زمین‌خوانی

خطر را جدی بگیریم

تغییر اقلیم و بحران‌های ناشی از آن در آینده ایران

مهدی زارع

۱- خاورمیانه یکی از نگران‌کننده‌ترین نقاط بحران جهانی تغییرات اقلیمی است. ایران یک نمونه منطقه‌ای است که همه مظاهر، پیامدها و علل بحران اقلیمی را در خود دارد، بحرانی که در دو دهه گذشته به سرعت بدتر شده و به چیزی بیش از یک چالش محیط‌زیستی تبدیل شده، پیامدهای اقتصادی و بهداشتی ایجاد کرده و بر عرصه‌های سیاسی، اجتماعی و دیپلماتیک تأثیر منفی گذاشته است. اگرچه ایران از بحران‌های تجمعی بزرگی رنج می‌برد که امنیت و ثبات آن را تهدید می‌کند، تغییرات اقلیمی براساس بعضی برآوردها شدیدترین چالش و بحرانی است که موجودیت و تمامیت ارضی ایران را تهدید می‌کند. بحران گسترده اقلیمی ایران را نمی‌توان بحرانی داخلی و ناشی از علل داخلی و محدود دانست، بلکه کل خاورمیانه از اثرهای تغییرات اقلیمی رنج می‌برد. داده‌ها نشان می‌دهد که بحران‌های ناشی از تغییرات اقلیمی در ایران بیش از هر کشور دیگری به دلایل زیر بدتر می‌شود: وخامت زیرساخت‌های اقتصاد ایران، منجر به افزایش مصرف انرژی، همراه با کاهش بهره‌وری و تولیدات می‌شود. از سوی دیگر فناوری‌های منسوخ تولید، توزیع و مصرف بر توانایی دولت و آژانس‌های آن برای مدیریت مؤثر تغییرات اقلیمی اثر منفی می‌گذارد. چالش اقلیمی در ایران مجموعه‌ای از بحران‌های به‌هم‌پیوسته است که بر حیطه‌هایی غیر از محیط زیست مانند جنبش‌های اجتماعی و اقتصاد اثر نامطلوب می‌گذارد.

۲- بحران آب مؤلفه اصلی چالش گسترده‌تر اقلیمی در ایران و دلیل اصلی دیگر بحران‌های تشدیدکننده است. میزان بارندگی در ایران در دهه گذشته در مقایسه با نرخ بلندمدت (حدود ۲۰۰ تا ۲۴۰ میلی‌متر سالانه) در دهه گذشته به ۱۷۰ تا ۲۰۰ میلی‌متر کاهش یافته است. جریان رودخانه‌ها در ایران در مدت مشابه ۴۴ درصد کاهش یافته و از ۸۷ میلیارد مترمکعب به ۴۹ میلیارد مترمکعب سالانه در دهه گذشته رسیده است. این امر منجر به افزایش چشمگیر برداشت از آب‌های زیرزمینی شده و تعداد چاه‌های آب در ایران از ۴۰ هزار حلقه در اواسط دهه ۶۰ به حدود ۹۵۰ هزار حلقه در پایان دهه ۱۳۸۰-۱۳۹۰ افزایش یافت. افزایش مصرف آب موجب کاهش ۷۰ درصدی ذخایر آب زیرزمینی ایران در کمتر از سه دهه شد. این امر باعث شد ذخیره سرانه آب شیرین در ایران از ۲۶۰۰ مترمکعب در دهه ۷۰ شمسی به کمتر از ۱۲۰۰ مترمکعب در دهه ۹۰ برسد. تقریبا ۳۳۴ شهر از ۱۱۵۰ شهر ایران در سال ۱۴۰۱ دچار بحران آب شدند که نشان از «چالش آب» برای حدود ۴۵ درصد از جمعیت ایران بود. تقریبا ۲۰ میلیون نفر با بحران آب مواجه شده‌اند. آمار وزارت نیرو نشان می‌دهد که از هر ۱۰ شهر ایران، هفت شهر از جمله تهران، در تابستان با بحران‌های شدید تأمین آب مواجه‌اند. بحران آب تا حدی به کاهش بارندگی و دمای بالا مربوط می‌شود که تبخیر را افزایش می‌دهد. با این حال، این بحران به صورت جدی ناشی از توزیع نامتوازن جمعیت و تمرکز جمعیت و صنایع در بخش‌های خشک کشور و استفاده از روش‌های قدیمی تصفیه آب و روش‌های منسوخ توزیع، مصرف و بازیافت آب است. کشاورزی سالانه حدود ۹۲ درصد از آب در ایران مصرف می‌کند. آمار وزارت جهاد کشاورزی نشان می‌دهد که میزان تولید غذا با هر مترمکعب آب تقریبا یک‌چهارم نرخ اروپاست. روش‌های مصرف آب در بخش کشاورزی سالانه حدود ۷۵ درصد از آب را به هدر می‌دهد. حدود ۱۳،۶ درصد از آب شیرین اختصاص‌یافته به بخش عمران در خطوط لوله قدیمی هدر می‌رود که پنج برابر هدررفت آب در آلمان است. این بدان معناست که بحران آب ناشی از تغییر اقلیم و مصرف ناپایدار منابع آبی از جمله آب‌های زیرزمینی است. علاوه بر این، زیرساخت‌های خطوط لوله آب و سامانه‌های آبیاری منسوخ، ایران را در آستانه یک بحران مهم قرار داده است.

۳- تشدید بحران آب در ایران به افزایش بحران‌های بیابان‌زایی و گرد و غبار در دو دهه گذشته انجامیده است و به گفته کارشناسان ایرانی، در ۲۶ استان از ۳۱ استان ایران، به بحرانی فراگیر و گسترده تبدیل شده که زندگی انسان‌ها و محیط زیست را تحت تأثیر قرار داده است. کلانتری رئیس سابق سازمان محیط زیست گفته بود: ۶،۵ میلیون هکتار از ۱۲ میلیون هکتار از جنگل‌های زاگرس ایران در هفت دهه گذشته تخریب شده است. نامی رئیس سازمان مدیریت بحران کشور نیز ابراز داشت در پنج سال گذشته حدود ۱۰۰ هزار هکتار از جنگل‌ها و مراتع کشور دچار آتش‌سوزی شده است، این آتش‌سوزی‌ها ممکن است با سرعت کنونی ادامه یابد و این بدان معناست که جنگل‌های ایران احتمالا در پنج دهه آینده ناپدید خواهند شد. گزارش وزارت جهاد کشاورزی مدعی است که مساحت جنگل‌های استان مازندران از ۱،۱ میلیون هکتار به ۸۷۰ هزار هکتار بین سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۴ کاهش یافته که به این معنی است که تنها در سه دهه ۲۱ درصد از جنگل‌ها از بین رفته است. براساس آمار رسمی دولت، مساحت بیابان ایران در دهه گذشته نزدیک به یک میلیون هکتار افزایش یافته است. حدود ۱۰۰ میلیون هکتار از عرصه‌های سبز مستعد بیابان‌زایی است و نزدیک به ۳۲ میلیون هکتار در شرف تبدیل‌شدن به بیابان است. در دهه گذشته ۷،۲ میلیون هکتار از این منطقه به کانون توفان‌های گرد و غبار تبدیل شده است. در حالی که برخی معتقدند کشورهای همسایه ایران منشأ توفان گرد و غبار هستند، گروهی دیگر از کارشناسان مناطق کویری داخل ایران را منشأ ۷۰ درصد از این توفان‌ها می‌دانند که بر زندگی ۵۷ درصد جمعیت ایران اثر می‌گذارد. روزهای گرد و خاکی در ایران از ۳۴ روز در سال ۱۳۷۸ به ۱۲۰ روز در سال ۱۴۰۰ افزایش یافت. علاوه بر مشکلات بهداشتی ناشی از توفان‌های گرد و غبار از جمله بیماری‌های تنفسی و قلبی عروقی و انواع سرطان‌ها، پیامدهای اقتصادی عواقب نامطلوب این توفان‌ها را برجسته می‌کند از جمله کاهش بهره‌وری کشاورزی که براساس مطالعات بین چهار تا شش درصد کاهش یافته است.

۴- توفان‌های گرد و غبار همچنین بر کار و فعالیت‌های اقتصادی اثر منفی می‌گذارد. تخمین زده شده که خسارت اقتصادی ناشی از توفان‌های گرد و غباری که در پنج سال ۱۳۸۲-۱۳۸۶ در جنوب و غرب ایران روزانه ۲۰۸ میلیون دلار آمریکا بوده است. برآوردهای دیگر کل خسارت را بین حدود ۲.۵ تا ۱۳.۵ میلیارد دلار در مدت مشابه نشان می‌دهد. ایران یکی از ۱۹ کشوری است که احتمالا تا سال ۱۴۳۰ به بیابان تبدیل می‌شود. کلانتری افزود: اگر مسئولان در دهه‌های آینده این مشکل را حل نکنند، بیابان‌زایی و توفان گرد و غبار باعث جابه‌جایی جمعیتی خواهد شد.

راه پرپیچ‌وخم بمب هسته‌ای در آلمان

چه اتفاقی برای اندیشه پاد-بمب هسته‌ای در دل اروپا افتاده است

کاتیا هویر

ترجمه و افزوده: حسن فتاحی

Billerbeck

یک روز تاریخی

روز ۲۲ اکتبر ۱۹۸۳م. برابر با ۳۰ مهر ۱۳۶۲خ. با سال‌های جنگ ایران و عراق در خاورمیانه و جنگ سرد در جهان و چند سالی مانده به فروپاشی غول شوروی کمونیستی و درحالی‌که دیوار برلین آلمان را به دو بخش شرق و غربی بخش کرده بود، در آلمان غربی، بیش از یک میلیون نفر از مردم به خیابان‌ها ریختند و راهپیمایی و تظاهرات بزرگی را رقم زدند. بیش از ۲۰۰ هزار نفر، زنجیره‌ای انسانی به درازای بیش از ۱۰۸ کیلومتر را شکل دادند. این زنجیره انسانی، در جنوب آلمان، از اشتوتگارت آغاز شد و تا شهر نئو-اولم ادامه داشت. در پایتخت آلمان، بُن، نیم‌میلیون نفر به سمت مرکز شهر راهپیمایی کردند؛ جایی که ۱۵۰ هزار نفر دیگر منطقه دولتی را محاصره کرده بودند. در شهر بندری هامبورگ در شمال آلمان، ۴۰۰ هزار نفر در تلاش بودند تا به میدان مرکزی شهر بروند. آهن‌پیماها [قطار] و اتوبوس‌های سازمان‌دهی‌شده آماده بودند تا مردم را از روستاها و شهرهای سراسر آلمان به محل سخنرانی‌ها بیاورند؛ به جایی که مردم شعارنوشته در دست داشتند و اعتراض‌شان را به این شکل بیان می‌کردند. در میان اعتراض‌کنندگان آلمانی از هر رده و دسته اجتماعی بودند؛ از رانندگان تراکتور تا استادان دانشگاه. چه چیزی این همه مردم را با یکدیگر یکپارچه کرده و به خیابان‌ها آورده بود؟ چه عاملی می‌توانست این‌گونه افراد از خاستگاه‌های فکری، شغلی، مالی و اجتماعی را دست در دست هم به خیابان‌ها بکشاند و همگی یک چیز بخواهند؛ مخالفت آلمانی‌ها با انبارش جنگ‌افزارهای هسته‌ای در خاک آلمان. از قضای روزگار معترضان آلمانی همان چیزی را می‌خواستند که دولت آلمان غربی آن زمان هم آن را می‌خواست؛ برقراری و تأمین صلح و آرامش در اروپا و جلوگیری از تبدیل‌شدن تنش‌ها و خرده‌درگیری‌های جنگ سرد به یک جنگ گرم؛ اما گویا روش مردم و روش سیاست‌مداران با هم متفاوت بود. صدراعظم‌های پشت سر هم آمده در آلمان غربی بر این باور بودند که وجود جنگ‌افزار هسته‌ای در آلمان و اروپای غربی به‌عنوان یک بازدارنده هسته‌ای به بهترین شکل ممکن خواهد توانست با گزافه‌گویی‌ها و شاخ‌وشانه‌کشیدن‌ها و مهم‌تر از همه تهدید به یورش در برابر شوروی آن زمان مقابله کند. به زبان ساده، آنها جنگ‌افزار هسته‌ای را به‌عنوان عامل بازدارنده می‌دیدند. اما مشکلی وجود داشت؛ در کنوانسیون‌های بُن-پاریس که به سال ۱۹۵۵م. اجرای آن امری الزام‌آور تلقی شد، آلمان موافقت کرده بود در ازای پایان اشغال و ورود به ناتو، جنگ‌افزارهای هسته‌ای خود را افزایش و توسعه ندهد.

آلمان هسته‌ای

در آغاز سیاست‌مداران ارشد آلمان، به‌ویژه نخستین صدراعظم پس از جنگ، کونراد آدناور، با توافق‌نامه بن-پاریس مخالف بود. تنها با گذشت یک سال از تصویب کنوانسیون بن-پاریس در دولت آدناور، به‌ناگاه او در جلسه کابینه‌اش که در ایران چیزی هم‌سنگ جلسه وزیران است، در دسامبر ۱۹۵۶م. اعلام کرد کشورش یعنی آلمان غربی به جنگ‌افزارهای هسته‌ای خود نیاز دارد. او در جلسه کابینه‌اش چنین گفت: دو کشور بزرگ تنها دولت‌هایی هستند که جنگ‌افزار هسته‌ای دارند و بنابراین سرنوشت همه مردمان را در دست دارند. زمین در دست آنهاست. اشاره او به دو کشور آمریکا و شوروی بود. شوروی در آن روزگار در اوج قدرت بود و فیزیک‌دان بلندآوازه‌اش، آندره‌ئی ساخاروف، برای شوروی بمب گرماهسته‌ای را ساخته بود. درباره ساخاروف در صفحه علم روزنامه «شرق» بارها مطالبی نوشته‌ام و در اینجا فقط به کوتاهی بگویم که او اپنهایمرِ شوروی بود. نخست بمب گرماهسته‌ای را ساخت و سپس از منتقدان سرسخت حکومتِ شوروی شد؛ تا آنجا که به جلای مسکو و رانده‌شدن از خانه و زندگی‌اش انجامید. یک سال بعد آدناور تا آنجا پیش رفت که با فرانسوی‌ها و ایتالیایی‌ها برای هرچه گسترده‌ترکردن جنگ‌افزارهای هسته‌ای در یک پروژه مشترک یا همبستان، به زدوبندی مخفی و محرمانه دست یافت. این زدوبند و توافق محرمانه پیشرفت چشمگیری برای سیاست‌مداران آلمانی به‌شمار می‌رفت؛ آن‌هم یک دهه پس از پایان جنگ جهانی دوم. هنگامی‌که صدراعظم، آدناور، در سخنرانی عمومی خود از جنگ‌افزارهای هسته‌ای با نام «جنگ‌افزار هسته‌ای تاکتیکی» نام برد و تأکید کرد که چیزی بیش از یک گام رو به جلو در توپخانه نیست، گروهی از پژوهشگران هسته‌ای برجسته در آلمان غربی که با نام «گروه گوتینگن-۱۸» شناخته شدند، مانیفستی (فرازنامه/ بیانیه) را در ۱۲ آوریل ۱۹۵۷م. با عموم جامعه همرسانی کرده و در آن تأکید کردند جنگ‌افزارهای هسته‌ای تاکتیکی همان اثر ویرانگری را دارند که جنگ‌افزارهای هسته‌ای معمولی دارند. این ۱۸ دانشمند هسته‌ای همگی خود را پایبند دانسته بودند که به هیچ روی در گسترش یا پابرجایی و استقرار جنگ‌افزار هسته‌ای کوشندگی نخواهند کرد. نخست اجازه دهید نام این ۱۸ دانشمند را برشمارم و سپس درباره برخی کمی بیشتر توضیح دهم. فریتس باپ، ماکس بورن، رودلف فلایشمان، والتر گرلاخ، اوتو هان، اوتو هاگزل، ورنر هایزنبرگ، هانس کوپفرمان، ماکس فون لائو، هاینز مایر-لایبنیتس، یوزف ماتائوخ، فردریش آدولف پانِت، ولفگانگ پاول، ولفگانگ رایزلر، فریتس اشتراوسمان، ویلهلم والچر، کارل فردریش فون زاکر و کارل ریتز. در میان این ۱۸ دانشمند که بیشتر آنها به دانشگاه گوتینگن بسته بودند، برخی نام‌ها پرآوازه‌تر بود. اتو هان به همراه لیزه مایتنر پدر شکافت هسته‌ای شناخته می‌شد و ورنر هایزنبرگ، فراتر از کارهای اساسی‌اش در مکانیک کوانتومی و ارائه اصل عدم قطعیت یا ناقطعیت/ ناتاشیگی، از مهم‌ترین دانشمندان ساخت نخستین رآکتور/ واکنشگر هسته‌ای آلمان بود. هم اتو هان و هم ورنر هایزنبرگ، هر دو پیش‌تر در برنامه جنگ‌افزار هسته‌ای آلمان هیتلری کار کرده بودند، اما در پی پیروزی نیروهای متفقین به زندگی آرام خود بازگشته بودند؛ هرچند هر دو نفر از بمباران هسته‌ای هیروشیما و ناگاساکی در ماه مِی ۱۹۴۵م. سخت مبهوت شده بودند. بیانیه گوتینگن با همرسانی و گفت‌وگوهای ملی و مطبوعاتی بسیار جان گرفت و پرمایه شد. فراتر از آن، نخستین راهپیمایی بزرگ سرتاسری در کشور به دست جنبش بزرگ «مبارزه با مرگ هسته‌ای» را کلید زد و آن را سازمان‌دهی کرد. پس از ۱۲ سال دیکتاتوری نازی‌ها و سختی‌های بی‌حس‌کننده سال‌های نخست پس از جنگ جهانی دوم، اندیشه جنگ‌افزارهای هسته‌ای در خاک آلمان جرقه گفت‌وگوهای دموکراتیک و مخالفت‌های سیاسی خارج از مجلس را برانگیخت؛ اما دست برتر با آدناور بود. راه‌حلی که آلمان غربی و همتایان آمریکایی‌اش در ناتو ارائه داده بودند، بِگرت یا مفهومی نوین بود با نام «اشتراک هسته‌ای یا هموندی هسته‌ای». آلمان جنگ‌افزارهای هسته‌ای خود را نخواهد داشت ولی ارتش آن برای تحویل‌گرفتن بمب‌ها، موشک‌ها و مین‌های آمریکایی آموزش خواهد دید. هنگامی که مجلس فدرال آلمان چنین تصمیم مهمی را در تاریخ ۲۵ مارس ۱۹۵۸م. تصویب کرد، اعتراض‌های گسترده‌ای کل کشور را فراگرفت. در بهار آن سال، ۱۰ سال پیش از آن راهپیمایی معروف ضدجنگ /پادجنگ سال‌های ۱۹۶۸ و ۱۹۶۹، یک و نیم میلیون نفر به خیابان‌ها آمدند. راهپیمایی خیابانی با همراهی کلیسا و اعتصاب‌های گسترده بخش‌های شغلی گوناگون همراه بود. براساس بررسی‌های انجام‌شده در آن زمان، بیش از ۸۰ درصد آلمانی‌های آن زمان با استقرار جنگ‌افزارهای هسته‌ای در خاک آلمان مخالف بودند.

جنبش ضدهسته‌ای

آتش جنبش پادهسته‌ای/ ضدهسته‌ای به‌خوبی جان گرفته و شعله‌هایش زبانه می‌کشید. آتش این جنبش‌ها در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰م. مدام شعله‌ورتر می‌شد. در راهپیمایی‌های سالانه عید پاک، صدها هزار نفر علیه جنگ‌افزارهای هسته‌ای حضور داشتند. جمعیت به میدان آمده ترکیب شگفتی از روشنفکران و گروه‌های دینی و سازمان‌های چپ کارگری بود؛ اما دولت به کار خود ادامه داد و نیروهای ارتش آلمان در گروه‌های توپخانه ارتش ایالات متحد آمریکا آموزش دیدند. در نهایت جنگ‌افزارها را که برخی پیش‌بینی می‌کنند تا پنج هزار بوده، در خاک آلمان مستقر کردند. دولت بُن و هم‌پیمانان آنها در ناتو این کار را، هم گامی ضروری در روند حفظ صلح و هم ابزاری برای اجازه‌دادن به آلمان برای بازیابی قدرت سیاسی در صحنه جهانی می‌دانستند. زمانی که اتحاد جماهیر شوروی اراده کرد موشک‌های مدرنی را در اروپای شرقی مستقر کند، دولت آلمان غربی و هم‌پیمانانش حالا نسبت به تصمیمی که گرفته بودند، احساس حق‌به‌جانبی داشتند. موشک‌های میان‌برد پرتابیک/ بالستیک شوروی با توانایی ترابرد کلاهک هسته‌ای، می‌توانستند پایگاه‌های ارتشی/ نظامی و عمومی اروپای غربی را هدف قرار دهند. دولت بُن از ترس آسیب‌پذیری آلمان غربی در برابر یورش شوروی با همراهی و موافقت تصمیم ناتو در سال ۱۹۷۹م. همان سالی که در ایران بُن‌گشت ۱۳۵۷خ. رخ داد، واکنش نشان داد. اینکه فراروند این اقدام در زمان صدراعظم سوسیال‌دموکرات، هلموت اشمیت، انجام شد، به این معنا بود که رأی‌دادن به هیچ‌یک از دو حزب تأسیس‌شده، واقعا راهی برای مخالفت با این تصمیم آنان نبود. در سراسر اوایل دهه ۱۹۸۰م. همان دهه‌ای که در خاورمیانه جنگ ایران و عراق برپا بود و نخستین جرقه‌های برنامه هسته‌ای ایران خیلی آرام زده می‌شد، همان دهه‌ای که نشانه‌های فروپاشی شوروی داشت عیان می‌شد و شوروی در باتلاق افغانستان هم فرورفته بود، در آلمان جنبشی بزرگ و به‌شدت ژیرا(فعال)ی سیاسی در موضوع ضدهسته‌ای، از دل جنبش پیشین در حال رشد بود. حزب سبز آلمان در سال ۱۹۸۰م. در تلاشی برای وزن‌دهی به راهپیمایی‌ها و ایده‌ها شکل گرفت. در سال ۱۹۸۳م. بزرگ‌ترین راهپیمایی که آلمان تاکنون به خود دیده بود، برگزار شد. حزب سبز با ۲۷ صندلی وارد مجلس شد. این کرسی‌ها را حزب رقیب به بهای پشتیبانی از برنامه هسته‌ای آلمان از دست داده بود. در دهه ۱۹۸۰م. مخالفت با برنامه هسته‌ای به حدی بود که حتی سربازان هم به‌رغم دستور روشن، جسورانه سرپیچی کردند و به راهپیمایی‌ها پیوستند. جنبش ضدهسته‌ای آلمان در دهه ۱۹۸۰م. بسیار پُرگون بود و صدها هزار نفر را شامل می‌شد. کمونیست‌های آلمانی خود را شانه به شانه کشیشان کلیسا یافتند. زنان خانه‌دار با سربازان و جوشکاران با حسابداران، جملگی بر این باور استوار بودند که جنگ‌افزار هسته‌ای نمی‌تواند صلح را ضمانت کند. آنها می‌گفتند وجود جنگ‌افزارهای هسته‌ای تاکتیکی وضع را بدتر و بغرنج‌تر می‌کند. اگر میان آمریکا و شوروی جنگی رخ می‌داد، آلمان در خط گسل میان آن دو گیر می‌افتاد، کمااینکه برلن/ برلین و در مقیاسی بزرگ‌تر کشورشان دو نیم شده بود. تمرین‌های بی‌پایان و رزمایش‌ها آژیر خطر هسته‌ای این موضوع را برای تمام آلمانی‌ها روشن کرده بود؛ همان‌طورکه وجود دو هزار شبکه پناهگاهی زیرزمینی این کار را کرده بود. بااین‌حال، دولت فهمیده بود یا این‌طور وانمود می‌کرد که جنگ‌افزارزدایی یک‌طرفه منجر به برهم‌خوردن خطرناک هم‌ترازی در بن‌بست با اتحاد جماهیر شوروی خواهد شد. دولت آلمان غربی استدلال می‌کرد که دقیقا/ پرسونانه همین هم‌ترازی و تعداد جنگ‌افزار هسته‌ای تاکتیکی صلح و سازش را حفظ خواهد کرد. از نظر آنان جنبش آشتی و صلح طرفدار مسیری بود که ازقضا به جنگ منتهی می‌شد.

امروز روز دیگری است

امروز که خط مقدم درگیری و جنگ با روسیه برجای‌مانده از شوروی فروپاشیده پیشین دیگر از قلب آلمان عبور نمی‌کند، به نظر می‌رسد آلمانی‌ها به همان نتیجه‌ای رسیده‌اند که چند دهه پیش دولت‌شان می‌گفت. در نظرسنجی انجام‌شده در ماه ژوئن ۲۰۲۲م. ماه‌ها پس از یورش روسیه به اوکراین، بیشتر مردم خواهان نگهداری جنگ‌افزارهای هسته‌ای آمریکا در خاک آلمان بودند. آلمانی که حالا امروز، کشوری یکپارچه است و دیگر از آلمان شرقی و غربی و دیوار برلین/ برلن خبری نیست. دولت برگرفته از سوسیال‌دموکرات‌ها و لیبرال‌ها و سبزها تصمیم گرفته پایبندی آلمان را برای استقرار جنگ‌افزار و هم‌پیمانی هسته‌ای تجدید کند. همچنین دولت آلمان می‌خواهد اگر لازم شد، ناوگان پیر جنگنده‌های تورنادی این کشور را برای استقرار جنگ‌افزار هسته‌ای با جنگنده‌های پیشرفته اف-۳۵ شرکت لاکهید مارتین جایگزین کند. شرکت فناوری لاکهید مارتین همان شرکت جنگنده‌سازی است که ایرانی‌ها پیش از بُن‌گشت ۵۷ در یکی از هوشمندانه‌ترین خریدهای نظامی برای کشور، اف-۱۴ را به خدمت نیروی هوایی ایران درآوردند. درحالی‌که هنوز کسانی هستند که با تعهد دوباره آلمان به بازدارندگی هسته‌ای مخالف هستند، بیشتر آلمانی‌ها از ترس و وحشت تجربه پس از جنگِ خود بیرون آمده‌اند. در رویارویی با یورش پوتین به خاک اروپا در اوکراین، بسیاری از آلمانی‌ها چنین می‌اندیشند که جنگ‌افزارهای هسته‌ای شاید بتواند برایشان صلح به ارمغان آورد و نه جنگ. و نباید این نکته را فراموش کنیم که دولت آلمان می‌داند که باید برای چنین تصمیم‌هایی نظرسنجی کند، نه اینکه بگوید مردم توان فهم مسئله را ندارند.

تکامل هوش مصنوعی

از مدل‌های فردی تا سیستم‌های اطلاعاتی

مریم مرامی

کارشناس ارشد علوم شناختی

حوزه هوش مصنوعی از زمان پیدایش خود راه درازی را پیموده است و از قلمرو علمی - تخیلی به یک فناوری ضروری تبدیل شده است که صنایع و زندگی را در سراسر جهان متحول می‌کند. با پیشرفت در یادگیری ماشینی، پردازش زبان طبیعی و بینایی کامپیوتری، هوش مصنوعی دیگر یک رؤیای آینده‌نگر نیست، بلکه یک واقعیت فعلی است. در اینجا به بررسی رویکردها و راه‌های جدیدی برای ساختاردهی بارِ کاری هوش مصنوعی و پتانسیل‌هایی که برای آینده دارد، می‌پردازیم.

از تورینگ تا امروز

سفر هوش مصنوعی در دهه ۱۹۵۰ با کار پیشگام آلن تورینگ آغاز شد که آزمایش تورینگ را برای تعیین اینکه آیا یک ماشین می‌تواند هوش انسان را تقلید کند یا خیر، پیشنهاد کرد. در دهه ۱۹۶۰، تحقیقات هوش مصنوعی با توسعه اولین زبان برنامه‌نویسی هوش مصنوعی LISP، توسط جان مک‌کارتی، شتاب بیشتری گرفت. سیستم‌های اولیه هوش مصنوعی بر استدلال نمادین و سیستم‌های مبتنی بر قانون تمرکز داشتند که منجر به توسعه سیستم‌های خبره در دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ شد. دهه ۱۹۹۰ گواه بر تغییر تمرکز به سمت یادگیری ماشین و رویکردهای مبتنی بر داده بود که به موجب افزایش دسترسی به داده‌های دیجیتال و پیشرفت در قدرت محاسباتی هدایت شد. در این دوره ظهور شبکه‌های عصبی و توسعه ماشین‌های بردار پشتیبانی را شاهد بودیم که به سیستم‌های هوش مصنوعی اجازه می‌داد از داده‌ها یاد بگیرند و منجر به عملکرد و سازگاری بهتر شد. در دهه ۲۰۰۰، تحقیقات هوش مصنوعی به حوزه‌های جدیدی از جمله پردازش زبان طبیعی، بینایی کامپیوتر و رباتیک گسترش یافت و راه را برای انقلاب هوش مصنوعی امروزی هموار کرد. انفجار اخیر هوش مصنوعی تا حد زیادی به توسعه تکنیک‌های یادگیری عمیق و ظهور شبکه‌های عصبی در مقیاس بزرگ، مانند سری ترانسفورماتور از پیش آموزش‌دیده (GPT) توسط OpenAI نسبت داده می‌شود. GPT-۳ که در سال ۲۰۲۰ نشر یافت، نمونه بارز چگونگی تکامل هوش مصنوعی است که توانایی‌های بی‌سابقه‌ای از درک و تولید زبان طبیعی را نشان می‌دهد. موفقیت GPT-۳ و پیشینیان آن گواهی بر پتانسیل هوش مصنوعی است و باعث تحقیقات و توسعه بیشتر در این زمینه شده است. آخرین نسخه، GPT-۴، بر اساس نسخه‌های قبلی خود ساخته شده و قابلیت‌های پیشرفته‌تری را به نمایش می‌گذارد و مرزهای هوش مصنوعی را حتی بیشتر می‌کند.

صنایع تبدیل‌شده توسط هوش مصنوعی

هوش مصنوعی در تمام جنبه‌های زندگی ما نفوذ کرده و صنایع متعددی را در این مسیر متحول کرده است: در حوزه بهداشت و درمان، ابزارهای تشخیصی مبتنی بر هوش مصنوعی، تشخیص بیماری را بهبود می‌بخشد، امکان تشخیص دقیق و به‌موقع را فراهم می‌سازد و درعین حال کشف داروهای مبتنی بر هوش مصنوعی، توسعه درمان‌های جدید را تسریع می‌کند. همچنین رباتیک و هوش مصنوعی در جراحی دقیق، بهبود نتایج بیمار و کاهش زمان بهبودی نقش حیاتی دارند. هوش مصنوعی با پیاده‌سازی کارخانه‌های هوشمند، تولید را متحول می‌کند، جایی که رباتیک و سیستم‌های اتوماسیون پیشرفته، فرایندهای تولید را بهینه می‌کنند، ضایعات را کاهش می‌دهند و کارایی را افزایش می‌دهند. تعمیر و نگهداری پیش‌بینی‌شده مجهز به هوش مصنوعی، در کاهش زمان خرابی تجهیزات و به حداقل رساندن هزینه‌های عملیاتی بسیار ارزشمند است. وسایل نقلیه خودران و سیستم‌های مدیریت ترافیک تجهیزشده با هوش مصنوعی در حال انقلابی در حوزه حمل‌ونقل و درنتیجه نویدبخش کاهش تصادفات و کاهش ازدحام هستند. هوش مصنوعی همچنین برنامه‌های کاربردی را در تدارکات، ساده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین و بهینه‌سازی مسیرهای تحویل پیدا کرده است و با فعال‌کردن سفارشات شخصی، چت‌ربات‌های هوشمند و مدیریت موجودی کالا، تجربه مشتری را در خرده‌فروشی افزایش می‌دهد. تجزیه و تحلیل مبتنی بر هوش مصنوعی همچنین به خرده‌فروشان کمک می‌کند رفتار و ترجیحات مشتری را بهتر درک کنند و به آنها امکان می‌دهد پیشنهادات خود را مطابق با آن تنظیم کنند. در کشاورزی هم تکنیک‌های کشاورزی مبتنی بر هوش مصنوعی باعث افزایش بازده محصول و مدیریت بهینه منابع شده است. از شناسایی آفات و بیماری‌ها تا تعیین زمان کاشت و برداشت بهینه، هوش مصنوعی نقش مهمی در تضمین امنیت غذایی جهانی ایفا می‌کند.

ساخت سیستم‌های مؤثرتر برای هوش مصنوعی

هوش مصنوعی مولد و مدل‌های زبان در مقیاس بزرگ با سرعت زیادی در حال پیشرفت هستند و توجه زیادی را در بین رهبران کسب‌وکار به خود جلب کرده‌اند. اگرچه LLM موتور پشتیبان هوش مصنوعی مولد است، یک استراتژی هوش مصنوعی سازمانی فضایی را برای مدیریت مدل‌های متعدد، انتقال بین مدل‌ها در پشتیبان برنامه، ایجاد اعتماد با حفظ زیرکی، انتخاب و انعطاف‌پذیری فراهم می‌کند. این در مورد امنیت آن است و به یک رویکرد پلتفرم نیاز دارد که در سال جاری چندین بار شاهد آن بوده‌ایم. مزایای بسیاری برای این رویکرد وجود دارد که با رویدادهای اخیر در زمینه هوش مصنوعی آشکارتر شده است. در طول همه‌گیری کووید۱۹ ما تجربه کرده‌ایم که چگونه اتکا به یک فروشنده یا یک جزء می‌تواند کل سازمان را به خطر بیندازد. در همین حال، برخی از موارد استفاده پیشگامانه نیاز به مدل‌های مرزی برتر و مدرن دارند که می‌توانند بسیاری از وظایف مختلف را انجام دهند. سایر نیازهای کسب‌وکار را می‌توان با LLMهای ساده‌تری که برای کارهای خاص بهینه شده‌اند و می‌توانند کارآمدتر و اقتصادی‌تر اجرا شوند، برآورده کرد. مانند همه فناوری‌ها، هوش مصنوعی مولد زمانی بهترین کار را انجام می‌دهد که با مجموعه ابزار متنوعی از مدل‌های متناسب با وظایف خاص استفاده شود. یکی از بخش‌های این رویکرد گسترده، سیستم اطلاعاتی است. سیستم‌های اطلاعاتی طوری طراحی شده‌اند که متفاوت از سیستم‌های داده سنتی یا سیستم‌های ثبت کار کنند. سیستم‌های اطلاعاتی برای شناسایی، ارائه و پرسیدن سؤالات در مورد اطلاعات مفید به گونه‌ای طراحی شده‌اند که همه کاربران بتوانند به راحتی آن را درک کنند، بدون نیاز به یادگیری نحوه استخراج اطلاعات مفید از داده‌ها. با ظهور استانداردها و شیوه‌های این سیستم‌های جدید، رهبران فرصتی استثنائی دارند که نه تنها از الگوهای کاری جدید بیاموزند بلکه رهبری توسعه الگوهای کاری جدید را نیز بر عهده بگیرند. اکثر سازمان‌ها باید به این تغییرات پاسخ دهند. اگر فکر می‌کنید که به دلیل هوش مصنوعی هیچ چیز تغییر نخواهد کرد، لازم است یادآوری کنم که در زمان پیدایش تلویزیون هم تصور می‌شد که تأثیر قابل توجهی روی فرهنگ، فرایندها یا مدل‌های کسب‌وکار نخواهد داشت. در واقع، یکی از دلایل جذابیت این رویکرد جدید این است که برخلاف بسیاری از تغییرات قبلی، یک پیشرفت تکنولوژیکی واقعی است. به‌جای رهاکردن آنچه قبلا به خوبی کار می‌کردند، استفاده از سیستم‌های اطلاعاتی به شما امکان به‌روزرسانی و ساخت فناوری و داده‌های موجود را می‌دهد. درواقع، از آنجایی که سیستم تا حد زیادی روی کارهای گذشته ساخته شده و نتایج آن را دقیق تنظیم می‌کند، می‌تواند بینش‌های مفید و جدیدی را که قبلا فقط قابل تصور بود، تولید کند. در دهه‌های ۸۰ و ۹۰ با ظهور رایانه‌های شخصی و انقلاب شبکه، بسیاری از بخش‌های فناوری اطلاعات بر توسعه سیستم‌های ثبت برای مرتب‌سازی، مدیریت و به‌روزرسانی تمام داده‌های جاری در سازمان‌هایشان تمرکز کردند. با طلوع عصر دیجیتال و رشد اینترنت و داده‌ها در همه جا، سیستم‌های مرجع مبتنی بر سیستم‌های ثبت توسعه داده می‌شوند تا از طریق انبارهای داده‌های مختلف، داده‌ها را برای افراد بیشتری قابل دسترس‌تر و قابل جست‌وجو کنند. هر دو سیستم دارای یک سیستم تعامل مشترک بودند؛ رابط‌ها و کنترل‌هایی که به کاربران کمک می‌کنند به داده‌ها دسترسی داشته باشند و تغییرات را کنترل کنند. حالا می‌توانیم همه اینها را در چند تحول مهم ترکیب کنیم. اول، به لطف قابلیت‌های زبان طبیعی هوش مصنوعی مولد، تقریبا هرکسی می‌تواند با سیستم‌های فناوری تعامل داشته و با موضوعات پیچیده سروکار داشته باشد. تقریبا هر کارگری می‌تواند با داده‌ها صحبت کند، عملکرد شرکت، دارایی‌های مناسب برند و اطلاعات قانونی را برای دریافت پاسخ‌های دقیق وارد کنند. ایجاد محصولات و همکاری برای زنده‌کردن ایده‌ها بدون اتکا به تخصص فردی آسان‌تر است. یکی دیگر از جنبه‌های جالب این رویکرد جدید، این است که می‌توان آن را روی سایر سیستم‌های سرمایه‌گذاری‌شده موجود، لایه‌بندی کرد. اغلب، سازمان‌ها باید برنامه‌های موجود را جایگزین یا تجدید کنند تا برنامه‌های جدید را با آنها ادغام کنند. سیستم‌های اطلاعاتی می‌توانند از اطلاعات موجود در سیستم‌های ثبت و تعامل استفاده کنند تا جان تازه‌ای به داده‌های قدیمی بدهند و ارتباطاتی ایجاد کنند که قبلا واضح نبودند. این یک روش بسیار مؤثر برای هوشمندترکردن کل سازمان با تقویت CRM فعلی خود، پایگاه داده، تجزیه و تحلیل و یادگیری ماشینی با افزودن قابلیت‌های جدید هوش مصنوعی به آنهاست. عوض جداکردن و جایگزین‌کردن سیستم‌ها، آنها را یکپارچه و هماهنگ کنید. این یک اثر هم‌افزایی ایجاد می‌کند که به متخصصان اجازه می‌دهد تا بیشتر مشارکت کنند و تأثیر بیشتری داشته باشند. این هسته هوش مصنوعی انسان‌محور است.

هوشمندتر، بهتر، سریع‌تر

سیستم اطلاعاتی جدید به‌عنوان اجزای اصلی خود شامل یک مدل زبان بالغ، یک موتور جست‌وجو برای یافتن و پیونددادن اطلاعات مربوطه و رابط‌هایی با ابزارهای هماهنگی و تجزیه و تحلیل خواهد بود. با گسترش ارتباطات بین پروژه‌ها، سازمان‌ها می‌توانند شفافیت را در سراسر کار خود افزایش دهند، اطلاعات مفیدتر و معنادارتری به دست آورند و اقدامات سریع‌تر و واضح‌تری انجام دهند. سیستم‌های قبلی بر ظرفیت ذخیره‌سازی و مدیریت تمرکز داشته و تمایل داشتند در گذشته باقی بمانند و فقط از طریق کار و اتوماسیون زیاد می‌توانستند نتایج جدیدی ایجاد کنند. برخلاف آنها، سیستم‌های اطلاعاتی، ایده‌پردازی و ادغام بیشتر آینده‌گرا را از طریق کارکردهای یادگیری امکان‌پذیر می‌کنند. مدل‌های زبانی در مقیاس بزرگ که زیربنای هوش مصنوعی مولد هستند، ارتباطات قوی‌تری با پایگاه‌های دانش خارجی و رویدادهای جاری فراهم کرده و نتایج فوری را ممکن می‌کنند. این به تیم‌های مختلف اجازه می‌دهد تا کارهای بسیار سریع‌تر و قدرتمندتری تولید کنند. همان‌طورکه اعتماد به سیستم در طول زمان افزایش می‌یابد، پتانسیل برای عملیات مستقل‌تر نیز افزایش می‌یابد. البته این در یک محیط محدود با کنترل‌های قوی در محل انجام می‌شود. رویکرد هوش مصنوعی به‌عنوان یک سیستم اطلاعاتی به ما این امکان را می‌دهد تا به جای تبلیغات یا ترس، بر مزایای هوش مصنوعی تمرکز کنیم. چاره این است که افراد را توانمند کنید تا سازمان‌ها را به روش‌های واقعی هوشمندتر کنند. این پارادایم جدید، پایه و اساس را برای هوش مصنوعی ایجاد می‌کند تا ارزش بیشتری را در آینده ارائه دهد.

رویکرد انسان‌محور به هوش مصنوعی

انتقال به این عصر هوشمند جدید مستلزم تغییر ذهنیت، هم برای متخصصان فناوری و هم برای رهبران کسب‌وکار است. دیگر کفایت نمی‌کند که هوش مصنوعی را یک ابزار یا مدل مجزا بدانیم. ما باید دیدگاه خود را به یک سیستم اطلاعاتی انسان در حلقه گسترش دهیم؛ چراکه این امکان را می‌دهد که از نقاط قوت هر دو -افراد و فناوری- استفاده کنیم. شرکت‌هایی که از این رویکرد انسان‌محور به هوش مصنوعی، ترکیب همدلی و اخلاق با فناوری قدرتمند استقبال می‌کنند، می‌توانند پتانسیل فوق‌العاده‌ای را در آینده باز کنند. پیشبرد نظام در این مسیر نیازمند بصیرت و رهبری مدبرانه است. با توجه به اینکه هر مدلی قادر به انجام همه کارها نیست، سازمان‌ها باید از الگوی مناسب برای کار مناسب استفاده کنند. این فقط مدل نیست که مهم است؛ همه اجزای جانبی که به کاهش وابستگی به یک مدل خاص کمک می‌کنند و در عوض یک سیستم قوی ایجاد می‌کنند، به همان اندازه مهم هستند. ظهور سیستم‌های اطلاعاتی نشان‌دهنده گام بعدی در بلوغ هوش مصنوعی است. این سیستم به رهبران کسب‌وکار و فناوری یک چارچوب استراتژیک برای به‌کارگیری این نوآوری‌های سریع ارائه می‌دهد. سازمان‌هایی که مایل به بازانگاری هستند، می‌توانند گام‌های بزرگی بردارند.

آینده هوش مصنوعی: چالش‌ها و فرصت‌ها

با وجود پیشرفت چشمگیر هوش مصنوعی، هنوز چالش‌ها و نگرانی‌های اخلاقی وجود دارد که باید با ادامه تکامل این فناوری برطرف شوند. حریم خصوصی، امنیت و سوءاستفاده بالقوه از هوش مصنوعی مسائل مهمی هستند که نیاز به بررسی و مقررات دقیق دارند. اطمینان از شفافیت و توضیح هوش مصنوعی نیز ضروری است و همچنین به حداقل رساندن احتمال سوگیری الگوریتمی نیز ضروری است. از سوی دیگر، فرصت‌های بالقوه‌ای که هوش مصنوعی ارائه می‌دهد، بسیار زیاد است. همان‌طورکه سیستم‌های هوش مصنوعی توانمندتر می‌شوند و در زندگی روزمره ما ادغام می‌شوند، به طرز چشمگیری توانایی‌های انسان را افزایش می‌دهند و به بهبود جامعه کمک می‌کنند. برای مثال، مدل‌سازی آب‌وهوا مبتنی بر هوش مصنوعی می‌تواند به ما کمک کند تا به مسئله مبرم تغییرات آب‌وهوایی رسیدگی کنیم؛ درحالی‌که هوش مصنوعی در آموزش می‌تواند تجربیات یادگیری شخصی‌سازی‌شده را فعال کند و آموزش را برای کسانی که در مناطق دورافتاده یا محروم هستند، قابل دسترس‌تر کند. علاوه بر این، توانایی هوش مصنوعی برای پردازش و تجزیه و تحلیل حجم وسیعی از داده‌ها را می‌توان برای مقابله با مشکلات پیچیده‌ای که مدت‌ها از درک بشر دور مانده است، مانند رمزگشایی مغز انسان یا کشف اسرار کیهان استفاده کرد. تکامل هوش مصنوعی سفری با پیشرفت‌ها و نوآوری‌های بی‌شماری که این زمینه را به جلو می‌برد، درخور توجه بوده است. هوش مصنوعی از آغاز فروتنانه خود در دهه ۱۹۵۰ تا مدل‌های پیچیده یادگیری عمیق که امروزه می‌بینیم، صنایع و زندگی روزمره ما را به‌گونه‌ای متحول کرده است که زمانی غیرقابل تصور بود. همان‌طورکه به آینده می‌نگریم، باید به سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه ادامه دهیم و اطمینان حاصل کنیم که پتانسیل هوش مصنوعی به‌طور مسئولانه و اخلاقی برای مقابله با چالش‌های جهانی و ایجاد دنیایی بهتر برای همه استفاده می‌شود.

سخن آخر

ما همچنان به دنبال‌کردن مرزهای آنچه هوش مصنوعی می‌تواند به آن دست یابد، ادامه می‌دهیم، ناگزیر با چالش‌ها و معضلات اخلاقی جدیدی روبه‌رو خواهیم شد. بااین‌حال، با ایجاد یک محیط مشارکتی بین محققان، کسب‌وکارها و سیاست‌گذاران، می‌توانیم اطمینان حاصل کنیم که تکامل هوش مصنوعی توسط یک چشم‌انداز جمعی، هدایت می‌شود که بهبود جامعه و رفاه همه افراد را در اولویت قرار می‌دهد. در نهایت، تکامل هوش مصنوعی گواهی بر قدرت نبوغ انسان و پیگیری بی‌وقفه ما برای دانش است. همان‌طورکه هوش مصنوعی به توسعه خود ادامه می‌دهد، این پتانسیل را دارد که شیوه زندگی، کار و تعامل ما با دنیای اطراف‌مان را دوباره تعریف کند. پذیرفتن فرصت‌هایی که هوش مصنوعی ارائه می‌کند، در حین پرداختن به چالش‌های آن، کلید بازکردن قفل آینده‌ای خواهد بود که در آن هوش مصنوعی به‌عنوان نیرویی برای خیر و پیشرفت و شکوفایی نسل‌های آینده عمل می‌کند.

قفسه

آواز سلول

نگاهی به کتاب جدید سرطان‌شناس نام‌بردار، «سیذارتا موکرجی»

زهرا محبی

چند سال پیش بود که با خواندن کتاب «ژن» با دانشمندی نام‌آشنا، سیذارتا موکرجی، آشنا شدم. او سرطان‌شناس بلندآوازه‌ای است و شهرتش را در کنار کار پژوهشی‌اش، به واسطه کتاب‌هایی که نوشته، به دست آورده است. کتاب «ژن: تاریخ خودمانی» به فارسی ترجمه و چاپ شد؛ اما افسوس که ترجمه‌اش چنگی به دل نمی‌زد و اشتباه‌های ترجمه‌ای هم داشت که نشان می‌داد مترجم یا دانش کافی نداشته یا دقت کافی. اما قلم موکرجی که برخی او را موخرجی می‌نامند، چنان شیرین و گیراست که بر کاستی‌های کتاب می‌چربید. از آن زمان نام این دانشمند در ذهنم حک شده و گاهی برای بیمارانم یا همکارانم درباره‌اش می‌گویم. موکرجی کتاب دیگری هم دارد با نام «سرطان: امپراتور بیماری‌ها» که بسیار خواندنی است و با همین کتاب بود که در سال ۲۰۱۰ نام او بر سر زبان‌ها افتاد. این یادداشت کوتاه درباره کتاب «آواز سلول» است. کتابی که موکرجی به‌تازگی به سال ۲۰۲۲ نوشته است. آنچه پیش‌روی شماست، خلاصه‌ای از یک مقاله‌ای بلند درباره این اثر درخشان است که امیدوارم به فارسی هم ترجمه شود.

•••

بدن انسان حدود ۳۰ تریلیون سلول دارد. چند میلیارد کم یا بیش. صدها میلیارد از این سلول‌ها هر روز در خون و در بخش‌های پوششی روده به طور روزانه ترمیم می‌شوند. همان‌طورکه سلول‌های ما به طور مداوم تقسیم و تکثیر می‌شوند، اشتباه‌ها یا خطاها به‌ناچار در دی‌ان‌ای آنها رخنه می‌کند که می‌تواند تقسیم سلولی را مختل کند. همان‌طورکه نویسنده فقید، جان دایموند، نوشته وقتی فردی به ۴۰سالگی می‌رسد، بیشتر سلول‌هایش چند هزار بار تقسیم شده‌اند؛ بنابراین چگونه ممکن است تعدادی از آنها در یک وضعیت هرج‌ومرج یاخته‌ای به هم بپیوندند و سبب سرطان و مرگ شوند. کمی بیش از یک دهه پیش موکرجی خود را در قامت نویسنده‌ای زبردست با کتاب سرطان: امپراتور بیماری‌ها، معرفی کرد. این کتاب زندگی‌نامه‌ای سحرانگیز از سرطان بود که به بررسی زیربنای مولکولی این بیماری خوفناک و نبوغ دانشمندان و پزشکان در تلاش برای یافتن و ساختن درمان‌های قوی‌تر و دقیق‌تر می‌پرداخت. کتاب سرطان: امپراتور بیماری‌ها برای موکرجی جایزه معتبر پولیتزر را به ارمغان آورد. پس از آن کتاب ژن: تاریخ خودمانی را نوشت که باز هم برایش جوایزی را در پی داشت. آنچه بیش از هر چیزی این دستاوردهای موکرجی را درخورتوجه‌تر می‌کند، این است که او کتاب‌هایش را در زمانی به جز ساعت کاری‌اش می‌نویسد. او روزها سرطان‌شناس است در دانشگاه کلمبیا در نیویورک و شب‌ها نویسنده‌ای نامور. گاهی آدم خیال می‌کند که او یک دوقلوی دیگر دارد که می‌تواند این‌قدر پرکار باشد! شاید هم خودش را شبیه‌سازی کرده است. نمی‌دانم موکرجی این‌همه زمان را از کجا می‌آورد. او در جدیدترین کتاب خود با نام آواز سلول، به ریشه‌های زیست‌شناسی سلولی بازمی‌گردد. با ترکیبی پرهیجان از داستان‌های تاریخی و توضیحات علمی شفاف که با درنگ‌ها و دیدگاه‌های شخصی خود او که سال‌ها به درمان بیماران پرداخته، آراسته است. او مرجع‌های دانش پزشکی را با نثری شاعرانه به هم آمیخته است و فصل‌های کتاب را پیش می‌برد. موکرجی پیدایش آواز سلول را در سه مقاله‌ای که بین سال‌های ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۱ در نیویورکر منتشر کرد، پی می‌گیرد. یکی از آن مقاله‌ها زنگ بیداری برای جوامع علمی و پزشکی بود تا از همه‌گیری کووید ۱۹ درس بگیرند. موکرجی می‌گوید آسیب‌شناسی ناشی از ویروس سارس-کووید گویی مانندِ در زدن برای من بود. در هسته آن بیماری همه‌گیری هم سلول‌ها بودند. ویروس‌ها بدون سلول‌ها بی‌اثر و بی‌جان هستند. سلول‌های بدن ما بود که طاعون را بیدار کرده بود. حتی زمانی که موکرجی مانند هر کس دیگری با مشکلات روانی و جسمی ناشی از کرونا دست‌وپنجه نرم می‌کرد، انگیزه بیشتری برای نوشتن داشت. موکرجی به شکل قانع‌کننده‌ای نشان می‌دهد که چگونه درک ما از رفتار سلولیِ پزشکی در حال تحول است. ما از داروها و دیگر عوامل مانند آنتی‌بیوتیک‌ها، شیمی‌درمانی، پرتودرمانی، پزشکی هسته‌ای و... برای تغییر ویژگی یا رفتار سلولی استفاده می‌کنیم. سلول‌ها را از فردی به فرد دیگر انتقال می‌دهیم؛ انتقال خون و پیوند مغز استخوان. از سلول‌ها باری مهندسی تولید داروهایی مانند انسولین و دیگر پروتئین‌های نوترکیب بهره می‌جوییم. در یکی از داغ‌ترین حوزه‌های پزشکی از ویرایش ژنی و ابزارهای دیگر برای بازنویسی معمارگونه ژنتیکی آنها استفاده می‌کنیم. اگرچه کتاب موکرجی به خودی خود تاریخ زیست‌شناسی سلولی و مولکولی نیست؛ اما بخش‌های مهمی از آن یادآوری قهرمانان این رشته است. نام‌های بزرگی در دل این داستان خفته است. برخی بسیار شنیده شده‌اند و برخی کمتر. رابرت هوک، لیوونهوک، پاستور، ویرچو که الهام‌بخش این کتاب بود تا پیشگامان معاصر مانند پل نرس و هارتول. یک موضوع بارها به گوش خورده، همان‌طور که در عنوان فرعی کتاب هم قید شده، «انسان جدید» است. منظور از انسان جدید، انسانی با صفات ژنتیکی جدید است. او به انسان‌هایی اشاره دارد که دارای سلول‌های اصلاح‌شده یا از نو ساخته‌شده هستند. انسان‌های جدیدی که به نظر می‌رسد مانند ما ظاهر و احساس‌های یکسانی دارند. یکی از روش‌های مهمی که ساخته‌ایم، کریسپر نام دارد. به‌تازگی یک نوجوان بریتانیایی هم در بیمارستانی در لندن با این روش تحت درمان لوسمی حاد قرار گرفته است. موکرجی جسورانه درباره آینده و درمان‌های پزشکی نوین با استفاده از فناوری‌های پیشرفته مانند زیست‌شناسی مصنوعی گمانه‌زنی می‌کند. موکرجی آینده‌ای را به تصویر می‌کشد که در آن یاد گرفته‌ایم سلول‌ها را به شکل‌های جدید دست‌کاری کنیم یا شاید بتوانیم نسخه‌های مصنوعی سلول‌ها و بخش‌هایی از بدن انسان‌ها را بسازیم. در ماه مارس ۲۰۱۲، بیش از یک دهه پیش، امیلی، دختری شش‌ساله که به نوعی سرطان خون لنفوبلاستیک حاد و مقاوم به دارو، مبتلا بود، درمان سلولی جدیدی را در بیمارستان کودکان فیلادلفیا دریافت کرد. پزشکان در یک درمان آزمایشی سلول‌های امیلی (شکلی از گلبول‌های سفید خون) او را استخراج کرده و با اصلاح ژنتیکی دوباره به او تزریق کردند. اما سه روز بعد کلیه‌های امیلی از کار افتاد و دچار نارسایی شد و بدتر اینکه در آستانه نارسایی چندعضوی بود. امیلی به‌سرعت به بخش مراقبت‌های ویژه منتقل شد و پس از چند درمان، بدن او آرام گرفت و بهبود درخورتوجهی یافت. اگر امیلی جان سالم به در نمی‌برد، کل حوزه سلامت که چشم‌به‌راه درمان امیلی بود، با یک شکست بزرگ مواجه می‌شد.

شاید بد نباشد من هم اشاره کنم که همین الان بیماری ۹ساله با نام سمانه دارم که خودم، همکارانم، دوستانم و مادرش که به‌سختی روزگار می‌گذراند، در یافتن انسولین‌های تزریقی‌اش درمانده شده‌ایم. او دو نوع انسولین مصرف می‌کند و یکی را که اصلا نیافته‌اند و دیگری را به‌سختی. نمی‌دانم سمانه چگونه باید بر این بیماری غلبه کند و با آن کنار بیاید، درحالی‌که امید دارم درمان‌هایی که موکرجی در کتابش از آن صحبت می‌کند، به کل دنیا گسترش یابد و دیگر سمانه‌هایی نباشند که اندوه دارو نداشتن بخورند و مادرشان در مطب اشک بریزد. همچنین امیدوارم فردی با سواد کافی و دانش اساسی کتاب آواز سلول را برای خوانندگان ایرانی ترجمه کند.