فیزیک در دنیای ما

دنیای سایه‌ها

واقعیت شبیه‌سازی‌شده دنیای فیزیکی

کسرا حقیقت

● «سایفر» در فیلم ماتریکس می‌داند که استیک داخل بشقابش واقعی نیست. می‌داند که مزه استیک صرفا یک واقعیت شبیه‌سازی‌شده و کدهای برنامه‌نویسی‌شده یک دنیای واقعی، جایی در ذهن او نیست. اما با این وجود می‌خواهد وجود استیک را باور کند. آیا ممکن است تجربه‌های واقعی ما از زندگی، مثلا قدم‌زدن در یک روز آفتابی در دل طبیعت، کدهای یک نرم‌افزار داخل یک ظرف آزمایشگاهی باشد که واقعیت را شبیه‌سازی می‌کند؟ مفهوم واقعیت، یکی از پرسش‌های بنیادین و دیرینه فلسفی است. با گذشت بیش از دو هزار سال از آغاز اندیشه فلسفی انسان، هنوز هم نمی‌دانیم که واقعیت چیست. اگرچه رئالیسم یا واقع‌گرایی را نمی‌توان به سادگی تعریف کرد اما ایده اصلی رئالیسم این است که واقعیت، مستقل از ذهن ما و جایی بیرون از ذهن وجود دارد. با پیشرفت پروژه هوش مصنوعی و توسعه بازی‌های کامپیوتری که بر مبنای واقعیت مجازی توسعه پیدا کرده‌اند، دغدغه‌های فلسفی ما نیز شکل دیگری به خود گرفته‌اند. فیلسوفانی که روی پیامدهای فلسفی تکنولوژی‌های آینده کار می‌کنند، تاحدی بر سر این پرسش که «واقعیت چیست» توافق ندارند بلکه تعدادی از آنها مانند «نیک باستروم» فیلسوف و ریاضی‌دان سوئدی در دانشگاه آکسفورد دیدگاهی را طرح کرده‌اند که بر اساس آن، واقعیتی که ما می‌فهمیم می‌تواند یک واقعیت مجازی شبیه‌سازی‌شده باشد. این ایده ممکن است در نگاه اول غیرعقلانی و بلکه مضحک به نظر برسد. اما نه نیست بدانیم که تعداد دانشمندان و فلاسفه و ریاضی‌دانان و کیهان‌شناسانی که نظریه شبیه‌سازی را جدی گرفته‌اند، کم نیست. آیا ممکن است تمدن‌هایی وجود داشته باشند که بتوانند با بهره‌گیری از ابرکامپیوترهایی برای خود تصور مد، تمامی کیهان را شبیه‌سازی کنند؟ «جان بارو» ریاضی‌دان بریتانیایی از دانشگاه کمبریج وجود تمدن‌هایی که به لحاظ تکنولوژیکی بتوانند جهان را شبیه‌سازی کنند، ممکن می‌داند و می‌گوید در چنین شبیه‌سازی‌هایی ممکن است موجوداتی دارای اندیشه توسعه پیدا کنند که حتی قادرند با یکدیگر ارتباط برقرار کنند. «پاول دیویس» اخترفیزیک‌دان در دانشگاه ماکواری استرالیا برنده جایزه مشهور فارادی در سال ۲۰۰۲ می‌گوید: «بسیار محتمل است که ما صرفا موجودات شبیه‌سازی‌شده باشیم». این دیدگاه که جهان حسی و واقعیت موجود در آن چیزی جز وهم نیست به‌هیچ‌عنوان ایده تازه‌ای نیست. در حدود دو هزارو ۴۰۰ سال پیش «چوانگتسی» فیلسوف چینی درایین‌باره می‌اندیشید که تمام زندگی انسان می‌تواند یک رؤیا باشد. نظریه عالم مُثُل افلاطونی نیز دنیایی را تصویر می‌کند که در آن، واقعیت همان چیزی نیست که می‌بینیم و تجربه می‌کنیم. در پشت سر انسان‌هایی که رو به دیوار به غار عظیم‌ترنجیر بسته شده‌اند و در تمام زندگی هیچ‌گاه پشت سر خود را نگاه نکرده‌اند. آنتنی روشن است. آنها در سراسر زندگی خود تنها سایه‌ها را دیده‌اند و نه خود اشیا. را. دنیای سایه‌ها در تمثیل غار افلاطون، دنیایی است که واقعی نیست اما افراد به‌زنجیرکشیده در غار، آن را واقعی تصور می‌کنند. «برتراند راسل» می‌گوید: «ممکن است همه ما همین پنج دقیقه پیش به وجود آمده باشیم. با خاطرات حاضر و آماده در ذهن‌مان. همراه با خاطراتی از گذشته که وجود نداشته و همه‌اش به‌صورت یک‌جا در ذهن‌مان کنار گذاشته شده است. همین پنج دقیقه پیش با همین سوراخ روی جوراب یا همین دستمال مچاله‌مان». اینکه دیدگاه ماتریکس‌وارِی برای خود تصور مد، حتما یک ایده علمی نیست. هنوز در بین دانشمندان و فیلسوفان مطرح‌اند. «میچیو کاکو» یکی از فیزیک‌دان‌های معروف در زمینه نظریه ریسمان می‌گوید: «هیچ چیزی در مکانیک کوانتومی و نظریه ریسمان وجود ندارد که با ماتریکس‌بودن جهان ناسازگار باشد». در سال ۲۰۰۳ یک باستروم» این دیدگاه را در مقاله‌ای به‌نام «آیا ما در یک شبیه‌سازی زندگی می‌کنیم؟» به شکل کامل پیچیده‌ای مطرح کرد. به گفته او اینکه انسان‌ها می‌توانند درباره خود بیاندیشند نمی‌توانند بر اساس کارکرد توده خاکستری مغز باشد. استدلال «باستروم» این است که برای تبیین اندیشه‌ای ساختارهای محاسباتی به‌مراتب بیش از اینها لازم است که می‌توانند در یک کامپیوتر تولید شوند. نظریه شبیه‌سازی «باستروم»، سکه وارونه دیدگاه ماتریکس است. یکی از آنها باید به‌عنوان گزاره صادق پذیرفته شود.

– نسل انسان به احتمال بالا پیش از رسیدن به مرحله پاسانی منقرض خواهد شد

– هیچ تمدن پاسانی به احتمال بالا به شبیه‌سازی تاریخ تکامل خود علاقه‌ای ندارد

– ما به احتمال بالایی در یک شبیه‌سازی کامپیوتری هستیم

در صورت غلط‌بودن دو فرض اول به گفته «باستروم» می‌توان این‌گونه استنتاج کرد که جهان ما به احتمال بالا یک شبیه‌سازی است. با به اتحه «باستروم» می‌گوید با شرط بر گرم‌کردن از تکنولوژی لازم که بتواند وضعیت امروز ما را شبیه‌سازی کند نخواهد رسید. با ما احتمال بالا در یک چنین شبیه‌سازی زندگی می‌کنیم. «باستروم» می‌گوید: «این نتیجه به این معنی نیست که جهان ما قطعا یک شبیه‌سازی عظیم کامپیوتری است. البته من ادّعا نمی‌کنم که ما در یک شبیه‌سازی زندگی می‌کنیم. اما احتمال دست‌بودن این کراره بالاست. من احتمال را حدود ۲۰ درصد تخمین می‌زنم». به گفته «باستروم» اگر روزی ما بتوانیم یک جهان را شبیه‌سازی کنیم، دستیابی به این توانایی می‌تواند یک گواه محکم بر این باشد که خود ما هم در چنین شبیه‌سازی زندگی می‌کنیم. «جان بارو» می‌گوید: «وقتی در یک صحنه از کارتون والت دیزنی، انعکاس نور روی سطح یک دریا نمایش داده می‌شود، بدون شک هیچ انیمیشن‌سازی برای نشان‌دادن انعکاس نور از قوانین الکترودینامیک کوانتومی با اینک استفاده نمی‌کند». او معتقد است پیچیدگی یک سیستم محدود است به بدنه‌پرنج. خطاهایی در سیستم ظاهر خواهد شد. البته به باور «بارو» برنامه‌نویس چنین ابرکامپیوتر عظیمی برای برهیز از خطاها می‌توانسته تابع تصحیح طراحی کرده باشد که به‌صورت خروکار خطاهای سیستم را پوشش دهد. این مسئله به نتایج رازآلودی منجر خواهد شد که حتی می‌تواند قوانین فیزیک را نقض کند. مثلا تغییر در ثابت‌های فیزیکی. «پاول دیویس» اخترفیزیک‌دان در دانشگاه ماکواری استرالیا برنده جایزه مشهور فارادی در سال ۲۰۰۲ می‌گوید: «بسیار محتمل است که ما صرفا موجودات شبیه‌سازی‌شده باشیم». این دیدگاه که جهان حسی و واقعیت موجود در آن چیزی جز وهم نیست به‌هیچ‌عنوان ایده تازه‌ای نیست. در حدود دو هزارو ۴۰۰ سال پیش «چوانگتسی» فیلسوف چینی درایین‌باره می‌اندیشید که تمام زندگی انسان می‌تواند یک رؤیا باشد. نظریه عالم مُثُل افلاطونی نیز دنیایی را تصویر می‌کند که در آن، واقعیت همان چیزی نیست که می‌بینیم و تجربه می‌کنیم. در پشت سر انسان‌هایی که رو به دیوار به غار عظیم‌ترنجیر بسته شده‌اند و در تمام زندگی هیچ‌گاه پشت سر خود را نگاه نکرده‌اند. آنتنی روشن است. آنها در سراسر زندگی خود تنها سایه‌ها را دیده‌اند و نه خود اشیا. را. دنیای سایه‌ها در تمثیل غار افلاطون، دنیایی است که واقعی نیست اما افراد به‌زنجیرکشیده در غار. آن را واقعی تصور می‌کنند. «برتراند راسل» می‌گوید: «ممکن است همه ما همین پنج دقیقه پیش به وجود آمده باشیم. با خاطرات حاضر و آماده در ذهن‌مان. همراه با خاطراتی از گذشته که وجود نداشته و همه‌اش به‌صورت یک‌جا در ذهن‌مان کنار گذاشته شده است. همین پنج دقیقه پیش با همین سوراخ روی جوراب یا همین دستمال مچاله‌مان». اینکه دیدگاه ماتریکس‌وارِی برای خود تصور مد، حتما یک ایده علمی نیست. هنوز در بین دانشمندان و فیلسوفان مطرح‌اند. «میچیو کاکو» یکی از فیزیک‌دان‌های معروف در زمینه نظریه ریسمان می‌گوید: «هیچ چیزی در مکانیک کوانتومی و نظریه ریسمان وجود ندارد که با ماتریکس‌بودن جهان ناسازگار باشد». در سال ۲۰۰۳ یک باستروم» این دیدگاه را در مقاله‌ای به‌نام «آیا ما در یک شبیه‌سازی زندگی می‌کنیم؟» به شکل کامل پیچیده‌ای مطرح کرد. به گفته او اینکه انسان‌ها می‌توانند درباره خود بیاندیشند نمی‌توانند بر اساس کارکرد توده خاکستری مغز باشد. استدلال «باستروم» این است که برای تبیین اندیشه‌ای ساختارهای محاسباتی به‌مراتب بیش از اینها لازم است که می‌توانند در یک کامپیوتر تولید شوند. نظریه شبیه‌سازی «باستروم»، سکه وارونه دیدگاه ماتریکس است. یکی از آنها باید به‌عنوان گزاره صادق پذیرفته شود.

– نسل انسان به احتمال بالا پیش از رسیدن به مرحله پاسانی منقرض خواهد شد

– هیچ تمدن پاسانی به احتمال بالا به شبیه‌سازی تاریخ تکامل خود علاقه‌ای ندارد

– ما به احتمال بالایی در یک شبیه‌سازی کامپیوتری هستیم

ویروس کرونا در مغز پریشان ما

نگاهی به چگونگی درگیری سیستم اعصاب بدن توسط بیماری کووید-۱۹

عبدالرضا ناصرمقدسی
متخصص مغز و اعصاب

پس از شیوع گسترده بیماری کووید-۱۹ در دسامبر ۲۰۱۹ از بازاری در ووهان چین، هرروز با طیف و شکل جدیدی از درگیری‌ها با این ویروس روبه‌رو می‌شویم. بیماری کووید-۱۹ یک بیماری کاملا جدید است که ما هیچ اطلاعی از آن نداشتیم و احتمالا نیز با گذشت بیش از شش ماه و میزان بالای تحقیقات هنوز که هنوز است حجم دانسته‌های ما بسیار بیشتر از دانسته‌های ماست. اگرچه پیش از این سایر سوش‌های این ویروس بیماری‌هایی همچون «مرس» یا «سارس» را به‌وجود آورده بود اما به‌نظر می‌رسد رفتار ویروس کرونای ۲۰۱۹ از همه خویشاوندان پیش‌چه‌دترت است. تظاهر اولیه و اصلی این بیماری، با درگیری ریه افراد مبتلا اتفاق می‌افتد. ویروس پس از ورود به بدن وارد سلول‌های ریه شده و سبب درگیری آنها می‌شود. در بیش از ۸۵ درصد موارد این درگیری بی‌علامت یا بسیار خفیف است. اما در درصد باقی‌مانده ممکن است این درگیری شدید بوده و چیزی نزدیک به سه تا پنج درصد نیز منجر به فوت می‌شود. این طیف درگیری به‌دلیل پاتوفیزیولوژی خاص بیماری است. دروافع تمام تظاهرات بیماری مرتبط به خود ویروس نیست بلکه ترکیب بدن و ویروس و واکنش‌های بین این دو است که سبب می‌شود این اتفاق افتاده و این طیف بیماری شکل بگیرد. همین نیز رفتار بیماری کووید-۱۹ در بدن را پیچیده می‌کند. در وهله اول چنانکه گفته شد ویروس سبب آلوده‌شدن سلول‌های بدن به‌خصوص سلول‌های ریه می‌شود. در این حالت دفاع رنف شروع به واکنش می‌کند و با تولید پادتن و همچنین فعالیت سلول‌های لنفوسیت سبب می‌شود که ویروس از بین برود و بیماری نیز به پایان برسد. این چیزی است که در ۸۵ درصد موارد دیده می‌شود. ولی در آن درصد باقی‌مانده، واکنشی که سیستم ایمنی بدن به ویروس نشان می‌دهد بیش از اندازه بوده، به‌طوری‌که به توفان سیتوکینی مشهور است. سیستم ایمنی به‌شدت در برابر ویروس واکنش نشان داده و این واکنش شدید سبب تخریب بافت ریه می‌شود. همین واکنش است که حال بیمار را بد کرده و حتی گاه متأسفانه منجر به فوت بیمار نیز می‌شود. با توجه به این پاتوفیزیولوژی، درمانی نیز که برای بیماری در نظر گرفته می‌شود، متغیر است. در موارد خفیف که اکثر موارد را شامل می‌شود نیاز به داروی خاصی نیست. فقط کافی است استراحت کرده و آب و مایعات فراوان مصرف کنند. اما در موارد شدید این‌گونه نیست. خیلی وقت‌ها به‌جای حمله به ویروس، ما به سیستم ایمنی بدن خودمان حمله می‌کنیم تا از شدت بالای واکنش آن بکاهیم. داروهای متعددی برای این مورد به کار می‌روند و داروهای زیادی هم تحت آزمایش هستند. از همان ابتدای همه‌گیری، متوجه شدیم که درگیری با کووید-۱۹ به ریه محدود باقی نمی‌ماند بلکه می‌تواند ارگان‌های دیگر مثل سیستم گوارشی، پوست، قلب و سیستم عصبی را نیز درگیر کند. آنچه در اینجا بدان می‌پردازیم، درگیری سیستم عصبی توسط این ویروس و این بیماری نوظهور است.

درگیری سیستم عصبی با ویروس کرونا

ویروس کرونا یک ویروس نوروتروپ یا عصب‌دوست است؛ یعنی مشخص شده که ویروس تمایل خاصی به سلول‌های عصبی دارد. این ویروس به روش‌های مختلفی می‌تواند سبب درگیری سیستم عصبی شود. اولین آن درگیری مستقیم سلول‌های عصبی با ویروس است. چندین گیرنده بر سطح سلول‌های عصبی شناخته‌شده که ویروس با اتصال به آنها می‌تواند وارد سلول عصبی شده و آن را آلوده کند. این یکی از مهم‌ترین روش‌های درگیری سلول‌های عصبی توسط ویروس است. اما به روش‌های دیگر نیز سیستم عصبی می‌تواند در این بیماری درگیر شود. این ویروس می‌تواند ازطریق عضب بویایی وارد مغز شود و علامت عدم حس بویایی که در این بیماری شایع است نیز ناشی از درگیری سلول‌های عصبی و اصطلاحا بیاز بویایی است. شکل دیگر درگیری به‌دنبال عوارض رویی ناشی از بیماری رخ می‌دهد. وقتی ریه به‌شدت درگیر شود، اکسیژن‌رسانی و خون‌رسانی به مغز مختل می‌شود. همین عدم اکسیژن‌رسانی می‌تواند سبب آسیب به مغز و ایجاد ایسکمی، ورم مغز و آسیب متعاقب آن شود. روش بعدی ناشی از باسخ سیستم ایمنی بوده است؛ یعنی پاسخی که سیستم ایمنی به ویروس می‌دهد می‌تواند سبب آسیب در نواحی دیگر از جمله سیستم عصبی شود. نمونه مشخص آن که به‌صورت روزافزونی در حال گزارش است، درگیری اعصاب محیطی به‌صورت حاد بوده که «سندرم گلن‌باره» نامیده می‌شود. در این سندرم معمولا اندام‌های تحتانی به‌تدریج و در عرض چند روز ضعیف شده و سپس اندام‌های فوقانی نیز درگیر می‌شوند و حتی می‌تواند منجر به افت تنفسی فرد نیز شود. همین موضوع می‌تواند در سیستم اعصاب مرکزی نیز رخ دهد؛ یعنی پاسخ ایمنی بدن وقتی که افزایش‌یافته باشد، سبب ایجاد تخریب در مغز شده و به دنبال آن علائم گوناگونی را ایجاد کند که در ادامه به شرح آن پرداخته می‌شود.

درگیری اعصاب محیطی: یکی از اولین گزارش‌ها در مورد درگیری سیستم اعصاب محیطی وقوع «سندرم گلن‌باره» به‌دنبال ابتلا به کووید-۱۹ بود. «سندرم گلن‌باره» یکی از سندرم‌های کاملا شناخته‌شده است که در پاسخ به یک عفونت یا واکسیناسیون اتفاق می‌افتد. این عفونت به‌طورعمده تنفسی بوده، اما گاه می‌تواند گوارشی نیز باشد. معمولا با فاصله یک تا سه هفته از ابتلا به این عفونت، بیمار دچار احساس ضعف در اندام‌های تحتانی شده که به‌تدریج تشدید یافته و می‌تواند اندام‌های فوقانی و حتی عضلات تنفسی بیمار را نیز درگیر کند. حتی ممکن است با اختلال در سیستم اتونوم سبب نامنظمی در فشارخون یا ضربان قلب بیمار شود که بسیار خطرناک است. بنابراین بیمار حتما باید بستری شده و از نظر تنفسی بررسی شود. از آنجا که عفونت‌های ویروسی می‌توانند جزء عوامل تحریک‌کننده این سندرم باشند، بنابراین اصلا دور از ذهن نبود که ویروس کرونا نیز بتواند سبب ایجاد این سندرم شود و همان‌طورکه انتظار می‌رفت موارد متعددی از «سندرم گلن‌باره» به‌دنبال ابتلا به کووید-۱۹ در حال گزارش است.

درگیری اعصاب مرکزی: همان‌طورکه گفته شد درگیری سیستم اعصاب مرکزی می‌تواند به‌صورت‌های مختلفی در بیماری کووید-۱۹ رخ دهد. از همان ابتدا با کاهش سطح هوشیاری و تشنج بیماران روبه‌رو بودیم. خود درگیری ریه و به‌دنبال آن کاهش اکسیژن‌رسانی به مغز می‌تواند از علل این کاهش سطح هوشیاری و نیز تشنج باشد. گزارش‌های بعدی در مورد آنسفالیت ناشی از این ویروس بود. آنسفالیت به التهاب مغزی گفته می‌شود که می‌تواند علل مختلفی داشته باشد. یکی از این علل، بیماری عفونی و به‌خصوص ویروس‌هاست. شناخته‌شده‌ترین آنها ویروس هرپس بوده که باعث آنسفالیت هرپسی شده که می‌تواند مرگ‌بار باشد. اکنون مشخص شده که ویروس کرونا نیز می‌تواند با درگیری پارانشیم مغزی سبب آنسفالیت شود که خود را با بروز، کاهش سطح هوشیاری و تشنج نشان می‌دهد. نکته جالب توجه اینجاست که در اکثر موارد این تشخیص براساس شرایط بالینی و تصویربرداری بیمار بوده و پزشکان نتوانسته‌اند خود ویروس را از مایع مغزی-نخاعی بیمار جدا کنند. این درگیری سبب الکوهای قابل توجهی در نمای اماِرآی مغزی نیز می‌شود. ممکن است با ضایعات دوطرفه مغزی روبه‌رو شویم که درون آنها خون‌ریزی اتفاق افتاده باشد. وقوع این خون‌ریزی نه‌تنها پیش‌آگهی را بد می‌کند بلکه به‌مثابه هشداری برای پزشکان بوده که آنها را ملزم به استفاده از داروهایی همچون کورتیکواستروئید برای سرکوب سیستم ایمنی می‌کند. شکل دیگر درگیری که از همان ابتدا مورد توجه قرار گرفت، درگیری مغز و نخاع است که سبب سکته‌های مغزی است. به نظر می‌رسد که بیماری کووید-۱۹ سبب افزایش میزان انعقادپذیری در خون شده و به‌دنبال آن ریسک سکته مغزی را بالا می‌برد. موارد زیادی از سکته مغزی همراه با کووید-۱۹ گزارش شده است. این سکته‌ها که در افراد جوان بیشتر دیده شده، همچنین با درگیری عروق بزرگ مغز همراه بوده‌اند که همین شرایط بیمار را بدتر می‌کند. اما یکی‌دیگر از فرم‌های درگیری مغز، التهاب آنسفالومیلیت حاد به‌دنبال ابتلا به کووید-۱۹ است. آنسفالومیلیت حاد معمولا می‌تواند به‌دنبال ابتلا به یک عفونت یا مصرف بعضی داروها رخ دهد. همان‌طورکه درباره «سندرم گلن‌باره» عنوان شد، یک پاسخ ایمنی تندیدیافته نسبت به آن عفونت، می‌تواند سبب تخریب سیستم ایمنی و ایجاد ضایعات مغزی شود. پس دور از ذهن نبود اگر ما به دنبال ابتلا به کووید-۱۹ شاهد چنین فرمی از درگیری باشیم. چندین گزارش از این شکل درگیری به چاپ رسیده است. بیماران افراد مبتلا به کووید‌ی بودند که با علائمی همچون کاهش سطح هوشیاری، اختلالات نوروتوزیک و تشنج مراجعه می‌کردند. در امآرآی آنها ضایعات متعدد دوطرفه دیده می‌شد. درمانی نیز که به کار می‌رود شامل کورتون یا تعویض پلاسمای خون (پلاسمافرز) است.

درگیری‌های بعدی سیستم اعصاب: همان‌طورکه گفته شد کووید-۱۹ هر روز چالشی جدید را برای ما به‌وجود می‌آورد. به کمان محققان این چالش به همین‌جا ختم نشده و در آینده بنا بدید منتظر شکل جدیدی از درگیری‌ها باشیم. احتمالا کووید-۱۹ می‌تواند شانس ابتلا به یک‌سری از بیماری‌های خودایمن ازجمله بیماری‌های مربوط به سیستم عصبی را افزایش دهد. ما می‌دانیم که ویروس‌ها در باتوژنز بیماری‌هایی همچون اماس نقش دارند. بنابراین این احتمال وجود دارد که ما با افزایش میزان اماس در سال‌های آینده روبه‌رو باشیم. همچنین ممکن است بیماری‌های خودایمنی بیشتر که تا به‌حال از آن بی‌خبریم ظهور کند. اما این نکته را از نظر دور داشت که این هیچ ارتباطی به جهان خارج و ساختار آن ندارد. بنابراین اگر بپذیریم که یک ساختار ریز با یک پرواز خیلی سیستمی در نظریه شبیه‌سازی نسبت دهیم. چنین ناهمگونی‌هایی پیش‌تر در تاریخ فیزیک فراوان رخ داده است. ایرادتی که با ارائه مدل‌های جدید در فیزیک برطرف شده‌اند. دست مانند ناهمگونی‌های فیزیک نیوتنی که با مدل نسبیتی اینشتین کنارزده شد. این سخن علمی نیست (اگرچه شبه‌علمی هم نیست) اما کسی چه می‌داند. شاید دوگانگی موج-ذره در آزمایش دو شکاف بانگ پاراوکس گربه شرودینگر و نسبی‌بودن زمان در نظریه نسبیت خاص، بخشی از خطاهای یک واقعیت شبیه‌سازی‌شده باشند.

سینا فلازاده راستمکناری
معلمان و استادان ریاضیات باید اغلب مجبورند با زحمت فراوان برای دانش‌آموزان و دانشجویان ریاضی‌گریز دبیرستان و دانشگاه درباره کاربردهای گسترده ریاضیات توضیح بدهند تا آنها را قانع کنند که آنچه آنها به بهانه بی‌کاربردبودن در زندگی عملی از آموختش می‌گریزند، دروافع پرکاربردترین دانشی است که بشر تاکنون به آن دست یافته است. البته بسیاری از دانشجویان ممکن است بر کاربردهای واقعی ریاضیات در علوم و صنایع وقوف کافی داشته باشند، اما برحسب انتخاب یا علاقه شخصی فقط به کاربرد آن در زندگی روزمره خود توجه کنند و بقیه را به اهلش واگذارند. در مورد شکایت از بی‌کاربردبودن علوم پایه و به‌ویژه ریاضیات در زندگی عملی آنکارا به‌عنوان یک چالش در نظام آموزشی از مدرسه تا دانشگاه وجود دارد که در جای خود باید به آنها رسیدگی شود. اما مسئله بیش‌روی فیلسوفان علوم و ریاضیات و ریاضی‌دانان درباره «کاربردپذیری ریاضیات» از سنخ دیگری است و ارتباطی به کارآمدی نظام‌های آموزش ریاضیات باید ندارد. مسئله کاربردپذیری ریاضیات، برخلاف طرح ذذن‌آموزان و دانشجویان ریاضی‌گریز، این است که ریاضیات از چه رو تا این اندازه کاربردهای گسترده و حیرت‌آوری دارد؟ و چرا به هر گوشه از علوم طبیعی که می‌نگریم به وجود زدهای «مدل‌های ریاضی» مشهود است؟ چرا امروزه اساسا تصور علم بدون مدل‌های ممکن نیست؟ نکته جالب اینجاست که به نظر می‌رسد با گذشت زمان میزان نفوذ ریاضیات در سایر علوم که به صورت کلاسیک در دنیا علوم انسانی دسته‌بندی می‌شدند مانند جامعه‌شناسی نیز در حال افزایش است. اینک چرا ما به ریاضیات برای مدل‌سازی واقعیت اطمینان داریم اینه تیز عجیبی نیست و به تجربه‌های موفق تکنیک‌دان‌ها می‌نگریم. اما اینکه چرا این همه تجربه موفق در کاربرد ریاضیات در علوم طبیعی، به‌ویژه پس از انقلاب علمی قرن هفدهم به این سو داریم و اینکه جایگاه عینی‌شناختی ریاضیات در فهم ما از جهان چیست، مسئله پیچیده‌ای است که ذهن دانشمندان و فیلسوفان بزرگی را در چند قدمه اخیره خود مشغول کرده است. کاربرد ریاضیات در تمام ساحت‌های زندگی مدرن از ساده‌ترین شمارش‌ها و محاسبات روزمره گرفته تا پیچیده‌ترین نظریات فیزیک قرار بنیادی قابل مشاهده است. خودرها، گوشی‌های هوشمند، کامپیوترها و هواپیماها همه و همه شاهکارهای کاربرد ریاضیات در علوم مهندسی هستند و از سوی دیگر سابقه چند هزاره کاربرد ریاضیات در به‌نظم‌آوردن فهم ما از رفتار کواکب و افلاک نشان از آن دارند که ریاضیات از آغاز تمدن بشری جایگاه ویژه‌ای در نحوه نگاه ما به جهان داشته است؛ جایگاهی که امروزه با شتابی روزافزون ارتقا می‌یابد. این گستردگی حیرت‌انگیز کاربردهای ریاضیات در فهم ما از طبیعت شاید در نگاه اول ما را به نظرگاهی شبیه آنچه فیلناغوریان باستان می‌پنداشتند، یعنی ضرب‌المثل «همه عدد است» رهنمون شود؛ به این ایده که ساختار واقعیت جهان به نحوی عمیق ریاضیاتی است. اما این تنها یک روی سکه است. روی دیگر سکه به ساختار ذهن ما برمی‌گردد که احتمالا در روال تکامل و پیچیده‌ترشدن مغزمان به شهودهای ریاضیاتی برای فهم طبیعت در چارچوب تجربیات فضا-زمانی نیل آمده است.

صورت ریاضیات برای علوم طبیعی

از یک دیدگاه تاریخی به کاربرد ریاضیات در علوم طبیعی بنگریم درمی‌یابیم که یکی از ویژگی‌های بارز عقل‌گرایی در علوم طبیعی، به‌ویژه در فیزیک، در کنار ساخته‌ها و ابداع‌های فلسفی و مفاهیم انتزاعی، نقش بنیادی و محوری داشته است. البته این مسئله تا حدود زیادی به ساختار درگیر با مفاهیم بنیادی علوم طبیعی وابسته است. اما این تنها یک روی سکه است. روی دیگر سکه به ساختار ذهن ما برمی‌گردد که احتمالا در روال تکامل و پیچیده‌ترشدن مغزمان به شهودهای ریاضیاتی برای فهم طبیعت در چارچوب تجربیات فضا-زمانی نیل آمده است.

صورت ریاضیات برای علوم طبیعی

طبیعی نخستین مبدعه که کاربرد ریاضیات در علوم طبیعی بنگریم درمی‌یابیم که یکی از ویژگی‌های بارز عقل‌گرایی در علوم طبیعی، به‌ویژه در فیزیک، در کنار ساخته‌ها و ابداع‌های فلسفی وجود دارد. البته این مسئله تا حدود زیادی به ساختار درگیر با مفاهیم بنیادی علوم طبیعی وابسته است. اما این تنها یک روی سکه است. روی دیگر سکه به ساختار ذهن ما برمی‌گردد که احتمالا در روال تکامل و پیچیده‌ترشدن مغزمان به شهودهای ریاضیاتی برای فهم طبیعت در چارچوب تجربیات فضا-زمانی نیل آمده است.

صورت ریاضیات برای علوم طبیعی

طبیعی نخستین مبدعه که کاربرد ریاضیات در علوم طبیعی بنگریم درمی‌یابیم که یکی از ویژگی‌های بارز عقل‌گرایی در علوم طبیعی، به‌ویژه در فیزیک، در کنار ساخته‌ها و ابداع‌های فلسفی وجود دارد. البته این مسئله تا حدود زیادی به ساختار درگیر با مفاهیم بنیادی علوم طبیعی وابسته است. اما این تنها یک روی سکه است. روی دیگر سکه به ساختار ذهن ما برمی‌گردد که احتمالا در روال تکامل و پیچیده‌ترشدن مغزمان به شهودهای ریاضیاتی برای فهم طبیعت در چارچوب تجربیات فضا-زمانی نیل آمده است.

کاربردپذیری راز آمیز ریاضیات

مقدمه‌ای کوتاه بر مسئله فلسفی کاربردپذیری ریاضیات در فهم جهان

محمدرضا اسلامی
پژوهشگر مهندسی سازه

در روزهای گذشته گفت‌وگوها و مباحث زیادی درباره انفجار بیروت منتشر شده و این اتفاق تلخ، حتی سرآغاز برخی تحولات سیاسی هم در این کشور شده است. در این یادداشت تلاش می‌شود به چند نکته از منظر فنی بحث «مهندسی انفجار» اشاره شود.

این اتفاق قبلا هم رخ داده بود: باورکردنش بسیار دشوار است که پتنسیوم این اتفاق تلخ، دقیقا به همین شکل، قبلا یک بار دیگر در تاریخ رخ داده است! سال‌ها قبل از ماجرای انفجار، یک کشتی که حامل دهوزارو ۳۰۰ تُن نیترات‌آمونیوم بود، در آمریکا و در بندر تگزاس (در خلیج گالوستون) دچار آتش‌سوزی شد و این امر باعث یک انفجار بزرگ در آن کشتی و همچنین یک سلسله انفجار در مخازن سوخت (منطقه صنعتی) مجاور شد. این ساتحه که مرگ‌بارترین انفجار صنعتی در آمریکا محسوب می‌شود (تا قبل از این انفجار لبنان)، یکی از بزرگ‌ترین انفجارهای غیرهسته‌ای تاریخ محسوب می‌شود. متأسفانه به دلیل بی‌توجهی به حسابسازی‌های صحیح و مستقیم از نیترات‌آمونیوم، ۵۸۱ نفر در ساتحه بدین تگزاس کشته و بیش از پنج‌هزار نفر مجروح شدند. جالب اینجاست که با وجود سابقه چنین تجربه تلخی از نگهداری نیترات‌آمونیوم، مجددا در لبنان، آزموده ازموده شد و به تعبیر حافظ: مَن جُرّبَ المُجَرّب، حَلّت به الندامه (آن کسی که «تجربه‌شده» را «دوباره تجربه کند»، ندامت و پشیمانی حلاش باد!) در ماجرای بندر تگزاس، نیترات‌آمونیوم در ایالت نیرسکا (شمال آمریکا) تولید شده بود و از طریق قطار به جنوب حمل شده و سپس در کشتی بارگیری شده بود. شروع آتش‌سوزی در این کشتی، شروع زنجیره‌ای از انفجارهای هرکبار بزرگ‌تر از کشتی در ساحل تگزاس رؤیت شد. بیش از ۵۰۰ ساختمان در ساحل تگزاس بر اثر این انفجار تخریب شدند. مجموع انفجار باعث شد دو هواپیمای تفریحی که در نزدیکی بندر در حال پرواز بودند، سقوط کنند. بر اثر این انفجار، بیش از شش هزار تُن فولاد کشتی به اطراف پرت شد. یک قطعه دوتُنی از بدنه کشتی که حدودا سه کیلومتر آن طرف‌تر از کشتی برگرد شده بود، هم‌اکنون به‌عنوان «بنای یادبود این ساتحه» نگهداری می‌شود و در معرض دید بازدیدکنندگان است. در شرایطی که هرگز مشخص نشد که علت آتش‌سوزی اولیه در این کشتی حامل نیترات‌آمونیوم چه بوده، برخی گزارش‌ها گفته‌اند که شروع آتش از جایی مانند سیگار کارکنان کشتی بوده است. این انفجار به‌عنوان «بدترین ساتحه صنعتی تاریخ آمریکا» شناخته می‌شود. ۴۰۵ نفر از اجساد شناسایی و ۶۳ جسد هرگز امکان شناسایی پیدا نکردند. ۱۱۳ نفر هم به‌عنوان مفقودالجسد معرفی شدند (چون اجسادشان بعد از انفجار هرگز پیدا نشد). در برخی گزارش‌ها ذکر شده که این آمار، واقعی نیست و تعداد کشته‌های انفجار تگزاس بیشتر از این عدد است.

چرا در لبنان دوباره تکرار شد؟: سؤال اینجاست که وقتی «تاریخچه» تلخ سهل‌انگاری در نگهداری نیترات‌آمونیوم در سال ۱۹۴۷ (البته با وجود داشته است، چرا مقامات و مسئولان بندری در لبنان در این سال‌ها، تا به این حد نسبت به موضوع بی‌توجهی کردهاند که چنین رویدادی «دوباره» رخ دهد؟ پاسخ اینجاست که بسیاری از مشکلات به دلیل «نبود» دانش فنی نیست بلکه به دلیل نبودن «سیستم» و «ساختار درست» رخ می‌دهد. حتی اگر بخشی از حادثه لبنان عمدی هم بوده باشد، باز هم نگهداری از این مقدار درخور توجه نیترات‌آمونیوم در منطقه تجاری-مسکونی «برای مدت طولانی» محل تعجب و حیرت است.

سازه و انفجار: در خصوص مهندسی انفجار (و اساسا بحث سخت‌بمب/مواد منفجره) سال‌های طولانی است که بنر مطالعات/پیشرفت‌های زیادی داشته است ولی درباره «رفتار سازه‌ها در انفجار» مطالعات (نسبتا) محدودی انجام شده و هنوز ابهام/اختلاف‌سؤال‌های زیادی وجود دارد. موضوع دوره پسادکترای دوم نگارنده در دانشگاه کلمسون، همین بحث رفتار سازه در انفجار بود که کارفرمای آن پروژه، شرکت سمنه AIG بود. دلیل اینکه بیمه به دانشگاه برای بحث انفجار بود این بود که بعد از هر ساتحه انفجار (صنعتی یا شهری)، شرکت‌های بیمه‌گر به پرداخت رقم‌های هنگفت پول به بیمه‌گذاران می‌شوند و بنابراین بیمه، شدیدا به دنبال کشف‌کردن علت انفجار است. در آن مطالعه با همکارانم متوجه شدیم که یکی

از آن مشاهدات تجربی پیچیده ما بر وجود آنها صحه گذاشته‌اند. مهم‌ترین موارد از این دست در دهه آخیر بوزون هیگز و امواج گرانشی هستند. اگر بخواهیم یک الگوی سرانگشتی برای نزدیک‌شدن ذهن مخاطب