

جهان بر اساس فیزیک

جیم الخلیلی

ترجمه‌ی قاسم کیانی مقدم

در ستایش «جهان بر اساس فیزیک»

«جهان فیزیکی عجیب و پر از شگفتی است. ولی همان گونه که جیم الخلیلی نشان می‌دهد، به هیچ وجه غیرقابل فهم نیست. او شرح ساده، ژرف، و دقیقی از اصول بنیادینی ارائه کرده که این دانش محیرالعقول را در دسترس فهم خوانندگان عمومی قرار می‌دهد.»

— فرانک ویلچک، برنده‌ی جایزه‌ی نوبل سال ۲۰۰۴،
مؤلف یک پرسش زیبا

«چه حجم عظیمی از علم در این بسته‌ی کوچک جای داده شده است! جیم الخلیلی توانسته است شرح ساده‌فهمی از مباحث مختلف فیزیک مدرن را ارائه کند، بدون آن که خواننده را دچار سردرگمی نماید. تمام کسانی که می‌خواهند نظر فیزیکدانان مدرن را درباره‌ی سخت‌ترین مسایل گیتی بدانند، از این کتاب لذت خواهند برد.»

— شان کارول، مؤلف چیزی عمیقاً پنهان:
جهان‌های کوانتومی و پیدایش فضا زمان

«این کتاب به زبانی گویا و قابل فهم نوشته شده، که حتی کسانی هم که در رشته‌های علمی نیستند، می‌توانند از آن استفاده کنند. کتابی است که خوانندگان زیادی می‌توانند از خواندن آن لذت ببرند.»

— جاسلین پل برنل، دانشگاه آکسفورد

«بیانی روشن، ساده، و جذاب از آنچه فیزیک درباره‌ی جهان هستی به ما می‌گوید و خصوصاً شواهدی که برای این دیدگاه وجود دارد، از یکی از بااستعدادترین، الهام‌بخش‌ترین، و آگاه‌ترین نویسندگان علمی زمان ما. یک پیروزی درخشان!»

— ایان استوارت، مؤلف آیا تاس‌ها نقش خدا را بازی می‌کنند؟

«این کتاب شرح جامعی از فیزیک مدرن را به صورت تابلویی به هم بافته از مباحث قدیمی و جدید ارائه می‌کند. الخلیلی بیانی روشن و گیرا دارد و مطالب را با وضوحی باورنکردنی عرضه می‌کند.»

— پدرو فریرا، مؤلف نظریه‌ی کامل:
یک سده از نوازع و نبرد بر سر نسبیت عام

فهرست

۷	پیش‌گفتار	۱
۱۳	شگفتی دانستن	۲
۲۷	مقیاس	۳
۴۵	فضا و زمان	۴
۶۵	انرژی و ماده	۵
۸۳	جهان کوانتومی	۶
۱۰۳	ترمودینامیک و پیکان زمان	۷
۱۲۱	متحدسازی	۸
۱۳۹	آینده‌ی فیزیک	۹
۱۶۹	فایده‌ی فیزیک	۱۰
۱۸۵	فکر کردن مانند یک فیزیکدان	
۲۰۱	سپاسگزاری	
۲۰۵	خواندنی‌های بیشتر	
۲۱۳	نمایه	

پیش‌گفتار

این کتاب چکامه‌ای برای فیزیک است.

من اولین بار زمانی که نوجوان بودم، عاشق فیزیک شدم. البته یک علتش هم این بود که دیدم فیزیکم خوب است. به نظر می‌رسید این درس آمیزه‌ای از حل معما و استفاده از عقل سلیم است، و از بازی کردن با معادلات و جای‌گذاری اعداد برای دست یافتن به اسرار طبیعت لذت می‌بردم. ولی در ضمن متوجه شدم که اگر در پی یافتن پاسخ‌های قانع‌کننده برای بسیاری از پرسش‌های عمیق درباره‌ی ماهیت گیتی و معنای هستی باشم که در ذهن نوجوان‌گونه‌ام مطرح می‌شد، لازم بود که درس فیزیک را بخوانم. دلم می‌خواست بدانم: ما از چه ساخته شده‌ایم؟ از کجا می‌آییم؟ آیا گیتی سرآغاز یا پایانی دارد؟ آیا گستره‌ی آن متناهی است، یا تا بی‌نهایت امتداد دارد؟ این مکانیک کوانتومی که پدرم به اشاره کرده بود، چیست؟ ماهیت زمان چیست؟ در تلاش من برای پیدا کردن پاسخ این سؤالات، عمرم را به مطالعه‌ی فیزیک اختصاص داده‌ام. حالا جواب بعضی از سؤالات را دارم؛ برای بعضی دیگر هنوز دنبال جواب می‌گردم.

برخی از افراد برای یافتن پاسخ معماهای زندگی به سراغ دین یا دیگر انواع ایدئولوژی یا سیستم‌های اعتقادی می‌روند. ولی از نظر من، هیچ چیزی نمی‌تواند جایگزین ارائه‌ی فرضیه‌های دقیق، آزمایش کردن، و استنباط کردن حقایق درباره‌ی جهان شود، که این‌ها ستون‌های روش علمی هستند. به نظر من، درکی که ما از طریق علم—به‌خصوص فیزیک—درباره‌ی این‌که جهان از چه ساخته شده و چگونه کار می‌کند، به دست آورده‌ایم، صرفاً یکی از بسیار روش‌های درست برای رسیدن به «حقیقت» درباره‌ی واقعیت نیست. بلکه تنها راه معتبری است که در

اختیار داریم.

تردید نیست که خیلی از افراد هیچ‌گاه مثل من عاشق فیزیک نمی‌شوند. آن‌ها شاید به این علت از مطالعه‌ی علم بازمانده‌اند که به این نتیجه رسیده‌اند، یا شاید دیگران به آن‌ها گفته‌اند، که علوم یک درس دشوار مخصوص خوره‌های کتاب است. البته باید اعتراف کنم که فهمیدن ظرایف مکانیک کوانتومی واقعاً سر آدم را به درد می‌آورد. ولی هر کسی می‌تواند و باید شگفتی‌های عالم را بفهمد، و برای فهمیدن مبانی آن لازم نیست که تمام عمرتان را صرف مطالعه در این زمینه کنید. در این کتاب، می‌خواهم شرح دهم که چرا فیزیک این قدر شگفت‌انگیز است، چرا آن را یک علم بنیادی می‌دانیم، و چرا برای درک جهان، اهمیت اساسی دارد. قلمرو و دامنه‌ی فیزیک در دنیای امروز حیرت‌انگیز است. این‌که حالا می‌دانیم که (تقریباً) هر چیزی که در جهان می‌بینیم، از چه ساخته شده و چگونه سر هم می‌شود؛ می‌توانیم تکامل گیتی را از کسری از ثانیه پس از پدید آمدن فضا و زمان پیگیری کنیم؛ از طریق شناخت قوانین فیزیکی طبیعت، فناوری‌هایی پدید آورده‌ایم و هم‌چنان پدید می‌آوریم که زندگی ما را متحول کرده‌اند — همه‌ی این‌ها بسیار حیرت‌انگیز است. الان که این‌ها را می‌نویسم، باز هم با خودم فکر می‌کنم: چطور آدم می‌تواند عاشق فیزیک نباشد؟

هدف این کتاب آشنا کردن شما با برخی از ژرف‌ترین و بنیادی‌ترین مفاهیم فیزیک است. ولی مباحثی که به آن می‌پردازیم، احتمالاً موضوعاتی نیست که در درس فیزیک مدرسه خوانده‌اید. برای بعضی از خوانندگان، این کتاب ممکن است همچون دعوت‌نامه‌ای به دنیای فیزیک باشد — شاید به شما انگیزه بدهد که بیشتر فیزیک بخوانید و شاید حتی، مثل خود من، عمرتان را به مطالعه و اکتشاف آن اختصاص دهید. ولی در برخی دیگر از خوانندگان که در ابتدا با فیزیک چپ افتاده‌اند، این کتاب می‌تواند معرفی مجدد و ملایمی از فیزیک باشد. شاید خواندن این کتاب خیلی‌ها را متعجب سازد که واقعاً بشر در تلاش برای فهمیدن چقدر جلو رفته است.

برای این که درک مفیدی ارائه کنم از این که فیزیک درباره‌ی ماهیت جهان ما چه می‌گوید، مجموعه‌ای از مهم‌ترین مفاهیم فیزیک مدرن را انتخاب کرده‌ام و کوشش کرده‌ام که چگونگی پیوند یافتن آن‌ها با یکدیگر را نشان دهم. نگاهی گذرا به این پهنه‌ی وسیع چشم‌انداز مفهومی

خواهیم داشت، از فیزیک بزرگ‌ترین مقیاس‌های کیهانی تا ریزترین سطح کوانتومی؛ از تلاش فیزیکدانان برای متحدسازی قوانین طبیعت تا جستجوی آن‌ها برای ساده‌ترین اصول فیزیکی ممکن حاکم بر زندگی؛ از جبهه‌های حدسی پژوهش‌های نظری تا اصول فیزیکی حاکم بر تجربیات و فناوری‌های روزمره‌ی ما. برخی چشم‌اندازهای جدید را هم پیش روی خوانندگان قرار خواهیم داد: افکاری که ما فیزیکدانان آن‌ها را پذیرفته‌ایم، ولی نتوانسته‌ایم آن‌ها را به خارج از محافل داخلی خود اشاعه دهیم. مثلاً در مقیاس کوچک زیراتمی، ذرات جدا با آن‌که از هم دور هستند، ولی به‌طور لحظه‌ای با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند، به‌گونه‌ای که با عقل سلیم منافات دارد. این خاصیت، که به آن ناجایگزیدگی می‌گویند، ممکن است نهایتاً ما را وادار سازد که کلاً در درک خود از ساختار خود فضا تجدید نظر کنیم. ولی بدبختانه بسیاری از غیرفیزیکدانان — و حتی بعضی از فیزیکدانان — معنای واقعی آن را درست نمی‌فهمند یا غلط تفسیر می‌کنند.

یکی از انتقاداتی که (معمولاً از سوی فیزیکدانان نظری) از بسیاری از کتاب‌های علمی عامه‌پسند در زمینه‌ی مفاهیم بنیادی فیزیک می‌شود، این است که غالباً نمی‌توانند به خواننده‌ی عامی کمک کنند که معنای واقعی این مفاهیم را دریابد. به نظر من، علت آن است که فیزیکدانانی که واقعاً این مفاهیم را می‌فهمند و مقاله‌های پژوهشی می‌نویسند و نظریه‌های جدید ارائه می‌کنند، لزوماً بهترین افراد برای توضیح دادن آن مفاهیم به افراد غیرفیزیکدان نیستند. ولی از طرف دیگر، افرادی که تجربه و مهارت بیشتری در بیان این مفاهیم برای عموم مردم دارند، ممکن است خودشان برخی از مفاهیم را با ژرفای کافی نفهمیده باشند که بتوانند از سطح ارائه‌ی چند تشبیه ساده فراتر روند. حتی اگر هم آدم فیزیک بلد باشد و بتواند آن را برای افراد غیرفیزیکدان ارائه کند، باز هم توضیح دادن اصطلاحاتی مانند ناوردایی پیمانه‌ای، دوگانگی، تورم ابدی، اصل هولوگرافیک، نظریه‌های میدان همدیس، فضا‌های پاد-دو سیت، یا انرژی خلأ، به‌صورتی که بینشی واقعی درباره‌ی مسایل فیزیکی مربوطه به خواننده بدهد، بدون استفاده از فرمول‌های پیچیده‌ی ریاضی کار آسانی نیست. من حداکثر کوشش را کرده‌ام، ولی ممکن است خوانندگانی باشند که فکر کنند می‌توانستم بهتر توضیح دهم. و البته حق هم با آن‌ها خواهد بود.