

## مقدمه مترجم

کتاب هلگولند؛ درک معنای انقلاب کوانتومی به بررسی سیر تفکر تاریخی مبانی مکانیک کوانتومی پرداخته است. سیر تحول تفکرات بشری در فلسفه، فیزیک، روابط انسانی و اجتماعی و... که در نهایت به نظریه درخشان کوانتوم رسیده و آثار و نتایج بسیار آن در بهبود درک و شناخت انسان از طبیعت و جهان اطراف، در ریزمقیاس و بزرگمقیاس هر دو، نقش مؤثر و بسزایی داشته است. کارلو رووِلّی، نویسنده کتاب که فیزیک‌پیشه‌ای حرفه‌ای است، دنیای ذهنی بسیار منظمی دارد و این نظم ذهنی و دسته‌بندی‌ها و طبقه‌بندی‌های دقیق آن خود را در جای‌جای این کتاب به خوبی نشان داده است. مطالعات بسیار گسترده و متنوع نویسنده، از تاریخ فلسفه یونان تا متون مقدس هندی و بودایی و متون علمی و تاریخی و فیزیکی و نیز دانش روز، هنگام بررسی مبانی فکری و تاریخی مکانیک کوانتومی به کمک او آمده و هر جا در تاریخ تحول فکری بشر که نشانه‌ای از روابط میان اشیا و ماهیت طبیعت سخنی به میان آمده و نویسنده پیش‌ترها اثری از آن خوانده و دیده، به خوبی ارتباط میان مطالب را بررسی می‌کند و احتمال پایه‌گذاری مبانی نظریه را از سال‌هایی بسیار دور بعید نمی‌داند. از طرفی، نویسنده با پرداختن به تحولات فکری سال‌های نزدیک به تولد مکانیک کوانتومی، نقش افراد و مکاتب فکری مختلف در رسیدن بشر به این نظریه زیبا را از نظر دور نمی‌دارد. در این کتاب دانشمندان نقش‌هایی قهرمان‌گونه در پیشبرد علم ندارند و نویسنده منصفانه

به نقش افراد و مکاتب مختلفی می‌پردازد که دانشمندان را به نتیجه‌ای مهم و راهگشا می‌رساند. نویسنده در این میان هر جا لازم دیده، نظریات شخصی خود را، با اتکا به دانش و تجربه علمی و اجتماعی و مطالعاتی، بیان کرده است.<sup>۱</sup>

من در ترجمه این کتاب، به خصوص بخش‌هایی که مبانی فلسفی نظریه را معرفی می‌کند، از کمک‌ها و راهنمایی‌های سرور ارجمند، جناب آقای زهیر باقری نوع‌پرست بهره زیادی بردم. بدون همکاری صبورانه ایشان انجام این کار برای من میسر نبود. همواره سپاسگزار شکیبایی و لطف ایشان هستم.

در آماده‌سازی این کار دوست بزرگوام، جناب آقای آرمان محمدباقر با حوصله و مهربانی بسیار همراه من بودند. اطمینان و اعتماد به دانش و حسن نیت ایشان چراغ راه من بود. همیشه وام‌دار مهر بی‌دریغ ایشان بوده و خواهم بود.

از نشر محترم چترنگ نیز بابت همکاری آرام و آزاد و دقت و موشکافی اطمینان‌بخش همکاران محترم کمال تشکر را دارم.

ترجمه این کتاب اندکی پس از آماده شدن فایل نهایی کتاب جاهایی در جهان که مهربانی مهم‌تر از قانون است، از همین نویسنده و به همت نشر چترنگ، شروع شد. در میانه راه ترجمه با نویسنده کتاب از طریق ایمیل تماس گرفتم و اجازه ترجمه و چاپ هر دو کتاب را به صورت رسمی از نویسنده و ناشر مربوطه کسب کردم. این اجازه افتخاری برای من و نشر محترم چترنگ خواهد بود.

سمانه نوروزی - تابستان ۱۴۰۰

۱. البته بی‌تردید جهان آفریده خالقی هوشمند است و هر نظریه به ظاهر علمی‌ای که سازگار با وجود خدا نباشد، قطعاً نادرست است و با نقدهایی جدی روبه‌روست.

## نگاهی به اعماق

من و چاسلاف کنار ساحل روی شن‌ها نشسته‌ایم. ساعت‌ها با شور و حرارت صحبت کرده‌ایم. طی زمان استراحت عصرگاهی کنفرانس به جزیره لاما، روبه‌روی هنگ‌کنگ، آمدیم. چاسلاف متخصص مکانیک کوانتومی با شهرتی جهانی است. او در کنفرانس تجزیه و تحلیلی از آزمایش فکری پیچیده‌ای ارائه داد. ما در مسیر میان جنگل ساحلی منتهی به ساحل و سپس اینجا، کنار دریا، دربارهٔ این آزمایش بارها بحث و گفت‌وگو کردیم و در نهایت به توافق اساسی رسیدیم. سکوتی طولانی در ساحل برقرار است. دریا را تماشا می‌کنیم. چاسلاف زمزمه می‌کند: «واقعاً باورنکردنی است. می‌توان آن را باور کرد؟ مثل اینکه واقعیت... وجود نداشت...»

با کوانتوم در این مرحله قرار داریم؛ پس از یک قرن موفقیت‌های چشمگیر، فناوری معاصر و پایه‌های بنیادین فیزیک قرن بیستم نظریه‌ای را به ما هدیه می‌کند که یکی از بزرگ‌ترین دستاوردهای علمی است و ما را سرشار از حیرت، سردرگمی و ناباوری می‌کند. لحظه‌ای بود که در آن اصول ابتدایی جهان واضح به نظر رسید: در اصل، تمام شکل‌های گوناگون واقعیت فقط ذرات مادی‌ای هستند که با چند نیرو هدایت می‌شوند. بشر می‌توانست فکر کند که باعث برانداختن پردهٔ مایا<sup>۱</sup> شده است تا بنیان‌های حقیقت

---

۱. Veil of Maya: مایا در سانسکریت به معنای وهم است. در آیین هندو جهان هم واقعیت دارد و هم موهوم است؛ زیرا واقعیت آن پایدار نیست.

را ببیند؛ اما این لحظه چندان دوام نیاورد. بسیاری از حقایق شایسته نبودند. تا اینکه در تابستان ۱۹۲۵، آلمانی بیست و سه ساله‌ای بود که روزها را در تنهایی تشویش‌آمیزی در جزیره‌ای بادگیر در دریای شمال سپری می‌کرد: هلگولند که به انگلیسی هلینگولند، جزیره مقدس، نیز نامیده می‌شود. آنجا در جزیره، به اندیشه‌ای رسید که امکان توضیح همه واقعات‌های ناسازگار را در نظر می‌گرفت تا ساختار ریاضی مکانیک کوانتومی را بسازد: «نظریه کوانتوم»؛ شاید شگفت‌انگیزترین انقلاب علمی همه دوران‌ها. نام این مرد جوان ورنر هایزنبرگ بود و داستان این کتاب با او آغاز می‌شود.

نظریه کوانتوم بنیان علم شیمی، عملکرد اتم، جامدات، پلاسما، رنگ آسمان، دینامیک ستاره‌ها، منشأ کهکشان‌ها و هزاران منظر دیگر از جهان را روشن کرده است. کوانتوم بنیان آخرین فناوری‌هاست؛ از کامپیوتر تا انرژی هسته‌ای. روزانه مهندسان، اخترشناسان، کیهان‌شناسان، شیمی‌دان‌ها و زیست‌شناسان از آن استفاده می‌کنند؛ مقدمات نظریه کوانتوم در برنامه درسی دبیرستان گنجانده شده است. هرگز اشتباه نبوده است. کوانتوم قلب تپنده دانش امروزی است. با این حال کاملاً مرموز و به شکل پیچیده‌ای آشوبگر باقی مانده است. کوانتوم تصویری از واقعیت را که ساخته شده از ذراتی بود که در امتداد مسیرهای مشخصی حرکت می‌کردند، ویران کرد، بدون اینکه مشخص کند بدون جایگزینی آن، ما چطور باید به جهان فکر کنیم. ریاضیات آن واقعیت‌ها را توصیف نمی‌کند. به نظر می‌رسد که اجسام دور از هم به صورت جادویی با هم ارتباط دارند. جای ماده را امواج شبح‌وار احتمالاتی می‌گیرد.

هرکه متوقف شود و از خود بپرسد نظریه کوانتوم درباره جهان واقعی چه می‌گوید، متحیر می‌ماند. حتی آلبرت اینشتین که ایده‌های پیش‌بینی شده‌اش هایزنبرگ را در مسیر درست قرار داد، خود هرگز نتوانست آن را هضم کند. ریچارد فاینمن، فیزیک‌دان نظری بزرگ نیمه دوم قرن بیستم، نوشت که کسی کوانتوم را نمی‌فهمد.

اما این همان علم است: کشف شیوه‌های جدید مفهوم‌آفرینی برای جهان. گاهی اوقات کاملاً جدید است. توان اینکه پیوسته در تصورات خود تردید کنیم؛ قدرت رؤیایی روح سرکش و منتقد که قادر به تغییر بنیان‌های مفهومی خود و توانا به طراحی دوباره جهان ما از ابتداست.

عجیب و غریب بودن نظریه کوانتوم ما را مبهوت می‌کند؛ با این حال چشم‌اندازهای جدیدی برای درک واقعیت نیز می‌گشاید؛ واقعیتی که ظریف‌تر از ماتریالیسم ساده‌پندارانه ذرات در فضا است. واقعیتی که به جای اشیا، از روابط ساخته شده است.

این نظریه روش‌های جدیدی برای تجدیدنظر در پرسش‌های بزرگ، از ساختار واقعیت تا ماهیت تجربه، متافیزیک تا شاید حتی ماهیت آگاهی، ارائه می‌دهد. امروزه همه این موضوعات زنده‌ترین مباحث میان دانشمندان و فلاسفه است. در ادامه درباره همه این‌ها صحبت می‌کنم.

ورنر هایزنبرگ در جزیره هلگولند، برهوت، دوردست و تحت تأثیر بادهای شمالی، پرده‌ای را کنار زد. ورطه‌ای گشوده شد. داستان این کتاب از جزیره‌ای آغاز می‌شود که هایزنبرگ در آن ریشه تفکر خود را پروراند و گام‌به‌گام آن را گسترش داد تا بزرگ‌ترین پرسشی را درک کند که با کشف ساختار واقعیت کوانتومی گشوده شد.

### $\hbar$

این کتاب را در وهله اول برای کسانی نوشته‌ام که با فیزیک کوانتومی آشنا نیستند و به تلاش برای درک آن علاقه دارند. سعی کرده‌ام تا جایی که هر یک از ما می‌توانیم درک کنیم، توضیح دهم که کوانتوم چیست و چه مفهومی دارد. سعی کرده‌ام تا جایی که ممکن است خلاصه بگویم و جزئیاتی را که برای درک اصل موضوع ضروری نیست، حذف کنم. سعی کرده‌ام تا حد ممکن درباره نظریه‌ای که در کانون ابهام علمی قرار دارد، واضح سخن بگویم. شاید به جای اینکه توضیح دهم چطور مکانیک کوانتومی را بفهمیم، توضیح دهم که چرا درک آن بسیار مشکل است.

اما همچنین آن را با توجه به تفکر همکارانم، دانشمندان و فلاسفه‌ای نوشته‌ام که هرچه بیشتر نظریه را کندوکاو می‌کنند، بیشتر متحیر می‌شوند و گفت‌وگوی پیوسته درباره اهمیت این فیزیک شگفت‌انگیز را ادامه می‌دهند. این کتاب برای کسانی که با مکانیک کوانتومی آشنایی دارند، یادداشت‌هایی در نظر گرفته است. این یادداشت‌ها به آنچه سعی می‌کنم به روان‌ترین شکل بیان کنم، اندکی دقت می‌افزایند.

هدف پژوهش من در فیزیک نظری درک ماهیت کوانتومی فضا و زمان بوده است: همساز کردن نظریه کوانتوم با کشفیات اینشتین. به این منظور متوجه شدم که مدام