

انتشارات پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای

nstp.nstri.ir

آشنایی با فناوری‌های کوانتومی

گردآوری و تدوین

علی اکبر صالحی، مرضیه اسدنیای فرد

پیمان محمودی، حسن سبحانی

عنوان و نام پدیدآور: آشنایی با فناوری های کوانتومی / علی اکبر صالحی، مرضیه اسدنیای فرد،

پیمان محمودی، حسن سبحانی

مشخصات نشر: تهران: پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، انتشارات پژوهشگاه علوم و فنون

هسته‌ای، سال ۱۳۸۹، شماره نشر ۹۵۸۳.

مشخصات ظاهری: ۲۶۰ ص.: مصور

شابک: (ISBN: ۹۷۸-۶۰۰-۷۴۱۴-۳۵-۴)

وضعیت فهرست‌نویسی: فیا، سال انتشار ۱۳۹۸

رده‌بندی کنگره: QC ۱۷۴/۱۲/آ ۵ ۱۳۹۸

رده‌بندی دیویی: ۵۳۰/۱۲

شماره‌ی کتابخانه ملی: ۵۶۲۸۷۲۹



انتشارات پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای

www.nstp.nstri.ir

آشنایی با فناوری های کوانتومی

گردآورنده: علی اکبر صالحی، مرضیه اسدنیای فرد، پیمان محمودی، حسن سبحانی

ویراستاری علمی: سیدابوالفضل قاسمی

ویراستار ادبی - فنی: مهدیه‌السادات عامل ابراهیمی

صفحه‌آرایی: شادی معماری آذر

طراح جلد: مریم رحیمی

طراح حروف: پروانه الهی، زینب محرر

وزیری، ۲۶۰ صفحه، ۱۰۰ نسخه، چاپ اول، ۱۳۹۸

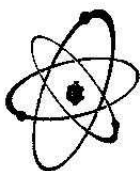
چاپ و صحافی: دیجیتال آبنوس

کلیدی حقوق چاپ و انتشار این اثر متعلق به پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای است.

بها: ۵۰۰۰۰۰ ریال

ISBN: ۹۷۸-۶۰۰-۷۴۱۴-۳۵-۴

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۴۱۴-۳۵-۴



پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای

پیشگفتار ناشر

انتشارات پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای

یک ناشر تخصصی دولتی است که از سال ۱۳۸۶ فعالیت خود را آغاز کرده است و با توجه به تخصصی بودن موضوع، بیش‌تر کتب در حوزه‌ی علوم تئوری و تجربی، به‌ویژه آن‌هایی که به علوم و فنون هسته‌ای مربوط می‌شوند، منتشر می‌کند.

از سوی دیگر، انتشارات هم‌تیش را بر انتشار کتب به زبان فارسی، اعم از ترجمه، تألیف و گردآوری و تدوین معطوف ساخته است تا از این راه هم دانش هسته‌ای برای فارسی‌زبان‌ها به آسانی در دسترس و قابل استفاده باشد و هم با نشر واژه‌های معادل فارسی برای واژگان لاتین حوزه‌ی علوم و فنون هسته‌ای به غنای این زبان کمک کند.

اهداف مهم، انتشارات پژوهشگاه را می‌توان در چند محور بیان کرد:

- اعتلای دانش هسته‌ای کشور و ایجاد تعامل سازنده میان پژوهشگران، انتشار کتب تخصصی و ترویجی مرتبط با علوم و فنون هسته‌ای؛
- انتشار کتبی که از دیدگاه تاریخ علم اهمیت دارند؛
- انتشار کتب مشاهیر و دانشمندان بزرگ علوم و فنون هسته‌ای، از جمله برندگان جوایز نوبل و ...؛
- انتشار کتب در حوزه‌های مرتبطی که به هر دلیل در زبان فارسی مورد غفلت قرار گرفته است یا از آن‌ها یاد نشده است.

همچنین انتشارات در نظر دارد شماری از کتب را با حفظ حقوق مؤلفان و مترجمان، به صورت الکترونیکی، ارزان‌قیمت یا رایگان، در اختیار خوانندگان بگذارد. همه‌ی این اهداف تنها به‌کمک مؤلفان و مترجمان خبره و علاقه‌مند ممکن است که انتشارات پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای از همکاری ایشان استقبال می‌کند.

پیشگفتار مؤلفین

فیزیک کوانتوم به مطالعه‌ی پدیده‌ها و ویژگی‌های سیستم‌های اتمی می‌پردازد که توسط فیزیک کلاسیک قابل توصیف نیستند. اگرچه مکانیک کوانتومی برای توصیف قوانین حاکم بر دنیای اتمی ابداع شد و به نظر می‌رسید که با دنیای تجاری فاصله‌ی زیادی داشته باشد، با این حال تأثیر آن در زندگی روزمره‌ی ما به طرز چشم‌گیری رو به افزایش است.

با ورود فناوری کوانتومی در حوزه‌های کاربردی مختلف، تحولی عظیم در بعد ظرفیت، حساسیت و سرعت حاصل شده است که عواملی تعیین‌کننده در موفقیت بسیاری از صنایع و نیز تجارت هستند. در حال حاضر، جهان در آستانه‌ی انقلاب علمی در حوزه‌ی فناوری‌های کوانتومی و ظهور عصر جدیدی از توسعه‌ی اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و فرهنگی است که همانند انقلاب فناوری‌های دیجیتال و ظهور عصر اطلاعات، تحول بزرگی را در زندگی بشر ایجاد خواهد کرد. پدیده‌ای که به عنوان انقلاب کوانتومی دوم شناخته شده و پیش‌بینی می‌شود آینده را در حوزه‌ی امنیت و دفاع، رمزنگاری، سنسورهای گازی برای آینده‌ها، حمل و نقل و ناوبری بدون سیگنال‌های GPS، محاسبات سریع‌تر و دقیق‌تر، داد و ستدهای مالی با تراکنش‌های ایمن و هم‌زمان، سلامت، توسعه‌ی داروهای جدید و تصویربرداری پزشکی با وضوح بالا، هوش مصنوعی، انرژی و پیل‌های فوتوولتائیک، زیرساخت‌ها و غیره را به شدت دگرگون کند. امروزه، با گذشت بیش از یک قرن از پیدایش مفاهیم و قوانین بنیادی مکانیک کوانتومی، شاهد ورود مکانیک کوانتومی در بسیاری از حوزه‌های کاربردی و پژوهشی هستیم. بی‌شک، چنین انقلاب علمی در جهان، سبب ساخت دستگاه‌ها و تجهیزات کوانتومی خواهد شد که براساس پدیده‌های کوانتومی مانند درهم‌تنیدگی^۱ و برهم‌نهی^۲ کوانتومی شکل گرفته‌اند. برهم‌نهی کوانتومی، دو حالتی

1. Entanglement

2. Superposition

بودن هم‌زمان ذره را نشان می‌دهد و درهم‌تنیدگی کوانتومی یا به قول اینشتین حرکت شبح وار هم به معنای ارتباط غیرقابل درک و مشاهده‌ی آنی اندرکنش دو جسم دور از هم است. حتی با وجود چنین عجایی، نظریه‌ی کوانتوم به خوبی جای خود را در زندگی عادی ما انسان‌ها باز کرده است. این پدیده‌ها کاربردهای متحول‌کننده‌ای چه از حیث محصولات زودبازده و چه از حیث فناوری‌های جدیدی که برای تحقق آن‌ها به بیش از چند دهه تحقیق و توسعه نیازمند است، دربر می‌گیرد.

رایانه‌های کوانتومی، یکی از دستاوردهای کوانتومی عصر حاضر بوده که می‌تواند در مدت چند دقیقه به حل مسائلی بپردازند که از طریق ابررایانه‌های کنونی قابل انجام نیستند. پردازنده‌ی کوانتومی قادر است برای به‌دست آوردن نتایج هم‌زمان جایگشت یک عدد بزرگ، از پدیده‌ی برهم‌نهی کوانتومی بهره گیرد. محاسبات کوانتومی، پتانسیل بسیار عظیمی در حل مسائل دشوار امروزی مانند شبیه‌سازی، پاسخ بدن به داروها، پیش‌بینی الگوهای آب و هوایی یا آنالیز داده‌های پایگاه‌های اطلاعاتی بزرگ را دارند. ذکر این مطلب ضروری است که نخستین ترانزیستور به اندازه‌ای بود که در دست جا می‌شد، در حالی که ترانزیستورهای امروزی ابعادی در حدود ۱۴ نانومتر (در حدود ۵۰۰ بار کوچک‌تر از گلبول قرمز خون) دارند. از دیگر فناوری‌های کوانتومی که براساس هم‌دوسی کوانتومی شکل گرفته، می‌توان به حفاظت کاملاً امن داده‌ها اشاره کرد به نحوی که گوش دادن چنین اطلاعاتی غیرممکن باشد. لازم به ذکر است که دستیابی به این فناوری با توجه به رشد فزاینده‌ی جرایم اینترنتی و جاسوسی، از اهمیت استراتژیکی فوق‌العاده‌ای برخوردار است. فناوری‌های کوانتومی به توسعه‌ی روش‌های شبیه‌سازی فراتر از حد کنونی و نیز ایجاد ساعت‌ها و حسگرهایی با حساسیت و دقتی بی‌سابقه می‌انجامد که در نتیجه تأثیرات بالقوه‌ای در حوزه‌ی ناوبری، ردیابی معاملات مالی و تشخیص و درمان بیماری‌ها دارد.

در مجموع، انتظار می‌رود که تحولات پیش‌رو در زمینه‌ی فناوری‌های کوانتومی به کاربردهای وسیعی با تأثیرات عملی چشمگیر در زندگی بشر بینجامد. توسعه‌ی هر یک از زمینه‌های مطرح در این فناوری جدول زمانی خاص خود را می‌طلبد. برای مثال حسگرهای کوانتومی جدید در آینده‌ای نزدیک وارد بازارهای تجاری جهان خواهد شد و این در حالی است که پیش‌بینی می‌شود تا کم‌تر از یک دهه‌ی آینده شاهد ظهور رایانه‌های کوانتومی باشیم. مجموعه‌ی عوامل ذکرشده باعث شده است مقوله‌ی فناوری کوانتومی از سوی بسیاری از دولت‌مردان و پژوهشگران کشورهای پیشرفته و صنعتی مورد توجه ویژه‌ای قرار گیرد. مهم‌ترین عامل در این زمینه، ابعاد اقتصادی و استراتژیک فناوری‌های کوانتومی است که مبنای برنامه‌ریزی در مسیر پیشرفت و رفاه اجتماعی است.