علم از دریچه سینما

برضد حقوق انسانی

نگاهی به فیلم «من مادر هستم»

عبدالرضا ناصرمقدسی*

● فیلم «من مادر هستم» محصول سال ۲۰۱۹ و به کارگردانی گرانت اسپوتوره است؛ فیلمی درخشان و کاملا متفاوت از روابط انسان‌ها و ربات‌ها. محصول این فیلم، نتیجه رابطه انسان و ربات است و همه‌چیز را این رابطه که به صورت تدریجی شکل می‌گیرد، تعیین می‌کند. فیلم بیننده را به طور مستمر به چالش می‌کشد. هر لحظه نظر تماشاگر در مورد قهرمانان آن عوض می‌شود و در آخر نیز مطمئن نیست آیا به جواب درست رسیده است یا نه. فیلم در ژانر آخرالزمانی رخ می‌دهد؛ زمانی که انسان‌ها منقرض شده‌اند.

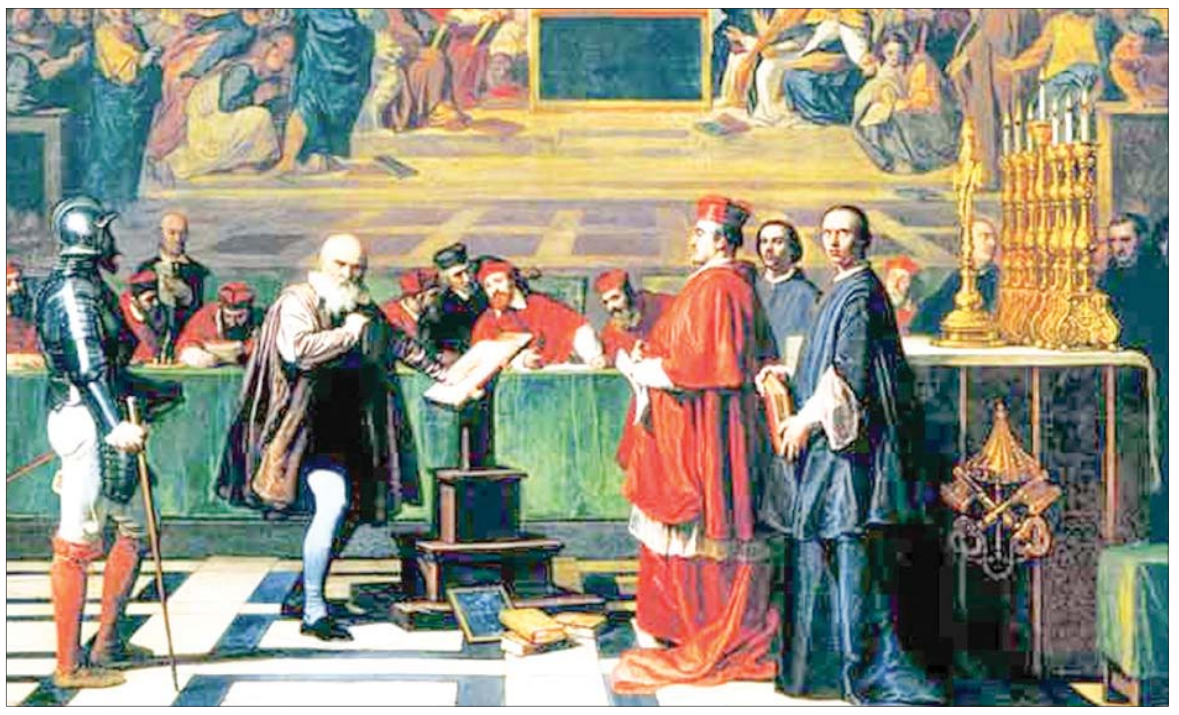
فیلم در یک پناهگاه شروع می‌شود و تا مدت زیادی نیز در آن ادامه می‌یابد. ما همه‌چیز را از دریچه این پناهگاه می‌بینیم. انگار همه به دلیلی که نمی‌دانیم - شاید جنگ‌هایی که بین انسان‌ها رخ داده است- از بین رفته‌اند و حالا که روز اول انقراض است، جنینی از هزاران جنین نگهداری‌شده در این پناهگاه، توسط ربات‌ی پرورش می‌یابد. این جنین بزرگ شده و دختری بالغ می‌شود. اما در اواسط فیلم و پس از حوادث بسیار متوجه می‌شویم که این دختر حاصل جنین اولِ داستان نیست. انگار جنین‌های متعددی رشد و بالیده و نابود شده‌اند تا سرانجام دختری کامل از منظر آموزش ربات‌ها به ظهور رسیده است. فیلم در ابتدا در یک رابطه آرام پیش می‌رود. یک ربات، دختری را بزرگ می‌کند و دختر او را به‌عنوان مادرش می‌شناسد. مادر او را آموزش می‌دهد. این دختر به دلایلی که نمی‌دانیم تحت آموزش‌های مختلف است. او حتی کانت نیز می‌خواند. دختر برای سال‌ها در یک محیط بسته و محدود زندگی می‌کند. او نمی‌داند در بیرون از این پناهگاه چه می‌گذرد. مادرش؛ یعنی همان ربات، به او گفته که بیرون از پناهگاه به دلیل اقدامات خرابکارانه انسان‌ها بسیار سمی و غیرقابل زندگی است. اما این مانع کنجکاوی دختر برای کشف جهان خارج نمی‌شود. این کنجکاوی وقتی به اوج خود می‌رسد که زنی به این مکان پناه می‌آورد و توسط دختر به داخل پناهگاه آورده می‌شود و از همین‌جاست که تناقض‌ها نیز شروع می‌شود. زن در مورد بیرون پناهگاه به او می‌گوید. او عکس‌های مردمانی را به دختر نشان می‌دهد که در معادن زندگی می‌کنند. او به دختر می‌گوید که چگونه ربات‌ها همه انسان‌ها را از بین بردند. دختر در میان تناقض بین حرف‌های مادرش (ربات) و این زن می‌ماند. از سویی مادرش همه‌چیز اوست و از سوی دیگر میل و غریزه انسانی او را به‌سوی زن می‌کشاند؛ زنی که مصرانه از او تقاضا می‌کند با وی فرار کرده و به معادن نزد بقیه انسان‌ها بیاید. در اینجا دو اتفاق می‌افتد؛ از سویی دختر در آخرین امتحان نمره خوبی می‌گیرد و ربات از او می‌خواهد که جنین بعدی را از میان هزاران جنین انتخاب کند. از سوی دیگر دختر متوجه واقعیت تلخی می‌شود: کودکانی که پیش از این در امتحان مردود شده بودند توسط ربات نابود و سوزانده می‌شدند. این بی‌رحمی، سبب جلب‌توجه بیشتر دختر به زن تازه‌وارد می‌شود. دختر همراه با زن از پناهگاه فرار کرده و راهی زمینی می‌شود که تا به حال ندیده است. او در این مسیر چیزهای بیشتری می‌فهمد؛ مثلا اینکه زمین به‌واسطه کشت انبوهی از ذرت توسط ربات‌ها دوباره هوایی قابل تنفس یافته و اینکه آنچه زن از معادن می‌گفته، حقیقت نداشته و همه انسان‌ها مرده‌اند و این زن آخرین بازمانده انسان‌هاست. این می‌شود که دختر دوباره به پناهگاه بازمی‌گردد و این‌بار با انبوه ربات‌هایی روبه‌رو می‌شود که جلوی پناهگاه صف کشیده‌اند.

تا پیش از این بیننده فکر می‌کرد که بین ربات داخل پناهگاه با ربات‌های بیرون ارتباطی نیست، اما در اینجا متوجه می‌شود که همه این ربات‌ها یک تن هستند: یک هوش جمعی. مادر برای او توضیح می‌دهد که آنها چاره‌ای جز کشتن انسان‌ها نداشتند؛ انسان‌هایی که دیگر به چیزی رحم نکرده و خوی ددمنشانه آنها بر همه‌چیز مستولی شده بود. پس انسان‌ها را نابود کردند تا نسل جدیدی از آنها را بسازند؛ نسلی که اکنون این دختر طلایه‌دار آن است. سکانس آخر فیلم تکان‌دهنده است. ربات به سراغ آن زن تنها می‌رود و او را می‌کشد. اما در اینجا بیننده متوجه می‌شود که زنده‌ماندن زن و آمدن او به پناهگاه همه جزء نقشه‌ای کلان بوده که ربات‌ها پی ریخته بودند و همه این اتفاق‌ها، امتحانی بود که دختر باید از سر می‌گذراند. فیلم ما را با یک سؤال بزرگ رها می‌کند: نکند حق با ربات‌ها باشد؟ واقعا چرا همیشه در تمامی این‌گونه آثار حق با انسان است؟ نکند دنیای نویی باید ساخته شود؟ دیدن فیلم را به همه توصیه می‌کنم.

*متخصص مغز و اعصاب

علم چیست و مؤلفه‌هایش کدام‌اند؟

ریشه‌ها و پیامدهای انقلاب علمی بزرگ قرن هفدهم در اروپا



سینا فلاح‌زاده راسته‌کناری

وقتی در مطالعات مربوط به تاریخ و فلسفه علم سخن از «انقلاب علمی» به میان می‌آید بی‌اختیار یاد کتاب دوران‌ساز «ساختار انقلاب‌های علمی» اثر تامس کوهن می‌افتیم. کوهن در این کتاب با روشی بی‌سابقه تلاش می‌کند تا پرده از نحوه به بن‌بست‌رسیدن یک رشته علمی خاص در توجیه شواهد جدید و سپس تلاش دانشمندان برای توسعه تئوری‌های جدید که توان توجیه یافته‌های جدید را داشته باشند، بردارد. کلمات و عبارت‌هایی مثل «پارادایم»، «قیاس‌ناپذیری»، «حل معما»، «علم عادی»، «بحران» و «انقلاب علمی» از میراث کار فکری تامس کوهن برای پژوهندگان تاریخ و فلسفه علم به یادگار مانده‌اند. در این تلقی از انقلابات علمی استفاده از کلمه انقلاب با توجه به پیشینه تاریخی کلمه و همین‌طور با توجه به برخی از شباهت‌های ظاهری ساختار انقلاب‌های علمی به انقلاب‌های سیاسی کاملا موجه به نظر می‌رسد. چه آنکه انقلاب‌های سیاسی هم در حالتی به وقوع می‌پیوندند که مشروعیت نظام سیاسی حاکم بر یک جامعه بر اثر حوادثی که نشان از ضعف عملکرد آن دستگاه است، دچار اختلال شده باشد و آن سیستم حکومتی دیگر توانایی توجیه هزینه‌های لازم برای ادامه خود را به‌طور کامل از دست داده باشد. در چنین شرایطی ممکن است نظام سیاسی توسط گروه‌های رقیبی که فکر می‌کنند جایگزین‌های بهتری برای وضع موجود دارند، دچار چالش شود و نتواند در مبارزه با آنها بر قدرت روزافزون آنها فائق آید و ایدئولوژی حاکم نیز کارکردهای وحدت‌بخش خود را از دست بدهد و سرانجام سروکله وضعیت بحرانی پیدا شود و پس از رفتن نظام سیاسی به مرز فروپاشی رقبای نظام حاکم با هم به مبارزه برخیزند تا نظم جدید حاکم شود و روال انقلاب به سرانجام برسد و نظم جدید حاکم شود. البته آنچه اینجا در مورد شباهت ظاهری انقلابات علمی و سیاسی گفته می‌شود صرفا برای نزدیک‌کردن ذهن به بحث ساختار انقلاب‌های علمی است و خود نحوه وقوع یک انقلاب سیاسی و علمی خاص طبیعتا تابع متغیر بی‌شماری است که به‌دست‌دادن یک تئوری کلی را اگر نه غیرممکن بلکه بسیار دشوار می‌کند. این تئوری کلی برای توصیف ساختار انقلاب‌ها امری است که تامس کوهن با واردکردن بحث تاریخ علم به جای پرداختن بی‌امان به فلسفه علم (چنانکه مورد علاقه پوپر یا پوزیتویست‌های حلقه وین بود) برای یافتن آن در کتاب ساختار انقلاب‌های علمی خطر می‌کند. روال وقوع آنچه انقلاب علمی می‌نامیم البته چندان هم قابل مختصرسازی نیست که بتوان آن را در این فرصت محدود مورد واکاوی قرار داد و به همین دلیل چندان قصد ورود به جزئیات آن را نداریم. فقط برای تقریب به ذهن برای خوانندگان ناآشنا به بیان ساده می‌توان گفت که نظریات علمی اموری ثابت و همیشگی نیستند و چنانکه می‌دانیم در معرض ابطال و جایگزینی توسط نظریات بهتر قرار دارند به این ترتیب که وقتی شواهدی یافت شود که در یک حوزه خاص علمی توسط یک نظریه قابل توجیه نهایی نباشد دانشمندان به تکاپو می‌افتند که با واردکردن برخی فرضیات اضافی یا تغییر برخی از مفروضات تئوری موجود را دوباره قابل استفاده کنند، اما گاهی اوقات زمانی می‌رسد که دیگر شواهد موجود به ضرر یک تئوری به حدی می‌رسند که دیگر نمی‌توان آن را با واردکردن فرضیات جدید یا تغییر برخی فرضیات قبلی و از این قبیل تغییرات غیربنیادی دوباره قابل استفاده کرد. در چنین زمانی نظریه مزبور به بیان تامس کوهن دچار بحران شده است و دانشمندان و گروه‌های علمی مختلف از روش‌های گوناگون تلاش می‌کنند تا جایگزین مناسبی برای آن پیدا کنند. این تلاش‌ها از آنجا که توسط گروه‌های مختلف و با فاصله از هم صورت می‌پذیرد به بروز نظریه‌های موازی در مورد یک پدیده منجر می‌شود که به نظر تامس کوهن مؤلفه‌های مفهومی آنها با هم قابل قیاس نیستند. (لازم به ذکر است که این یک تبیین بسیار ساده از مفهوم قیاس‌ناپذیری است. برای دست‌یافتن به یک تبیین درست از سیر تکوین این مفهوم نزد اندیشمندان گوناگون نیاز به مباحث گسترده‌تر و عمیق‌تری خواهیم داشت.) بعد از این مرحله به‌تدریج به دلایلی که به ساختارهای اجتماعی و ارتباطی جامعه علمی برمی‌گردند یکی از این نظریه‌ها که توان توجیه شواهد جدید را دارا است مورد پذیرش جامعه علمی قرار می‌گیرد و شرایط دوباره به حالت علم عادی برمی‌گردد. در حالتی که یک علم (برای مثال فیزیک اتمی) دچار بحران نشده باشد دانشمندان آن حوزه خاص با پارادایم‌های خاص آن حوزه که از مجموعه مشخصی از رفرنس‌ها و کتاب‌های مشهور دریافت کرده و آموزش می‌دهند به کار حل مسئله‌های عادی همان حوزه مشغول می‌شوند تا دوباره بر اثر تحقیقات جدید شواهد ناسازگار جدیدی پیدا شود. به عنوان یک مثال جامع از یک انقلاب علمی در تاریخ علم فیزیک می‌توان از روال شکل‌گیری مکانیک کوانتومی یاد کرد که در طول حدود سه دهه به همت دانشمندان بزرگی چون ماکس پلانک، نیلز بوهر، اینشتین، هازنبرگ و شرودینگر تکامل پیدا کرد و به عنوان جایگزین مکانیک نیوتنی و الکترومغناطیس کلاسیک در توجیه پدیده‌های مربوط به ذرات زیراتمی مطرح شد.

اما مورخان علم در کنار مفهوم «انقلاب‌های علمی» (scientific revolution) که ناظر به جایگزینی نظریات جدید در یک رشته خاص علمی است، مفهوم «انقلاب علمی» (Scientific Revolution با حروف نخست بزرگ) را نیز به بحث می‌گذارند که ناظر به تحولات گسترده و عمیق کلی علم و ساختار و نحوه تولید آن در اروپای قرن هفدهم است. انقلاب علمی بزرگ قرن هفدهم که با کارهای دانشمندانی نظیر گالیله و کپلر آغاز شده بود و در نهایت با سنتز بزرگ نیوتن در علم فیزیک به اوج تکامل خود رسید، تحولات بسیار بزرگی در نحوه تقابل انسان با پدیده‌های طبیعت به وجود آورد. در این دوران، پایه‌های بسیاری از علوم مدرن در اروپا گذاشته شد و اروپای غربی فاصله بسیاری در زمینه تولید علم و پیشرفت‌های تکنولوژیکی مرتبط میان خود و سایر نقاط دنیا ایجاد کرد. بررسی تاریخ انقلاب علمی قرن هفدهم تنها دل‌مشغولی مورخین علم نیست و تمام اندیشمندان علوم انسانی معاصر به نحوی با مسائل مربوط به این حوزه روبه‌رو هستند. مهم‌ترین سؤالی که همیشه در آغاز مباحث مربوط به انقلاب علمی قرن هفدهم مطرح می‌شود، یک سؤال به‌ظاهر ساده اما عمیقا دشوار است: چرا این انقلاب علمی بزرگ در اروپا به وقوع پیوست و چرا اتفاقی شبیه به آن در حوزه تمدن اسلام یا هند یا چین رخ نداد؟ به‌دست‌دادن یک پاسخ فراگیر به این پرسش مهم، نیازمند تأملات درازآهنگ در تاریخ اندیشه شرق و غرب است و البته ما قصد ورود به جوانب گوناگون آن را نداریم. آنچه مسلم است، در دوران وقوع انقلاب علمی قرن هفدهم و حتی پس از آن، علاقه وافری در میان اروپایی‌ها برای استفاده از دستاوردهای ناشی از کاربرد ابزارهای مهم آشکارسازی نظیر میکروسکوپ و تلسکوپ به وجود آمد که در حوزه‌های تمدنی دیگر به‌هیچ‌رو شاهد آن نبودیم. شاید به اعتباری بتوان تلسکوپ را مهم‌ترین ابزار مورد استفاده در این دوره دانست که به‌کاربردن آن توانست به نحو عمیقی در درک انسان از جهان تحول ایجاد کند. استفاده از تلسکوپ موجب شد انسان به درک واقع‌بینانه‌تری از جایگاه خود در نظام هستی دست پیدا کند و این مسئله علاوه بر فواید کاربردی بی‌شمار دیگر که استفاده از تلسکوپ و پیشرفت در علم نجوم و مکانیک برای تکنولوژی و دریانوردی داشت، موجب شد روحیه خاصی بر اروپای این قرن حاکم شود که به نحوی متمایز از تمام دوران‌های پیشین بود. این تلسکوپ بود که استفاده از آن توانست دانشمندان را قادر به کشف قوانین حرکت اجسام کند و یافتن همین قوانین و ساختارمندکردن آنها بود که به تولد سنتز بزرگ نیوتن منجر شد. از سویی، برای درک ساختار و نحوه کارکرد تلسکوپ نیاز به شناخت رفتار نور در محیط‌های گوناگون بود و از سویی دیگر، وجود تلسکوپ بدون وجود عدسی‌هایی که با دقت و مهارت تراشیده شده باشند، غیرممکن بود. آیا این صرفا بازی تقدیر و از بخت خوش اروپایی‌ها بود که بهترین عدسی‌تراشان دنیا از میان آنها بودند؟! شاید بله. اما وقتی این ماشین اکتشاف عالم از طریق مسافران و تاجران اروپایی به سایر نقاط عالم برده شد، چرا مردان آن دیاران علاقه‌ای شبیه اروپایی‌ها به آن نشان ندادند؟ صد البته پای مؤلفه فرهنگی بسیار عمیق‌تری در میان است و با صرف توجه به تاریخ فراگیری استفاده از ابزارهای آشکارسازی نمی‌توان دریافت که چرا علم در میان چینی‌ها و مسلمانان مانند اروپایی‌ها شکوفا نشد. درباره هرکدام از این سه تمدن بزرگ غیر از اروپا، شواهد فراوانی از پیشرفت‌های چشمگیر قبل از اروپایی‌ها وجود دارد. برای مثال در تمدن اسلامی و ایرانی، حکیم عمر خیام قرن‌ها پیش از این، با نبوغ بی‌نظیر خود موفق شده بود یکی از دقیق‌ترین تقویم‌های جهان را که هنوز هم مایه مباهات ما ایرانیان است، ابداع کند. چرا علم نجوم در سرزمین حکیم خیام به پیشرفت‌های یادشده دست پیدا نکرد؟

به هر روی انقلاب علمی قرن هفدهم به روش کار علمی سر و شکل کاملا جدیدی داد که با دوران‌های قبل در محورهای گوناگون تفاوت‌های اساسی داشت. دو محور بسیار مهم که علم در این دوران را از دانش پیش از آن و همین‌طور سایر انواع دانش‌های بشری متمایز می‌کند، عبارت‌اند از ریاضیاتی‌شدن درک طبیعت و همین‌طور تکیه بر آزمایش‌های علمی کنترل‌شده. درک ریاضیاتی از طبیعت امری نبود که به سادگی و با تکیه بر نبوغ چند دانشمند در مدت کوتاهی به وجود بیاید. در واقع تولد ریاضیات و درک ریاضیاتی از طبیعت، سابقه چندهزارساله در تمدن بشری دارد. سومریان و تمدن بین‌النهرین نخستین کسانی هستند که به شناخت ریاضیاتی از طبیعت توجه کردند. در واقع آنچه بعدها به صورت نجوم بطلمیوسی به مدت نزدیک به یک‌ونیم‌هزاره به صورتی بی‌رقیب بر تمام قلمرو شناخت بشر از رفتار اجرام سماوی حکمفرما بود، ریشه در کارهای اولیه‌ای دارد که در بین‌النهرین در این زمینه انجام شده بود. امروزه پیشرفت‌های یونانیان باستان در هندسه و ریاضیات بر کسی پوشیده نیست. مسلمانان نیز در این زمینه کشفیات بزرگی داشته‌اند که آگاهی‌های به نسبت کمتری از آنها وجود دارد. اما اینکه درک ما از طبیعت و رفتار اجسام از بزرگ‌ترین تا کوچک‌ترین‌شان به ریاضیات گره بخورد و تلاش کنیم قوانین حاکم بر رفتار اجزای طبیعت را تا حد امکان به «زبان ریاضی» بیان کنیم، محصول انقلاب علمی قرن هفدهم است. پیشرفت‌های بسیار مهمی که در این دوران در شاخه‌های گوناگون ریاضیات حاصل شد، در نهایت منجر به کشف (یا اختراع!) حساب دیفرانسیل و انتگرال توسط نیوتن (و مستقلا لایبنیتز) شد که به فیزیک‌دانان و دانشمندان سایر رشته‌ها ابزار بسیار کارآمدی برای توصیف پدیده‌ها و فرایندها به زبانی کمی و دقیق و قابل اندازه‌گیری می‌داد. «زبان ریاضی» به‌تدریج در سیر تکامل خود به جایی رسید که فیزیک‌دانان به کمک اصول ریاضیات و هندسه می‌توانستند سیستم‌های نسبتا پیچیده‌تر را با دقت قابل قبولی برای مقاصد کاربردی مدل‌سازی کرده و اعداد دارای معنای فیزیکی محسوس را از نتایج محاسبات خود استخراج کنند.

بحث از انقلاب بزرگ علمی باید برای تمدن‌های غیراروپایی از اهمیت خاصی برخوردار باشد؛ اهمیتی به مراتب بیشتر از اهمیت آن در نظر اروپایی‌ها، چراکه آنچه موجب شد مغرب‌زمین به مدت چند سده زودتر از سایر تمدن‌های مطرح به برتری غیرقابل انکار علمی و تکنولوژیکی دست پیدا کند ریشه در همین انقلاب بزرگ دارد

در طول چند سده گذشته تحولات فراوانی در زمینه‌های اقتصادی و سیاسی و فرهنگی در شرق و غرب عالم شاهد بوده‌ایم، اما در این مورد که زبان ریاضیات می‌تواند در توصیف یا حتی فهم عمیق جهان به ما کمک کند هیچ‌کس شک عمده‌ای نکرده است. امروزه ریاضی‌دانان و فیلسوفان ریاضی از جهات گوناگونی این وجه کاربردی‌بودن ریاضیات را مورد بررسی قرار می‌دهند و هنوز هم زمینه‌های جذابی برای پرسشگری در این باب که واقعا چرا ریاضیات این‌قدر خوب کار می‌کند و در فهم طبیعت به ما یاری می‌رساند، فراهم است. از دیدگاهی که قدری عرفانی‌تر است، بسیاری از دانشمندان دوران انقلاب علمی (نظیر گالیله) و دوران‌های قبل از آن شکی نداشتند که خداوند جهان را به زبان ریاضیات آفریده است. به طور خلاصه می‌توان گفت که دوران انقلاب علمی از جهت ریاضیاتی‌شدن و کمی‌سازی درک ما از پدیده‌ها تأثیرات بسیار شگرفی روی نحوه کنترل انسان بر طبیعت برجای گذاشت. از جمله پدیده‌هایی که در دوران‌های پیش از انقلاب علمی کمی‌سازی شده بودند، می‌توان به زمان، مکان، وزن، حرکت و... اشاره کرد. اما دوران انقلاب علمی دوران اوج کمی‌سازی طبیعت از تمام جهات ممکن است و این کمی‌سازی بود که توان اندازه‌گیری دقیق را به دانشمندان می‌داد و در پرتو این اندازه‌گیری‌ها بود که نظریه‌پردازی درباره پدیده‌ها ممکن می‌شد. از سویی نوعی از وابستگی پیشرفت علم به پیشرفت تکنولوژی علاوه‌بر بحث ابزارهای آشکارسازی در کمکی که ابزارهای اندازه‌گیری کمی به پیشرفت علم کردند، مشهود است؛ برای مثال نظریه‌پردازی درباره حرکت اجسام بدون اختراع ساعت‌های دقیق مکانیکی (یا هر نوع دیگر از ابزار که پیوستاری مانند زمان را به صورت کمی‌شده قابل اندازه‌گیری کند) اساسا غیرقابل تصور بود. نکته مهم دیگر استفاده از آزمایش در فهم قوانین طبیعت است که در دوران انقلاب علمی قرن هفدهم شاهد تکامل پایه‌های آن هستیم. البته آزمایش و سعی و خطا (که ذاتا دو مقوله جدا هستند) در دوران پیش از انقلاب بزرگ علمی در رشته‌هایی نظیر کیمیاگری که درواقع نیای علم شیمی معاصر محسوب می‌شود، سابقه داشتند. اما این استفاده سیستماتیک از آزمایش و بخشیدن این جایگاه مهم به معرفت ناشی از آزمایشات دقیق و کنترل‌شده علمی را در هر صورت باید محصول دوران انقلاب علمی قرن هفدهم دانست. این جایگاه بسیار مهم آزمایشات علمی به‌عنوان شاخص بسیار مهم افتراق‌دهنده معرفت علمی از غیر از آن هنوز هم وجود دارد. به این اعتبار، آزمایشات کنترل‌شده و نحوه کنترل این آزمایشات در آنچه که امروزه از آن به‌عنوان «متدلوژی علمی» یاد می‌کنیم، جایگاه مرکزی دارد. در قرن بیستم هیچ بحثی از علم و متدلوژی علمی در قالب فلسفه علم بدون عطف نظر به این جایگاه مرکزی آزمایشات کنترل‌شده امکان طرح‌شدن نمی‌یافت؛ به‌عنوان‌مثال در نظر پوپر آنچه که علم را از غیرعلم جدا می‌کند، بطلان‌پذیری تئوری‌های علمی است و این یعنی اینکه یک تئوری زمانی علمی محسوب می‌شود که بتوان برای آن آزمایش مبطل متصور شد. البته بعدها علم‌شناسان و فیلسوفان دیگر بر این اصل بطلان‌پذیری مناقشات بسیاری کردند، ولی آنچه از منظر بحث ما اهمیت دارد، جایگاه مرکزی آزمایش در فلسفه علم پوپر است. بحث شایان ذکر دیگری که به‌ویژه از دیدگاه جامعه‌شناختی در تحلیل تاریخی انقلاب بزرگ علمی قابل طرح است، بحث شکل‌گرفتن شبکه نهادهای علمی در این دوران است. در این دوران اروپا شاهد رشد چشمگیری در تعداد مؤسسات و نشریات علمی بود. علاوه‌بر افزایش تعداد دانشگاه‌ها، نشریات علمی فراوانی در این دوره به وجود آمدند که به کار انتشار آخرین یافته‌های علمی پس از داوری مطالب آنها می‌پرداختند.

بحث از انقلاب بزرگ علمی باید برای تمدن‌های غیراروپایی از اهمیت خاصی برخوردار باشد؛ اهمیتی به مراتب بیشتر از اهمیت آن در نظر اروپایی‌ها، چراکه آنچه موجب شد مغرب‌زمین به مدت چند سده زودتر از سایر تمدن‌های مطرح به برتری غیرقابل انکار علمی و تکنولوژیکی دست پیدا کند ریشه در همین انقلاب بزرگ دارد. انقلاب صنعتی که سده‌ای پس از انقلاب علمی به وقوع پیوست، بدون‌شک بدون سابقه انقلاب علمی در اروپا ممکن نمی‌شد و از دوران پس از انقلاب صنعتی بود که فاصله سایر تمدن‌های بزرگ با اروپایی‌ها، به‌ویژه در تکنولوژی و امور اقتصادی و نظامی به روشنی معلوم شد. سؤالات مهمی در این زمینه هنوز بی‌جواب مانده‌اند و پرسش از ریشه‌ها و پیامدهای انقلاب بزرگ علمی هنوز هم ادامه دارد. تلاش برای پاسخ به این سؤالات می‌تواند راهگشای بسیاری از معضلات فکری ما، به‌ویژه در مباحث مربوط به پیشرفت علمی باشد. ما باید بدانیم آنچه علم می‌نامندش از کجا آمده و مؤلفه‌هایش چیست. نحوه گسترش و پیشرفت آن چگونه بوده و چگونه می‌تواند باشد؟ ما بر کدام خاک ایستاده‌ایم و آنچه به کار ما می‌آید، چیست؟

سفر به سرزمین ذرات

الکترون: ریز و تیزپا

ذره‌ای که از مهبانگ تا صنعت را درنوردید

حسن فتاحی*

● الکترون‌ها ریز، متنوع و همیشگی‌اند. واژه الکترون در واقع یونانی است و کهربا گفته می‌شد که ماده‌ای فسیلی به‌رنگ زرد مایل به قهوه‌ای است که از آن در ساختن پیپ استفاده می‌شود. اگر کهربا را با پارچه مالش دهیم، خرده‌های کاغذ یا ذرات غبار را به خود جذب می‌کند. این خاصیت را الکتریسیته ساکن می‌گویند. تا مدت‌ها خواص الکتریسیته و مغناطیس را متفاوت و حتی مجزا از هم می‌پنداشتند. زمانی که قطعه سیمی دارای خاصیت الکتریکی می‌شود، در ظاهر هیچ مقدار ماده‌ای کم یا زیاد نمی‌شود. در سال ۱۸۷۹ یعنی فقط چهار سال قبل از شروع قرن بیستم، تامسون دریافت در حقیقت الکتریسیته توسط حرکت ذرات بسیار کوچک ماده حمل می‌شود. او آن ذرات را الکترون نامید. الکترون‌ها نه‌تنها کوچک‌ترین ذرات حامل الکتریسیته هستند، بلکه مقدار بار الکتریکی که توسط هر الکترون حمل می‌شود، همان تعریف واحد بار الکتریکی برای سایر ذرات مشاهده‌شده تا به امروز است. اگر در میان ذرات بنیادی یکی از دیگری بنیادی‌تر باشد، باید یادمان باشد که بی‌شک الکترون یکی از بنیادی‌ترینِ ذرات است.تصویری که کم‌وبیش در ذهن همه از اتم جای دارد، این‌گونه است که اتم متشکل از یک سامانه شامل هسته در مرکز است و الکترون‌ها به دور هسته در چرخش‌اند؛ چیزی شبیه به سامانه خورشیدی. اما باید یادمان باشد که الکترون‌ها می‌توانند به‌تنهایی و به‌صورت مجزا وجود داشته باشند.تصویر حاصل روی صفحه تلویزیون یا نمایشگر کامپیوتر نتیجه شلیک باریکه‌ای از الکترون‌ها توسط تفنگ الکترونی است که به اندوده خاصی برخورد می‌کنند. از کاهش سرعت ناگهانی الکترون‌ها، نوعی پرتو ایکس نرم تولید می‌شود که در پزشکی هسته‌ای کاربرد فراوانی دارد. در نوع خاصی از شتاب‌دهنده‌های پرانرژی به نام برخورددهنده‌های الکترون پوزیترون، باریکه‌ای از الکترون‌ها و باریکه‌ای از پوزیترون‌ها -یا همان پادالکترون‌ها- در دو راستای مخالف با سرعتی بسیار نزدیک به سرعت نور شتاب داده می‌شوند، سپس به یکدیگر نزدیک شده و بالاخره باهم تصادم می‌کنند. نتیجه این رویداد، مقیاسی بسیار کوچک از پدیده‌ای است که در مهبانگ رخ داده است.الکترون ذره‌ای بسیار کوچک است، به کوچکی یک میلیونیم یک تریلیونیم متر؛ اندازه‌ای که عملا قابل‌اندازه‌گیری نیست. اگر باریکه‌ای از الکترون‌های سریع با انرژی بالا را به طرف الکترون‌های هدف شلیک کنیم، در فاصله‌ای معین به واسطه نیروهای متقابل موجود، الکترون‌ها از مسیر اولیه خود منحرف می‌شوند. بر مبنای کوتاه‌ترین فاصله و محاسبات دقیق فیزیک‌دانان اندازه الکترون و نیز بار الکتریکی را که حمل می‌کند، پیدا می‌کنند. یک الکترون نزدیک‌ترین چیز به مفهوم فیزیکی مجرد است که آن را ذره نقطه‌ای می‌نامیم. همان نقطه هندسی بدون بُعد با جرمی معین که خود یکی از مفاهیم بنیادی در فیزیک کلاسیک است.در قیاسی ملموس نسبت جرم الکترون به یک پشه برابر است با نسبت جرم پشه به جرم ستاره‌ای هم‌جرم خورشید. جان کلام اینکه در میان تمام ذرات بنیادی شناخته‌شده با جرم متناهی، الکترون از کوچک‌ترین‌ها و سبک‌ترین‌ها است. اهمیت اصلی الکترون نه در جرم آن بلکه در بار الکتریکی آن است. واحد بار الکتریکی کولن نامیده می‌شود. مقدار بار الکتریکی برای یک الکترون از مقیاس ۱۰ به توان منفی ۱۹ است؛ عددی بسیار کوچک که طبق قرارداد علامت آن هم منفی است. یک ماشین‌حساب خیلی کوچک را تصور کنید که با یک باتری یک‌ونیم‌ولتی کار می‌کند و مصرفش هم از مقیاس پنج ده‌هزارم وات است. این ماشین‌حساب کوچک با یک جریان بسیار کم برحسب آمپر کار می‌کند. درواقع عبور ۲.۵ تریلیون الکترون از مدار الکترونیکی آن در هر یک‌هزارم ثانیه.اندازه بار الکتریکی یک الکترون همان تعریف اصلی واحد بار الکتریکی برای تمام ذرات، اتم‌های یونیده و مولکول‌ها است. از این قاعده که به قاعده کوانتش بار موسوم است، هیچ انحرافی وجود ندارد. بار تمام ذرات شناخته‌شده مضرب صحیحی یا مضربی کسری (کسر گویا) از بار الکترون است که با نماد q نشان می‌دهند. احتمالا نام کوارک‌ها به گوشتان خورده است؛ ذرات سازنده پروتون‌ها و نوترون‌ها. هر پروتون و هر نوترون، هریک از سه کوارک بالا یا پایین ساخته شده‌اند. بار الکتریکی کوارک‌ها مضربی از بار الکترون است به‌گونه‌ای که در نهایت نوترون ذره‌ای بدون بار و پروتون یک واحد بار مثبت دارد. یکی دیگر از خواص اساسی الکترون، پایداری آن است. خاصیتی که فقط تعداد اندکی از ذرات بنیادی دارند. الکترون‌ها تحت هیچ شرایطی به ذرات کوچک‌تر دیگر تبدیل نمی‌شوند. در میان تمام ذرات بنیادی شناخته‌شده با جرم غیر صفر، الکترون از سبک‌ترین ذرات محسوب می‌شود. همچنین الکترون از قدیمی‌ترین (اگر نه قدیمی‌ترین) ذرات بنیادی به شمار می‌رود. گویی الکترون‌های ریز و تیزپا از همان لحظات اول پیدایش عالم بوده‌اند و خواهند بود.

*عضو هیئت تحریریه فصلنامه نقد کتاب علوم محض و کاربردی