

بیت‌های کوانتومی

و

راه‌پیوترهای کوانتومی

مؤلف:

آلیور مَرش

مترجم:

امیرحسین سیفی

۱۳۹۵

فهرست مطالب

۱	مقدمه مترجم
۵	سپاس گزاران
۷	۱ مقدمه
۱۳	۲ رنگ‌های رنگین کمان: یک ده
۱۴	۱-۲- آغازکننده‌های اولیه
۱۶	۲-۲- سرعت نور چقدر است؟
۱۹	۲-۳- ذره یا موج؟
۲۳	۲-۴- موج‌های کوچک روی دریاچه
۲۶	۲-۵- جهش یک جرقه
۲۹	۲-۶- در جستجوی اثر
۳۱	۲-۷- ورود انیشتین
۳۵	۳ نور، امواج و نوسان‌ها: برخی حقایق سودمند
۳۵	۳-۱- طول موج، فاز و تداخل
۴۱	۳-۲- همدوسی (پیوستگی)
۴۴	۳-۳- پلاریزاسیون

- ۴ جریان طبيعت، داستان کوانتوم ۵۱
- ۴-۱- کاری ناامیدانه ۵۱
- ۴-۲- فراوانی فوتون‌ها ۵۴
- ۴-۳- عدم قطعیت ۵۷
- ۴-۴- آیا شما تاکنون یک اتم را دیده‌اید؟ ۵۸
- ۴-۵- مسئله دوام ۶۱
- ۵ کشف‌های غافل‌گیرکننده؛ نگاهی بر مکانیک کوانتوم ۶۷
- ۵-۱- باز هم رنگ ۶۷
- ۵-۲- کدام راه به سمت پرده ۶۹
- ۵-۳- روابط فاصله ۷۶
- ۶ وقتی آلیس باب را ملاقات کرد: اصول رمزنگاری کوانتومی ۸۵
- ۶-۱- تاریخ رمزها ۸۶
- ۶-۲- صفرها و یک‌ها ۸۹
- ۶-۳- پدهای یک‌بار مصرف ۹۳
- ۶-۴- فوتون‌های سری ۹۵
- ۶-۵- یک عنصر تصادفی ۹۹
- ۶-۶- جا به جایی کلیدها ۱۰۱
- ۶-۷- پروتکل BB84 ۱۰۴
- ۶-۸- شبیه‌سازی ممنوع ۱۰۶
- ۶-۹- کار پر از مزاحم ۱۱۲
- ۶-۱۰- رشد حفاظت ۱۱۳
- ۶-۱۱- نظریهٔ اِکِرِت ۱۱۵
- ۶-۱۲- رمزنگاری کوانتومی در دنیای واقعی ۱۱۶
- ۷ منطق آبروضعیّت‌ها: محاسبهٔ کوانتومی چگونه کار می‌کند ۱۲۱
- ۷-۱- دروازه‌های منطقی ۱۲۲

- ۷-۲-۷- ابدۀ اصلی ۱۲۶
- ۷-۳- برگشت پذیری ۱۲۷
- ۷-۴- دروازه CNOT ۱۲۹
- ۷-۵- چیزی جدید ۱۳۴
- ۷-۶- یک آزمایش جاویی ۱۳۷
- ۷-۷- توازن (همانی) و عدم توازن ۱۴۰
- ۷-۸- یک گام نزدیک تر ۱۴۲
- ۸- انقلاب شر؛ مقدمه‌ای بر الگوریتم‌های کوانتومی ۱۴۷
- ۸-۱- سیستم جستجوی اطلاعات گراور ۱۴۹
- ۸-۲- چه چیزی عتی؟ ۱۵۵
- ۸-۳- الگوریتم جزیره شر ۱۵۸
- ۸-۳-۱- محاسبات شر ۱۵۹
- ۸-۳-۲- یک ترند ناب ۱۶۳
- ۸-۳-۳- پیدا کردن در ناب ۱۷۱
- ۸-۳-۴- رمز RSA ۱۷۴
- ۹- نمونه‌های امیدبخش؛ کامپیوترهای کوانتومی چگونه ممکن است ساخته شوند ۱۷۹
- ۹-۱- پایان قانون مور ۱۸۱
- ۹-۲- معیارهای دی‌وینچنزو ۱۸۲
- ۹-۳- کیوبیت‌ها در بیکره‌های کامپیوتری گوناگون ۱۸۶
- ۹-۳-۱- یون‌ها در دام‌های الکتریکی ۱۸۷
- ۹-۳-۱-۱- دام یون چگونه کار می‌کند؟ ۱۸۹
- ۹-۳-۱-۲- خنک کردن یون‌ها ۱۹۱
- ۹-۳-۱-۳- آزمایش‌ها با یون‌های به دام افتاده ۱۹۳
- ۹-۳-۱-۴- دام‌های یونی آینده ۱۹۵
- ۹-۳-۲- شبکه‌های نوری ۱۹۷

۱۹۹	 رسیدن به صفر مطلق	۹-۳-۲-۱
۲۰۲	 بلورهای ساخته شده از نور	۹-۳-۲-۲
۲۰۹	 آبررسانا کردن کیوبیت‌ها	۹-۳-۳
۲۱۲	 الکترون‌ها در نقطه‌های کوانتومی	۹-۳-۴
۲۱۳	 تشدید مغناطیسی هسته	۹-۳-۵
۲۱۷	 کامپیوترهای کوانتومی فوتونیک	۹-۳-۶
۲۱۹	 وضعیت‌های اساسی؛ چرا تصحیح خطاهای کوانتومی مهم است	۱۰
۲۲۰	 تصحیح کلاسیک خطا	۱۰-۱
۲۲۱	 یک مورد ساده	۱۰-۲
۲۲۷	 آزمودن غیرممکن؛ ترفندسازی کوانتومی بیش‌تر	۱۱
۲۲۸	 دورنوردی	۱۱-۱
۲۳۵	 رمزنگاری فشرده	۱۱-۲
۲۴۱	 رویا یا واقعیت؟؛ گذشته، حال و آینده اطلاعات کوانتومی	۱۲
۲۴۲	 گذشته	۱۲-۱
۲۴۳	 ورودی فاینمن	۱۲-۱-۱
۲۴۵	 حال	۱۲-۲
۲۴۸	 نقشه راه ARDA	۱۲-۳
۲۴۹	 شبیه‌سازهای کوانتومی	۱۲-۴
۲۵۱	 سیستم‌های تجاری	۱۲-۵
۲۵۳	 آینده	۱۲-۶
۲۵۵	 فهرست موضوعی	
۲۶۱	 منابع اینترنتی	

مقدمه مترجم

معمولاً در ورزش‌های رزمی، نوا می‌شود که مبارز در زمان استفاده از یک سلاح - مثلاً یک شمشیر - برای آن که موفق عمل کند باید تصوّر کند که سلاح عضوی از بدنش بوده و در واقع، سلاحی که در دست دارد گویی ادامه دستش می‌باشد. زندگی امروز چنان با کامپیوتر گره خورده و به آن وابسته شده که بدون این که خودمان بخواهیم و حتی فکرش را کرده باشیم، گویی این ابزار، عضوی از بدن ما شده است. به نظر می‌رسد همین چند کلمه آن چنان حق مطلب را در مورد جایگاه کامپیوتر در زندگی ما ادا کرد که دیگر نیازی نباشد در این خصوص توضیح بیشتری ارائه شود.

یکی از بزرگ‌ترین دستاوردهای کامپیوتر برای بشر «سرعت» بود. ذات آدمی با عجله عجیب است و این مطلب را در همه شئون زندگی می‌توان دید. «لا با وجود آن که کامپیوتر سرعت بسیاری از امور را برای ما چندین برابر کرد، اما شخصیت ناشکیب بشر باز هم راضی نیست و همچنان به دنبال کامپیوترهایی با سرعت‌های بالاتر است. همین روحیه، کار را به پژوهش و تحقیق و تتبع و تفکر کشانید، تا جایی که انسان راه‌هایی برای ساخت چنین کامپیوترهایی یافت. همان کامپیوترهایی که موضوع اصلی این کتاب هستند.

ولی اگر بخواهیم باانصاف قضاوت کنیم، همه چیز هم بر پایه بی‌صبری و عجله نبوده. نیاز هم در این زمینه نقش به سزایی داشته است. در زندگی امروز ما انجام کارهای

بانکی از راه دور - که اتفاقاً از مباحث این کتاب است - یا ثبت نام از راه دور برای بسیاری از کارها همگی موارد بسیار مهمی هستند که هم زندگی را آسان‌تر کرده‌اند و هم برای محیط زیست و سلامتی بشر مفیدند (به لحاظ کم کردن رفت و آمدهای غیرضروری و در نتیجه کم شدن حجم ترافیک، کم شدن مصرف کاغذ و ...). ضمن این که ما افراد عادی جامعه، فقط کاربردهایی از این ابزار را می‌شناسیم که برای زندگی روزمره خودمان است. ولی از کامپیوتر استفاده‌های دیگری هم می‌شود که واقعاً نیاز به ترن تبدیل دارند مثلاً کارهای نجومی و فضایی. به هر حال و به هر دلیلی، کامپیوترهای ما در حال پیشرفت هستند و این صنعت از ابتدا تاکنون جهش‌های بسیاری داشته است.

کامپیوترهای امروزی ما یا به قول نویسنده کتاب: «کامپیوترهای کلاسیک» - دارای ریزپردازنده‌هایی هستند که حاوی تعدادی ترانزیستور می‌باشند. تعداد این ترانزیستورهای مرتباً با پیشرفت تکنولوژی بیش‌تر و بیش‌تر شده و می‌شود، اما آن چه مهم است این که با این روند به جایی می‌رسیم که این‌ها تقریباً به اندازه یک اتم بشوند. پس به واقع بشر ناچار است که به فکر روش برای ساخت کامپیوترهایی باشد که سرعت و «توان» آن‌ها بسیار بالاتر باشد و اصولاً ساده و زیرساخت آن‌ها باید با شیوه‌ای جدید باشد، چراکه با این شیوه در یک جایی به بن‌بست خواهیم رسید.

در این راه، راه حلی که بیش از همه مطرح شد و کارآمدتر به نظر رسید، ساخت کامپیوترهای کوانتومی بود. این نوع کامپیوترها اساساً با ذرات بنیادی کار می‌کنند و تاکنون چند نمونه از آن‌ها ساخته شده، ولی ایراداتی و نواقصی دارند که کار را به جایی نرسانده که برای استفاده عموم به بازار راه پیدا کنند. کامپیوترهای فعلی ما با صفر و یک و در واقع با قطع یا جاری شدن جریان برق در واحدی به نام بیت کار می‌کنند. کامپیوترهای کوانتومی قرار است با حالت‌های کوانتومی ذرات بنیادی (فوتون، الکترون و ...) کار کنند، با واحدی که کیوبیت خوانده می‌شود.

با توجه به این که بیش از دو دهه است که چندین کشور بر روی ساخت کامپیوترهای کوانتومی کار می‌کنند، جای خالی این مطلب در کشور ما بسیار خالی می‌نمود. برای مردم ما واقعاً لازم است که با آن چه که در حال انجام است و ممکن است هر آن نمونه تست شده و عملی آن به جامعه وارد شود آشنا شوند. همین مطلب انگیزه اصلی ترجمه این کتاب شد. کتابی که پیش رو دارید به شکلی موجز و کلی نگاهی به مبانی و شکل‌گیری و از طرفی نحوه کار کامپیوترهای کوانتومی دارد که به زبانی ساده تقریباً تمام موضوع را بیان می‌کند. آن چه که خواهید خواند شروع کار است و بعد از این باید سطر شریم و ببینیم که ادامه روند ساخت این گونه کامپیوترها به کجا می‌رسد و از سه ماه به هر چه زمانی این نوع کامپیوتر به دست ما خواهد رسید. کسی چه می‌داند، شاید ناگهان با یک کشف علمی، ساخت این کامپیوترها به قدری آسان شود که در کمتر از یک دهه همه ما موفق به استفاده از آن شویم. به هر حال دنیای ذرات بنیادی است و هر آن ممکن است هر دره‌ای رفتاری تازه از خود نشان دهد که راهی نو پیش روی ما قرار بدهد:

آفتابی در دل ذره نهان ناله از آن ذره بگشاید دهان

ذره ذره گردد افلاک و زمین پیش آن خورشید خون جست از کمین

(مولانا)

از همه عزیزانی که کتاب را مطالعه می‌کنند تقاضا دارم هر متن را ننمایم، تذکر، توصیه و در هر زمینه‌ای که نیاز به گوشزد مطلبی باشد، بر حقیر منت نهاده و موضوع را به پست الکترونیک abkhast@gmail.com و abkhast@yahoo.com بفرستند.

امیرحسین سیفی