راز آفرینش
جهان هستی

نیل تایسن
دونالد گلد اسمیت

ترجمه‌ی
جمیل آریایی

انتشارات مازیار

فهرست مطالب

پیشگفتار:

تأمّلی بر ریشه‌های علم و علم ریشه‌ها ۷

درآمد:

داستان ناگفته‌ی شگفتی‌ها ۱۳

بخش اوّل: منشأ جهان هستی ۱۷

۱. در آغاز ۱۹
۲. پادمادّه مهمّ است ۳۰
۳. بگذار که نور باشد ۳۶
۴. بگذار که تاریکی باشد ۴۵
۵. بگذار که تاریک‌تر باشد ۵۷
۶. یک جهان یا چند جهان؟ ۷۴

بخش دوّم: منشأ کهکشان‌ها و ساختار جهان هستی ۸۳

۷. کشف کهکشان‌ها ۸۵
۸. منشأ ساختار ۹۴

بخش سوّم: منشأ ستارگان ۱۱۳

۹. گرد و غبار ۱۱۵
۱۰. باغ‌وحش عناصر ۱۳۲

بخش چهارم: منشأ سیارات ۱۴۵

۱۱. آنگاه که کرات جوان بودند ۱۴۷
۱۲. میان سیارات ۱۵۷
۱۳. کرات بی شمار:
سیارات آن‌سوی منظومه‌ی شمسی ۱۶۶

۱۴. حیات در جهان هستی ۱۸۵
۱۵. منشأ حیات در زمین ۱۹۲
۱۶. جستجوی حیات در منظومه‌ی شمسی ۲۰۷
۱۷. جستجوی حیات در کهکشان راه شیری ۲۲۸
۱۸. جستجوی خودمان در جهان هستی ۲۴۲

برای مطالعه بیشتر ۲۴۷
نمایه ۲۴۹

فصل ۱

در آغاز

در آغاز، فیزیک بود. فیزیک رفتار مادّه، انرژی، فضا، و زمان و برهم‌کنش بین آن‌ها را توصیف می‌کند. تقابل بین این ویژگی‌ها در نمایشنامه‌ی کیهانی ما زیربنای همه‌ی پدیده‌های زیست‌شناختی و شیمیایی است. از اینرو هر آنچه برای ما انسان‌های زمینی بنیادی و آشنا باشد با قوانین فیزیک آغاز می‌شود و بر آن‌ها استوار است. آنگاه که این قوانین را درباره‌ی مجموعه‌های اخترشناختی به کار می‌بریم با فیزیک بزرگ مقیاس سروکار داریم که اخترفیزیک نام دارد.

در بیشتر فعالیّت‌های علمی، به ویژه در فیزیک، جبهه‌های کشف به کران توانایی ما در اندازه‌گیری رویدادها و موقعیّت‌ها بستگی دارد. در اطراف مادّه‌ی فوق‌العاده متراکمی مانند سیاهچاله، گرانش به شدّت پیوستار فضا زمان اطراف را می‌پیچاند. در انرژی‌های بسیار بالا، در دمای ۱۵ میلیون درجه‌ای مرکز ستارگان واکنش‌های گداخت گرماهسته‌ای به وقوع می‌پیوندد. در هر کران قابل تصوّر، به شرایط بی‌نهایت داغ و متراکمی برمی‌خوریم که در نخستین لحظات آغازین جهان حاکم بود. برای درک این که در هر یک از این سناریوها چه رخ می‌دهد به آن دسته از قوانین فیزیک نیاز داریم که پس از سال ۱۹۰۰ کشف شده‌اند، یعنی دورانی که فیزیکدان‌ها امروزه آن را عصر نوین می‌نامند تا آن را از دوران کلاسیک یا قدیم تمیز دهند که همه‌ی فیزیک پیشین را شامل می‌شود.

ویژگی‌های عمده‌ی فیزیک کلاسیک این است که اگر رویدادها و قوانین و پیشگویی‌ها را سبک و سنگین کنیم درمی‌یابیم که جملگی معنی‌دار هستند. همه‌ی آن‌ها کشف شده و در آزمایشگاه‌های معمولی و در ساختمان‌های معمولی به محک آزمون گذاشته شده‌اند. هنوز هم داریم در کلاس‌های فیزیک دبیرستانی قوانین گرانش وحرکت، الکتریسیته و مغناطیس، و طبیعت و رفتار انرژی گرمایی را درس می‌دهیم. این چنین پرده‌برداری از جهان طبیعی به انقلاب صنعتی جان بخشید که خود چنان فرهنگ و جامعه را دگرگون ساخت که در تصوّر پیشینیان ما نمی‌گنجد و چون چرای هر آنچه را در دنیای روزمرّه تجربه می‌کنیم توضیح داد.

برعکس، در فیزیک نوین همه چیز بی‌معنی است، چون در قلمروهایی رخ می‌دهند که اندام‌های حسّی ما در آن عکس‌العملی نشان نمی‌دهند. این خبر خوبی است. می‌توانیم بگوییم که زندگانی روزمرّه‌ی ما کاری با فیزیک نوین ندارد. در یک صبح عادی، شما از خواب بیدار می‌شوید، کمی در خانه پرسه می‌زنید، چیزی می‌خورید و سپس از در جلویی بیرون می‌زنید. در پایان روز خانواده‌ی شما انتظار دارند از زمانی که خانه را ترک کردید تغییری نکرده و یکپارچه به خانه برگردید. حال تصوّر کنید که وارد اداره می‌شوید، به سوی اتاق کنفرانس می‌روید تا در جلسه‌ی مهمّ ساعت ۱۰ صبح شرکت کنید و ناگهان همه‌ی الکترون‌های خود را ازدست می‌دهید، یا بدتر از آن، همه‌ی اتم‌ها بدن‌تان از هم می‌پاشند. این خبر بدی است. فرض کنید به جای رفتن به کنفرانس در دفترتان نشسته‌اید تا زیر نور ۷۵ واتی چراغ رومیزی کار کنید که کسی وارد می‌شود و چراغ ۵۰۰ واتی سقف اتاق را روشن می‌کند و همین امر باعث می‌شود تا شما به در و دیوار برخورد کنید و در نهایت از پنجره بیرون بزنید، درست مثل اسباب‌بازی‌هایی که در آن‌ها آدمکی را با فنر فشرده داخل جعبه تعبیه می‌کنند و به محض این که کسی در جعبه را باز کند این آدمک بیرون می‌پرد. یا چطور است که پس از بیرون آمدن از دفترتان به تماشای کشتی سومو می‌روید تا شاهد باشید که دو مرد گرد و گلمبه با هم سرشاخ و سپس محو می‌شوند و آنگاه ناگهان به دو باریکه‌ی نور تبدیل می‌شوند و در دو جهت مخالف اتاق را ترک می‌کنند. یا فرض کنید سر راه‌تان که به خانه می‌روید از جادّه‌ی کم تردّدی بروید و ساختمان سیاهی شما را از پا به درون خود بکشد و در حالی که به هنگام گذراندن شما از خلال سوراخ شانه‌های‌تان را به هم می‌فشارد، سر تا پای شما را کش بیاورد و شما را از صحنه‌ی روزگار محو کند.

هرگاه چنین رویدادهایی در زندگی روزمرّه‌ی ما اتّفاق بیافتند فیزیک نوین به نظر ما عادی جلوه می‌کند و شناخت ما از مبانی نسبیّت و مکانیک کوانتومی از تجربه‌ی روزانه‌ی زندگی به دست می‌آید و به احتمال زیاد بستگان ما دیگر به ما اجازه نمی‌دهند سرکار برویم. با وجود این در آغازین دقیقه‌های تولد جهان این رویدادها مدام رخ می‌داده‌اند. برای این که بتوانیم آن‌ها را تصوّر و درک کنیم، نمی‌توانیم کاری جز پذیرفتن نوع جدیدی از عقل سلیم، یعنی درک متفاوتی از رفتار مادّه داشته باشیم و این که بدانیم قوانین فیزیک چگونه در کران‌های دما، چگالی، و فشار رفتار مادّه را توصیف می‌کنند.

ما باید به دنیای $E = mc^2$ وارد شویم.

آلبرت اینشتین در مقاله‌ای با عنوان «در باب الکترودینامیک اجسام در حال حرکت» که سال ۱۹۰۵ در مجله‌ی آلمانی معروف آنالن در فیزیک به چاپ رساند، از این معادله رونمایی کرد. این مقاله‌ی اینشتین بیشتر به نظریّه‌ی نسبیّت خاصّ شناخته شده است و در آن مفاهیمی را معرفی می‌کند که درک پیشین ما از فضا و زمان را تغییر دادند. اینشتین که در سال ۱۹۰۵ بیست و شش سال داشت و در اداره‌ی ثبت اختراعات برن سویس کار می‌کرد جزئیّات بیشتری درباره‌ی معادله‌ی معروف خود را در مقاله‌ی کوتاه دو و نیم صفحه‌ای با عنوان «آیا لختی جسم به محتوی انرژی آن بستگی دارد؟» در همان مجله به چاپ رساند. برای این که دنبال اصل این مقاله نگردید و نخواسته باشید آزمایشی ترتیب دهید تا نظریّه‌ی اینشتین را بیازمایید، پاسخ عنوان این مقاله مثبت است. آن‌گونه که خود اینشتین می‌گوید،

> هرگاه جسمی به اندازه‌ی E انرژی به شکل تابش از دست بدهد جرم جسم به اندازه‌ی E/c^2 کاهش می‌یابد... جرم جسم معیاری است از محتوای انرژی آن و اگر انرژی به اندازه‌ی E تغییر کند، جرم نیز متناظر با آن تغییر خواهد کرد.

اینشتین که به حقیقت حرف خود شک داشت پیشنهاد می‌کند که،

> می‌توان با اجسامی که محتوای انرژی آن‌ها تغییر می‌کند (برای مثال، نمک‌های اورانیم) این نظریّه را آزمود.

بفرمایید، این هم دستور پخت جبری همه‌ی مواردی که می‌خواهید مادّه را به انرژی، یا انرژی را به مادّه تبدیل کنید. معادله‌ی $E = mc^2$ که می‌گوید انرژی برابر است با جرم ضربدر مجذور سرعت نور، ابزار محاسباتی فوق‌العاده پرقدرتی است که با آن می‌توان رفتار جهان را با استفاده از وضعیّت کنونی آن تا کسر ناچیزی از ثانیه پس از پیدایش کیهان دانست و درک کرد. با این معادله می‌توان انرژی تابشی هر ستاره‌ای را حساب کرد یا می‌توان حساب کرد که اگر پول خردهای جیب‌مان را به اشکال مفید انرژی تبدیل کنیم چه مقدار انرژی به دست خواهیم آورد.

آشناترین شکل انرژی که از همه طرف بر ما می‌تابد و با این حال ما بیشتر اوقات متوجّه آن نمی‌شویم، فوتون است که ذرّه‌ی غیرقابل تقسیم بدون جرم نور یا اشکال دیگر تابش الکترومغناطیسی است. ما همه در دریای پیوسته‌ای از فوتون‌ها غوطه‌وریم که از خورشید، ماه، و ستارگان؛ از بخاری، از لوستر، از نور چراغ شب؛ از صدها ایستگاه رادیویی و تلویزیونی؛ و از تعداد بی‌شماری تلفن موبایل و فرستنده‌های راداری می‌آیند. پس چرا ما روزانه شاهد تبدیل