



انقلاب کوانتومی

کنت ای. پیکاک

انقلاب کوانتومی

— از منظر تاریخی —

ترجمه رعنا سلیمی



بنگاه ترجمه و نشر
کتاب پارسه

سرشناسه: پیکاک، کنت ا.، ۱۹۵۲-م. Peacock, Kent A., 1952-
عنوان و نام پدیدآور: انقلاب کوانتومی از منظر تاریخی / کنت ای. پیکاک / ترجمه رعنا سلیمی
مشخصات نشر: بنگاه ترجمه و نشر کتاب پارسه، ۱۴۰۰
مشخصات ظاهری: ۳۹۲ ص.

شابک: ۳-۷۷۱-۲۵۳-۶۰۰-۹۷۸

وضعیت فهرست‌نویسی: فیبا

یادداشت: عنوان اصلی: The quantum revolution: a historical perspective, c2008.

موضوع: کوانتوم -- تاریخ -- به‌زبان ساده

شناسه افزوده: سلیمی، رعنا، ۱۳۵۰-، مترجم

رده‌بندی کنگره: QC۱۷۳/۹۸

رده‌بندی دیویی: ۵۳۰/۱۲۰۹

شماره کتابشناسی ملی: ۷۵۹۱۴۷۹



■ انقلاب کوانتومی از منظر تاریخی

کنت ای. پیکاک ترجمه رعنا سلیمی

آماده‌سازی و تولید: بنگاه ترجمه و نشر کتاب پارسه

طراحی گرافیک: پرویز بیانی چاپ و صحافی: دالاهو

نوبت و شمارگان: چاپ اول ۱۴۰۱، ۳۵۰ نسخه

همه حقوق چاپ و نشر برای بنگاه ترجمه و نشر کتاب پارسه محفوظ است.
هرگونه اقتباس از این اثر، منوط به دریافت اجازه کتبی از ناشر است.

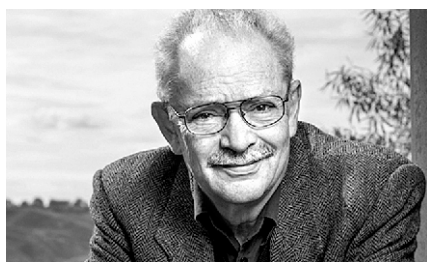
بنگاه ترجمه و نشر کتاب پارسه

تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان شهدای ژاندارمری شرقی، پلاک ۷۴.

طبقه سوم، تلفن، ۰۵۶۴۷۷۴۰۵

@ketabehparseh





کنت ای. پیکاک (۱۹۵۲)

او نویسنده کتاب و استاد فلسفه در دانشگاه لیتبریج در آلبرتای کاناداست. پیکاک دکترای فلسفه‌اش را از دانشگاه تورنتو دریافت کرده و در دانشگاه انتاریوی غربی نیز تدریس کرده است. آثار او در زمینه فلسفه علم، متافیزیک زمان و فلسفه بوم‌شناختی است.

ترجمهٔ این کتاب را تقدیم می‌کنم به
یاد و خاطرهٔ نیک پدرم

فهرست

- پیشگفتار مترجم ۱۱
- دیباچه‌ای بر مجموعه [کتاب‌های گرین‌وود] ۱۵
- پیشگفتار ۱۹
- سپاسگزاری ۲۱
- مقدمه: چرا تاریخ مکانیک کوانتوم را فرامی‌گیریم؟ ۲۳
۱. دوران زوال قطعیت ۲۹
۲. اینشتین و نور ۵۵
۳. اتم بوهر و نظریه کوانتومی قدیم ۷۹
۴. ترکیبی غیرقطعی ۱۰۹
۵. دوگانگی‌ها ۱۴۱
۶. اجزای واقعیت فیزیکی ۱۶۹
۷. خلق و نابودی ۱۹۳
۸. مکانیک کوانتومی وارد عمل می‌شود ۲۱۷
۹. تقارن‌ها و تشدیدها ۲۳۹
۱۰. عظیم‌ترین کشف علم ۲۶۷

۱۰ ■ انقلاب کوانتومی از منظر تاریخی

۱۱. بیت‌ها، کیوبیت‌ها و آخرین کامپیوتر ۲۹۹
۱۲. کارهای ناتمام ۳۲۱
- گاه‌شمار ۳۴۷
- فرهنگ اصطلاحات ۳۶۱
- منابع ۳۷۵
- نمایه ۳۷۹

پیشگفتار مترجم

در دنیای مدرن امروزی آگاهی از تاریخ علم ضروری و در واقع بخشی از سواد فرهنگی عمومی است، زیرا ما در جهانی زندگی می‌کنیم که به شدت متأثر از علم است. اما تاریخ فیزیک مدرن، مخصوصاً فیزیک کوانتوم برای تاریخ‌نگاران معمای شگفت‌انگیزی است. اگر آغاز تاریخ مکانیک کوانتوم کشف «ثابت کنش پلانک» توسط ماکس پلانک در سال ۱۹۰۰ باشد، این نظریه بیش از یک قرن قدمت دارد و به نظر می‌رسد این زمان برای درک کامل مفاهیم نظریه و کنار آمدن با ایده‌های آن دربارهٔ تضاد، علیت و سرشت واقعیت فیزیکی کافی بوده باشد، اما با گذر زمان حیرت‌ناگانه‌ها کاهش نیافته بلکه افزون شده است. نظریهٔ کوانتومی گذشته از تحول عظیمی که در تکنولوژی ایجاد کرده، از این رو حائز اهمیت است که سازوکار طبیعت سازوکاری کوانتومی است و این نظریه قدرت بی‌نظیری در پیش‌بینی و مداخله در طبیعت دارد. این امر علم و فلسفه را مقابل هم قرار داد و این پرسش را مطرح کرد که آیا می‌توانیم به شناخت جهان امیدوارم باشیم؟

مکانیک کوانتوم شاخه‌ای از علم فیزیک است که با اجزای خیلی کوچک مانند اتم‌ها و ذرات بنیادی که جهان فیزیکی مان را می‌سازند، سروکار دارد. اما شواهد روزافزونی وجود دارد که آثار مکانیک کوانتومی را در هر مقیاسی می‌توان یافت. برخلاف نظریهٔ نسبیت اینشتین که در کل فقط کار یک نفر (آلبرت اینشتین) بوده، این نظریه در واقع با تحقیقات ماکس پلانک روی تابش جسم سیاه شروع شده و سپس با تحقیقات دانشمندان مشهور و بزرگ زیادی از جمله اینشتین، بوهر، هایزنبرگ، پائولی، دیراک، شرویدینگر و... پیش رفته است. مکانیک کوانتوم نظریه‌ای انقلابی است، زیرا مفاهیم علمی بسیار بدیهی و کاملاً تصدیق‌شده با تجربه را که جای تردید ندارند تغییر داد. اینشتین که از پیشگامان نظریهٔ کوانتوم بود، نظر به موضع هستی‌شناختی آشکارا غیر جبری و احتمالاتی این نظریه، از منتقدان جدی آن شد و این جملهٔ معروف را گفته که «خداوند تاس بازی نمی‌کند». در توصیف نظریهٔ مکانیک کوانتوم همین بس که نیلز بوهر گفته: «هر کس از این نظریه حیرت نکرده باشد آن را نفهمیده» و ریچارد فاینمن فیزیکدان مشهور پارا از این هم فراتر گذاشته و گفته بود: «هیچ کس آن را نمی‌فهمد». علیرغم موفقیت‌های بزرگ مکانیک کوانتوم باید با فروتنی تمام بپذیریم که نمی‌دانیم چرا باید درست باشد و ظاهراً بسیاری از پیش‌بینی‌هایش «عقل سلیم» را به مبارزه می‌طلبد. بسیاری از نظرات جدید مکانیک کوانتوم حتی برای خالقان آن‌ها واقعاً باور نکردنی‌اند و آن‌ها را نه به این دلیل که درکشان کرده، یا با آن‌ها راحتیم می‌پذیریم بلکه به این دلیل که طبیعت درستی‌شان را به ما نشان می‌دهد.

این کتاب از مجموعه کتاب‌های انتشارات گرین‌وود در زمینهٔ مفاهیم بنیادی علوم با رویکرد تاریخی است و به اختصار داستان تاریخی مکانیک کوانتوم، نظریه‌ای عجیب و جذاب، را بازگو می‌کند که اهمیت آن بر کسی

پیشگفتار مترجم ■ ۱۳

پوشیده نیست و پس از گذشت بیش از یک قرن، هنوز هم دیدگاه مان به جهان فیزیکی را تغییر می‌دهد و پیام کتاب این است که پیشرفت مکانیک کوانتوم به پایان نرسیده و هنوز نمی‌دانیم این نظریه واقعاً چیست. توصیف فیزیک کوانتوم با تمام جزئیات باشکوهش دانش ریاضیات بسیاری می‌طلبد که بخشی از آن کاملاً انتزاعی و پیچیده است، در این کتاب تقریباً هیچ فرمول ریاضی‌ای وجود ندارد و نظر به اهمیت نظریه انقلابی کوانتوم، علاوه بر دانش آموختگان فیزیک، برای عموم نیز جذاب و خواندنی است. در پایان از مادر عزیزم که همواره مرا حمایت می‌کند، از آقای حسین سلیمانی که همیشه از تشویق‌ها و دلگرمی‌های ایشان برخوردارم، و همچنین از ریاست محترم بنگاه ترجمه و نشر کتاب پارسه، جناب آقای حسن‌زاده و همکاران محترم‌شان که امکان انتشار این کتاب را فراهم کرده‌اند، صمیمانه سپاسگزارم.

رعنا سلیمی، پاییز ۱۳۹۹

دیباچه‌ای بر مجموعه [کتاب‌های گرین وود]

کتاب‌های این مجموعه به مفاهیم بنیادی شاخه‌های مختلف علوم طبیعی اختصاص یافته است - مفاهیمی از قبیل ژن، کوانتوم، دوره‌های زمین‌شناسی، حرکت سیاره‌ای، تکامل، کیهان و نیروهای طبیعت. این کتاب‌ها روی پیشرفت تاریخی نظریات علمی تمرکز دارند، اما در اصل امیدواریم خواننده فرآیند و روش یک تجربه علمی را عمیق‌تر درک کند. مخصوصاً در عصری که دانشجویان و عامه مردم به مباحثاتی در باب ایده‌های علمی جدال‌آمیز علاقمندند، امیدواریم مخاطبان این کتاب‌ها با آگاهی یافتن از روش اثبات حقایق علمی، بهتر دریابند که این حقایق موقتی‌اند. تاریخ علم، به‌عنوان یک شاخه پژوهشی متمایز را می‌توان از اوایل قرن هفدهم دنبال کرد که دانشمندان کار تهیه پیشینه رشته‌های خود را آغاز کردند. حوالی سال ۱۶۰۱، منجم و ریاضیدانی به نام یوهان کپلر^۱، گزارش پر محتوایی درباره کاربرد فرضیه‌ها در نجوم تدوین کرد. سه قرن

1. Johannes Kepler

بعدی، این شرح حال‌ها بیش از پیش با هم یکی شده و به صورت کتاب‌های مقدماتی درآمدند با این هدف بزرگ که تاریخ اکتشافات دقیقاً مشخص شود تا تمام مشاجرات تکراری زیادی که متداول بود، پایان یابد و اشتباهات گذشتگان و معاصران مشخص شود. در واقع، تا قرن بیستم طول کشید تا آوردن مقدمه تاریخی در کتاب‌های علمی کاملاً باب شود. دانشمندان نیز بیش از پیش شرح حال رشته‌هایشان را - صرف نظر از آنچه در کتاب‌ها بود - می‌نوشتند تا مفاهیم پایه علمی را برای طیف گسترده‌ای از عامه مردم توضیح دهند.

تاریخ علم مورد توجه دانشمندان بود تا اینکه میانه قرن بیستم، هر رشته‌ای به صورت فعالیت حرفه‌ای جداگانه‌ای پایه‌گذاری شد. مورخان دانشگاهی که نظارت روی نگارش تاریخ علم را تقبل کردند، در تلاش برای ایجاد رشته‌ای مجزا و مستقل انرژی زیادی صرف کردند. این تقلا برای کسب موقعیتی برای تاریخ علم، که به عنوان کوششی فکری در جای خود ارزشمند بوده و صرفاً حاصل گره زدن تاریخ به علم نبود، باعث شد پس از آن مطالعه تاریخی علوم طبیعی صرفاً برای آموزش طیف گسترده‌ای از مخاطبان غیر متخصص نباشد، بلکه مورخان حرفه‌ای نیز آن‌ها را بخوانند. و از آنجایی که با شرح جزئیات فنی جایی برای موضوعات گسترده تاریخی باقی نمی‌ماند، پرداختن به این جزئیات فنی بسیار کمتر شد. این کار پژوهشی، درک ما را از ماهیت علم افزون کرد، اما نیازهای فنی تحمیل شده به خواننده نتیجه نامطبوعی داشت که در مخاطب معمولی باقی می‌ماند.

به‌عنوان ویراستار این مجموعه، آرزو می‌کنم این کتاب‌ها بهترین ترکیب از هر دو نوع نگارش تاریخ علم باشد. در مقدمه‌های عمومی که آن‌ها را به آثار تاریخی دانشمندان ربط داده‌ایم، هدف این کتاب‌ها آموزشی و برای عموم است - طوری که این مفاهیم برای دانش‌آموزان دبیرستان، دانشکده

دیاچه‌ای بر مجموعه... ■ ۱۷

و دانشگاه - دست‌یافتنی باشند. اما، مؤلفان این کتاب‌ها نه تنها می‌توانند اشتیاق واقعی موجود در مباحث علمی کتاب‌های این مجموعه را منتقل کنند، بلکه با به‌کارگیری مهارت‌های پژوهشی و تحلیلی که مهارت‌های اصلی هر تاریخ‌نگار حرفه‌ای و فیلسوف علم است، می‌توانند پیشرفت این مفاهیم بنیادی را دنبال کنند. امیدوارم مخاطب در اشتیاق علمی و تاریخی این مؤلفان سهیم شود.

بریان بیگری

دانشگاه تورنتو

ویراستار مجموعه

پیشگفتار

این کتاب به اختصار داستان مکانیک کوانتوم را بیان می‌کند. کتاب برای کسانی که بخواهند دربارهٔ این نظریهٔ عجیب و جذاب بیشتر بدانند مناسب است، نظریه‌ای که هنوز هم دیدگاه‌مان به جهان فیزیکی را تغییر می‌دهد. توصیف فیزیک کوانتوم با تمام جزئیات باشکوهش دانش ریاضیات بسیاری می‌طلبد که بخشی از آن کاملاً انتزاعی و پیچیده است، اما با بیان موضوع به‌شکل داستان با کلمات و تصاویر می‌توان دریافت نسبتاً دقیقی از مبحث کوانتوم پیدا کرد. در این کتاب تقریباً هیچ فرمول ریاضی‌ای وجود ندارد، مگر تعداد معدودی که می‌توان به‌طور سطحی خواند، بدون آنکه جداً از موضوع اصلی داستان دور شویم. اگر بخواهید دربارهٔ مکانیک کوانتوم بیشتر بدانید، کتاب‌ها و صفحات وب که در «مطالب خواندنی دیگر» آوردم به شما کمک می‌کند تا آنجا که دوست دارید به عمق مبحث دست یابید.^۱ باید به این نکته اشاره کرد که در این کتاب توصیف سیستماتیک از

۱. خوانندهٔ گرامی توجه داشته باشد که عناوین «مطالب خواندنی دیگر» به دلیل حجم زیاد حذف شد. فقط به آوردن منابع بسنده کرده‌ام. - م.

تمام تفاسیر مکانیک کوانتومی ارائه نشده است. این کار دست کم نیازمند کتاب مفصل‌تر دیگری است. اما تفاسیر خاص نظریه کوانتوم که تأثیرگذار بوده‌اند (مانند تفسیر کپنهاگی، تفسیر تعین‌گرایی و نظریه چند-جهانی) به‌خاطر اهمیت تاریخی‌شان به اختصار شرح داده شده‌اند.

معمولاً مکانیک کوانتوم موفق‌ترین نظریه فیزیکی تمام دوران تصور می‌شود و توجیحات زیادی برای این ادعا وجود دارد. اما چنان‌که خواهیم دید این نظریه با وجود رازهای عمیق و تناقض‌های ظاهری‌اش بهترین نظریه باقی مانده و به‌رغم موفقیت‌های بسیارش، بخشی از کار ناتمامی است. جوانان امروزی معماهای عمیق آن را که هنوز باقی است، حل خواهند کرد و این کتاب به آن‌ها و روح پرس‌وجوگرشان تقدیم می‌شود.

سپاسگزاری

انجمن پژوهشی علوم اجتماعی و علوم انسانی کانادا^۱، دانشگاه لیتبریج^۲ و دانشگاه اتاریو غربی^۳ در پژوهشم درباره مبانی مکانیک کوانتوم حمایت کرده‌اند. از بریان بیگری^۴، برایزن بران^۵، جیمز رابرت بران^۶، جید بوشوالد^۷، کوین دلپلات^۸، کوین داوونینگ^۹، بریان هیپورن^{۱۰}، جردن مک‌لای^{۱۱}، رالف پولاک^{۱۲} و (مخصوصاً) شارون سیمرز^{۱۳} برای مباحث ارزشمند، پیشنهادها، راهنمایی‌ها و حمایت‌هایشان به شکل‌های مختلف سپاسگزارم.

1. Social Sciences and Humanities Research Council of Canada

2. University of Lethbridge

3. University of Western Ontario

4. Brian Baigrie

5. Bryson Brown

6. James Robert Brown

7. Jed Buchwald

8. Kevin deLaplante

9. Kevin Downing

10. Brian Hepburn

11. Jordan Maclay

12. Ralph Pollock

13. Sharon Simmers