اختر فیزیک
برای افراد بی‌قرار

نیل دگراس تایسن

ترجمه‌ی

قاسم کیانی مقدم

انتشارات مازیار

فهرست مطالب

پیشگفتار	۷
فصل اوّل: بزرگ‌ترین داستانی که تاکنون گفته شده	۹
فصل دوم: روی زمین همچون آسمان‌ها	۱۹
فصل سوم: بگذار نور باشد	۲۷
فصل چهارم: میان کهکشان‌ها	۳۵
فصل پنجم: ماده‌ی تاریک	۴۳
فصل ششم: انرژی تاریک	۵۳
فصل هفتم: کیهان در جدول	۶۵
فصل هشتم: درباره‌ی گِرد بودن	۷۵
فصل نهم: نور نامرئی	۸۳
فصل دهم: میان سیاره‌ها	۹۳
فصل یازدهم: زمین فراخورشیدی	۱۰۱
فصل دوازدهم: تأملاتی در باب دیدگاه کیهانی	۱۰۹
نمایه	۱۱۷

فصل ۱

بزرگ‌ترین داستانی که تاکنون گفته شده

از زمانی که گیتی به حرکت واداشته شد، همچنان در حرکت است.
همه‌چیز از این حرکت به وجود آمده است.

لوکرتیوس، ح. ۵۰ ق.م.

در آغاز، نزدیک به چهارده میلیارد سال پیش، تمام فضا و تمام ماده و تمام انرژی دنیای شناخته شده در حجمی کمتر از یک تریلیونم اندازه‌ی نقطه‌ای که در پایان این جمله است، قرار گرفته بود.

همه چیز چنان داغ بود که نیروهای اساسی طبیعت که بر روی هم گیتی را توصیف می‌کنند، به‌هم‌پیوسته بودند. این کیهان کوچک‌تر از سرسوزن، گرچه هنوز معلوم نیست چگونه به وجود آمده است، راهی جز منبسط شدن نداشت. آن هم با سرعت بالا. چیزی که امروزه به آن مهبانگ می‌گوییم.

نظریه‌ی نسبیت عام اینشتین، که در سال ۱۹۱۶ ارائه شده است، درک امروزی ما از گرانش را پدید می‌آورد، که به موجب آن، وجود ماده و انرژی موجب خم شدن بافتار فضا و زمان در اطراف آن می‌شود. در دهه‌ی ۱۹۲۰، مکانیک کوانتومی کشف شد، که درک مدرن ما از تمام چیزهای کوچک را پدید می‌آورد، یعنی ملکول‌ها، اتم‌ها، و ذرات زیراتمی. ولی این دو درک از طبیعت رسماً با یکدیگر ناسازگارند، و از این‌رو، فیزیکدانان در تلاش‌اند با ادغام این نظریه‌ی چیزهای کوچک و این نظریه‌ی چیزهای بزرگ، یک نظریه‌ی واحد گرانش کوانتومی ارائه کنند. گرچه هنوز به خط پایان نرسیده‌ایم، ولی دقیقاً می‌دانیم موانع بزرگ در کجا قرار دارند. یکی از این موانع، در «عصر پلانک» از گیتی اولیه است. این بازه‌ی زمانی از $t = 0$ تا $t = ۱۰^{-۴۳}$ ثانیه (یک ده میلیون تریلیون تریلیون تریلیونم ثانیه) بعد از آغاز، و قبل از رسیدن پهنای گیتی به $۱۰^{-۳۵}$ متر (یک صد میلیارد تریلیون تریلیونم متر) است. فیزیکدان آلمانی، ماکس‌پلانک، که این کمیت‌ها که کوچکی آن‌ها فراتر از حد تصور است، به نام او نام‌گذاری شده‌اند، ایده‌ی انرژی کوانتیده را

در سال ۱۹۰۰ ارائه کرد و عموماً او را پدر مکانیک کوانتومی می‌دانند.

برخورد بین گرانش و مکانیک کوانتومی هیچگونه مشکل عملی برای گیتی معاصر ایجاد نمی‌کند. اخترفیزیکدانان از اصول و ابزارهای نسبیت عام و مکانیک کوانتومی برای انواع بسیار متفاوتی از مسایل استفاده می‌کنند. ولی در آغاز، در عصر پلانک، چیزهای بزرگ کوچک بود، و گمان می‌بریم که شاید نوعی پیوند بین این دو وجود داشته است. افسوس که چندوچون این پیوند هنوز برای ما ناشناخته مانده است، و لذا هیچگونه قوانین (شناخته شده‌ی) فیزیک نمی‌تواند رفتار گیتی در آن زمان را با اطمینان توصیف کند.

با این حال، تصور ما بر این است که در پایان دوره‌ی پلانک، گرانش از نیروهای دیگر طبیعت که هنوز متحد بودند، جدا شد و به هویت مستقلی رسید که بر اساس نظریه‌های کنونی ما به‌خوبی شرح داده می‌شود. به تدریج که عمر گیتی به 10^{-35} ثانیه رسید، به انبساط خود ادامه داد و موجب رقیق شدن تمام تراکم‌های انرژی گردید، و نیروهای وحدت‌یافته به‌صورت نیروهای «الکتروضعیف» و «هسته‌ای قوی» از هم جدا شدند. باز بعدتر، نیروی الکتروضعیف به نیروی الکترومغناطیسی و نیروی «هسته‌ای ضعیف» تجزیه شد و چهار نیروی متمایزی که امروزه می‌شناسیم و دوستشان داریم، پدید آمدند: بدین‌گونه که نیروی ضعیف واپاشی رادیواکتیو را کنترل می‌کند، نیروی قوی هسته‌ی اتم را پیوند می‌دهد، نیروی الکترومغناطیسی ملکول‌ها را به یکدیگر پیوند می‌دهد، و گرانش توده‌های ماده را به هم پیوند می‌دهد.

*

یک تریلیونم ثانیه از آغاز گذشته است.

*

در این اثنا، برهم‌کنش ماده به‌صورت ذرات زیراتمی، و انرژی به‌صورت فوتون‌ها (حامل‌های بدون جرم انرژی نور که هم موج‌اند و هم ذره)، بی‌وقفه ادامه داشت. گیتی آن‌قدر داغ بود که این فوتون‌ها خودبه‌خود انرژی خود را به زوج‌های ذرات ماده ـ پادماده تبدیل می‌کردند که بلافاصله بعد از آن نابود می‌شدند و انرژی خود را به فوتون‌ها بازمی‌گرداندند. بله، پادماده واقعی است. و ما بودیم که آن را کشف کردیم، نه نویسندگان علمی ـ تخیلی. این دگردیسی‌ها کاملاً تابع معادله‌ی معروف اینشتین است: $E = mc^2$ که دستوری است دوطرفه که مشخص می‌کند انرژی شما

به چقدر ماده می‌ارزد و ماده‌ی شما به چقدر انرژی. c^2 مجذور سرعت نور است ــ عدد بسیار بزرگی که وقتی در جرم ضرب شود، مشخص می‌کند که از این عمل واقعاً چقدر انرژی حاصل می‌شود.

مدت کوتاهی قبل، حین، و بعد از جدا شدن نیروهای قوی و الکتروضعیف از یکدیگر، دنیا مانند سوپ جوشانی از کوارک‌ها، لپتون‌ها، و همتاهای پادماده‌ی آن‌ها بود، به همراه بوزون‌ها، که ذراتی هستند که امکان برهم‌کنش آن‌ها را فراهم می‌کنند. هیچ‌کدام از این ذرات گمان نمی‌رود قابل تقسیم به چیز کوچک‌تر یا اساسی‌تری باشند، گرچه هرکدام انواع متعددی دارند. فوتون معمولی عضوی از خانواده‌ی بوزون است. لپتون‌هایی که برای افراد غیرفیزیکدان آشناتر هستند، الکترون و شاید نوترینو باشند؛ و آشناترین کوارک‌ها... خُب، کوارکِ آشنایی وجود ندارد. به هرکدام از شش زیرگونه‌ی آن‌ها نامی انتزاعی داده‌اند که هیچ مقصود زبان‌شناختی، فلسفی، یا آموزشی خاصی را برآورده نمی‌سازد، جز اینکه آن را از دیگران متمایز می‌کند: **بالا** و **پایین**، **شگفت** و **افسون**، و **سر** و **ته**.

در ضمن، بوزون‌ها به نام دانشمند هندی، ساتیندرانَات‌بوز، نام‌گذاری شده‌اند. کلمه‌ی «لپتون» از کلمه‌ی یونانی **لپتوس** گرفته شده است، که به معنای «سبک» یا «کوچک» است. ولی خود کلمه‌ی «کوارک» سرچشمه‌ای ادبی و بسیار تخیلی‌تر دارد. فیزیکدانی به نام ماریِ گِلمن که در سال ۱۹۶۴ وجود کوارک‌ها را به عنوان اجزای تشکیل‌دهنده‌ی نوترون‌ها و پروتون‌ها پیشنهاد کرد و در آن زمان فکر می‌کرد که خانواده‌ی کوارک فقط سه عضو دارد، این نام را از عبارت دور از ذهنی در کتاب **خواب‌بیداری فینیگن‌ها** نوشته‌ی جیمزجویس انتخاب کرد: «سه کوارک برای ماسترمارک!» کوارک‌ها یک چیزشان خیلی خوب است و آن اینکه نام‌های ساده‌ای دارند ــ چیزی که گویی شیمیدان‌ها، زیست‌شناسان، و به‌خصوص زمین‌شناسان در هنگام نام‌گذاری کشفیات‌شان از آن ناتوان‌اند.

کوارک‌ها چیزهای غریبی هستند. بر خلاف پروتون‌ها که هرکدام بار الکتریکی ۱+ دارند و الکترون‌ها که هرکدام بار الکتریکی ۱- دارند، کوارک‌ها بار کسری و مضربی از یک سوم دارند. هیچ‌گاه هم نمی‌توان یک کوارک را به تنهایی گیر آورد؛ همیشه هر کوارک به کوارک‌های نزدیک خود می‌چسبد. در واقع، نیرویی که دو (یا چند) کوارک را به‌هم می‌چسباند، با افزایش فاصله بین کوارک‌ها، قوی‌تر می‌شود ــ انگار که با نوعی نوار لاستیکی زیرهسته‌ای به هم متصل شده‌اند. اگر کوارک را چنان بکشیم که از بقیه کوارک‌ها جدا شود آنگاه نوار پاره