جهان تورمی

کاوشی برای نظریه‌ی جدید منشأ کیهانی

آلن گوث
با مقدمه‌ای از آلن لایتمن

ترجمه‌ی
جمیل آریایی

انتشارات مازیار

فهرست مطالب

درآمد ۷
پیشگفتار ۱۱

فصل ۱. بزرگترین بوفه‌ی آزاد ۱۵
فصل ۲. چشم‌انداز کیهانی از ایتاکا در نیویورک ۳۳
فصل ۳. تولّد کیهان‌شناسی نوین ۵۱
فصل ۴ پژواک‌های گذشته‌ای سوزان ۷۷
فصل ۵. متراکم شدن سوپ اولیّه ۱۰۹
فصل ۶. مادّه و پادمادّه ۱۳۳
فصل ۷. انقلاب فیزیک ذرّات دهه‌ی ۱۹۷۰ ۱۴۵
فصل ۸. نظریه‌های وحدت‌یافته‌ی بزرگ ۱۶۵
فصل ۹. نبرد با تهدید تک‌قطب‌های مغناطیسی ۱۸۳
فصل ۱۰. جهان تورّمی ۲۰۷
فصل ۱۱. پیامدهای کشف ۲۳۳
فصل ۱۲. جهان تورّمی جدید ۲۴۷
فصل ۱۳. چین و شکن‌های بستری هموار ۲۵۹
فصل ۱۴. سرنخ‌های رصدی از ژرفای زیرین و فراسو ۲۸۷
فصل ۱۵. جهان تورّمی ازلی خودتکثیر ۲۹۵
فصل ۱۶. کِرم‌چاله‌ها و آفرینش گیتی‌ها در آزمایشگاه ۳۰۵
فصل ۱۷. جهانی از هیچ ۳۲۵
سخن آخر ۳۳۱

پیوست‌ها
پیوست الف: انرژی گرانشی ۳۴۵
پیوست ب: جهان ایستای بی‌نهایت و نیوتون ۳۵۱
پیوست ج: تابش جسم سیاه ۳۵۵

پیوست د: یکاها و سنجه‌ها ۳۶۱
فرهنگ اصطلاحات (انگلیسی-فارسی) ۳۶۷
نمایه ۳۸۹

درآمد

هر فرهنگی کیهان‌شناسی خود را دارد، داستان خود از این که جهان هستی چگونه به وجود آمده، از چه ساخته شده، و به کجا می‌رود. شگفتا که کیهان‌شناسی در قرن حاضر رشته‌ی پژوهشی خوش‌تعریفی در قلمرو فیزیک و اخترشناسی است.

در دهه‌ی ۱۹۷۰، مطالعه‌ی کیهان‌شناسی دستخوش تغییرات بنیادین شد. پیش‌از این دوره، کیهان‌شناسان نوین پرسش‌هایی از این دست مطرح کردند که ترکیبات آنچه کهکشان‌ها را می‌سازند چیست و آن‌ها کجاها هستند؟ جهان با چه سرعتی منبسط می‌شود؟ چگالی میانگین مادّه در کیهان چیست؟ پس‌از این دوره، در «کیهان‌شناسی جدید» کیهان‌شناسان پرسش‌های جدّی‌تری مطرح کردند که از آن جمله‌اند: چرا باید مادّه‌ای وجود داشته باشد؟ این مادّه از کجا آمده است؟ چرا جهان هستی به همان اندازه‌ی فاصله‌های بزرگ همگن است؟ چرا چگالی مادّه‌ی کیهان از جمله انرژی انبساط جهان تقریباً با انرژی گرانشی متوازن است؟ به بیان دیگر، سرشت پرسش‌ها تغییر کرد. پرسش‌ها بنیادی‌تر شدند. «چرا؟» به «چیست؟» و «چگونه؟» و «کجا؟» افزوده شد. آلن گوث یکی از پیشگامان جوان کیهان‌شناسی جدید است که چراها را مطرح می‌کند و نظریّه‌ی جهان تورّمی او پاسخ‌های زیادی در آستین دارد.

پاره‌ای از پرسش‌های چرادار پیش از این نیز مطرح بوده‌اند امّا عمدتاً به این خاطر که نه امیدی به یافتن پاسخ بود و نه نظریّه‌ای که بتواند آن‌ها را توضیح دهد، تلاش چشمگیری صرف آن‌ها نمی‌شد. نظریّه‌ی انفجار بزرگ استاندارد هم که با پژوهش‌های اینشتین و فریدمن و لومیتر در دهه‌ی ۱۹۲۰ فراهم آمد نتوانست پاسخی به این پرسش‌ها بدهد. نتیجه این شد که کیهان‌شناسان پژوهش‌گر تعدادی از ویژگی‌های مشاهده‌شده‌ی جالب جهان هستی، از قبیل همگنی و توازن دقیق بین انرژی‌های آن را مسلّم پنداشتند. به راستی پیش‌از دهه‌ی ۱۹۷۰ و در اوایل دهه‌ی ۱۹۸۰ بسیاری از کیهان‌شناسان این دیدگاه را داشتند که پاره‌ای از ویژگی‌های جهان را باید به عنوان «شرایط اولیّه‌ای» بپذیرند که شاید براثر حوادثی در آغاز بوده‌اند و چه بسا در اصل قابل محاسبه نباشند. به هر حال، این ویژگی‌ها را که مشاهده شده امّا بی‌توضیح مانده بودند، نارسایی‌های جدّی نظریّه‌ی انفجار

فصل ۲

چشم‌انداز کیهانی از ایتاکا در نیویورک

آغاز پژوهش‌های من در رشته‌ی کیهان‌شناسی که دست آخر به نظریه‌ی تورّمی انجامید، به پائیز سال ۱۹۷۸ برمی‌گردد. پیش از این علاقه‌ی من به کیهان‌شناسی هر از گاهی بوده است. برای مثال، به یاد دارم که در سال‌های دبیرستان در هایلند پارک، نیویورک، کتاب جهان هستی و دکتر اینشتین لینکلن بارنت مرا مسحور خود ساخته بود. دانشجوی تحصیلات تکمیلی در انستیتو تکنولوژی ماساچوست (MIT) که بودم درس‌های پایه‌ی نسبیّت عامّ و کیهان‌شناختی را گذراندم. با وجود این رشته‌ی تخصّصی من نظریه‌ی ذرّات بنیادی بود که مطالعه‌ی قوانین طبیعت در بنیادی‌ترین سطح خود است. در سال ۱۹۷۸ آنگاه که دوّمین سال از دوره‌ی سه ساله‌ی دکتری را در گروه نظریه‌ی ذرّات در دانشگاه کورنل شروع کردم، رشته کیهان‌شناسی چندان رشته‌ی روزآمدی نبود. نمی‌دانستم که در طول آن سال تحصیلی چند رویداد اتفاقی قرار است سرنوشت کاری (و حتّی زندگی شخصی) مرا دگرگون سازد.

سِمَت من در دانشگا کورنل که به فوق دکترا معروف است، پائین‌ترین سطح ورود به دانشگاه به عنوان هیأت علمی است. شغل‌هایی به نام «فوق دکترا» در بسیاری از رشته‌های علوم متداول هستند، امّا اختلاف‌های جزئی در توصیف نانوشته‌ی این شغل از رشته‌ای به رشته‌ی دیگر متفاوت است. فوق دکتراهایی که در فیزیک نظری کار می‌کنند دانشجو نیستند چون از پیش مدرک دکترا یا معادل آن را دارند و به آن‌ها حقوق خوبی، البته نه چندان زیاد، می‌دهند. فوق دکتراها دانشجو محسوب نمی‌شوند یا این که زیرنظر مستقیم هیچ استاد مشاوری کار نمی‌کنند. فوق دکتراها پژوهشگران جوانی هستند که به آن‌ها فرصت داده می‌شود مسایل پژوهشی خود را دنبال کنند و اگر خواستند همکاران پژوهشی‌شان را خود انتخاب کنند. گاهی هم از آن‌ها خواسته می‌شود که درس بدهند یا دانشجویان

را راهنمایی کنند و در بقیّه‌ی اوقات آزادند که به پژوهش‌های خود بپردازند. جوّ آکادمیکی و آزادی عمل عالی است امّا این سِمَت‌ها معمولاً دو یا دست پر سه ساله هستند و پس از اتمام آن دانشمند جوان باید دنبال شغل جدیدی باشد. از این‌رو هر دانشجوی فوق دکترا روی لبه‌ی دیوار راه می‌رود و توفیق او به این بستگی دارد که پژوهشی انجام دهد که هرچه سریع‌تر توجّه جامعه‌ی فیزیک را به خود جلب کند.

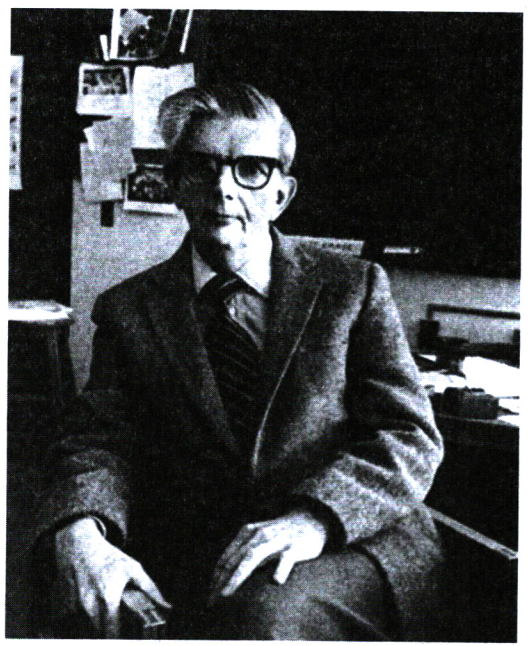
در رشته‌ی بسیار فنّی و شلوغی چون نظریه‌ی ذرّات هر دانشمند موفّق نوعاً باید دو سِمَت فوق دکترا را گذرانده باشد تا بتواند دانشیار شود. دوران فوق دکترای من بیش‌از اندازه به طول انجامید. در سال ۱۹۷۱ هنوز پایان‌نامه‌ی دوره‌ی دکترایم در دانشگاه MIT را تمام نکرده بودم که نخستین دوره‌ی فوق دکترایم را در دانشگاه پرینستون شروع کردم. سال اوّل که در پرینستون بودم پایان‌نامه‌ی دکترایم را تمام کردم که مطالعه‌ی آغازین نظریه‌ی برهم‌کنش کوارک‌ها ــ زیرساخت‌های فرضی پروتون‌ها، نوترون‌ها، و ذرّات بنیادی دیگر ــ با یکدیگر بود. در طول اقامتم در پرینستون بیش‌از حدّی که موظف بودم درس دادم امّا مقداری هم تحقیق کردم. در این دوره‌ی سه ساله تنها توانستم یک مقاله بلند (چهل دو صفحه‌ای) بنویسم که پایان‌نامه‌ام و تعمیم آن بود. امّا این کار من با ابداع تنها نظریه‌ی پذیرفته‌شده‌ی برهم‌کنش کوارک‌ها، به نام **کرومودینامیک کوانتومی**، به سرعت رو به فراموشی سپرده شد. به مقاله‌ی من توجّه بسیار اندکی شد و تا به امروز در نوشتار فیزیک ذرّات تنها پنج بار به آن ارجاع شده است.[1] در پایان سال‌های پرینستون من شانس چندانی برای استخدام نداشتم.

با وجود این در اواخر این دوره پیشنهادی از دانشگاه کلمبیا دریافت کردم. ظاهراً قبل از من این پیشنهاد را به یکی دو نفر داده بودند و از خوش‌شانسی من آن یکی دو نفر جای دیگری را برای خود انتخاب کرده بودند. این سِمَت دو ساله در دانشگاه کلمبیا به سه سال کشیده شد و در طول این مدّت پژوهش‌های من شتاب بیشتری گرفتند.

از دانشگاه کلمبیا که دنبال شغل می‌گشتم دلگرم‌تر از دوره‌ی قبلی بودم، هرچند به جز پیشنهادی در سطح فوق دکترا هنوز پیشنهاد دیگری در کار نبود. بخش فیزیک دانشگاه هاروارد مرا یکی از دو نامزد سِمَت دانشیاری انتخاب کرده بود که

۱. تعداد ارجاعات به مقاله‌های فیزیک ذرّات را پایگاه داده‌های فیزیک انرژی‌های بالا در مرکز شتابدهنده‌ی خطّی استنفورد تعیین می‌کند. گرچه ممکن است که این اطلاعات ناقص باشد امّا به هر ترتیب روند ارجاعات را نشان می‌دهد.

داشت خالی می‌شد امّا این سِمَت را به یکی از دوستان قدیمی دوران دانشجویی من در MIT دادند. با این حال، دست کم احساس می‌کردم کسی که پا توی کفش من کرده در همان مسیر من حرکت می‌کرده و از این‌رو مطمئن شده بودم مسیر درستی را انتخاب کرده‌ام. شغلی که در کورنل نصیبم شد سِمَت فوق دکترای ارشد نام داشت و کسی که پیش از من به این سِمَت گمارده شده بود به عنوان دانشیار به دانشگاه هاروارد نقل مکان کرد.



رابرت دیکی در محل کارش

در این مرحله کاری که داشتم خیلی با کیهان‌شناسی فرق می‌کرد. من در باطن بیشتر فیزیکدان هستم تا ریاضیدان امّا توفیق ریاضیّات در توصیف جهان فیزیکی همیشه مرا به وجد می‌آورد. تا این زمان من به دنبال مسایل بی‌دردسر و خوش تعریف ریاضی برای تحقیقاتم بودم. از حلّ مسایلی که در آن‌ها نیاز به تقریب‌های خام یا مقدار زیادی اطلاعات تجربی باشد دوری جسته‌ام. بسیاری از مسایلی که در نظریه‌ی ذرّات مطرح بود با مذاق من سازگاری داشتند، حال آن که کیفیّت مسایل اخترفیزیک چنان است که من ترجیح می‌دادم از آن‌ها دوری کنم. بخش