دنیای شگفت‌انگیز نجوم

گرما در آسمان

حسن فتاحی*

● از زمان نیوتن این حقیقت آشکار شد که می‌توان نور خورشید را با گذراندن از منشور به چندین رنگ مختلف تجزیه کرد. به سال ۱۸۰۰ هرشل تلاش کرد تا ببیند آیا تمام رنگ‌های نور خورشید حامل مقدار گرمای یکسانی‌اند یا نه. او نور خورشید را به رنگین‌کمان رنگ‌هایش تجزیه کرد و دماسنجی را در هرکدام از رنگ‌ها قرار داد. هرشل هیچ تفاوت محسوسی را بین گرمایی که رنگ‌ها حمل می‌کنند، نیافت. بااین‌حال فهمید که حتی وقتی دماسنج ورای انتهای قرمز طیف قرار دارد، گرما را ثبت می‌کند. بنابراین نوعی تابش نامرئی در نور خورشید وجود دارد که گرما را حمل می‌کند و هرشل نام آن را «فروسرخ» نامید. امروزه اخترشناسان باند فروسرخ طیف الکترومغناطیسی را به‌عنوان تابشی با طول موج ۰/۷ تا هزار میکرون تعریف می‌کنند. بنابراین پهنای طیف فروسرخ نسبتا زیاد است؛ یعنی بلندترین طول موج این طیف تقریبا هزاربرابر بزرگ‌تر از کوتاه‌ترین طول موج است. بدیهی است که کاوش آسمان در محدوده فروسرخ ساختارهای بسیار بیشتری را به ما نشان خواهد داد. اما مشکلی که وجود دارد در این است که تابش فروسرخ را نمی‌توان به راحتی نور مرئی آشکار کرد.

ساده‌ترین پرتوهای فروسرخ که قابل آشکارسازی‌اند تنها کمی فراتر از نور قرمز قرار دارند. مزیت اصلی عکاسی فروسرخ در کاوش ناحیه‌های گردوغباری عالم است. اندازه ذرات گردوغبار موجود در عالم در حد طول موج نور مرئی است و در نتیجه آنها کاملا جلوی تابش نور مرئی را می‌گیرند. دقیقا به همین دلیل است که نواحی مرکزی ابرهای گردوغباری چگال در باند مرئی کاملا نامرئی‌اند. اما تابش فروسرخ می‌تواند از میان ذرات گردوغبار به‌راحتی عبور و اسرار اعماق ابرهای گردوغباری را برملا کند. هرچند آسمان در طول موج‌های بلندتر جذاب است، اما در چنین طول موج‌هایی مشکلات آشکارسازی تابش بسیار جدی است. در این طول موج‌ها صفحات عکاسی عادی قابل استفاده نیستند و اخترشناسان باید برای ساخت آشکارسازهای حساس از مواد خاصی مانند ایندیوم آنتیموان استفاده کنند. این مواد به خوبی عمل می‌کنند و می‌توانند به‌راحتی جایگزین صفحات عکاسی معمولی شوند. بااین‌حال یک اختلاف اساسی وجود دارد: صفحات عکاسی نوری گسیل نمی‌کنند؛ اما آشکارسازهای فروسرخ اگر مثلا در دمای اتاق نگهداری شوند، تابش فروسرخ گسیل می‌کنند. بنابراین برای اینکه چنین آشکارسازهایی کارایی بالا داشته باشند ضروری است در دمای پایین و سرد نگه داشته شوند. در طول موج‌های باز هم بالاتر از نیمه‌هادی‌هایی نظیر گالیوم برای آشکارسازی استفاده می‌شود. برای دستیابی به حساسیت مطلوب باید همین نیمه‌هادی را هم در دماهای پایین نگه داشت.

جو زمین برای طول موج‌های فروسرخ هم خوب و هم بد است. خوب است چون جو زمین تابش فروسرخ را خیلی کمتر از نور مرئی پراکنده می‌کند. رنگ آبی آسمان در طول روز که نتیجه پراکندگی نور خورشید است اجازه نمی‌دهد که ستارگان را هنگام روز ببینیم. اما برخی مشاهدات فروسرخ را حتی می‌توان در طول روز هم انجام داد، به همین دلیل برخی از تلسکوپ‌های نوری در طول روز برای انجام مشاهدات فروسرخ قابل استفاده‌اند.

اما چرا جو زمین برای پرتوهای فروسرخ بد است؟ مولکول‌های دی‌اکسیدکربن و آب موجود در جو تابش فروسرخ را به‌شدت جذب می‌کنند. خوشبختانه پنجره‌های باریکی بین این باندهای جذب مولکولی وجود دارد که اخترشناسان می‌توانند از آن استفاده کنند که یکی از آنها پنجره ۱۰ تا ۲۰ میکرونی است. بااین‌حال برای استفاده از پنجره ۱۰ میکرون مشکلی وجود دارد. هر جسم مادی با دمای معین تابش گرمایی گسیل می‌کند. بیشترین تابش جسم در طول موجی خواهد بود که متناسب با عکس دمایش است؛ برای مثال خورشید با دمای سطحی ۵۵۰۰ کلوین عمدتا در محدوده نور مرئی تابش می‌کند. یک اجاق الکتریکی با دمای هزار کلوین، تابش فروسرخ دو تا سه میکرونی گسیل می‌کند. اما آسمان بالای رصدخانه‌ای نجومی در ارتفاعات بالا دمایی در حدود ۲۷۰ کلوین خواهد داشت و بنابراین به‌شدت در طول موج ۱۰ میکرون تابش فروسرخ گسیل می‌کند. بنابراین تلسکوپی که در این طول موج کار می‌کند، کل آسمان را، هم در روز و هم در شب مملو از تابش می‌بیند. تغییرات موجود در این تابش زمینه باعث ایجاد نوفه در تلسکوپ‌های فروسرخ می‌شود. ازاین‌رو اخترشناسان برای رصد اجرام در باند فروسرخ باید با روش‌هایی خاص این تابش زمینه را حذف کنند.

با وجود تمام این مشکلات، اخترشناسان فروسرخ موفق شده‌اند تصاویر حیرت‌انگیزی از ستارگان و کهکشان‌ها و نیز سیارات فراخورشیدی را در محدوده طول موج‌های فروسرخ به دست بیاورند. امروزه تعدادی تلسکوپ فروسرخ با مقاصد خاص در جهان وجود دارد. کوه موناکی در هاوایی نه‌تنها جایگاه چند تلسکوپ نوری است؛ بلکه دو تلسکوپ بزرگ فروسرخ هم در آنجا مشغول کاوش عالم است.

* عضو هیئت تحریریه فصلنامه نقد کتاب علوم محض و کاربردی

اراده آزاد یا جبر زیست‌محیطی

تاریخ تکامل، ژنتیک، اپی‌ژنتیک و محیط چگونه انتخاب‌های ما را شکل می‌دهند

سروش سارابی
پژوهشگر منشا حیات

طرح: آمنه شادلو

به‌سختی چشمانم را باز می‌کنم، همه‌چیز تیره و تار است، بوی علف و چمن مرطوب را حس می‌کنم، پوست دستم کمی نمناک است، بر اساس فشاری که روی پشت خود احساس می‌کنم می‌فهمم که بر پشت، روی زمین افتاده‌ام، حس هیجان و ترس فراوانی تمام وجودم را فراگرفته است. انقباض شدیدی در عضلاتم حس می‌کنم. احساس می‌کنم موهای بدنم سیخ شده است. حال بسیار عجیبی درون خودم احساس می‌کنم. همیشه در موقعیت‌های ناشناخته و هراس‌انگیز این‌گونه می‌شوم. دستانم را حرکت می‌دهم مطمئن می‌شوم که آزاد هستند، به‌سختی سعی می‌کنم که بنشینم، چشمانم را چندین بار باز و بسته می‌کنم، نور کم است، اما به‌مرور اطراف برایم واضح‌تر می‌شود و جزئیات بیشتری می‌بینم، اکنون می‌توانم حدس بزنم که در یک فضای دشت‌مانند در اوایل صبح، حدود گرگ و میش هستم. یادم می‌آید اولین‌بار گرگ و میش را از وقتی کوچک بودم از پدرم شنیدم. اولین‌باری که می‌خواستیم صبح اول وقت به مسافرت برویم این زمان از صبح را با عبارت گرگ و میش خطاب می‌کرد، بعدها فهمیدم که در این ساعت از صبح به علت مقدار نور و حالت خواب‌آلودگی چوپان‌ها تشخیص گرگ از میشِ در گله برایشان سخت بوده است و نام گرگ و میش را برایش انتخاب کرده بودند. بوی علف‌های اطرافم شدید بود، یک لحظه تلاش کردم به یاد آورم اولین‌بار کی بوی چمن را استشمام کردم و یاد گرفته بودم که این بو مربوط به چمن و علفزار است. اغلب اوقات حس بویایی زودتر از سایر حس‌هایم فعال می‌شد، یاد تصاویر حیات وحش از جوندگان کوچکی افتادم که حس بویایی مهم‌ترین ابزار بقایشان بود. من هم از بچگی حس بویایی‌ام بسیار قوی بود و قطعا دارای ژن خوبی برای حس بویایی هستم. با کمی تلاش ایستادم، متعادل بودم، بر اساس مقدار نیرویی که بر کف پایم وارد می‌شد وزن بدنم را مثل همیشه و محیط زیر پایم را سخت و محکم حس می‌کردم. این حس را مدیون فیدبکی که از اندام به مغز می‌آید، هستم. این فیدبک‌هاست که به مغز من می‌فهماند زنده هستم. احساس خاصی درونم جریان داشت. کاملا وضعیت درونی‌ام را حس می‌کردم و می‌فهمیدم این حس جریان مداومی از سیگنال‌های برگشتی از همه اعضای درون بدن است. هوا کمی روشن‌تر شده بود و بازتاب نوری که به چشمم می‌رسید اجازه می‌داد اطرافم را بیشتر و واضح‌تر ببینم. هنوز نمی‌دانستم کجا هستم، ولی حداقل می‌دانستم که خودم هستم، همه دریافت‌هایم از اطراف و بدنم مثل همیشه بود، می‌توانستم چیزهای کمی از اطرافم را بشناسم. بیشتر دقت کردم، متوجه شدم که خارج از یک جنگل در بیشه‌زار هستم. جنگل عجیبی بود درختان خاصی که حتی نمی‌توانستم نام درخت به آنها بدهم، بیشترین چیزی که می‌توانستم برای آن شکل‌های مقابلم درک کنم خواصی شبیه درخت بود. مغز ما فرگشت یافته تا اطرافمان را با تجربه خواص چیزها درک کند، برای همین بود که خواص درخت را می‌دیدم، شاید هم واقعا درخت بودند، نمی‌دانم. چرخیدم، پشت سرم با فاصله شاید چندمتری یک کلبه بزرگ چوبی قرار داشت. دو پنجره و یک در داشت مانند همه کلبه‌هایی که در داستان‌ها خوانده بودم. نوری در پنجره‌ها دیده نمی‌شد. چیزی درون مغزم می‌گفت که خالی از سکنه است، همه آن داده‌ها این‌طور نشان می‌داد و مغزم بر اساس تجربه‌های پیشین آن کلبه را خالی از سکنه ادراک می‌کرد. کمی جلوتر از در کلبه یک میز بزرگ دیدم و بلافاصله چشمم به سه بطری روی آن افتاد، ناگهان متوجه شدم اصلا فراموش کرده بودم که چقدر تشنه هستم. با دیدن بطری‌ها به‌یکباره حس تشنگی شدیدی درون من ایجاد شد، به سمت میز رفتم، نزدیک‌ترین بطری را برداشتم و آن را بررسی کردم. پشت آن یک برچسب بود که روی آن علامت خطر مرگ دیده می‌شد، اما کم‌رنگ و رنگ‌ورو رفته بود. مشخص بود قدیمی است. این علامت همیشه نشانه خطر مرگ بوده است، اما آیا واقعا فقط قبلا حاوی ماده کشنده‌ای بوده است و اکنون داخل آن آب است؟ شاید هم چیزی بیشتر از نشان شرکت سازنده آن نباشد. عقلم بر اساس آنچه پیش از این آموخته می‌گوید وقتی مجبور نیستی و انتخاب‌های دیگری هم داری سراغ آنها برو. به سمت چپ حرکت کردم، میز عجیبی بود؛ تا به حال نمونه‌اش را ندیده بودم. تقریبا هیچ شکل هندسی خاصی نداشت؛ نه دو خط زاویه‌ساز و نه یک منحنی تمام‌بسته. در انتهای سمت چپ میز بطری دوم را برداشتم و خوب وارسی کردم. بدنه‌اش شفاف بود و مایع درونش هم شفاف و بی‌بو. به نظرم کمی غلیظ بود. این را از بازخورد حرکت بطری درون دست خودم حس کردم. بطری را روی میز گذاشتم. تا جایی که به خاطر دارم همیشه شکاک بودم، طوری که حتی اگر از چیزی مطمئن بودم باز هم ته دلم جا برای شک و تردید داشتم. مادرم می‌گفت پدرت هم از زمانی که برای اولین‌بار با هم آشنا شدیم تا همین الان هم همین‌طوری بود، دقیقا به پدرت رفته‌ای. او در تمام دوران کودکی خود همراه با ترس و نگرانی به همراه پدربزرگ و مادربزرگ در حال فرار از دست اشغالگران بودند.

هیچ‌چیز در آن دوران قابل‌اطمینان نبود. سمت دیگر نیز در فاصله دورتری از دو بطری دیگر بطری سوم قرار داشت. به شکل نامحسوسی از اینکه محدود به یک انتخاب نیستم، خوشحال بودم. چشمم را به بطری سوم دوخته بودم و در حال حرکت به سمت دیگر میز بودم که ناخودآگاه ایستادم. بوی عجیبی از سمت بطری انتهای میز حس کردم.

مادرم همیشه به شوخی یا جدی می‌گفت با این حس بویایی که داری، باید سگ می‌شدی به جای آدم. می‌گفت از همان ماه‌های اولیه تولدت همیشه بوها برایت آزاردهنده بودند. بوی خاصی بود، هیچ مفهومی برایم نداشت؛ ولی بوی شدید و آزاردهنده مثل بوی گند نبود؛ ولی پرحجم بود. براساس آنچه تا آن لحظه آموخته بودم، هیچ ماده رفع‌کننده تشنگی چنان بویی نداشت. کمی مکث کردم. برگشتم به سمت بطری اول، اولین جرعه را خوردم. تا چشمانم را باز کردم، متوجه شدم روی تختم هستم؛ مثل همیشه، مثل همه صبح‌های تکراری‌ام بود. من بودم و تمام خاطرات و احساسات و محیط همیشگی اتاقم.

برای لحظاتی خودتان را در جایگاه شخصیت داستان قرار دهید. این «من» بودم که انتخاب کردم از کدام بطری بنوشم، انتخابی آزادانه، بدون هیچ اجباری؛ اما این «من» کیست که این انتخاب را انجام داده است؟ درواقع باید پرسید «من» چگونه «من» می‌شود؟ بن‌مایه من چیست و چگونه باور دارد که خود آزادانه یکی از گزینه‌ها را برای نوشیدن انتخاب کرده است؟ «من» چیزی نیست جز تمام دریافت‌هایمان از محیط اطراف و درون بدن‌مان و پاسخ مجموعه زیستی ما به آن دریافت‌ها. درواقع «ما» تنها براساس دریافت‌هایمان از محیط اطراف‌مان و با شدت کمتری از درون‌مان، شکل می‌گیریم. شاید بگوییم که همیشه اشاره به ضمیر «من» به سمت بدن ما بوده است؛ اما حقیقت این است که تک‌تک سلول‌های بدن‌مان در کنار هم تنها یک چارچوب برای تحقق «من» را می‌سازد تا بتواند براساس بازخوردها و پاسخ‌ها محیط بیرون و درون خود را درک کند. اگر دستورالعمل ژنتیکی سلول‌های بدن من این چیزی نبود که اکنون هست، ممکن بود اکنون من تنها یک گونه از پستانداران با حالتی تهاجمی برای دفاع از خود بودم که شاید حتی نمی‌دانستم که وجود دارم. شاید پرسشی بعد از این جمله اخیر من در ذهن خواننده ایجاد شود که اگر عامل تحقق «من»بودن دریافت و پاسخ از محیط و بدن در طول زمان است، چرا می‌گوییم شاید شمپانزه نداند که وجود دارد؟ پاسخ کسب تجربیات و حفظ آنها در قالب زمان و ایجاد ارتباط بین مفاهیم است. به‌طورکلی هیچ «من»ی بدون تجربه‌کردن محیط، بدون رجوع به خاطرات ثبت‌شده از پاسخ‌های داده‌شده به دریافت محرک‌های محیط و ایجاد ارتباط بین آن مفاهیم، نمی‌تواند «من» شود. حتی اگر تمام سلول‌ها براساس تمام دستورات ژنتیکی به بهترین شکل در کنار هم کار کنند، فقط یک چارچوب برای کسب تجربه «من»شدن می‌تواند بسازد. ممکن است شمپانزه در آن لحظه بداند هست و به محیط پاسخ دهد و حتی بداند طعم اولین موز چه بوده است؛ اما احتمالا ساختار شبکه عصبی و ارتباطات لازم را ندارد تا بداند آن موزی را که از درخت محدوده گروه مجاور برداشته بود، منجر به مرگ فرزندش شده است. او احتمالا فقط در زمان مرگ فرزندش می‌داند که فرزندش اکنون مرده است؛ اما نمی‌تواند درک کند چرا؟! او مسیرهای عصبی لازم برای توصیف و نگهداری تجربیات در زمان گذشته را ندارد یا دست‌کم نمی‌تواند زمان را در یک محور زمانی دارای مرجع درک کند؛ چون سیستم عصبی او در بخش‌های موردنیاز برای این کار توسعه نیافته است.

حالا اگر به شخصیت داستان‌مان بازگردیم، کدام بخش از تصمیم او آزادانه بوده است. آزادانه بدون دخالت هیچ ادراکی از تجربیات گذشته، آزادانه بدون دانستن هیچ‌چیزی درباره چیستی‌های اطرافش. آزادانه بدون توجه به حالات درونی بدنش. چگونه فکر می‌کنیم این «من» که حاصل تجربه و تعامل با محیط است، آزادانه انتخاب می‌کند، کدام انتخاب آزاد؟ در حقیقت انتخاب‌های ما، عملکرد بهینه مغزمان در کشف بهینه‌ترین پاسخ برای حل‌کردن یک معادله چند ده یا چند صد مجهولی است؛ براساس تمام آنچه تا به امروز کسب کرده است. انتخاب ما آزاد نیست، تمام فاکتورهای محاسبه انتخاب ما پیش‌ازاین رقم خورده است. انتخاب امروز را خیلی پیش‌تر یا حتی چند آن قبل، «دستورالعمل‌های ژنتیکی» «احتمالا تجربیات محیط پدرمان سوار بر اپی‌ژنتیک» «آموزش‌هایمان» «دریافت‌هایمان از محیط» و «بازخوردهای اندام‌های درونی ما» رقم زده‌اند. چگونگی انتخاب‌های امروز ما همان روزی رقم خورده است که با اولین ضربه اولین گریه را آغاز کردیم، همان روزی که مادرمان برای داشتن فرزندی باهوش‌تر و سالم‌تر رژیم غذایی خود را تغییر داده است، همان روزی که برای اولین‌بار توانستیم بر روی پای خود بایستیم و وزن خود را حس کردیم.

مغز ما در کنار سایر اندام‌هایمان یک ماشین پردازشگر آشوبناک است و بدون نیاز به هیچ ناظر عامل ثانویه یا مفاهیم توصیفی می‌تواند براساس مدل‌های توزین شبکه عصبی در مقابل ورودی‌ها، تصمیم‌هایی بگیرد یا در یک سیکل داخلی با فعال‌نگه‌داشتن جریان ضعیف الکتروشیمیایی خود را بهبود ببخشد

عوامل چگونگی انتخاب‌های امروز و فردا همگی، پیش‌تر از زمان تصمیم‌گیری در مکانیسم‌های عصب زیستی ما نقش بسته است. فاکتورها و روش‌های انتخاب از زمان انقلاب شناختی در قالب پدیده «من» بر دو اساس همراه ما هستند؛ یا از طریق ساختار حوزه‌های مربوط به ژنتیک در ما جبر زیستی می‌سازند یا در طول دوران تکامل‌مان از یک سلول تا امروز در قالب مسیرهای پردازش عصبی، حافظه بلندمدت و کوتاه‌مدت. پس چگونه است که می‌دانیم می‌توانیم انتخاب کنیم و در عمل هم ظاهرا این کار را انجام می‌دهیم؟ در حقیقت آنچه ما در لحظه تصمیم برای انتخاب تصور می‌کنیم، تنها آگاه‌شدن از تصمیمی است که پیش‌ازاین در یک فرایند کاملا آشوبناک و پیچیده و پیش‌بینی‌ناپذیر براساس فاکتورهایی ساخته شده است. انتخابی که مواد اولیه آن سال‌ها یا شاید هم لحظاتی پیش مهیا شده و این مواد اولیه براساس مسیرهای عصبی در مغز و فعالیت‌های زیست‌شیمیایی بدن‌مان به محصول نهایی تبدیل می‌شود؛ محصولی برآمده از پدیده پیش‌بینی‌ناپذیر زیستی بر بستر یک محیط کاملا زیستی.

اجازه بدهید برگردیم به آنچه بر شخصیت داستان گذشت و ببینیم چگونه عوامل مؤثر در تصمیم‌های حال او در گذشته شکل گرفته بوده است. تا پیش از تولد او مانند ما و همه سایر انواع گونه‌ها تنها یک سلول بوده است، سلولی حامل دستورالعمل‌های ژنتیکی و اطلاعات اپی‌ژنتیک. هر دوی این ساختارهای اطلاعاتی از پیشینیان به او منتقل شده است. دستورالعمل‌های ژنتیکی در مسیر فرگشت از حدودِ ۳.۸ میلیارد سال قبل و به شکل کامل‌تر در بخش مغز و تصمیم‌گیری از اجداد سیناپسید ما، عامل پیدایش تمام اندام‌های بدن ما از جمله مغز هستند. عمده‌ترین بخش در مغز شبکه عصبی مغز است که به شکل بسیار گسترده و پیچیده‌ای شامل بیش از میلیون‌ها ارتباط و رشته عصبی در مدت ۹ ماه جنینی و بعد از آن تا آخر عمر، با یک روند رو به افول در حال تشکیل و بازسازی و تغییر شکل است. هر بخشی از این مجموعه عظیم وظایف متفاوتی بر عهده دارد؛ به‌عنوان انتخاب پاسخ دفاعی در قبال محیط تهدیدآمیز از زمان اجداد ما -از حدود ۵۰۰ میلیون سال قبل- به‌مرور پیشرفته‌تر و سازگارتر شده و به ما ارث رسیده است. اگر یادتان باشد شخصیت داستان ما در ابتدا وقتی که خود را در یک محیط ناشناخته یافت، تغییرات خاصی در بخش‌هایی از اندام خود حس کرد. در چنین شرایطی سیم‌کشی عصبی بخشی از مغز ما که از اجدادمان در طول تکامل به ارث برده شده است، هم بازخورد به اندام‌ها می‌دهد و هم تغییرات شیمیایی در خود مغز و بدن ایجاد می‌کند و بعد از این تا مدتی این تغییرات شیمیایی بر مسیرهای عصبی ما تأثیر می‌گذارد. ارزیابی‌ها نشان می‌دهد که اگر قرار بود «من» ساخته‌شده انتخابی داشته باشد، قطعا در دو محیط شیمیایی مختلف در مغز مسیرهای متفاوتی را از شبکه عصبی برمی‌گزید. قصد ندارم وارد مباحث پیشرفته و پیچیده علوم اعصاب و شناختی بشوم، اما می‌خواهم در یک مثال کوچک بدانیم که یک ارثیه باستانی چگونه می‌تواند تصمیم‌های زمان حال ما را تحت تأثیر قرار دهد. فرض کنید در مغز ما تنها سه رشته عصبی وجود داشت. جریان الکتریکی می‌توانست از مسیر رشته یک به دو یا از مسیر رشته یک به سه منتقل شود. حال اگر ارتباط رشته عصبی یک به دو در محیطی شیمیایی باشد که خاصیت آن محیط افزایش سرعت انتقال جریان باشد، در فاصله برابر هر دو مسیر عصبی این مسیر برای انتقال اطلاعات انتخاب می‌شد، درصورتی‌که شاید مسیر دوم گیرنده‌های بیشتری داشت و در حالت نبود محیط خاص شیمیایی آن مسیر برگزیده بود. این تمثیلی شماتیک بسیار ساده و کوچک بود از تأثیر یک فاکتور قدیمی بر تصمیم‌های حال ما که از طریق دستورالعمل‌های ژنتیکی منتقل شده بود. حال به این مثال کوتاه سایر شرایط شخصیت داستانمان را هم اضافه کنید؛ تمام ادراکاتش از بازخوردهای فیزیکی محیط، آنچه تا به آن زمان آموخته بود، حس بویایی قوی او، ارثیه شکاک‌بودنش که از پدرش به او رسیده بود، دانسته‌هایش درباره شرایط محیط و حتی نمونه کوچک‌تر اینکه می‌دانست مایع رفع‌کننده تشنگی بو ندارد. فرض کنید در حالتی دیگر پدرش یک درجه‌دار ارتش بود و بسیار شجاع و خصوصیت ترس‌های همیشگی همراهش نبود تا احتمالا از طریق اپی‌ژنتیکی به فرزندش منتقل شود، در این صورت ممکن بود شخصیت داستان ما بدون اطلاع از ریسک خاصی همان بطری دوم را بنوشد یا اگر ژنتیکش حس بویایی قوی‌ای به او نداده بود، شاید به سمت بطری سوم می‌رفت و رویداد دیگری در انتظارش بود. وقتی که به تمام فاکتورها در کنار هم به‌همراه مسیرهای عصبی تصمیم‌گیری مغز شخصیت داستان نگاه می‌کنیم، درمی‌یابیم که انتخاب بطری اول و نوشیدن از آن کاملا براساس جبر زیست‌شناختی و تجربه محیطی هزاران و میلیون‌ها سال تا چند آن، قبل از (آگاه‌شدن به) تصمیم بوده است.

مغز ما در کنار سایر اندام‌هایمان یک ماشین پردازشگر آشوبناک است و بدون نیاز به هیچ ناظر، عامل ثانویه یا مفاهیم توصیفی می‌تواند براساس مدل‌های توزین شبکه عصبی در مقابل ورودی‌ها، تصمیم‌هایی بگیرد یا در یک سیکل داخلی با فعال‌نگه‌داشتن جریان ضعیف الکتروشیمیایی خود را بهبود ببخشد. ما رؤیا می‌بینیم و وقتی از خواب برمی‌خیزیم، تصور می‌کنیم در یک جهان موازی در حال زندگی بوده‌ایم، درصورتی‌که رؤیا تنها یک فرایند کدگذاری اطلاعات و فیلترکردن داده‌ها و انتقال اطلاعات به حافظه بلندمدت است. مغز ما در هر آن برای همان لحظه، براساس تمام ساخته‌های پیشین تصمیم می‌سازد و هیچ توانایی‌ای برای پردازش آینده ندارد. در واقع ما تنها یک ماشین زیستی هستیم که با فعالیت‌های مغز آگاه می‌شویم. نکته مهم‌تر این است که سایر گونه‌های دارای شبکه عصبی نیز به همین شکل هستند و در عمل تنها تفاوت ما با آنها در تعدد و پیچیدگی ساختاری این شبکه عصبی است و نه چیز دیگر. به‌طورکلی این آگاه‌شدن در همه گونه‌های زیستی، چیزی جز ایجاد تغییر در محیط الکتروشیمیایی مغز نیست. وقتی‌که بین دو، ده، صد یا هزاران پایانه عصبی نقل‌وانتقال الکتریکی شیمیایی رخ می‌دهد این تغییر در محیط باعث ایجاد حالتی درون ما می‌شود که ما احساس می‌کنیم کاری در مغزمان انجام داده‌ایم، درصورتی‌که فقط تغییراتی را متوجه شده‌ایم. این تغییرات چیزی مانند دریافت حس گرمایی است. وقتی که گرمایی به بافت بدن می‌رسد، مجموعه فعل‌وانفعالاتی رخ می‌دهد که ما متوجه وجود گرما در آن ناحیه خواهیم شد. در نهایت اینکه در این جهان هستی هیچ ماشین زیستی‌ای وجود ندارد که آزادانه اراده کند، چون در واقع چیزی به نام اراده وجود ندارد. هر آنچه هست، تنها پردازش‌های بسیار سریع در کنار حافظه‌ای بسیار حجیم است که دائم در مغز به شکل آشوبناک و پیش‌بینی‌نشدنی در حال رخ‌دادن است و با این جمله این روایت کوتاه را به پایان می‌برم که ما هیچ نقشی در انتخاب‌هایمان نداریم و گونه ما مانند تمامی گونه‌های جانوری دیگر تنها یک بستر برای رخداد انتخاب‌هاست.

زاویه دید

اینترنت و مغز

سیده‌ضحی حسینی‌نصر*

● احتمالا برای شما هم پیش آمده؛ در حال انجام کاری هستید، یادتان می‌آید باید چیزی را از موبایل‌تان چک کنید. آگاهانه یا ناآگاهانه وارد یکی از برنامه‌های پیام‌رسانی که در آن عضو هستید شده و بدون آنکه متوجه گذر زمان شده باشید، مدت زیادی را در آن شبکه یا فروم به وقت‌گذرانی سپری کرده‌اید؛ بدون آنکه کاری را که از ابتدا قصد انجام‌دادن آن را داشتید، به سرانجام رسانیده باشید. به قول کوری داکترو، وبلاگ‌نویس و نویسنده داستان‌های علمی-تخیلی، هر وقت رایانه‌مان را روشن می‌کنیم، «به درون اکوسیستمی از فناوری‌های متقاطع پرت می‌شویم». نیکلاس کار، نویسنده‌ای آمریکایی است که کتاب‌هایی در زمینه فناوری، تجارت و فرهنگ به رشته تحریر درآورده است؛ از او در سال ۲۰۱۰ کتابی با عنوان «کم‌عمق‌ها: آنچه اینترنت بر سر مغزهای ما می‌آورد» منتشر شد (ترجمه این کتاب در ایران نیز با عنوانی مشابه در نشر گمان به چاپ رسیده است). «کار» در کتاب یادشده به این نکته اشاره می‌کند: هنگامی که زمانی را صرف مشاهده صفحات وب می‌کنیم از زمانی که صرف خواندن کتاب می‌کنیم فراتر می‌رود، وقتی ساعاتی که صرف تبادل پیام‌های کوتاه متنی و ایمیل می‌کنیم، بیشتر از ساعاتی می‌شود که صرف نگارش جملات و پاراگراف‌ها می‌کنیم و وقتی که صرف حرکت در میان لینک‌ها می‌کنیم، از زمانی که صرف «تأمل و تفکر آرام» می‌کنیم، فراتر می‌رود. مدارهای مغزی که از کارکردها و عادات فکری قدیمی پشتیبانی می‌کردند، ضعیف و ازهم‌گسسته می‌شوند. مغز نیز سلول‌های عصبی و سیناپس‌هایی را که مدت طولانی بی‌کار و معطل مانده است بازیافت کرده و برای عملکردها و فعالیت‌های ضروری و تازه دیگری به کار می‌بندد. در واقع ما به مهارت‌ها و بینش‌های جدیدی دست پیدا می‌کنیم و در عین حال مهارت‌ها و بینش‌های قدیم‌مان را از دست می‌دهیم. با این حال برخی معتقدند گرچه استفاده تقریبا هر روزه ما از رسانه‌های دیجیتال، در کنار مزایای بی‌شمار آن منجر به تغییرات نه چندان مطلوب در روش زندگی و ارتباطات ما شده است، اما مغزمان را نیز «چالاک» کرده است. در این مورد باید آگاه باشیم در ازای به‌دست‌آوردن این چالاکی چه چیز را از دست داده‌ایم. ممکن است موتورهای جست‌وجوگر مختلف و در رأس آن کلیسای گوگل، توانسته باشند در مدت کوتاهی صفحات بی‌شماری را برای جست‌وجوی یک مطلب در اختیارمان قرار دهند؛ باید بدانیم وقتی در اینترنت جست‌وجو می‌کنیم، جنگل را نمی‌بینیم، حتی درختان را نیز نمی‌بینیم و تنها ترکه‌ها و برگ‌ها را می‌بینیم. بنابراین اینترنت چندرسانه‌ای با تلفیق انواع اطلاعات مختلف در یک صفحه، در واقع محتوا را تکه‌تکه کرده، ذهن‌مان را به لحاف چهل‌تکه داده‌هایش معتاد کرده و در این میان «تمرکز، توانایی تفکر عمیق و خلاق» همچون سربازهای وفادار آماده به خدمتی‌اند که یک به یک فدا می‌شوند. دو هزار سال پیش سنکا، فیلسوف رواقی اهل رُم به زیبایی و اختصار این وضعیت را توصیف کرده است؛ به گفته او «همه جا بودن در واقع یعنی هیچ جا نبودن». بیایید با یک مثال، هزینه دیگری را که مغزمان در ازای از این شاخه به آن شاخه پریدن‌ها می‌دهد، بررسی کنیم. همان‌طور که تقریبا همه ما تجربه‌اش را داریم، هنگام وب‌گردی نیاز است تا چندین کار ذهنی را به طور هم‌زمان انجام دهیم. بازی با پنجره‌ها نه تنها حافظه کاری ما را با سیلی از اطلاعات پر می‌کند، هزینه‌ای را نیز بر ما تحمیل می‌کند که دانشمندان علوم اعصاب از آن به عنوان «هزینه‌های سوئیچینگ» یاد می‌کنند. در واقع هر بار که جهت توجه‌مان را تغییر می‌دهیم، مغز بیچاره مجبور است از نو به خودش جهت دهد و این جابه‌جایی توجه، باج سنگینی از منابع و ذخایر ذهنی ما می‌گیرد؛ برای مغز تغییر اهداف، فعالیت زمان‌گیری است، اینکه قوانین لازم برای وظایف جدید را به خاطر بیاورد و جلوی تداخل اطلاعات مربوط به فعالیت قبلی را که هنوز زنده و فعال است، بگیرد. راسل پولدراک و تیم او پس از اجرای آزمایش‌های متعدد در زمینه سوئیچینگ، نشان دادند یادگیری واقعیات و مفاهیم هنگام عدم تمرکز نتیجه بسیار ضعیفی در پی خواهد داشت. در واقع پدیده سوئیچینگ، وظیفه فهم و درک آزمودنی‌ها را دچار اتصالی و یادگیری آنها را مختل کرده بود.

دلیل اینکه تا این اندازه روی «پردازش عمیق» تأکید می‌شود، چیست؟ درست است که امروزه استفاده همه‌گیر از اینترنت و دیگر فناوری‌های مبتنی بر صفحه نمایش، رشد گسترده و پیچیده مهارت‌های بصری-مکانی را در پی داشته است؛ مثلا در مقایسه با گذشته بهتر می‌توانیم اشیا را در ذهن‌مان بچرخانیم. اما توانایی‌های جدید ما در هوش بصری-مکانی با تضعیف قابلیت‌های ما برای انواع «پردازش عمیق» که زیربنای «کسب دانش فکری، تحلیل قیاسی، تفکر انتقادی، تخیل و تأمل است» همراه بوده است. به بیان دیگر، اینترنت ما را باهوش‌تر می‌کند، اما فقط وقتی می‌توان این ادعا را پذیرفت که تعریف ما از هوش مطابق با معیارهای اینترنتی باشد.

* کارشناس‌ارشد روان‌شناسی بالینی
کارشناس زیست‌شناسی