استفاده تقریباً بدون محدودیت روحانیت و مشروعه‌خواهان از رسانه‌های مدرن موفقیت‌های چشمگیری را به ویژه به لحاظ تشکیلاتی، تبلیغاتی، و اقتصادی نصیب‌شان کرد. به عنوان مثال، در جنبش تحریم تنباکو و انقلاب مشروطیت از رسانه تلگراف و در انقلاب اسلامی از رسانه نوار کاست و رسانه چاپ به خوبی بهره گرفتند. از سوی دیگر، نظریه ولایت فقیه – که با سنت خردمحور هزاران‌ساله تمدن ایران ناهمخوان است – از زمان انقلاب ۱۳۵۷ تاکنون تلاش کرده است که استفاده از رسانه‌های نوین دوران مدرن و پسامدرن را برای دموکراسی‌خواهان پرهزینه کند. رادیو و تلویزیون از مهم‌ترین رسانه‌های دوران مدرنیته هستند،

را برای همه مردم جهان فراهم کرده‌اند و از همین روی، از همین سال **انقلاب‌های بهار عربی** یکی‌یکی به وقوع می‌پیوندند. با این همه، چون این انقلاب‌ها در دوران طفولیت ابزارهای دیجیتال رخ می‌دهند نمی‌توانند از امکانات پیشرفته‌تر بهره بگیرند و در نتیجه تقریباً همگی با شکست روبه‌رو می‌شوند. اما برای نخستین بار **پتانسیل** فناوری‌های دیجیتال را برای تغییر و برای انقلاب به خوبی نشان می‌دهند. این فناوری‌ها از یک سو برای نخستین بار در تاریخ جهان انحصار اطلاعاتی دولت‌ها را با قرارگرفتن **کلان داده‌ها** در دسترس همه مردم درهم می‌شکنند، و از سوی دیگر ابزارهای **شهروند خبرنگار** به مردم امکان می‌دهند رویدادهای شهر را مستند و از طریق شبکه‌های اجتماعی هم‌رسانی کنند. به عنوان مثال، ویدئوهای گوناگونی از ستمی که بر بعضی از بانوان کشورمان به دلیل برخورد با کم‌حجابی روا می‌شد مستند و از طریق شبکه‌های اجتماعی هم‌رسانی شد. چنین مستندهایی به یک جنبش تمام‌عیار علیه حجاب اجباری تبدیل شد و با یک رهبری **آفایشستی** که از ویژگی‌های دوران **پسامدرن** است تا زمان انتشار این مقاله دست کم برای **ضعیف‌الحجابی** به پیروزی رسید. چنین امکانی در دوران مدرن، یا در ۳۰ سال نخست حاکمیت نظریه ولایت فقیه ممکن نبود. اگر دوران مدرن تداوم می‌یافت و ابزارهای **پسامدرن**، مانند ابزارهای شهروند خبرنگاری اختراع نمی‌شد، پیروزی چنین جنبشی شاید به **صدها سال** زمان نیاز داشت.

فروپاشی نظام ولایت فقیه قانون تاریخ است

همچنان که گفته شد ابزارهای **رایانش-رسانش** از آن رو که **خرد فردی** و **خرد جمعی** را تقویت می‌کنند ابزارهای بنیادین پیشرفت هستند. از همین روی، امروزه برای پیشرفت و توسعه، افزون بر بهره‌گیری کارآمد از آخرین فناوری‌های رسانه‌ای، به **تصمیم‌سازی** بر بنیاد **ریاضیات مدرن** و کمک‌گرفتن از **هوش مصنوعی** و **کلان داده‌ها** نیاز داریم. این در حالی است که حامیان **نظریه ولایت فقیه** بر این باورند که کارآمدترین نوع تصمیم‌سازی از طریق ولایت فقیه با تحلیل فقهی مسائل انجام می‌گیرد. بی‌گمان، این شیوه از تصمیم‌سازی، نظام حکمرانی ولایت فقیه را به یک نظام **ناکارآمد** تبدیل می‌کند.

این در حالی است که امروزه بسیاری از متخصصان دانشگاهی با آموزش‌های آکادمیک یا حتی با ممارست‌های روزمره در اینترنت به یک **داده‌دان** یا **data scientist** تبدیل شده‌اند. در واقع، در آینده برای این که هر کسی با هر تخصصی بتواند از **کلان داده‌ها** برای حل مسائل بهره بگیرد در آموزش‌های عمومی با **علم داده‌ها** یا **data science** آشنایی پیدا خواهد کرد، و این پتانسیل را پیدا خواهد کرد که راه‌حلی را که برای مسائل جامعه از

مطابق قانون **صداوسیما** در انحصار دولت است. استفاده از **گیرنده‌های تلویزیونی ماهواره‌ای** ممنوع شده است. رسانه اینترنت با انواع فیلترگذاری‌ها و حتی ممنوعیت‌های قانونی روبه‌رو بوده است. گذشته از آن، سیاست‌های کلی کشور مطابق قانون بر عهده ولایت فقیه بوده است که اصلاً با **ریاضیات مدرن** بیگانه است. به بیان دیگر، نظام ولایت فقیه مطابق مرزبندی‌های این مقاله اساساً یک نظام **مدرنیته‌ستیز** است.



استفاده تقریباً بدون محدودیت روحانیت و مشروعه‌خواهان از رسانه‌های مدرن موفقیت‌های چشمگیری را نصیب‌شان کرد. به عنوان مثال، در جنبش تحریم تنباکو و انقلاب مشروطیت از رسانه تلگراف و در انقلاب اسلامی از رسانه نوار کاست و رسانه چاپ به خوبی بهره گرفتند.

تصویر تلگراف در بالا نشان‌دهنده یکی از آثار مدرنیته در اروپا نیز هست: اشتغال زنان در بیرون از خانه در یکصد و ده سال پیش، در بخش بالایی تصویر که یک تلگراف‌خانه در ژنوا را نشان می‌دهد. (عکس از موزه حمزه تبریزی؛ موزه پست، رم، ایتالیا)

فناوری‌های انقلاب آفرین پسامدرن

با همه موانعی که دولت‌های ایدئولوژیک جهان بر سر راه رسانه‌های پسامدرن قرار می‌دهند، فناوری‌هایی مانند گوشی هوشمند، اینترنت چیزها، شبکه‌های اجتماعی، اینترنت آدم‌ها، از سال ۲۰۱۰ به بعد رکن چهارم شبکه‌ای^۱

^۱ networked Fourth Estate

پیشامدرن، مدرن، یا پسامدرن؟

پاسخ به این پرسش به خواست جامعه بستگی دارد، چه بسا پاره‌ای نیز **آنارکو-بدوی‌گرا (anarcho-primitivist)** یا **آنارشیت ضدتمدن (anti-civ anarchist)** باشند، که خواهان بازگشت به دوران شکاروورزی و گیاه-خوراک‌بایی هستند.

آنچه در این جزوه و در دو جزوه تکمیلی بعدی می‌آید شناخت تقسیم‌بندی‌های تاریخی از منظر مهندسی کامپیوتر است، که همچنان که نشان داده‌ایم به گونه‌ای قانونمند می‌تواند چنین تقسیم‌بندی‌ای را انجام بدهد.

تمدن ایران به طور سنتی از عصر نوستگی با اختراع توکن، خرد تجهیزشده با ابزار محاسبه پایه را برای محاسبه سود و زیان و تصمیم‌سازی و حل مسئله به کار گرفت و توانست هزاران سال خلق ثروت کند. در نتیجه، نظریه ولایت فقیه که به یک نظریه در سنت دینی اروپا بیشتر شباهت دارد، هم با سنت ایرانی در تقابل است، و هم با مدرنیته و پسامدرنیته که خرد تجهیزشده با ریاضیات مدرن و هوش مصنوعی را به کار می‌گیرند، و نه تصمیم‌سازی با فیلتر فقه خوانش ویژه‌ای از فقه شیعه.

با وجود این، بخشی از جامعه ایران که هدف‌شان بهشت آن‌جهانی است خواهان اجرای چنین نظریه‌ای هستند. در مقالات این مجله دیدگاه‌های مدرنیست‌ها و پسامدرنیست‌ها از منظر مهندسی کامپیوتر شرح داده شده است، که مشخص می‌کند که بخش دیگری از جامعه خواهان حکومتی مدرن و پسامدرن هستند. اما نظریه ولایت فقیه هم به لحاظ نظری و هم به لحاظ عملی نتوانسته است جامعه مدرن و پست‌مدرن کشور را در روش حکمرانی قانع کند. از همین روی، نظریه‌ای نامنصفانه است. فروپاشی پیامد ناگزیر حکومت‌های نامنصفانه است. بهترین راه برای منصفانه کردن چنین نظریه‌ای افزایش منصفانه و هوشمند است (اطلاعات بیشتر در شماره ۲۸۹ ریزپردازنده). یکی از نخستین دستاوردهای چنین افزایش رونق صنعت توریسم با توریست‌های تاریخی و توریست‌های مذهبی خواهد بود، که می‌تواند نخستین گام کشور در احیای جاده ابریشم باشد. □

طریق تحلیل کلان‌داده‌ها می‌یابد در شبکه‌های اجتماعی مطرح کند، اگر پس از نقادی‌های اعضای شبکه‌های اجتماعی به عنوان بهترین راه حل انتخاب شود، رهبری جامعه را در حل آن مسئله می‌تواند به دست بگیرد. تبدیل مدیریت عمودی به مدیریت افقی یک پیامد ابزارهای پسامدرن است. از همین روی، انسان مدرن و انسان پسامدرن با نظام ولایت فقیه که از چنین پتانسیل‌هایی نمی‌تواند بهره بگیرد و چنین پتانسیل‌هایی را به لحاظ ایدئولوژیک نادرست می‌داند در تضاد است.



تصمیم‌سازی بر بنیاد ایدئولوژی مارکسیستی به جای تصمیم‌سازی بر بنیاد خرد تجهیزشده با ریاضیات مدرن و عدم بهره‌گیری از پتانسیل‌های رسانه چاپ، دو عامل مهمی بود که به انقلاب مخملی سال ۱۹۸۹ در کشور چکسلواکی انجامید و به نظام استالینیستی آن خاتمه داد.

(عکس از موزه حمزه تبریزی؛ موزه کمونیسم، پراگ)

پسرفت

در مجموع، عدم استفاده از ابزارهای بنیادین پیشرفت به پسرفت و در نهایت خودفروپاشی این نوع نظام‌ها می‌انجامد، مانند اتفاقی که برای اتحاد جماهیر شوروی و اعمار آن رخ داد. انسان مدرن و انسان پسامدرن ناچار است یا با انقلاب چنین نظامی را منحل کند یا منتظر بماند تا فرو پاشیده شود. البته فناوری‌های پسامدرن راه سومی را هم فراهم کرده‌اند: افزایش منصفانه و هوشمند (اطلاعات بیشتر در شماره ۲۸۹ ماهنامه ریزپردازنده). □

دوره	محرک رایانشی	محرک رسانه‌ای	محرک اقتصادی	شهر و حکومت
پیشامدرنیته (سنت)	توکن (token)	رسانه نوشتار	چرخ	شهر سنتی با حکومت خودکامه
مدرنیته	دستگاه شمارنویسی دهدی	رسانه چاپ	موتور بخار	شهر مدرن با دموکراسی
پسامدرنیته	رایانش موازی	شبکه‌های اجتماعی و رسانه کلان‌داده‌ها	خودران و کارخانه‌های تاریک	شهر هوشمند با ای-دموکراسی



بی‌انصافی تمدن کهن ایران را ویران خواهد کرد

رسمِ ستم نیست جهان یافتن

ملک به انصاف توان یافتن

هر چه نه عدل است، چه دادت دهد

و آن چه نه انصاف، به بادت دهد

عدل، بشیری است خرد شاد کن

کارگری مملکت آباد کن

مملکت از عدل شود پایدار

کار تو از عدل تو گیرد قرار

نظامی گنجوی

حکیم نظامی گنجوی شاعر بزرگ سده ششم و هفتم هجری قمری (با دوازدهم میلادی) حدود ۸۰۰ سال پیش در سروده بالا از رابطه مهم بین خرد، انصاف، و همکاری می‌گوید، که انصاف است که جامعه را پایدار نگه می‌دارد، یا خرد و همکاری است که شهر را آباد می‌کند. هرچند، کشف این رابطه به چند هزار سال پیش باز می‌گردد، به هنگامی که انسان تصمیم گرفت برای بهره‌وری بیشتر در اجتماعات بزرگی زندگی کند که شهرنشینی پدید می‌آورد. خرد انسان در آن هنگام به این نتیجه رسید که بدون انصاف و با ستم نمی‌توان به یک شهر پایدار رسید و از همین روی، ابزار شمارش توکن^۱ و ترازو را اختراع کرد. در حقیقت، حکیم نظامی با اشعار فوق به فرهنگ و سنت کهن و هزاران ساله ایرانی که با ایجاد رابطه بین خرد، انصاف، و همکاری نخستین تمدن‌ها و شهرهای جهان را آفریده است اشاره می‌کند.

رابطه بین خرد، انصاف، و همکاری به ویژه امروز یکی از موضوعات مورد علاقه فلاسفه و حتی ریاضی‌دانان است. همچنان که گفته شد تشکیل و پایداری اجتماعات شهری بدون انصاف ممکن نبوده است. همکاری با انصاف پدید می‌آید. خرد انسان بدون ابزارهای اندازه‌گیری و ابزارهای محاسبه نمی‌توانست مبادلات و معاملات منصفانه را پدید بیاورد، که اساس همکاری‌ها در یک تمدن و در یک شهر است. اختراع توکن‌ها برای محاسبه و اختراع ترازوی دوکفه‌ای – که تا همین امروز همچنان به کار گرفته می‌شود – برای اندازه‌گیری، تجارت‌های منصفانه و در نتیجه شهرنشینی را ممکن کرد.

^۱ token

مهندسی انصاف و خرد تجهیز شده با ابزارهای محاسبه

شهرنشینی بدون انصاف ممکن نبود. انصاف بدون خرد تجهیز شده با دانش حساب و اندازه‌گیری ممکن نبود. فرهنگ انصاف فرهنگی بود که در دوران پیشامدرن خلق شد. ما هنوز به همان زبان چند هزار سال پیش صحبت می‌کنیم، به جای وزنه‌های ترازوی فلزی از واژه «سنگ» بهره می‌گیریم و به جای عقربه ترازو از «شاهین ترازو» – که تصویر به آن اشاره دارد – سخن می‌گوییم.

تصویر بالا یک سنگ وزنه یافت شده در جیرفت، مربوط به پنج هزار سال پیش را نشان می‌دهد که چهار شکل دایره بر روی آن ممکن است به چهار توکن یا چهار واحد شمارش مخصوص تمدن جیرفت اشاره داشته باشد. کشف آثار تمدن جیرفت، نظریه‌های باستان‌شناسان در مورد قدیمی‌ترین تمدن جهان را مورد تشکیک قرار داده است، و از سومر به جیرفت در حال تغییر یافتن است. عکس از موزه حمزه تبریزی؛ موزه دهبینه (سردار آسمانی).

ترازو حتی به عنوان نماد انصاف در عهد باستان در نظر گرفته می‌شد، مثلاً بسیاری از پادشاهان برای این که خودشان را حاکمانی منصف نشان بدهند از نماد ترازو بهره می‌گرفتند. اما مردم تا دوران مدرن – که ریاضیات مدرن با دستگاه شمارنویسی دهدهی محاسبه را آسان کرد – ابزاری برای اندازه‌گیری و محاسبه این ادعای پادشاهان نداشتند. با ریاضیات مدرن مردم امکان محاسبه عملکرد حاکمان و با رسانه چاپ مردم امکان پرسش‌گری از حاکمان را پیدا کردند. زمینه در سده هفدهم میلادی برای پیشنهاد «لیبرال دموکراسی» جان لاک^۲ و بعدها در سده بیستم میلادی برای پیشنهاد «لیبرالیسم سیاسی» جان رالز^۳ فراهم شد. کریستوفر مک‌ماهون^۴ در این باره چنین آورده است:

«رابطه بین بخردانگی و انصاف در نظریه لیبرالیسم سیاسی جان رالز بسیار مهم است. به عنوان مثال، او می‌گوید که مردم ارائه شروط منصفانه همکاری‌ها را عین بخردانگی می‌دانند و فکر می‌کنند دیگران

^۲ John Lock

^۳ John Rawls

^۴ McMahon, Christopher. *Reasonableness and fairness: a historical theory*. Cambridge University Press, 2016.

نیز همین گونه فکر می کنند. رابطه بین بخردانگی و انصاف بسیار مورد تأکید رالز است.»



یعنی ابزارهای محاسبه و اندازه گیری – را نادیده می گیرند. در روش لیبرالسم سیاسی جان رالز برای انصاف یک یا چند طرف باید گذشت داشته باشند و اگر یکی از طرفین یا همه طرف ها حاضر به گذشت نباشند به سازشی که به یک وضعیت منصفانه دست یابد نمی توان رسید. به عنوان مثال، هنگامی که بخش مذهب گرای جامعه یا شرع وندان به احکام اجباری دینی باور داشته باشند گذشت و سازشی نمی تواند بین آنان و سکولارهایی که خواهان حقوق شهروندی هستند پدید بیاید.

یک سنگ وزنه دیگر
یافت شده در جیرفت،
مربوط به ۵ هزار سال پیش.
عکس از موزه حمزه تبریزی؛
موزه ایران باستان.



ایران سرزمین تمدنی بوده است که از هزاران سال پیش به این نتیجه رسید که بدون انصاف پایداری اجتماع ممکن نیست و ابزار شمارش توکن و ابزار اندازه گیری ترازوی دوکفه ای را اختراع کرد و با این ابزارها توانست رونق اقتصادی را چنان زیاد کند که برای حمل و نقل کالاهای مازاد به اختراع وسیله جدیدی نیاز باشد که گاری نامیده شد، که با رام کردن اسبان و چرخ ممکن شد. اختراعی که پس از چند هزار سال، هنوز در بعضی از روستاها مورد استفاده قرار می گیرد. رونق اقتصادی بیشتر به ثبت تراکنش ها و مالیات ها برای نهاد دولت نیاز داشت، که به اختراع رسانه نوشتار انجامید. نهاد دولت برای رونق اقتصادی بیشتر به خدماتی مانند جاده سازی دست زد. با جاده های جدید و رونق اقتصادی بیشتر شهرهای جدیدتر شکل گرفتند. دولت های بزرگی مانند دولت هخامنشی در سرزمینی بزرگ شکل می گیرد که یکی از نخستین کارهایش ساخت یک راه بین المللی مشهور به راه شاهی است. بعدها چینیان راه ابریشم را می سازند و جهان آن روزگار را همچون اینترنت کنونی به هم وصل می کنند.

خرد تجهیز شده با ابزارهای محاسبه و داده های رسانه نوشتار، و انصاف با ترازو، و ارتباطات فیزیکی با چرخ و جاده در دوران پیشامدرن، هزاران سال سرزمین ایران را به یکی از سرچشمه های مهم علوم و فنون جهان برای سایر نقاط جهان تا اواخر سده پانزدهم میلادی تبدیل کرد؛ در این سده عثمانیان تجارت با اروپا از طریق جاده ابریشم را تحریم کردند؛ از آن گذشته، تقریباً از سده یازدهم میلادی مدارس علمی ای، مانند مدارس نظامیه در سرزمین های اسلامی توسعه یافتند که بر خلاف مراکز علمی ای چون بیت الحکمه که خاستگاه تحولات علمی بزرگی شدند دروس فقهی و شریعت دروس اصلی آنها بود. عدم توجه به علوم طبیعی به افول علم در این سرزمین ها انجامید.

بعدها فقر و عقب ماندگی ناشی از این رویدادها به انقلاب مشروطیت منجر می گردد که جامعه را به دو گروه آشتی ناپذیر مشروعه خواه و سکولاریست یا دموکراسی خواه سکولار تقسیم می کند. انقلاب سال ۱۳۵۷ با نظریه ولایت فقیه

به نزد عقل حکمت را ترازوست – ز یک من تا هزاران بار صدمن (ناصر خسرو)

بر روی سنگ وزنه های بالا الگوهای هنرمندانه ای حکاکی شده است. این حجم از ظرافت در ساخت سنگ وزنه به معنای آن است که ترازو مدت ها پیشتر اختراع شده بوده است.

• تصویر ۱، تصویر یک سنگ وزنه یافت شده در جیرفت، مربوط به ۵ هزار سال پیش است، که بر روی آن الگوهایی شبیه به الگوی معماری ساختمان ها به شکل متقارن حک شده است (مکان نمایش این سنگ وزنه: موزه ایران باستان).

• تصویر ۲، تصویر یک سنگ وزنه از جنس کلریت یافت شده در جیرفت، مربوط به پنج هزار سال پیش است، که طرحی دو ردیفه از درختان نخل بر روی آن دیده می شود (مکان نمایش این سنگ وزنه: موزه رضا عباسی).

عکس ها از موزه حمزه تبریزی؛ موزه ایران باستان و موزه رضا عباسی.

خرد محض هرگاه به ابزارهای محاسبه و اندازه گیری قدرتمندتر مجهز شود راه حل های منصفانه تری می تواند ارائه بدهد که نتیجه افزایش بیشتر همکاری ها خواهد بود. فلاسفه و جامعه شناسان معمولاً این بخش از معادله –

در شماره ۲۸۹ ماهنامه ریزپردازنده گفتیم که سعدی، حکیم برجسته سخن، با دقتی کم‌نظیر فقط در یک بیت شعر، کارآمدی یک نظام حکمرانی را در انصاف می‌بیند، که یک آرزوی انسان‌هاست. این بیت شعر در زیر آمده است:

از آن بهره‌ورتر در آفاق کیست

که در مُلک‌رانی به انصاف زیست

بنابراین، برای این که شهر هوشمندی که طراحی می‌کنیم مُلک‌رانی به انصاف را پیاده کند و همه شهروندان را _ از هر دین و آیینی که باشند _ خرسند کند ضروری است طرح شهر هوشمند بر بنیاد سه گانه خرد تجهیز شده با هوش مصنوعی، انصاف، و همکاری باشد، نه بر بنیاد تفسیر ولایت فقیه از متن مقدس _ که صرفاً در بخش افراشته مربوط به مشروع‌خواهان می‌تواند به کار گرفته شود. الگوریتم‌ها و شیوه‌نامه‌های تقسیم منصفانه که در ۸۰ سال اخیر پیشرفت‌های خوبی داشته‌اند ابزارهای کارآمد پیاده کردن مُلک‌رانی به انصاف در شهر هوشمند هستند.

پسامد رنیت به ابزارهای شهر هوشمند می‌تواند افراز منصفانه را فراهم کند و به رضایت همه گروه‌ها بینجامد. در دوره سنت یا پیشامد رنیت سرزمین ایران شاهد هزاران سال خردورزی تجهیز شده با ابزارهای محاسبه و داده‌ها برای خلق انصاف و برای خلق ثروت بوده است. خلق فقر پیامد ناکارآمدی و بی‌انصافی در حکمرانی است، که نتیجه حدود ۴۰ سال تورم مزمن بالا در کشور است. □

در عمل مشروع‌خواهان را حاکم کرد، که تقریباً از بدو پیروزی شعار «هرگ بر ضدولایت فقیه» را به شعار اصلی حکومت تبدیل کرد، که بخش بزرگی از مردم را که به سکولاریته باور دارند هدف قرار می‌دهد. نظر به این که سرشت نظریه ولایت فقیه عدم امکان حضور نمایندگان سکولار در حکومت است نمی‌تواند یک نظریه حکمرانی منصفانه باشد. از آن گذشته، نظر به این که نظریه پردازان نظریه ولایت فقیه انتخاب ولایت فقیه را به خداوند بزرگ نسبت می‌دهند، کسانی که با یک یا چند واسطه منتصب ولایت فقیه هستند نیز می‌توانند خودشان را نماینده خداوند بدانند و اگر بخواهند علیه سکولارها و مردم هر ستمی روا بدارند خود را موظف به پاسخ‌گویی نمی‌دانند. انصاف پیش‌شرط کارآمدی اجتماع است؛ پیامد ناکارآمدی ناپایداری، فروپاشی، و ویرانی خواهد بود. ناکارآمدی نظریه ولایت فقیه که نمی‌تواند سه‌گانه خرد، انصاف، و همکاری را به طور کارآمد به کار بگیرد تمدن کهن ایران را ویران خواهد کرد.



ترازوی دوکفه‌ای از زمانی که هزاران سال پیش در سرزمین ایران برای نخستین‌بار ساخته شد تا امروز تغییر چندانی نکرده است و یکی از مهم‌ترین اختراعات بشر بوده است.

• تصویر اول، ترازوی سال ۱۵۹۰ میلادی، مربوط به شهر نورنبرگ آلمان. مکان نمایش: موزه ریاضیات درسدن آلمان.

• تصویر دوم، جعبه توزین لاک، با نقش گل و مرغ و کتیبه به خط ثلث، ساخته سال ۱۲۴۵ هجری قمری (۱۸۲۹ میلادی). مکان نمایش: موزه رضا عباسی. عکس‌ها از موزه حمزه تبریزی؛ موزه ریاضیات درسدن آلمان؛ موزه رضا عباسی.



ترازوی خودکار، ترازوی فیزی، یا باسکول انواعی از ترازوهای بودند که از سده پانزدهم میلادی به بعد ساخته شدند. مهم‌ترین تغییر در معماری ترازو، ساخت حسگرهای وزن اینترنت چیزها (Internet of Things) است که می‌تواند وزن هر چیزی را به ابر (cloud) ارسال کند و انصاف را بسیار گسترده‌تر کند. به عنوان مثال، وزن حیوانات مختلف جنگل را با این وسایل می‌توان ردیابی کرد و در صورت کاهش غیرطبیعی مسئله را بررسی کرد. عکس‌ها از موزه حمزه تبریزی.

هنگامی که جامعه متکثر است، و پاره‌ای از گروه‌ها نتوانند سازش کنند و گذشت داشته باشند، روش‌هایی که فلاسفه مختلف مانند جان لاک یا جان رالز در دوران مدرنیته برای حکمرانی منصفانه پیشنهاد کرده‌اند نمی‌تواند به برپایی یک حکومت منصفانه بینجامد.

تعارض نظریه ولایت فقیه با مدرنیسم و پسامدرنیسم

بسیاری از مردم مرز بین دوران مدرن و پشامدرن را خردگرایی انسان در دوران مدرن می‌دانند، که بیشتر به دلیل توجه به ترجمه‌های اروپایی محور از متون مربوط به سنت و مدرنیته است. چنین مرزبندی‌ای به معنی آن است که انسان دوران پشامدرن خردگرا نبوده است. حال آن که اگر در جست‌وجوگر گوگل عبارت «شعر و خرد» را جست‌وجو کنیم به ابیات فراوانی در ستایش از خرد آدمی از شاعران بزرگ ایران‌زمین در دوران پشامدرن برخورد خواهیم کرد.

قدمت هوموساپینس یا انسان خردورز (انسان کنونی) بین دویست هزار سال تا ۳۰۰ هزار سال است. اما از حدود ۱۰ هزار سال پیش که انسان ابزار شمارش توکن را اختراع کرد یک پارادایم‌شیفت در نحوه خردورزی او اتفاق افتاد. انسان دریافت که توان خردورزی خود را با استفاده از ابزارهای حافظه (وسایل ذخیره و بازیابی داده‌ها و اطلاعات) و ابزارهای رایانش و محاسبات بیرون از مغز - یا ابزارهای اکسترنال کمکی مغز - می‌تواند افزایش بدهد. با چنین ابزارهایی به تدریج به این نتیجه رسید که هرچه داده‌های بیشتری را بتواند با ابزارهای رسانه‌ای ذخیره و بازیابی کند و هرچه توان محاسباتی خود را با الگوریتم‌ها و ابزارهای رایانشی افزایش بدهد می‌تواند خردورزی خود و بهره‌وری جامعه را بیشتر کند. در ۱۰ هزار سال اخیر انسان خردورز شاهد سه پارادایم‌شیفت در توانمندی خردورزی خود بوده است:

- پشامدرن (با رسانه نوشتار و ابزارهای محاسبه پایه)
- مدرن (با رسانه چاپ و ریاضیات مدرن)
- پسامدرن (با رسانه کلان‌داده‌ها و رایانش موازی).

انسان حدود ۶۰۰۰ سال پیش بدون خرد تجهیز شده با رسانه نوشتار و ابزارهای محاسبه پایه نمی‌توانست شهرنشینی را آغاز کند. انسان از حدود ۳۵۰ سال پیش بدون خرد تجهیز شده با رسانه چاپ و ریاضیات مدرن نمی‌توانست حکومت‌های لیبرال‌دموکراسی را بنا کند. انسان امروزی بدون خرد تجهیز شده با هوش مصنوعی و کلان‌داده‌ها نمی‌تواند پسامدرنیته و مدیریت افقی به جای مدیریت عمودی مرسوم را پدید بیاورد.

با این حال، ظهور هر دوره جدید سبب نشده است که سبک زندگی دوره پیشین منقرض شود. هنوز در نقاطی از آفریقا سبک زندگی پیشاتاریخ شکارورزی و گردآوری گیاهان خورکی وجود دارد. در جهان امروز انواع حکومت‌های پشامدرن و مدرن و در حال گذار به پسامدرن کم نیستند. بحث‌های فراوانی نیز درباره گروه‌بندی این حکومت‌ها وجود دارد. به عنوان

مثال، هانا آرنهت^۱، فیلسوف و مورخ مشهور آمریکایی-آلمانی، توانلیتاریسم را پدیده‌ای می‌داند که در عصر مدرن ظهور کرده است و با اقتدارگرایی و استبداد پشامدرن متفاوت است، و از نمونه‌هایی مانند نازیسم و استالینیسم نام می‌برد. نگاه این مقاله فناورانه و با هدف طراحی شهر هوشمندی است که رنج انسان‌ها را تا جای ممکن کاهش می‌دهد. از همین روی، حکومت‌هایی مانند نظریه ولایت فقیه که زاده عصر مدرن هستند اما برای ضدیت با مدرنیته، با معیارهای این مقاله حکومت‌های طبیعی مدرن تلقی نمی‌شوند و حکومت‌هایی ایدئولوژیک یا تمامیت‌خواه نامیده شده‌اند، زیرا اساساً با دو ابزار تحول‌آفرین این دوران، یعنی رسانه چاپ و رسانه‌های جدیدتر و تصمیم‌سازی با ابزارهای ریاضیات مدرن نمی‌تواند کنار بیاید. اولی باید تحت کنترل حامیان این نظریه باشد و دومی باید با فیلتر فقه شیعه‌ای که با این نظریه هم‌خوانی دارد به کار گرفته شود. اصل در تصمیم‌سازی کلان چنین حکومت‌هایی ایدئولوژی است و نه خرد تجهیز شده با ریاضیات مدرن یا هوش مصنوعی یا خرد تجهیز شده با دانیایی حاصل از داده‌های ذخیره شده در انواع رسانه‌ها یا کلان‌داده‌ها. به عنوان مثال، حد غنی‌سازی اورانیم به جای آن که از طریق دانش اقتصاد انرژی و دانشمندان این رشته پس از نقادی نظرات در رسانه‌های مختلف تعیین شود به ولایت فقیه سپرده می‌شود. حکومتی که تکرار را نمی‌پذیرد، و به جای خرد تجهیز شده با ابزارهای رسانه‌ای-رایانشی، با اصول و احکام ایدئولوژی تصمیم‌سازی می‌کند حکومتی کاملاً ناکارآمد است. تجارب تاریخی به ویژه تجارب مربوط به کشورهای بلوک شرق در سی سال گذشته نشان داده است که چنین حکومت‌هایی دچار فروپاشی یا دچار انقلاب می‌شوند و یا همچون حکومت نازیست آلمان از طریق جنگ سرنگون می‌شوند، مگر آن که همچون حکومت کمونیستی چین پیش از آن که دیر شود اصلاحاتی اساسی را در شیوه تصمیم‌سازی انجام بدهند.

نظریه ولایت فقیه را حتی نمی‌توان یک نظریه حکمرانی پشامدرن نامید، زیرا تقریباً در اکثر حکومت‌های پشامدرن ایران با وجود خودکامگی سنتاً تصمیم‌سازی‌ها بیشتر بر بنیاد خرد تجهیز شده با ابزارهای ریاضیات پایه برای محاسبه سود و زیان، و به ویژه برای خلق ثروت از صنعت و تجارت حول جاده ابریشم انجام می‌گرفته است و نهاد دین از نهاد حکومت جدا بوده است. تفاوت دیگر این نوع حکومت‌ها با حکومت‌های اقتدارگرا و خودکامه دوران پشامدرن در استفاده این حکومت‌ها از تکنیک‌های مؤثر ابزارهای رسانه‌ای-رایانشی مدرن برای جذب هرچه بیشتر حامی از میان توده‌هاست. به عنوان مثال، رادیو و تلویزیون به شکل انحصاری برای تبلیغات ایدئولوژی حاکم در اختیار چنین حکومت‌هایی قرار می‌گیرد. □

¹ Hannah Arendt

تکامل توکن‌های سفالی به رسانه نوشتار

چگونه خرد تجهیز شده با ابزارهای شمارش توکن و رسانه نوشتار شهرنشینی را ممکن کرد؟

خانواده‌ای به تنهایی نمی‌توانست آنها را فراهم کند. باید نهادهای عمومی جدیدی برای اجرای این کارها می‌ساختند و به طور جمعی هزینه آنها را پرداخت می‌کردند؛ مالیات هنوز برای چنین هدفی پرداخت می‌شود. اگر این چنین عمل نمی‌کردند، به دلایل گوناگون، احتمالاً نابود می‌شدند.



نخستین توکن‌ها در دوره انقلاب کشاورزی در غاری مانند غار کمر بند یا غارهای مجاور آن، غار هوتو و شال، و غارهای نزدیک دیگر مانند غارهای کمیشان و علی‌تپه ساخته شدند و به غارنشینان امکان دادند که یکی از نخستین شهرها را در گوهرتپه بنا کنند.

(عکس از موزه حمزه تبریزی؛ بهشهر، غار کمر بند)

در سال ۱۹۴۹ که پروفیسور کارلتون کوون^۱، یکی از آخرین انسان‌شناسان بزرگ جهان (۱۹۰۴-۱۹۸۱)، در غار کمر بند واقع در بهشهر حفاری‌های باستان‌شناسانه‌اش را انجام داد در سطوح کم‌عمق‌تر که مربوط به دوره انقلاب نوسنگی^۲ و شروع عصر کشاورزی انسان‌ها بود تعدادی شیء مخروطی سفالی یافت که در صفحه ۷۵ کتابش^۳ در این باره چنین نوشته است: «در Level 11 و Level 12 پنج شیء مخروطی سفالی به دست آمد که در مورد کاربرد آنها نمی‌توان با قطعیت سخن گفت. آنها دست کم به علاقه انسان‌های میانه‌سنگی^۴ به سفال حکایت دارند».

با پیداشدن تعداد بیشتری از این اشیاء اسرارآمیز در نقاط باستانی دیگر، به ویژه در منطقه‌ای از خاورمیانه که به هلال بارور یا داس بارور^۵ مشهور است پرسش‌ها درباره کاربرد این اشیاء در میان باستان‌شناسان بیشتر شد. حدود بیست سال بعد از پیداشدن این اشیاء اسرارآمیز، خانم پروفیسور دنیس بسرا^۶، باستان‌شناس فرانسوی-آمریکایی و استاد دانشگاه تگزاس، با دیدن تعداد زیادی از چنین اشیائی در موزه‌های مختلف کشورهای خاورمیانه، و پرسش‌هایی مانند پرسش پروفیسور کارلتون کوون درباره آنها، تلاشی موفقیت‌آمیز در یافتن کاربرد این اشیاء داشت. او به این نتیجه رسید که این اشیاء _ که او بعدها آنها را توکن^۷ نامید و حالا به این نام مشهور شده‌اند _ هر کدام به یک مقدار یا تعداد خاص از غلات یا احشام و در اصل به یک عدد یا سنجه اشاره می‌کنند.

توکن‌ها چگونه اختراع شدند؟

مارشال تی. پو، مورخ و نویسنده آمریکایی در کتاب «تاریخ ارتباطات»^۸ خود درباره نحوه اختراع توکن‌ها چنین آورده است:

«کشاورزان نوسنگی برای خدمات عمومی مانند رهبری و امنیت به همکاری نیاز داشتند. این چیزها برای رفاه هر خانواده‌ای ضروری بود، اما هیچ

¹ Carleton Stevens Coon

² Neolithic

³ Coon, Carleton. *Cave explorations in Iran 1949*. (Philadelphia: University Museum, University of Pennsylvania, 1951), p75.

⁴ Mesolithic

⁵ Fertile Crescent

⁶ Denise Schmandt-Besserat

⁷ token

⁸ Poe, Marshal T. *A History of Communications: Media and Society from the Evolution of Speech to the Internet*. 2011 Cambridge University Press. pp66-71.



حدود ۶۰۰۰ سال پیش انسان‌های عصر کشاورزی هر مجموعه از توکن‌ها را احتمالاً به دلیل نگهداری راحت‌تر و بادوام‌تر در داخل بسته‌بندی‌های گلی کروی شکل که امروزه به توکن پوش یا envelope مشهور شده‌اند جای دادند و بر روی آنها مشابه این علامت‌ها را کنده‌کاری کردند. دنیس پِرا، در صفحه ۷ کتاب «پیشا-نوشتار: از شمارش تا خط میخی» در این باره چنین آورده است:

«جانشینی علامت به جای توکن نخستین گام به سوی نوشتار بود. در شوش، توکن پوش‌های دربرگیرنده توکن‌ها و علامت‌های حک شده بر روی آنها مقدمه‌ای برای رواج کتیبه‌های گلی بودند. حساب‌داران در هزاره چهارم پیش از میلاد دریافتند که وقتی بر روی توکن پوش‌ها علامت‌های اشاره‌کننده به توکن‌های داخلی حک می‌شود حضور توکن‌ها در داخل توکن پوش می‌تواند ضروری نباشد. در نتیجه، توپ‌های سفالی حک شده با نقش توکن‌ها جای توکن‌ها را گرفتند.»

(عکس از موزه حمزه تبریزی؛ چهار توکن پوش یافته شده در تپه چغامیش شوش خوزستان مربوط به ۳۱۰۰ تا ۳۳۰۰ سال پیش از میلاد؛ موزه ایران باستان)

در نتیجه، ابتدا نخه‌های میان‌رودان حدود ۱۰ هزار سال پیش _ زمان مکانی که فقط می‌توانیم حدس بزنیم _ شروع به ساخت توکن‌های نماینده کالاها کردند. با آن که نمی‌دانیم که دقیقاً چگونه آنها متصدی این کار شدند، به نظر می‌رسد که امیران و روحانیان آنها را برای ردیابی مالیات و هدایا استخدام کرده بودند، زیرا این توکن‌ها اغلب در بقایای قصرها و معابد پیدا شده‌اند. آنها یقیناً علامت ثروت زیاد بوده‌اند، زیرا عموماً در گورهای ثروتمندان یافته شده‌اند. این توکن‌ها بسته به شکل هندسی خود در بیش از ۱۲ گروه (مخروط‌ها، گوی‌ها، دیسک‌ها، استوانه‌ها، و مانند آن)، و بسته به علامت‌های خود (انواع مختلف بریدگی‌ها) در چندین زیرگروه جای می‌گیرند. به مرور زمان، تنوع کالاها بسیار زیاد شد: غلات، روغن، نان، شیرینی، منسوجات، حیوانات، پوشاک، ظروف، ابزار، عطر، فلز، و جواهرات. هزاران توکن در حدود ۱۰۰ محوطه باستانی در خاورمیانه و خاور نزدیک

امیران برای حساب کسانی که در خزانه مشارکت می‌کردند و برای موجودی خزانه به یک روش ثبت نیاز داشتند. حافظه انسان در عمل بدون کمک نمی‌توانست این کار را انجام بدهد. حافظه انسان اعداد را خوب نمی‌تواند ذخیره کند. شما برای این که بتوانید به خاطر بسپارید که یک خانواده ۲۶ خروار گندم را در انبار ذخیره کرده است، مشکلی ندارید، اما نمی‌توانید مقادیر دقیق ذخیره چندین خانواده را به یاد بسپارید، دست کم برای یک مدت طولانی.



«توکن‌ها در ایران در دوران گذار بین میان‌سنگی و عصرنوسنگی پدید می‌آید. با آن که گنج‌دوره و تپه آسیاب خصوصیات نمونه دوران میان‌سنگی را در خود حفظ می‌کنند، خصوصیات جدیدی در الگوی سکونت، اقتصاد، فناوری، و کاربرد نشانه‌ها به نمایش می‌گذارند، که نشان‌دهنده آغاز دوران نوسنگی هستند. نخستین توکن‌های ایران به وضوح نشان می‌دهند که شمارش‌گرهای سفالی اختراع مردمی بود که سبک جدیدی از زندگی را در هلال بارور بنیاد نهادند. آنها اریبه‌ای از گذشته نبودند، بلکه بخشی از پدیده نوسنگی بودند؛ یعنی، آنچه به انقلاب کشاورزی مشهور شده است.»

دنیس پِرا، کتاب «پیشا-نوشتار: از شمارش تا خط میخی»

(عکس از موزه حمزه تبریزی؛ توکن‌های یافته شده در تپه چغامیش شوش خوزستان مربوط به ۳۱۰۰ تا ۳۳۰۰ سال پیش از میلاد؛ موزه ایران باستان)

آنچه مردم نوسنگی نیاز داشتند، و در واقع آنچه آنها می‌توانستند بدون اعداد بسازند، یک سیستم شمارش بود که در آن یک نشانه فیزیکی نماینده مقدار یک چیز فیزیکی باشد. به بیان دیگر، آنها به یک توکن^۹ یا علامت نیاز داشتند. و این دقیقاً همان چیزی است که آنها ساختند. تنبلی کردند، به جای اختراع یک فناوری جدید، یک فناوری قدیمی را برای این کار «بازسازی» کردند. صنعت‌گران هزاران سال بود که زیورآلات سفالی می‌ساختند. اینها را می‌توانستند به عنوان توکن به کار بگیرند.

⁹ token

واضح است که این پوشش‌ها جلوی دیده شدن توکن‌ها را می‌گرفتند، و حساب‌داران بدون شکستن بسته‌بندی آنها نمی‌توانستند اطلاعات درون آنها را بازیابی کنند. این شیوه راحت نبود. در نتیجه، آنها شروع کردند به حک کردن توکن‌ها بر روی توکن‌پوش‌ها^{۱۰}، پیش از آن که سخت شوند. اگر روی یک توکن‌پوش چهار مخروط حک شده باشد، آنها به این نتیجه می‌رسیدند که درون آن توکن‌پوش چهار مخروط قرار دارد و نیازی به شکستن آن نداشتند. گام بعدی رهایی از خود توکن‌پوش‌ها بود. حساب‌داران به تدریج متقاعد شدند که نقش‌های روی توکن‌پوش‌ها حضور توکن‌های درون آنها را بی‌فایده می‌کند. در نتیجه، الواح گلی‌ای که نقش توکن‌ها بر روی آنها حک می‌شد جای توکن‌پوش‌ها را گرفتند. نوعی قلم اختراع شد که با آن می‌توانستند نقش توکن را حک کنند. برای ثبت تراکشی‌ها نیازی به مجموعه توکن‌ها نداشتید، کافی بود که یک قلم و اطلاعاتی درباره معنی توکن‌ها داشته باشید. تا سال ۳۱۰۰ پیش از میلاد نقش‌های توکن‌ها بر روی لوح‌های گلی یک‌دست و منظم شد، و سیستم نوشتاری مشهور به خط میخی متولد شد.»

دنيس پِسا درباره نظرات مشهور و نادرست نحوه اختراع نوشتار در کتاب «پیشا-نوشتار: از شمارش تا خط میخی»^{۱۱} چنین آورده است:

«این نظر که نوشتار در میان‌رودان از ابزارهای محاسبه سرچشمه گرفته است نظریه‌ای جدید است. تا پیش از سده ۱۷۰۰ میلادی باور عمومی بر این بود که الفبا خاستگاهی الهی دارد. سپس، در دوره روشن‌گری، این نظریه مطرح شد که نوشتار از کشیدن تصاویر تکامل پیدا کرد.» □

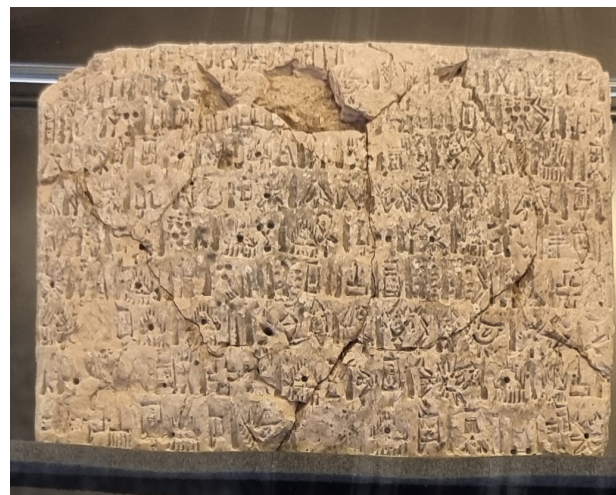


دوران پیشامدرن یا سنت با شکل‌گیری نخستین شهرهای باستانی آغاز شد. غارنشینان غارهای کمربند، هوتو، و شال، و غارهای نزدیک دیگر مانند غارهای کمیشان و علی‌تپه بدون ابزارهای شمارش توکن نمی‌توانستند یکی از نخستین شهرهای باستانی جهان را در گوهرتپه بنا کنند.

فقط خرد تجهیز شده با ابزار شمارش توکن و رسانه نوشتار بود که توانست شهرنشینی را ممکن کند. سنت با خردورزی آغاز شد، نه با تفسیر متن مقدس.

(عکس از مژده حمزه تبریزی؛ بهشهر، گوهرتپه)

پیدا شده است. سیستم توکن به گونه‌ای خارق‌العاده ماندگار بوده است. به مدتی حدود ۵۰۰۰ سال به کار گرفته شد، تا زمانی که همان‌گونه که خواهیم دید، نوشتار جای آن را گرفت.



«حسابداران به تدریج متقاعد شدند که نقش‌های روی توکن‌پوش‌ها حضور توکن‌های درون آنها را بی‌فایده می‌کند. در نتیجه، الواح گلی‌ای که نقش توکن‌ها بر روی آنها حک می‌شد جای توکن‌پوش‌ها را گرفتند. نوعی قلم اختراع شد که با آن می‌توانستند نقش توکن را بسازند. برای ثبت تراکشی‌ها نیازی به مجموعه توکن‌ها نداشتید، کافی بود که یک قلم و اطلاعاتی درباره معنی توکن‌ها داشته باشید. تا سال ۳۱۰۰ پیش از میلاد نقش‌های توکن‌ها بر روی لوح‌های گلی یک‌دست و منظم شد، و سیستم نوشتاری مشهور به خط میخی متولد شد.»

مارشال تی. بو

نوشتار که از نمادهایی برای اعداد آغاز شد به تدریج به رسانه‌ای عالی برای حمل آثار علمی، فلسفی، ادبی، سیاسی، تاریخی، و مانند آن تکامل پیدا کرد.

(عکس از مژده حمزه تبریزی؛ گل‌نشته‌ای از دوره عیلامی آغازین یافته‌شده در شوش خوزستان مربوط به ۳۱۰۰ تا ۲۸۰۰ سال پیش از میلاد؛ موزه ایران باستان)

سیستم توکن در بافتار دهکده کشاورزی اولیه رشد کرد. جانشین آن، نوشتار، در بافتار دولت اولیه اخذکننده مالیات رشد کرد. در هزاره چهارم پیش از میلاد، سکونت‌گاه‌ها در اندازه‌های بی‌سابقه در میان‌رودان گسترش یافتند. آنها گذشته از آن که مراکز قدرت سیاسی و مذهبی بودند، مراکز بازرگانی نیز بودند. مقدار مالیاتی که در یک شهر اولیه مانند اوروک^{۱۰} اخذ می‌شد فشار زیادی روی سیستم حساب‌داری توکنی قرار می‌داد، و این فشارها به نوآوری در پردازش اطلاعات منجر شد. اختراع نخستین سیستم نوشتاری تصویر-نگاره‌ای^{۱۱} یکی از پیامدها بود. تقریباً در ۳۷۰۰ سال پیش از میلاد، حساب‌داران میان‌رودان، شروع کردند به بسته‌بندی توکن‌ها با پوشش‌های گلی به منظور ایجاد ثبت‌های آرشویی از تراکشی‌ها.

¹² envelope

¹³ Schmandt-Besserat, Denise. (1992), *Before Writing: From Counting to Cuneiform*. (2 vols) Austin, Texas: University of Texas Press, 1992. p1.

¹⁰ Uruk

¹¹ pictographic

چرا خوارزمی را باید پدر مدرنیته دانست؟

کند که جهان به زبان ریاضی نوشته شده است که تکلم به زبان ریاضیات دشوار و پیچیده نباشد. دستگاه عددنویسی دهدهی زبان محاسبه را ساده کرد. از همین روی، خوارزمی را می‌توان پدر مدرنیته لقب داد.

گالیله به ما آموخت که خداوند جهان را به زبان ریاضی نوشته است. برای این که خواندن این زبان را یاد بگیریم هم باید اندازه‌گیری کنیم و هم باید محاسبه کنیم.

یان هکینگ، کتاب «رام کردن بخت و اقبال»

منبع:

Hacking, Ian. *The taming of chance*. 1990 Cambridge University Press.

اروپاییان چگونه با دستگاه شمارنویسی دهدهی آشنا شدند؟

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 والمقابل» 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 سده طول می‌کشد، اما وقتی در سده 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 خالی [در تخته‌های محاسبه قدیمی] به کار می‌رود یکی از بزرگ‌ترین اختراعات انسان است. با آن پیشرفت ریاضیات و

ترجمه کتاب‌های محمد بن موسی خوارزمی، ریاضی‌دان برجسته ایرانی سده نهم میلادی به لاتین بود که توانست دستگاه شمارنویسی دهدهی دربردارنده عدد صفر مشهور به اعداد هندی و تفکر الگوریتمی را به اروپا معرفی کند و راه را برای ریاضیات نمادین بگشاید. با این همه، چند سده طول کشید تا این اعداد در اروپا رواج پیدا کنند. رواج دستگاه عددنویسی دهدهی نه تنها سبب شد که محاسبات ریاضی به گونه‌ای آسان شود که مردم به راحتی بتوانند آنها را یاد بگیرند و هزینه‌ها و درآمدهای حکومت‌ها را محاسبه کنند که لیبرال دموکراسی را – که جان لاک در سده هفدهم معرفی کرد – ممکن ساخت، بلکه سبب شد که یک انقلاب علمی^۱ بزرگ در اروپا رخ بدهد، و نظریه احتمالات توسط بلز پاسکال و پیر دو فرما کشف شود که توانست قلمروی آینده را از دست روحانیان و جادوگران خارج کند و فرهنگ سکولاریسم را پدید بیاورد. ابزارهای رسانه چاپ بر روی کاغذ و محاسبه با قلم و کاغذ و دستگاه عددنویسی دهدهی ابزارهای بنیادین فرهنگ نوینی در اروپا شدند که امروزه به مدرنیته شهرت پیدا کرده است. همان گونه که اگر حدود ۱۰۰۰۰ سال پیش توکن‌های^۲ سفالی به عنوان ابزارهای شمارش و ذخیره و بازیابی اطلاعات عددی و سپس رسانه نوشتار که از تکامل توکن‌ها پدید آمد اختراع نمی‌شد تمدن و شهرنشینی نمی‌توانست روی بدهد، بدون دستگاه عددنویسی دهدهی مدرنیته در اروپا نمی‌توانست پدید بیاید. گالیله زمانی می‌توانست ادعا

^۱ Scientific Revolution

^۲ token

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 میلادی و کتاب **Algorismus Vulgaris** (الگوریسم عمومی) نوشته **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 سده‌های پانزدهم و شانزدهم میلادی به شناسایی اعداد هندی در اروپا کمک شایانی کردند.

با آن که اعداد هندی در سده سیزدهم به خوبی شناخته شده بودند، بازهم مقاومت‌های فراوانی در برابر استفاده از آنها وجود داشت. حاکم شهر فلورانس در سال ۱۲۹۹ 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 سده هفدهم اعداد رومی را به کار می‌گرفتند.^۴

بخشی از کتاب «عدد، زبان دانش» نوشته **دانتزیک**^۵ 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

روش‌های محاسبه ممکن شد، پیشرفتی که پیش از آن هرگز دیده نشده بود.... تاریخ دستگاه عددنویسی کنونی ما به سده نهم میلادی 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 یافت شده 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 سده سیزدهم می‌توانستند درک کنند.

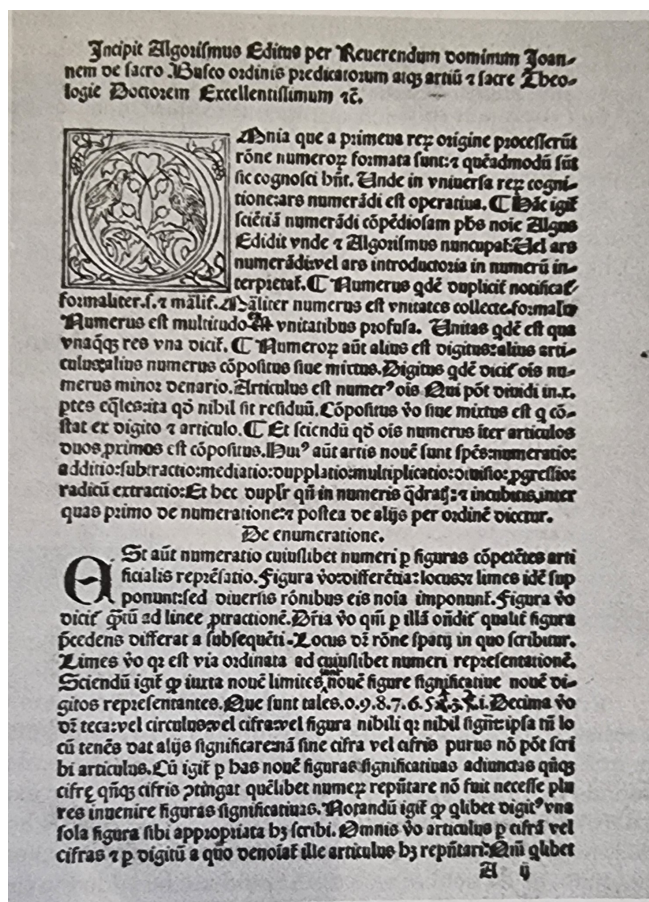
یکی از مترجمین پرکار اروپایی **Joan of Seville** است که در حدود سال ۱۱۳۰ بر اساس کتاب **خوارزمی** کتاب **Liber algorismi** را می‌نویسد؛ اما شاید نخستین تلاش بزرگ برای معرفی این دستگاه عددنویسی را **Leonardo of Pisa** که به نام **فیبوناچی**^۳ مشهور است انجام داده باشد که به عنوان بهترین ریاضی‌دان سده‌های میانه 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.

با آن که تلاش‌های **فیبوناچی** موفقیت زیادی در بر نداشت، مفهوم اعداد هندی-عربی در اروپا به تدریج گسترش یافت. دو اثر

^۴ 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

^۵ Dantzig

^۳ Fibonacci



یکی از آثار مهمی که دانش حساب اعداد هندی را بر مبنای کتاب خوارزمی در اروپا گسترش داد کتاب *Algorismus Vulgaris* (الگوریسم عمومی) نوشته *Johannes de Sacrobosco*، یک استاد دانشگاه پاریس در حدود سال ۱۲۵۰ میلادی بود. این کتاب برای تدریس در دانشگاه پاریس نوشته شد.

یکی از مهم‌ترین دستاوردهای اختراع دستگاه چاپ توسط گوتنبرگ در دهه ۱۴۴۰ میلادی چاپ همین کتاب بود. نسخه‌های چاپی این کتاب در سده‌های پانزدهم و شانزدهم میلادی به شناسایی اعداد هندی در اروپا کمک شایانی کردند. تصویر بالا تصویر صفحه نخست نسخه چاپی سال ۱۵۰۱ میلادی این کتاب است. در هشتمین سطر از آخر، شکل ویرایش یافته اعداد در سده ۱۶ میلادی را می‌بینید.

منبع:

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

(عکس از مژده حمزه تبریزی، کتاب ذکر شده در منبع بالا)

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 سده به وقوع پیوسته است. جدال بین سنت‌گرایان یا آباسیست‌ها^۶ با الگوریست‌هایی^۷ که طرفدار رفرم و اصلاح بودند از سده یازدهم تا سده پانزدهم به طول انجامید و شامل همه مراحل معمول مخالفت با علم و تاریک‌اندیشی بود. در پاره‌ای از مکان‌ها اعداد عربی مطابق قوانین رسمی ممنوع شدند، در مکان‌های دیگر، این هنر تحریم شد. و مطابق معمول، ممنوعیت در برانداختن این روش موفقیتی کسب نکرد، بلکه سبب گردید به طور زیرزمینی گسترش یابد. مدارک فراوانی از آن را می‌توان در آرشیوهای ایتالیا پیدا کرد، که در آنها می‌بینیم که بازرگانان اعداد عربی را به شکل نوعی کد رمزی به کار می‌بردند.

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

برای پیروزی نهایی الگوریست‌ها نمی‌توان یک تاریخ دقیق را مشخص کرد. اما می‌دانیم که برای تفوق این دستگاه عددنویسی جدید در اوایل سده شانزدهم تردیدی وجود ندارد. از آن پس در برابر پیشرفت مانعی وجود نداشت، به طوری که در دوره صد سال بعدی همه قواعد عملیات، بر روی اعداد صحیح و کسره‌های اعشاری در عمل به گستره و شکلی رسید که امروز در دانشگاه‌ها و مدارس به ما آموزش داده می‌شود.^۸

^۶ Abacist

^۷ Algorist

^۸ Dantzig, Tobias. (1967). *Number, The Language Of Science*. New York: The Free Press. pp.33-34.

خوارزمی و نمادهای روشنگری

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 طبقه‌بندی سیستمی از معادلات درجه دوم در کتاب خود با واژه‌هایی مشخص دارد. اما نمادهای خوارزمی نمادهایی ابتدایی بودند، واژه‌هایی 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، اروپاییان به جای «شیء» از واژه «xei» و بعدها به جای آن فقط از حرف X بهره گرفتند. مفهوم محاسبات الگوریتمی یا قاعده-بنیاد، نام خوارزمی را با اصطلاح الگوریتم جاودانه کرده است.

جوزف مازور⁹ برای عنوان کتاب خود درباره جبر نمادین که از سده شانزدهم میلادی آغاز می‌شود از اصطلاح جالب «نمادهای روشنگری» بهره گرفته است:

«نمادهای ریاضی مورد استفاده دانش‌آموزان 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: بسته‌بندی منظم اطلاعات پیچیده برای ساده کردن درک آنها...»

کتاب الجبر والمقابل به عنوان یک مدل و الهام برای جبر نمادین عمل کرد، و به کسانی چون فرانسوا ویتا¹⁰ در دهه ۱۶۵۰ امکان داد که از حروف الفبا برای مجهول‌ها و معلوم‌ها استفاده کند، هرچند، نه به روش دکارت که از x، y، و z برای مجهول‌ها و حروف اولیه الفبا برای معلوم‌ها 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 نمادگذاری‌های حساب دیفرانسیل و انتگرال را بیافریند. نیوتن نیز در کتاب حساب دیفرانسیل و انتگرال خود نمادهای جدیدی را معرفی کرد.¹¹

اعداد هندی به دلیل فشردگی، تعداد کم نمادهای مورد نیاز، سهولت یادگیری، سرعت خواندن و نوشتن، سهولت الگوریتم‌های محاسبه به ویژه پس از اختراع چاپ به پیشرفت پرشتاب دانش حساب و ریاضی کمک کرد. کتاب‌های خوارزمی اثر بسیار بزرگی در بهره‌گیری سایر دانشمندان دوره طلایی اسلامی و همچنین دانشمندان اروپایی در استفاده از دستگاه شمارنویسی هندی داشتند.

نقش اعداد هندی در نگرش سکولاریستی انسان مدرن

پیتر برنشتاین (1919-2009)، اقتصاددان و مورخ اقتصاد، درباره علت تحول بزرگی که رواج اعداد هندی پدید آورد در کتاب خود، «علیه خدایان: داستان شگفت‌انگیز ریسک»¹² که درباره تاریخ الگوریتم‌های مدیریت ریسک و تصمیم‌سازی (حساب آمار و احتمالات) است با اشاره به نقش بسیار بزرگ و تحول‌آفرین خوارزمی چنین آورده است:

«بدون این اعداد حساب احتمالاتی وجود نمی‌داشت؛ بدون حساب احتمالات، تنها راه برخورد با ریسک، دعا به درگاه خدایان و سرنوشت بود. ریسک بدون اعداد موضوعی کاملاً الهامی می‌شد...»

برای ما تصور زندگی بدون عدد مشکل است. اما اگر روح یک شخص به خوبی تحصیل کرده سال ۱۰۰۰ میلادی را احضار کنیم، به احتمال بسیار زیاد عدد صفر را نمی‌شناسد، و از عهده محاسبات ریاضی کلاس سوم دبستان بر نخواهد آمد؛ تعداد اندکی از آدم‌های سال ۱۵۰۰ میلادی شاید بتوانند بهتر باشند...

آنچه هزاران سال تاریخ را از امروز که آن را به عنوان دوران مدرن می‌شناسیم متمایز می‌کند چیست؟ پاسخ فراتر از پیشرفت علم، فناوری، سرمایه‌داری، و دموکراسی است.

نظریه انقلابی‌ای که مرز بین دوران مدرن و گذشته را تعریف می‌کند نظریه احتمالات و کنترل ریسک است: این نظر که آینده فراتر از وسوسه‌های خدایان است و مردان و زنان در برابر طبیعت منفعل نیستند. تا هنگامی که انسان روشی را برای راه یافتن به طرف دیگر این مرز کشف نکرده بود، آینده قلمروی تاریک پیش‌گویان و

⁹ Joseph Mazur

¹⁰ Franciscus Vieta

¹¹ Mazur, Joseph. (2014). *Enlightening Symbols: A Short History of Mathematical Notation and Its Hidden Power*. Princeton NJ, Princeton University Press.

¹² Bernstein, Peter L. *Against The Gods: The remarkable Story of Risk*. 1998 John Wiley & Sons.

غیب‌گویی بود که بر دانش رویدادهای پیش‌بینی‌شده انحصار پیدا کرده بودند.^{۱۳}

نظریه احتمالات سبب شد که حتی بسیاری از اموری که تصادفی می‌نمودند یا به خدایان و جادوگران ارتباط داده می‌شدند رایانش پذیر شوند. سکولاریسم بدون نظریه احتمالات نمی‌توانست پا بگیرد. □



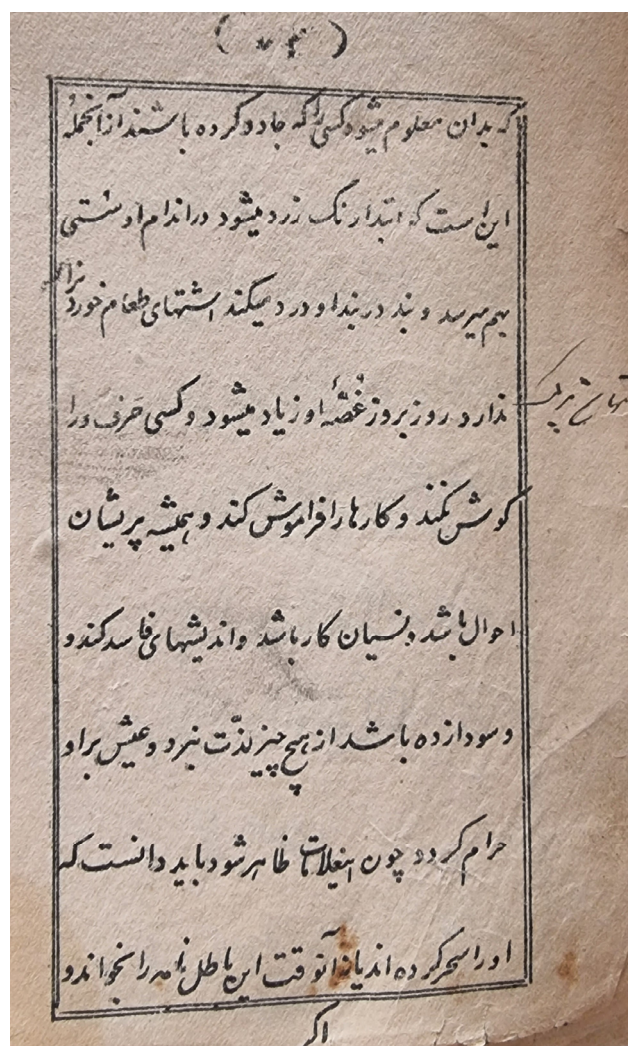
ریاضیات مدرن بنیاد دوران مدرن

ابوعبدالله حمزه اصفهانی **استرلاب** را **معرب «استاره‌یاب»** فارسی می‌داند و در دوران تمدن اسلامی به عنوان یک کامپیوتر برای ستاره‌شناسی کار می‌کرد. پاره‌ای از ستاره‌شناسان اروپایی به تقلید از دانشمندان ایرانی برای رصد ستارگان **استرلاب** ساختند. **استرلاب** افزون بر کاربردهای علمی، گاه به عنوان ابزاری برای طالع‌بینان نیز به کار می‌رفته است. طالع‌بینان بر پایه صورت فلکی روز تولد طالع افراد را پیش‌گویی می‌کردند.

تصویر بالا یکی از **استرلاب‌های** قدیمی اروپایی را نشان می‌دهد که سازنده آن **توماس پریگل (Thomas Pregel)** بوده است و سال ساخت آن، سال ۱۶۲۹ میلادی بر روی **استرلاب** حک شده است. نکته جالب بر روی این **استرلاب** حک شدن **اعداد هندی** بر روی آن است. کل دایره این **استرلاب** ۲۴ ساعت روز را با اعداد حرفی رومی قسمت‌بندی کرده است (ساعت ۲۴ با حروف XXIII مشخص شده است). با این حال، در زیر این اعداد رومی، اعداد ۱ تا ۱۲ دوبار تکرار شده است، مثلاً زیر حروف XXIII عدد ۱۲ آمده است. استفاده از **اعداد هندی** بر روی این **استرلاب** نشان می‌دهد که در اوایل سده هفدهم میلادی که مهم‌ترین نظریات مورد نیاز **جامعه مدرن** در اروپا طرح می‌شود این اعداد کاملاً در اروپا شناخته شده بودند، که بر اساس آنها ریاضیات مدرن پدید آمد.

تحولاتی که به مدرنیسم انجامیدند: سال ۱۶۲۰ **فرانسیس بیکن** کتاب «**ارغنون نو**»^{۱۴} خود را منتشر کرد و در آن **روش علمی** مشهور خود را معرفی کرد. **گالیله** که به عنوان پدر **روش علمی** یا پدر **دانش مدرن** مشهور شده است کتاب «**سنجش‌گر**»^{۱۵} خود را درباره **روش علمی** در سال ۱۶۲۳ منتشر کرد. **رفه دکارت** در سال ۱۶۲۸، کتاب «**قواعد هدایت فکر**»^{۱۶} درباره تفکر درست علمی و فلسفی را نوشت، و به شک‌گرایی دامن زد. سال ۱۶۵۴ **بلز پاسکال** و **پیر دو فرما** **نظریه احتمالات** را کشف کردند، **ایساک نیوتون** کتاب «**اصول ریاضی فلسفه طبیعی**»^{۱۷} را در سال ۱۶۸۷ منتشر کرد و نظرات تحول‌آفرین خود را درباره **روش تجربی** و آزمایش علمی در آن آورد. **جان لاک** — که به پدر **لیبرالیسم** مشهور است — کتاب «**دو رساله درباره دولت**» را در سال ۱۶۸۹ منتشر کرد.

(عکس از موزه حمزه تبریزی، موزه Zwinger، سالن ریاضیات-فیزیک، درسدن، آلمان)



سحر و جادو و باطل‌نامه

در دو سطر آخر:

... چون اینعلامات ظاهر شود باید دانست که او را سحر کرده‌اند یا نه، آنوقت این باطل‌نامه را بخواند...

تا پیش از کشف نظریه احتمالات صنعت بیمه وجود نداشت، مردم ناچار بودند مشکلات خود را به جادوگران نسبت بدهند و در پی باطل‌نامه بر آیند. (عکس از موزه حمزه تبریزی)

^{۱۴} The novum organum, fully Novum organum scientiarum

^{۱۵} The Assayer

^{۱۶} Rules for the Direction of the Mind

^{۱۷} Mathematical Principles of Natural Philosophy

^{۱۳} Bernstein, *Against The Gods*, p.23.

نقش فناوری «بازشناسی الگو» در گذار از مدرنیته به پسامدرنیته

گذار به پسامدرنیته با رایانش موازی و رسانه کلان داده‌ها

- و سرانجام کشف نظریه احتمالات – که پیش‌بینی و برنامه‌ریزی برای آینده را ممکن می‌کند – توسط بلز پاسکال و پیر دو فرما (سال ۱۶۵۴ میلادی).

گذار از پیشامدرن به مدرن یا گذار از سنت به مدرنیته حاصل یک پارادایم‌شیفت (تغییر الگوواره) بود. این پارادایم‌شیفت بر اساس رواج یک ابزار محاسبه ارزان‌قیمت و ساده و یک ابزار رسانه‌ای ارزان‌قیمت به وقوع پیوست:

۱. دستگاه شمارنویسی هندی یا دهدهی امروزی که با ترجمه کتاب‌های خوارزمی، ریاضی‌دان بزرگ ایرانی به لاتین برای اروپا معرفی شد و با قلم و کاغذ ارزان‌قیمت محاسبات پیچیده را کم‌هزینه و آسان کرد؛
۲. اختراع چاپ توسط گوتنبرگ که سبب شد کتاب‌های خوارزمی با تیراژی که بتواند دستگاه شمارنویسی دهدهی را در اروپا رواج بدهد منتشر شود.

این ابزارها نقطه آغازین این پارادایم‌شیفت بودند، که با تحولات زیر تکمیل شد:

- معرفی روش علمی استقرایی به جای روش قیاسی ارسطویی در کتاب ارغنون نو^۱ نوشته فرانسیس بیکن (سال ۱۶۲۰)؛
- انتشار کتاب «سنجش‌گر»^۲ نوشته گالیله درباره روش علمی^۳ در سال ۱۶۲۳. این سخن مشهور گالیله که «کتاب بزرگ طبیعت به زبان ریاضیات نوشته شده است» در همین کتاب آمده است؛
- توصیف یک شهر تخیلی – که از فناوری برای بهره‌وری بالاتر و برای نشان‌دادن پتانسیل روش علمی استقرایی در این شهر بهره می‌گیرد – در کتاب آتلانتیس نو^۴ نوشته فرانسیس بیکن (سال ۱۶۲۷)؛
- انتشار کتاب «قواعد هدایت فکر»^۵ اثر رنه دکارت^۶ در سال ۱۶۲۸، درباره تفکر درست علمی و فلسفی؛ و اختراع هندسه تحلیلی^۷ توسط دکارت که یک روش ریاضی برای ساخت آتلانتیس نو^۸ بیکن فراهم می‌کند؛

^۱ New Organon
^۲ The Assayer
^۳ scientific method
^۴ The New Atlantis

پارادایم‌شیفت (تغییر الگوواره) در روش علمی

فلاسفه و جامعه‌شناسان در مورد گذار از دوران مدرن به پسامدرن اختلاف نظرهای فراوانی دارند. این مقاله این گذار را به لحاظ فنی، به ویژه از لحاظ تحولات رایانشی-رسانه‌ای برای رسیدن به نتیجه‌ای کاربردی بررسی می‌کند.

یکی از نخستین کسانی که این گذار و پارادایم‌شیفت را در رسانه‌های عمومی اطلاع‌رسانی کرد کریس آندرسون^۸، سردبیر نشریه الکترونیک پرخواننده Wired است. او در زمانی که هنوز اصطلاح کلان داده‌ها باب نشده بود در مقاله مشهور خود با عنوان «پایان نظریه: طوفان داده‌ها روش علمی را منسوخ می‌کند»^۹ – که در ماه ژوئن سال ۲۰۰۸ منتشر شده است – به این پارادایم‌شیفت اشاره می‌کند. بخشی از این مقاله در زیر آمده است:

^۵ Rules for the Direction of the Mind

^۶ René Descartes

^۷ Analytic geometry

^۸ Chris Anderson

^۹ The End of Theory: The Data Deluge Makes the Scientific Method Obsolete

« جورج باکس^{۱۰} یکی از آماردان‌های بزرگ سده بیستم میلادی، چهل سال پیش عبارتی را بیان کرده است که نه تنها در دنیای آمار، بلکه در دنیای علم نیز به عنوان یک ضرب‌المثل مشهور شده است:

همه مدل‌ها نادرستند، اما بعضی از آنها سودمندند^{۱۱}.

با این همه، مدل‌ها از معادلات کیهان‌شناسانه تا نظریه‌های گوناگون درباره رفتارهای انسانی می‌توانسته‌اند به طور موفق، اگرچه ناقص، دنیای اطراف ما را توضیح بدهند؛ البته تا حالا. امروزه، شرکت‌هایی مانند گوگل که در یک عصر وفور فوق‌العاده داده‌ها رشد کرده‌اند، به مدل‌های نادرست اتکا نمی‌کنند. در حقیقت، آنها اصلاً مجبور نیستند به مدل‌ها اتکا کنند....

عصر پتابایت^{۱۲} متفاوت است، چون این عصر را داده‌های بیشتر متفاوت کرده است. در مقیاس پتابایت، بحث‌ها دیگر درباره طبقه‌بندی و نظم سه یا چهاربُعدی اطلاعات نیست؛ در اصل، مقدار فوق‌العاده زیاد داده‌ها علیه آمار^{۱۳} است. عصر پتابایت به یک راه حل کاملاً متفاوت از علم آمار نیاز دارد، راه حلی که بتواند این حجم از داده‌ها را به طور تصویری به نمایش در بیاورد و از آنها نتایج سودمند کسب کند.

گوگل بی‌آن‌که برای یافتن سهم بیشتر بازار تبلیغات بازرگانی درباره فرهنگ و عُرف مردم تحقیق کند و حتی چیزی درباره آنها بداند، صرفاً با ریاضیات کاربردی توانسته است سهم بسیار بزرگی از بازار تبلیغاتی دنیا را به خود اختصاص بدهد – گوگل به این فهم رسید که داده‌های بهتر و ابزارهای آنالیتیک یا تحلیل بهتر برنده بازار هستند. واضح است که حق با گوگل بود.

فلسفه بنیادی گوگل این است که نمی‌دانیم چرا این صفحه بهتر از آن صفحه است: اگر آمارهای لینک‌ها به یک صفحه چنین حکایتی داشته باشند، برایمان کافی است. نیاز به هیچ تحلیل مفهومی و معنایی از محتوای صفحات نیست. از همین روست که می‌تواند یک زبان را بی‌آن‌که واقعاً آن زبان را «درک» کند به زبانی دیگر ترجمه کند (با داشتن حجم برابر از داده‌های دو زبان، گوگل می‌تواند زبان کلینگانی^{۱۴} را – که یک زبان ساخته‌شده برای یک نژاد فضایی تخیلی

به نام کلینگان در فیلم جنگ ستارگان است – به زبان فارسی ترجمه کند، به همان سهولتی که زبان فرانسوی را می‌تواند به زبان آلمانی ترجمه کند). و چرا نتواند آگهی‌های بازرگانی را بدون درک معنایی یا محتوایی آگهی به محتوایی دیگر ربط ندهد؟

پیتر ناویگ^{۱۵}، یک مدیر پژوهشی گوگل، در کنفرانس O'Reilly Emerging Technology، عبارت ضرب‌المثل‌شده جورج باکس را که در بالا آمد به صورت زیر اصلاح کرد:

همه مدل‌ها نادرستند، پس بدون آنها می‌توانید موفق شوید، درجه موفقیت روز به روز بیشتر می‌شود.

اما هدف اصلی از حجم بسیار بزرگ داده‌ها آگهی‌های بازرگانی نیست. هدف علم است. روش علمی بر بنیاد فرضیه‌های آزمون‌پذیر عمل می‌کند. چنین مدل‌هایی، در بیشتر مواقع، سیستم‌هایی هستند که در ذهن دانشمندان زاده می‌شوند. سپس این مدل‌ها تحت آزمایش قرار می‌گیرند و نتایج این آزمایش‌ها درستی یا نادرستی مدل‌های نظری‌ای را که نحوه کارکردن جهان را توضیح می‌دهند نشان می‌دهند. صدها سال است که علم با این روش کار کرده است. حالا اما دانشمندان می‌خواهند از مقادیر فوق‌العاده زیاد داده‌ها همچون گوگل برای رسیدن به نتایجی سریع‌تر بهره بگیرند.

زمستان طولانی هوش مصنوعی

ریشه‌گذار به پسامدرنیته را می‌توان در تحولاتی یافت که برای یکی از فناوری‌های هوش مصنوعی رخ داده است: بازشناسی الگو^{۱۶}.

هوش مصنوعی از نیمه دوم سده بیستم میلادی مطرح بوده است و پژوهش‌ها در مورد آن کم نبوده است. به عنوان مثال، بازشناسی الگو یکی از تکنیک‌ها و روش‌های قدیمی هوش مصنوعی و قدیمی‌ترین روش مورد استفاده یادگیری ماشین^{۱۷} از دهه ۱۹۷۰ بوده است، اما این تکنیک مدت‌های مدید – در دوره‌ای که به زمستان هوش مصنوعی^{۱۸} مشهور شد – نتوانست پتانسیل انقلابی خود را به نمایش بگذارد، چرا؟

^{۱۵} Peter Norvig
^{۱۶} pattern recognition
^{۱۷} machine learning
^{۱۸} AI winter

^{۱۰} George Box
^{۱۱} All models are wrong, but some are useful
^{۱۲} Petabyte Age
^{۱۳} statistics
^{۱۴} Klingon

رسانه کلان داده‌ها آن را به ویژه از طریق ذخیره‌گرهای ابری^{۲۳} تأمین می‌کند. پیشرفت‌ها در یادگیری ژرف نقش بسیار بزرگی در ایجاد تحولی ژرف در بازشناسی الگو به ویژه در بازشناسی تصویر و ویدئو داشته است.

● رسانه کلان داده‌ها (Big Data Medium)

مقدار داده‌ها به این دلیل بسیار سریع‌تر از گذشته زیاد می‌شود که منابع مختلف تولید داده‌ها بسیار زیاد شده است. وسایل موبایل، شبکه‌های اجتماعی، و کامپیوترهای متصل به وب و حس‌گرهایی که در سال‌های اخیر برخط شده‌اند، که به اینترنت چیزها مشهور شده‌اند، نمونه‌هایی از این منابع تولید داده‌ها هستند. همه اینها در مجموع یک نقش عظیم در انفجار داده‌ها دارند. «کلان داده‌ها» به مجموعه‌های داده‌ای بسیار بزرگ اشاره دارد که این منابع تولید می‌کنند، که کسب‌وکارها، ادارات دولتی، و سایرین مایلند آنها را اخذ و استفاده کنند. اندازه این مجموعه‌ها را بر حسب زتابایت^{۲۴} می‌توان سنجید. هر زتابایت یک تریلیون گیگابایت است.

برای خلاصه کردن خصوصیات مهم کلان داده‌ها از اصطلاحات «تراکم یا volume»، «تنوع یا Variety»، «تندی یا Velocity» (سه «ت» در فارسی و سه V در انگلیسی) استفاده می‌شود. «تراکم» به مقادیر بسیار زیاد داده‌ها اشاره دارد، «تنوع» به انواع گوناگون منبع‌های داده‌ها دلالت دارد، و «تندی» سرعت بسیار بالایی را توصیف می‌کند که داده‌ها ساخته می‌شوند.

ابزارهای جدید نسبت به گذشته مقادیر بسیار بیشتری داده در فرمت‌های متنوع تولید می‌کنند. این داده‌ها بیشتر در دو حالت هستند: ساخت‌مند یا structured که پردازش و تحلیل کامپیوتری آنها آسان است، مانند داده‌های مالی؛ ناساخت‌مند یا unstructured که پردازش آنها دشوارتر است، مانند عکس یا صدا.

پیش از آن که به این پرسش پاسخ بدهیم لازم است به زبان غیرفنی و با یک مثال توضیح بدهیم که بازشناسی الگو چیست.

بازشناسی الگو به زبان ساده

بازشناسی الگو به بیان ساده یعنی پیدا کردن خودکار الگوهای تکراری و منظم در داده‌ها و طبقه‌بندی این الگوها – که کاری است که مغز انسان نیز روزانه بارها و بارها آن را انجام می‌دهد. فرض کنید بخواهیم علت یا علت‌های بیماری X را با داده‌هایی که احتمال دارد علت آن بیماری باشند پیدا کنیم. در عصر خرد داده‌ها^{۱۹} ناچار بودیم به طور دستی این داده‌ها را از تعدادی از کسانی که این بیماری را داشته‌اند بگیریم و به برنامه بازشناسی الگو بدهیم، تا بر اساس آنها مجموعه‌ای از علت‌ها و عواملی را که الگو نامیده می‌شود و برای اکثر بیماران مشترک است بیابد. از حالا به بعد برنامه یاد گرفته است که چه الگویی بیماری X را پدید می‌آورد و می‌تواند برای بیمارانی که این الگو را دارند بیماری X را بازشناسی کند.

انقلاب بازشناسی الگو با رایانش موازی و رسانه

کلان داده‌ها

به بیان دیگر، بازشناسی الگو برای عملکرد خود به محاسبات آماری نیاز دارد. هرچه داده‌ها بیشتر باشد دقت نتیجه بیشتر خواهد بود. این فناوری برای این که بتواند به زمستان هوش مصنوعی خاتمه بدهد باید همچون مغز انسان با شبکه‌های عصبی مصنوعی^{۲۰} برای رایانش مقادیر بسیار زیاد داده‌ها به کار گرفته می‌شد، بدین منظور فناوری یادگیری ژرف^{۲۱} اختراع شد. اما فناوری یادگیری ژرف به افزایش بسیار زیاد توان رایانشی – که با معماری رایانش موازی^{۲۲} ممکن می‌شد – و به داده‌های بسیار بسیار بیشتر نیاز داشت، که امروزه رسانه‌های مشهور به

^{۱۹} small data

^{۲۰} artificial neural networks

^{۲۱} deep learning

^{۲۲} parallel computing

^{۲۳} cloud

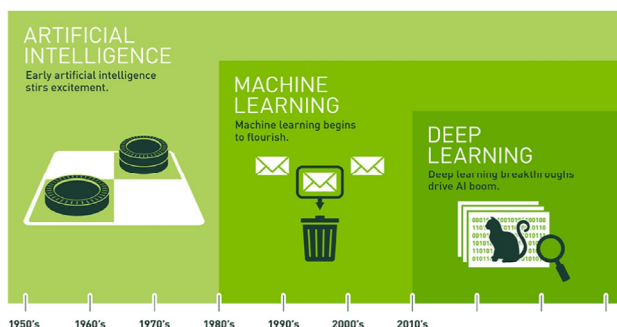
^{۲۴} zettabyte

داده‌دان (data scientist) کیست؟

داده‌دان تعریف دقیقی ندارد. داده‌دان به متخصص رشته علم داده‌ها (data science) گفته می‌شود. به بیان ساده، داده‌دان یک آنالیز خیره یا یک مهندس است که از ابزارهای کشف کلان‌داده‌ها برای یافتن بینش‌های (insight) جدید در داده‌ها با استفاده از تکنیک‌هایی که ماهیتاً آماری یا علمی هستند بهره می‌گیرد. به بیان ساده، اگر داده‌ها نفت باشد، داده‌دان کاشف نفت است. در آینده تیم‌های داده‌دان به جای یک یا چند داده‌دان کار خواهند کرد. □

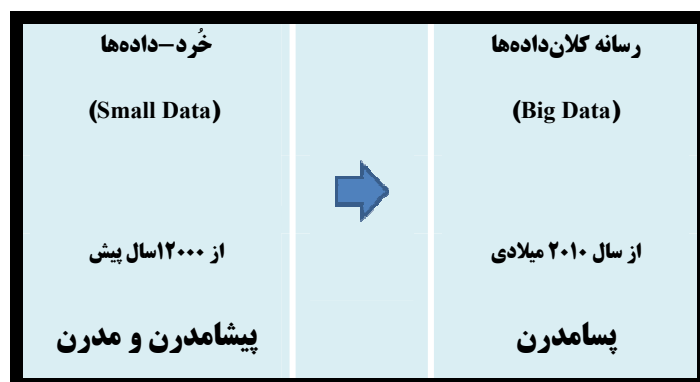
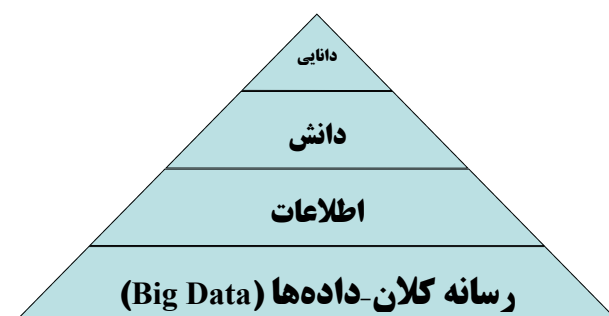
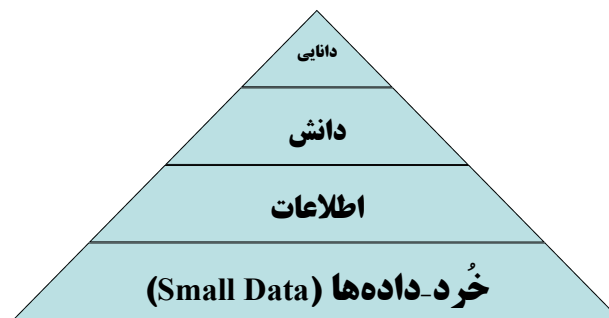
کلان‌داده‌ها از کجا می‌آید؟

پاسخ ساده است: از همه جا. منابعی که پیشتر به دلیل محدودیت‌های فنی نادیده گرفته می‌شد حالا به عنوان معدن طلا به آنها نگاه می‌شود. پاره‌ای از منابع داده‌ای کلان‌داده‌ها به قرار زیرند: وبلاگ‌ها، GPS، RFID، متن‌های اینترنتی، داده‌های اینترنت چیزها، نمایه‌های جست‌وجوی وب، سابقه پزشکی، بایگانی‌های عکس و ویدئو، پست‌های رسانه‌های اجتماعی، خرید و فروش‌های اینترنتی، نظرات مشتریان کالاها و خدمات و ..



پژوهش‌ها در هوش مصنوعی از دهه ۱۹۵۰ آغاز می‌شود، اما تا سال ۲۰۱۰ که فناوری یادگیری ژرف تحولی بزرگ در هوش مصنوعی به پا می‌کند در دوره طولانی زمستان هوش مصنوعی به سر می‌بریم.

(عکس از nvidia.com)

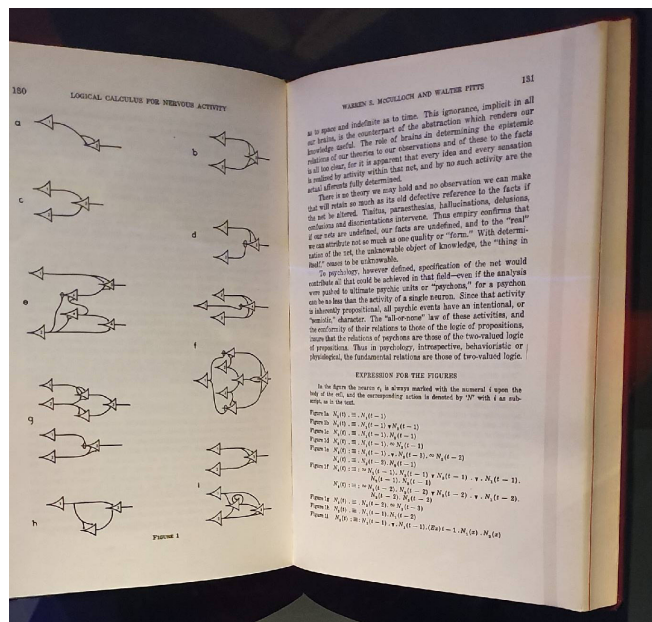


آنچه تا حدود ۱۵ سال پیش به عنوان هرم DIKW یا هرم داده‌ها-اطلاعات-دانش-دانایی (Data-Information-Knowledge-Wisdom) شناخته می‌شده است که در آن از پردازش داده‌ها، اطلاعات و دانش به دست می‌آید از گذشته‌های دور به عنوان یک مدل کارآمد برای حل مسئله و تصمیم‌سازی بهره گرفته شده است. با ورود رسانه‌های گوشی هوشمند، اینترنت چیزها، شبکه اجتماعی و فناوری‌های مشابه به بازار حجم داده‌های تولیدی به گونه‌ای باورنکردنی بالا رفت و رسانه کلان‌داده‌ها پدید آمد که رسیدن به دانایی با آن به توان رایانشی فوق‌العاده‌ای نیاز داشت. ارزان‌شدن هزینه رایانشی موازی توانست هرم جدید Big Data-Information-Knowledge-Wisdom (یا هرم BDIKW) را ممکن کند و از کلان‌داده‌ها نیز به دانایی برسیم. □

گره‌های هوش مصنوعی را باز کردند^{۲۵} در نشریه Wired در سال ۲۰۱۴ در این باره چنین آورده است:

«تفکر محصول موازی کاری ذهن است، میلیارد ها نورون^{۲۶} همزمان فعال می شوند تا امواج همزمان رایانش مغزی را به وجود بیاورند. به طور مشابه، یک شبکه عصبی^{۲۷} - ساختار اصلی نرم افزار هوش مصنوعی - به اجرای همزمان تعداد بسیار زیادی عملیات محاسباتی نیاز دارد. هر گره^{۲۸} در یک شبکه عصبی شبیه به یک نورون در داخل مغز است - تعامل متقابل هر گره با گره های همسایه برای سردر آوردن و فهمیدن سیگنال هایی که دریافت می کند. برای بازشناسی یک کلمه گفته شده، یک برنامه باید قادر باشد که همه واج ها^{۲۹} را در ارتباط با یکدیگر بشنود؛ برای تشخیص یک عکس، لازم است که هر پیکسل را در بافت پیکسل های اطراف آن ببیند - که هر دو تکالیفی عمیقاً موازی هستند. اما تا چندی پیش، پردازنده کامپیوترهای معمولی فقط می توانست یک کار را در هر زمان انجام بدهد.

از حدود یک دهه پیش این وضعیت تغییر کرد، هنگامی که نوع جدیدی از تراشه، مشهور به واحد پردازش گرافیک^{۳۰} (GPU)، برای نیازهای گسترده - و موازی - تصویری بازی های ویدئویی ساخته شد، که در آنها در هر ثانیه می بایست میلیون ها پیکسل بازمحاسبه می شد. این وضعیت به یک تراشه رایانش موازی^{۳۱} ویژه به عنوان یک مکمل برای مادربرد پی سی نیاز داشت. تراشه های گرافیکی موازی کار ساز شدند، و کیفیت گرافیکی بازی ها اوج گرفت. در سال ۲۰۰۵، افزایش بسیار زیاد تولید GPU ها سبب شد که قیمت آنها بسیار پایین بیاید. در سال ۲۰۰۹، اندرو ان جی^{۳۲} و همکارانش در استنفورد به این نتیجه



در سال ۱۹۴۳ میلادی، یافته های پژوهشی درباره مغز به یک منطق دان به نام والتر پیتز (Walter Pitts) و یک عصب شناس به نام وارن مک کلوج (Warren McCulloch) امکان داد که انتقال سیگنال نورون ها را به طور ریاضی در یک مدل عصبی طراحی کنند. این مدل فقط می توانست سیگنال های دودویی را پردازش کند، یعنی یا «روشن» یا «خاموش» است. هرگاه سیگنال های ورودی در یک عصب مصنوعی از حد آستانه فراتر برود، فعال می شود و یک سیگنال «روشن» را عبور می دهد. شبکه های عصبی مصنوعی امروزی هنوز بر بنیاد همین منطق آستانه ای کار می کنند.

عکس از موزه حمزه تبریزی؛ موزه هوش مصنوعی؛ درسدن.

● رایانش موازی

با آن که حدود ۵۰ سال از معرفی الگوریتم های بازشناسی الگو در هوش مصنوعی گذشته است و همواره پیش بینی می شد که به زودی هوش مصنوعی به مدد چنین الگوریتم هایی انقلاب بزرگی را در زندگی انسان به وجود خواهد آورد فقط در حدود ۱۵ سال اخیر است که تحقق یافتن وعده های هوش مصنوعی و بازشناسی الگو ممکن شده است. سه علت مهم این پیشرفت بزرگ در زندگی بشر یکی ظهور کلان داده ها بوده است؛ دیگری الگوریتم های پیشرفته تر بازشناسی الگو برای تولید نتایج سودمند از کلان داده ها؛ و سومی ارزان تر شدن هزینه رایانش موازی. کوین کلی در مقاله «سه موفقیتی که سرانجام

²⁵ Kelly, Kevin. *The Three Breakthroughs That Have Finally Unleashed AI on the World*.

(<http://www.wired.com/2014/10/future-of-artificial-intelligence/>)

²⁶ neuron

²⁷ neural network

²⁸ node

²⁹ phonemes

³⁰ graphics processing unit

³¹ parallel computing

³² Andrew Ng

یادگیری ژرف

Deep Learning

شبکه‌های عصبی در دهه ۱۹۵۰ اختراع شدند، اما برای این که دانشمندان کامپیوترشناس یاد بگیرند که چگونه رابطه‌های بین یک میلیون - یا ۱۰۰ میلیون - نورون را تحت کنترل در بیاورند ده‌ها سال طول کشید.

راه حل، سازمان‌دادن شبکه‌های عصبی در لایه‌های روی هم بود. کار نسبتاً ساده بازنشاسی یک صورت را که یک صورت است در نظر بگیرید. هنگامی که گروهی از بیت‌ها در یک شبکه عصبی یک الگو را تشخیص بدهند - مثلاً تصویر یک چشم را - این نتیجه برای بررسی بعدی به سطح بالاتر می‌رود. سطح بعدی ممکن است دو چشم را مربوط به یک گروه تشخیص بدهد و به سطح بالاتر برای الگوی بینی برود. ممکن است هر لایه میلیون‌ها گره را محاسبه کند (که هر کدام به محاسباتی در مورد گره‌های مجاور می‌انجامد).

برای بازنشاسی صورت یک انسان باید تا ۱۵ لایه بالا برود. در سال ۲۰۰۶، جف هیتون (Geoff Hinton)، در دانشگاه تورنتو، برای این روش یک ابتکار جدید ابداع کرد، که خودش آن را یادگیری ژرف (deep learning) نام نهاد. او با محاسبات ریاضی توانست نتایج هر لایه را چنان بهینه کند که یادگیری با بالاتر رفتن سطح لایه‌ها سریع‌تر حاصل شود.

الگوریتم‌های یادگیری عمیق چند سال بعد هنگامی که GPUها به کار گرفته شدند شتاب بسیار گرفتند. الگوریتم یادگیری ژرف به تنهایی برای تولید تفکر منطقی پیچیده کافی نیست، اما یک بخش ضروری همه سیستم‌های هوش مصنوعی، مانند الگوریتم‌های سیستم واتسون محصول آی‌بی‌ام، فیس‌بوک، یا جستجوگر گوگل امروز است. □

منبع:

Kelly, Kevin. *The Three Breakthroughs That Have Finally Unleashed AI on the World.*
(<http://www.wired.com/2014/10/future-of-artificial-intelligence/>)

رسیدند که تراشه‌های GPU می‌توانند شبکه‌های عصبی را به طور موازی اداره کنند.

این کشف فرصت‌های جدیدی را برای شبکه‌های عصبی فراهم کرد، که می‌توانند صدها میلیون اتصال بین گره‌های‌شان داشته باشند. پردازنده‌های مرسوم برای محاسبات همه امکانات پشت سرهم و وابسته به هم در یک شبکه عصبی ۱۰۰ میلیون پارامتری به هفته‌ها وقت نیاز داشتند. این‌جی به این نتیجه رسید که یک خوشه از GPUها می‌تواند همان کار را در یک روز انجام بدهد. امروزه شبکه‌های عصبی به کارگیرنده GPUها به طور مستمر توسط شرکت‌های مجهز به ابر (cloud) مانند فیس‌بوک یا Netflix به کار گرفته می‌شوند. فیس‌بوک برای شناسایی دوستان شما در عکس‌ها، یا Netflix، برای دادن توصیه‌های قابل اعتماد به بیش از ۵۰ میلیون مشترک خود از شبکه‌های عصبی بهره می‌گیرند. □



علم مدرن که رنه دکارت تعریف کرد، ارتباط‌دادن دنیای بیرونی یا بدن یا جسم (res extensa) به دنیای درونی یا ذهن یا خود یا من (res cogitans) است، یا مشاهده از طریق حواس.

ذهن هر انسانی با دیدن اشیاء سفالی تصویر بالا که متعلق به حدود ۸۵۰۰ تا ۸۸۰۰ سال پیش هستند بلافاصله الگوی (pattern) کاسه را بازنشاسی (recognition) می‌کند. هوش مصنوعی هم با بازنشاسی الگو می‌تواند مشاهده و حس کند. البته آنچه شاخه بازنشاسی الگو در هوش مصنوعی را مهم کرده است، بازنشاسی الگو در کلان‌داده‌هاست.

(عکس از موزه حمزه تبریزی؛ کاسه‌های یافت‌شده در تپه چغابوت، دزفول؛ موزه ایران باستان.)



پیشامدرنیتہ در ۵۰۰۰ سال پیش

از زمانی که انسان حدود ۱۰ هزار سال پیش در عصر نوسنگی یا انقلاب کشاورزی در گنج‌دره و تپه‌آسیاب یا غار کمر بند ابزار شمارش سفالی توکن را اختراع کرد تا زمانی که رسانه نوشتار را اختراع کرد حدود ۴ تا ۵ هزار سال طول کشید. این در حالی است که هم فناوری مورد نیاز وجود داشت و هم مغز هوموساپینس پتانسیل چنین کاری را داشت، حتی پیامبری با کتاب نیز نیامد — به ویژه پیامبری از ادیانی که به خاستگاه الهی نوشتار باور دارند — چون نیاز نبود.

توکن‌ها تا چند هزار سال برای مبادلات انسان‌های عصر انقلاب کشاورزی کافی بودند، همین که میزان مبادلات کمی بیشتر شد توکن‌پوش (envelope) اختراع شد — که بسته‌بندی هر مجموعه توکن در یک قالب گلی بود. چند سده پس از اختراع توکن‌پوش، تولیدات کشاورزی/دامی/صنعتی به دلائل مختلف بازهم افزایش قابل ملاحظه‌ای پیدا می‌کند و همزمان تقاضا برای خرید چنان محصولاتی به وجود می‌آید. هم حمل‌ونقل باید متحول می‌شد و هم به یک روش ثبت داده‌های جدید نیاز بود، هم به یک وسیله اندازه‌گیری منصفانه، و هم به یک وسیله برای خرید و فروش کالا. مغز هوموساپینس و فناوری روز توان حل این چهار مسئله و برطرف کردن این چهار نیاز را داشت: چرخ و رام‌گردن اسب، رسانه نوشتار، ترازو، و سکه، حدود ۶ تا ۷ هزار سال پیش اختراع شد (احتمالاً ترازو قدمتی بیشتر و سکه قدمتی کمتر داشته باشد). چرخ بدون جاده بهره‌وری اندکی دارد، پس به نهادهای نیاز پیدا می‌شود که جاده‌سازی کند. حجم مبادلات به نهادهای مدیریتی جدید نیز نیاز داشت، در همین دوران دولت‌شهرها نیز پدید می‌آیند.

قدمت چرخ مغری ارایه که در تصویر بالا آمده است و در جنوب شهر شاهی شوش یافت شده است به چهار تا پنج هزار سال پیش می‌رسد (دوره عیلام قدیم)، و گفته می‌شود که اختراع چرخ در همین ناحیه انجام شده باشد.

همچنان که در جدول زیر می‌توانید ببینید شبیه به رویدادهایی که به مدرنیتہ انجامیدند در دوران پیشامدرنیتہ در سرزمین ایران نیز رخ داده است. خردگرایی تجهیز شده با توکن به خردگرایی تجهیز شده با ریاضیات مدرن یا هوش مصنوعی تکامل یافته است. حتی جاده‌ها در دوران پیشامدرن چنان طولانی می‌شوند که بتوانند نقش اینترنت و گلوبالیزیشن در دنیای کنونی را بازی کنند. راه شاهی نخستین جاده بین‌المللی است که داریوش اول هخامنشی حدود ۲۵۰۰ سال پیش احداث می‌کند، ضمن این که پول، وزن، و متراژ استاندارد را در سراسر امپراتوری رواج می‌دهد. این اقدامات که بر بنیاد خرد تجهیز شده با ابزارهای محاسبه و داده‌ها انجام پذیرفت انقلابی در اقتصاد این سرزمین پدید آورد. دو یا سه سده بعد چینی‌ها راه ابریشم را می‌سازند. راه شاهی و راه ابریشم تجارت و صنعت این سرزمین را تا سال ۱۴۵۳ میلادی که عثمانی‌ها تجارت با غرب را تحریم مقدس می‌کنند و متروک می‌شود کم‌وبیش پر رونق نگه می‌دارد. افزون بر این، اینها فقط دو راه نبودند، شبکه‌ای از راه‌ها بودند که تبادلات فرهنگی و علمی را نیز انجام می‌دادند و نخستین تلاش بشر برای گلوبالیزیشن بودند، تلاش و خواسته‌ای که تا امروز تداوم یافته است.

دوره	نخستین محرک رایانشی	محرک رسانه‌ای	وسيله ذخيره و باز يابی داده‌ها	نخستين محرک اقتصادی	پول	شهر و حکومت
پیشامدرنیتہ (سنت) از ۱۰ هزار سال پیش	توکن (token)	رسانه نوشتار (دست‌نویس)	سنگ، کتیبه‌های گلی، پاپیروس، پارشمن، کاغذ	چرخ و اهلی کردن اسب	مبادله کالا به کالا، بز و گاو، صدف کانواری (cowrie)، سکه	شهر سنتی با حکومت خودکامه
مدرنیتہ از دهه ۱۶۲۰ میلادی	محاسبه با دستگاه شمار نویسی دهدهی	رسانه چاپ، تلگراف، تلفن، تلویزیون، رادیو، Web 1.0	کاغذ، نوار و دیسک مغناطیسی، ذخیره‌گرهای دیجیتال	موتور بخار	سکه، اسکناس	شهر مدرن با لیبرال دموکراسی
پسامدرنیتہ از سال ۲۰۱۰ میلادی	رایانش موازی	Web 2.0، Web 3.0، شبکه‌های اجتماعی، رسانه کلان‌داده‌ها، متاورس	کاغذ، ذخیره‌گرهای دیجیتال، ابر، ذخیره‌سازی بلاک‌چین	خودران و کارخانه‌های تاریک	بانک الکترونیک، رمزارز	شهر هوشمند با ای-دموکراسی



صنعت سفال گری حدود ۱۵۰۰۰ سال پیش اختراع شد. حدود ۱۰ هزار سال پیش در عصر نوسنگی که به انقلاب کشاورزی انجامید توکن‌های سفالی به عنوان ابزارهای شمارش و سنجه اختراع شدند، که به عنوان ابزارهای ذخیره و بازاریابی داده‌ها و اطلاعات عمل کردند. از سفال تا هزاران سال به عنوان یک رسانه حاوی پیام استفاده شده است. چهل و چهار سال است که به جای آن که نظام ولایت فقیه راه‌حلی برای تورم اقتصادی بالای مزمن بیابد هزینه‌های هنگفتی را برای پاره‌ای از احکام فقهی، به ویژه حجاب صرف کرده است، از دوربین‌های ترافیک بهره گرفته است، و تعداد زیادی از بانوان را به دلیل ضعیف‌الجایی بازداشت و مجازات کرده است. ظاهراً براین باورند که بازتولید تمدن اسلامی با اجرای احکام فقهی، به ویژه حجاب به سادگی صورت می‌پذیرد. تمدن اسلامی، تمدن ایران باستان، تمدن یونان باستان، یا تمدن مصر باستان که همگی در دوران پیشامدرن رخ داده‌اند ربطی به حجاب بانوان و احکام فقهی نداشته است، محصول خردورزی با کمک ابزارهای محاسبه کمکی مانند توکن بوده است. توکن‌ها سرآغاز ساخت چنین تمدن‌هایی بوده‌اند، که امروزه به کامپیوترهای الکترونیکی پر قدرت تکامل یافته‌اند.

عکس‌ها از راست به چپ، بالا به پایین:

۱. کاسه سفالی، محل کشف: گرگان؛ کتیبه به خط کوفی و نسخ؛ سده ۷ هجری قمری.
۲. قاب سفالی؛ محل کشف: کاشان-اصفهان؛ دارای کتیبه؛ سده ۷ هجری قمری.
۳. بشقاب سفالی؛ محل کشف: نیشابور؛ سده ۷ هجری قمری.
۴. کاسه سفالی؛ محل کشف: ری؛ کتیبه به خط کوفی؛ سده ۷ هجری قمری.
۵. کاسه سفالی؛ محل کشف: ری؛ کتیبه به خط کوفی؛ اواخر سده ۶ هجری قمری.

(عکس‌ها از مؤده حمزه تبریزی، موزه ملی ایران)

