

طول دقیق پلانک گرانش کوانتومی را آشکار می کند

نگارنده: حمید

چکیده

بر اساس تازه ترین پژوهش های انجام شده در باره هندسه کوانتومی، طول دقیق پلانک نتیجه ترکیب ریاضی ویژه ای از پارامتر های "G"، "h" و "c" نیست، بلکه یک ثابت فیزیکی بنیادی است برابر با $(1/6)^{37} \mu\text{m}$ که با کاربرد تابع موج نوین احتمال قابل پیش بینی است. این مقدار عددی قطر کوچکترین ذره در فیزیک است که بر خلاف اندیشه بنیادی پشت نظریه ریسمان (String Theory)، شکلی کاملاً کروی دارد. گذشته از این، طول به عنوان یک متغیر کوانتومی نمی تواند با عدم قطعیتی کوچکتر از این مقدار اندازه گیری شود، پس به نوعی می توان گفت این طول به راستی کوچکترین طول معنادار در فیزیک است. اگر بتوانیم از راه ریاضی اثبات نمائیم که "G" متغیر است و در نتیجه یک ثابت فیزیکی بنیادی نیست، آنگاه دلایل کافی در دست داریم تا ادعا نمائیم گرانش نیز، همانند سه نیروی دیگر، طبیعتی کوانتومی دارد. در این مقاله هدف تحلیل این موضوع خاص و در صورت امکان فرمول بندی کردن رفتار کوانتومی گرانش است.

1- مقدمه

بررسی کلّی دیدگاه های رایج در مورد مکانیک کوانتومی روشن می سازد که پس از حدود یک قرن تلاش هنوز مهمترین جنبه های این شاخه از فیزیک نظری مبهم و شگفت آور است. صرف نظر از دلایل جدی دیگر، شرایط موجود تا حدودی ناشی از دیدگاه ها، مفاهیم، اصول و نظریه های مبهم و گمراه کننده ایست که بدون هرگونه تحلیل هدفمند و در نتیجه بدون هرگونه نتیجه قابل توجهی مرتباً نقل قول و تکرار می شوند. از اینرو به نظر می رسد به آزمایش فکر نوینی (new thought experiment) نیاز داریم تا پارادایم های غالباً نا کارآمد موجود در این شاخه هیجان آور فیزیک را تغییر دهیم، شاخه ای از فیزیک که برای مستدل کردن، توضیح و پیش بینی پدیده های طبیعی مدل های ریاضی را به کار می گیرد. شاید زمان آن فرا رسیده است تا چشمان خود را بشوئیم و به خود آیم (چشم ها را باید شست، جور دیگری باید دید). به گمان نگارنده، بی سوادان قرن بیست و یکم فقط کسانی نیستند که نمی توانند بخوانند و بنویسند، بلکه نیز آنهایی هستند که نمی توانند بخش نادرست آموخته های خود را دور بریزند و از نو بیاموزند.

دو پنداشت است که به طور گسترده در دنیای شگفت آور و گهگاه عجیب مکانیک کوانتومی پذیرفته شده اند یکی "مفهوم دوگانگی موج-ذره" و دیگری "اصل عدم قطعیت" است، هر دو آنها از طرف فیزیک دان های نظری برجسته در قرن بیستم مطرح شده اند. اولی که بر دانشی نادرست بنا شده گمانی است واهی و در نتیجه گمراه کننده [1]. دومی یک اصل ناکارآمد است، مخصوصاً به دلیل فقدان شایستگی لازم برای توضیح زیباترین آزمایش در فیزیک، یعنی آزمایش دو شکافی که به درستی به عنوان قلب مکانیک کوانتومی شناخته می شود [2]. شایان ذکر است که برخلاف نظر بسیاری از فیزیک دان های نظری، که بر وجود "مسأله اندازه گیری" در مکانیک کوانتومی پافشاری می کنند، مکانیک کلاسیک مبتنی بر قطعیت ها نیست، بلکه پیش بینی احتمالات نقشی مهم و بنیادی در این شاخه از فیزیک کلاسیک بازی می کند، به ویژه در زمینه فناوری ساخت، فناوری اندازه گیری و کنترل کیفیت.

نگارنده در طول سوابق کاری خود به عنوان مهندس مکانیک یاد گرفته است که ارتباط تنگاتنگی بین "اندازه گیری" و مبحث "تولرانس ها و انطباقات" وجود دارد. این دو مقوله نقشی ممتاز در مکانیک جامدات بازی می کنند، یعنی در بخشی از مکانیک کلاسیک که توسط آن مهندسين شرایط لازم برای عینیت بخشیدن به دستاورد های علوم را فراهم می سازند. گذشته از این، لازم است تأکید شود که "هندسه"، یعنی دانشی که مبتنی است بر منطقی ترین و خلاق ترین نوع خیال، تأثیر بسیار ژرفی در تصمیم گیری های حرفه ای مهندسين مکانیک دارد.

پس از مانوس شدن با موضوع مورد بحث، چندان دشوار نخواهد بود که بپذیریم در شاخه های مختلف دانش بشری ممکن است واژگان ناهمانندی برای مفاهیم و معانی یکسان به کار برده شود. بر اساس تجربیات نگارنده، واژه "تولرانس" در علم مهندسی و واژه "عدم قطعیت" در فیزیک نظری کاربرد یکسانی دارند، اگرچه ظاهراً بین آن ها هیچ گونه رابطه مفهومی دیده نمی شود. البته واژه اول با شالوده ای محکم از کاربرد طولانی مدت در طراحی ماشین و نیز در فناوری ساخت دارای تعریف روشنی است، بر عکس،

دیگری اساساً مبتنی است بر یک اصل مبهم و بی فایده در فیزیک نظری. برای اجتناب از درک نادرست و برای استاندارد کردن زبان علمی به نظر منطقی می آید که روی یک واژه توافق به عمل آید. چگونه و چه وقت؟ هیچکس نمی داند. نگارنده شخصاً واژه "تولرانس" (رواداری) را ترجیح می دهد چرا که بیشتر قابل فهم است.

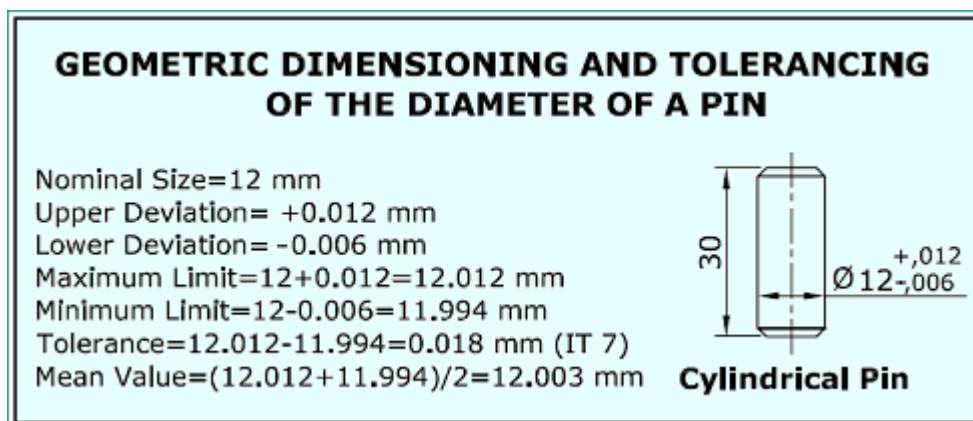
در این مقاله سعی خواهد شد اندرز آلبرت اینشتین به کار گرفته شود، او گفت: "باید همه چیز تا آنجا که ممکن است ساده شود، اما نه ساده تر."

۲- عدم قطعیت در اندازه گیری

با توجه به اینکه موضوع مورد بحث "اندازه گیری" است و "عدم قطعیت" به طور کلی همان کمیّت شك در مورد نتایج اندازه گیری تلقی می شود، در اینجا روشن ترین توضیحات در باره بعضی واژگان فنی مربوطه که امکان دارد بارها مورد استفاده قرار بگیرند جمع آوری شده است. این توضیحات با پاره ای تغییرات جزئی، به منظور وضوح بیشتر، از منابع گوناگونی انتخاب شده اند. مهم آنست که این واژه ها را با یکدیگر اشتباه نگیریم:

- **درستی اندازه گیری** اشاره بر این دارد که مقدار اندازه گیری شده تا چه حد به مقدار حقیقی یا پذیرفته شده نزدیک است. وجه تمایز مهم بین درستی و دقت آنست که درستی را تنها با یک بار اندازه گیری ولی دقت را فقط با چندین بار اندازه گیری میتوان تعیین نمود.
- **دقت** اشاره بر این دارد که یک گروه از اندازه گیری ها عملاً تا چه میزان به یکدیگر نزدیک هستند. دقت هیچ ارتباطی با مقدار حقیقی یا پذیرفته شده ندارد، ازاینرو واقعاً این امکان وجود دارد که بسیار دقیق ولی کاملاً نادرست اندازه گیری کرده باشیم. در بسیاری موارد، هنگامیکه دقت زیاد ولی درستی کم است، عیب می تواند مربوط به دستگاه باشد. در این حالت لازم است وسیله اندازه گیری تنظیم شود.
- **خطا** تفاوت بین مقدار اندازه گیری شده و "مقدار حقیقی" آن چیزی است که اندازه گیری می کنیم. تعیین مقدار دقیق خطا نا ممکن است، مخصوصاً به این علت که "مقدار حقیقی" یا "میانگین" تنها یک امید ریاضی است و هرگز نمی توانیم آنرا با یقین مطلق تعیین نمائیم.
- **تولرانس** آن مقدار کلی است که یک اندازه مشخص می تواند تغییر کند و برابر است با تفاضل بین بیشترین و کمترین حد اندازه. تولرانس، که معمولاً به وسیله طراح تعیین می شود، همواره مثبت است.

بگذارید فرض کنیم که هندسه یک پین فولادی استوانه ای به دست طراح مشخص گردیده و در نقشه کارگاهی مربوطه درج شده است. این ویژگی یا مشخصه هندسی معمولاً مبتنی است بر بعضی ملاحظات مربوط به عملکرد پین و نیز قابلیت تعویض آن (استاندارد ها) در پیوستگی با دیگر قطعات که با هم یک زیر مجموعه را تشکیل می دهند. تمام این قطعات، که باید به خوبی با یکدیگر جفت و جور باشند، جهت برآورده ساختن نیاز های ویژه ای که لازمه عملکرد مطمئن و درست یک سیستم یکپارچه مکانیکی است طراحی می شوند. در شکل ۱ بعضی از توضیحات تفصیلی در مورد اندازه گذاری و تولرانس گذاری هندسی قطر پین داده شده است.

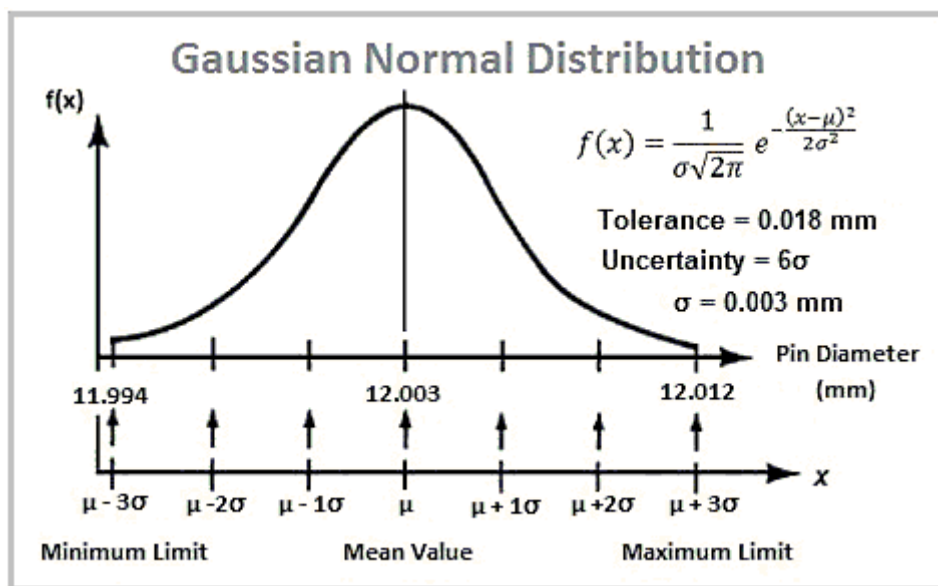


شکل ۱- اندازه گذاری و تولرانس گذاری هندسی قطر یک پین استوانه ای

در حقیقت، طراح، که در مورد مفهوم کوانتوم حس تشخیص عام دارد، بر این امر آگاه است که برای قطر بین هیچگاه نمی توان در عمل به طور دقیق به اندازه نامی 12mm دست یافت. بنا بر این، او با در نظر گرفتن ملاحظات اشاره شده در بالا محدوده انحراف های قابل قبول نسبت به اندازه نامی یعنی انحراف بالائی (+0.012mm) و انحراف پائینی (-0.006mm) را مشخص می کند. به این معنی که اگر قطر محصول نهائی بین بیشترین حد 12.012mm و کمترین حد 11.994mm باشد از نظر طراح قابل قبول است، در غیر این صورت قطعه نامرغوب یا کاملاً غیر قابل استفاده خواهد بود. به عبارت دیگر، در صورت عبور از محدوده تolerانس کمیّت تبدیل به کیفیت می شود.

این نکته کاملاً قابل درک است که از نقطه نظر مهندسی طرح بایستی به لحاظ اقتصادی بهینه باشد به طوری که تمام محصولات ترجیحاً در محدوده قابل قبول قرار داشته باشند، اما متأسفانه از لحاظ احتمالات امکان آن وجود ندارد. در واقع، چنانچه تمام عوامل موثر در تولید مانند شرایط محیطی کارگاه، درستی و دقت ماشین های ابزار و وسایل اندازه گیری، وضعیت جسمی و روحی ماشینکار ها (machinists) و مانند آن ثرمال یا به قولی بهنجار باشند، در بهترین حالت احتمال ساختن پینی که قطر آن در محدوده قابل قبول قرار داشته باشد 99.73% است. این محدوده که برابر با 6σ (شش سیگما) است و در دانش مهندسی به عنوان تolerانس شناخته می شود همان "عدم قطعیت" است که برای حدود صد سال به نام يك "اصل" پذیرفته شده توسط همگان مبنای بحث بین فیزیک دان های نظری بوده است [3].

ملاك اشاره شده در بالا نشان می دهد چنانچه هدف تولید انبوه این نوع پین باشد، حدود 27 قطعه از 10,000 پین ساخته شده خارج از محدوده قابل قبول خواهند بود که ممکن است به عنوان قطعات مردود یا اسقاطی در نظر گرفته شوند. **قانون توزیع نرمال گاوسی** ناظر بر تمام این پیش بینی های احتمالاتی است، شکل ۲. نباید فراموش کرد که آزمایش يك پیش بینی در این است که ببینیم آیا در دنیای واقعی عمل می کند.



شکل ۲- تعیین تolerانس یا عدم قطعیت در توزیع نرمال گاوسی

توزیع ثرمال (تابع چگالی احتمال، PDF) متقارن است، با يك نقطه اوج مرکزی در میانگاه داده ها. شکل منحنی را زنگوله ای توصیف می کنند با نموداری که در دو سوی میانگین به طور یکنواخت کاهش می یابد. این منحنی به طور کامل توسط دو پارامتر مشخص می شود: میانگین (μ) و انحراف معیار (σ). احتمال عبارت است از سطح زیر منحنی بین دو نقطه روی محور مختصات افقی. در اینجا، یعنی در ارتباط با قطر پین، میانگین یا **امید ریاضی** 12.003mm و انحراف معیار نسبت به میانگین 0.003mm است. در واقع امر، این دو پارامتر به طور غیر مستقیم توسط طراح تعیین می گردند. محور عمودی $f(x)$ نشان دهنده احتمال نسبی وقوع هر يك از اندازه هاست (چگالی احتمال) که در محدوده قابل قبول (قابل تحمل) دارای بیشترین مقدار در مرکز (12.003mm) و کمترین مقدار در دو انتها ست، یعنی در 11.994mm و 12.012mm. به عنوان مثال، احتمال اینکه قطر محصول نهائی 12.010mm باشد کمتر از حالتی است که قطر آن 12.005mm باشد.

سطح زیر منحنی از منهای بی نهایت تا به اضافه بی نهایت برابر با یک و بین $\mu-3\sigma$ و $\mu+3\sigma$ مساوی با 0.9973 است. فرمت " $\mu\pm 3\sigma$ "، به عنوان نوع دیگری از تolerانس گذاری یک اندازه، بدین معنی است که در صورت تکرار اندازه گیری، به احتمال 99.73% اندازه گیری های جدید در این فاصله قرار خواهند گرفت. مقدار بایسته (must value) به عنوان مبنایی برای تعیین میزان درستی یک اندازه گیری " μ " و برای میزان دقت یک اندازه " $\pm 3\sigma$ " است. خطا عبارت است از تفاوت بین مقدار اندازه گیری شده و مقدار میانگین (μ). بنابراین، در ارتباط با موضوع مورد بحث، یعنی قطر پین، فرمت اشاره شده را باید اینگونه نوشت: $12.003\pm 0.009\text{mm}$.

قطر واقعی پین با اندازه گیری تعیین می شود. باید به این نکته توجه داشت که همواره هر اندازه گیری دارای درجه ای از عدم قطعیت است که برابر با کوچکترین درجه مقیاس در وسیله اندازه گیری است. از آنجایی که انحراف های قابل قبول برای قطر پین سه رقمی است، این مقیاس نباید بیشتر از 0.001mm ($1\mu\text{m}$) باشد. از اینرو، دقت وسیله اندازه گیری در این حالت باید $(\pm 0.5\mu\text{m}) \pm 0.0005\text{mm}$ در نظر گرفته شود. می توان چنین نتیجه گیری کرد که حتی درجه دقت وسیله اندازه گیری توسط طراح، که از دستور العمل های استاندارد های مربوطه پیروی می کند، تعیین می گردد. به طور کلی، درجه دقت بالا تر ماشین های ابزار و وسایل اندازه گیری منجر به کمتر شدن تعداد قطعات مردود یا اسقاطی می شود.

هر طراح یا هر ماشینکار می داند، یا باید بداند، که ساخت دو شیء کاملاً همانند نا ممکن است، صرفنظر از اینکه شیء تا چه اندازه بزرگ یا کوچک باشد. این موضوع زمینه را آماده می کند برای درک و تفسیر واقع بینانه مکانیک کوانتومی که قوانین خود را دارد، قوانین احتمالات.

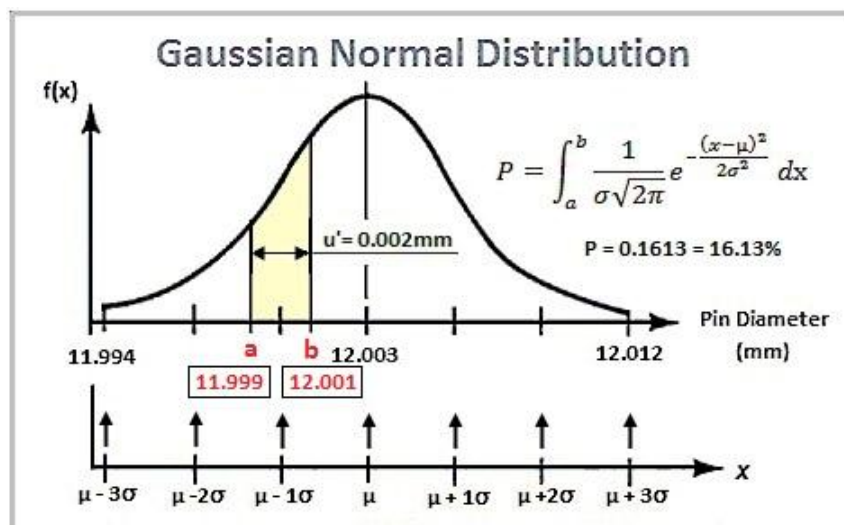
۳- تابع موج نوین احتمال

ادامه موضوع مورد بحث بسیار ساده تر خواهد بود اگر در اینجا جنبه دیگری از توزیع گاوسی توضیح داده شود. توضیح در باره این وجه از توزیع گاوسی (PDF) به ندرت، البته اگر وجود داشته باشد، در دیگر منابع، متون و مقالاتی که در دسترس هستند دیده می شود.

لازم است ابتدا این پرسش را مطرح کنیم: احتمال ساخت پینی که قطر آن بین دو نقطه مفروض " a " و " b " در روی محور مختصات باشد چقدر است، مثلاً بین 11.999mm و 12.001mm ($12.000\pm 0.001\text{mm}$)؟ پاسخ چنین است: احتمال آنرا می توان با کاربرد فرمول زیر محاسبه نمود:

$$P = \int_a^b \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx < 1$$

سطح زیر منحنی بین این دو نقطه نتیجه محاسبه خواهد بود که برابر است با 0.1613، شکل ۳. بدین معنی که از 10,000 پین ساخته شده قطر حدود 1613 قطعه مابین 11.999mm و 12.001mm قرار می گیرد.



شکل ۳- محاسبه احتمال در توزیع نرمال گاوسی

در این مثال، اندازه هدف را 12.000mm در نظر گرفته و عدم قطعیت را به $2\mu\text{m}$ (0.002mm) کاهش داده ایم. چنانچه به طور گام به گام این کاهیدن را برای دامنه های کوچکتر عدم قطعیت (دامنه های باریکتر تیرانس) گمانه زنی کنیم تا به کوچکترین مقدار نظری، یعنی $u'=0$ ، که همان یقین مطلق است، دست پیدا نماییم، سطح زیر منحنی یا به عبارت دیگر احتمال ساختن پینی که قطر آن 12.000mm باشد صفر می شود. به بیان دیگر، تمام نقاط روی محور مختصات داده های مجازی هستند زیرا دست یابی به آنها عملاً غیر ممکن است. شاید این مقوله همان پدیده ای باشد که در فیزیک نظری به عنوان "فروپاشی تابع موج" شناخته می شود. در هر حال این تجزیه و تحلیل خیلی روشن تفاوت بین "احتمال" و "چگالی احتمال" را نشان می دهد.

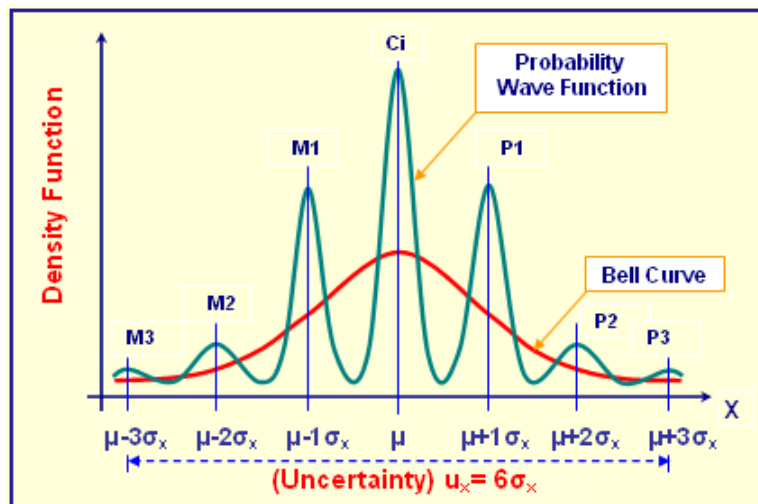
یک استنتاج منطقی: اگر یقین مطلق ($u'=0$ mm) عملاً غیر قابل دست یابی است، پس باید طولی وجود داشته باشد که کوچکترین طول در فیزیک و نیز کمترین حد بنیادی برای عدم قطعیت یک اندازه گیری است. بنابراین طول در طبیعت کوانتومی است و "هندسه کوانتومی" درست است، نه یک گمان واهی.

حال فرض کنیم که آن 1613 قطعه مورد اشاره در بالا را از 10,000 پین ساخته شده جدا کرده ایم. یک ذهن منطقی بی درنگ نتیجه گیری می کند که توزیع قطعات جدا شده نیز باید به طور کلی مطابق توزیع گاوسی باشد، البته با برخی تفاوت ها به شرح زیر:

- میانگین برابر است با 12.000mm،
- عدم قطعیت برابر است با $2\mu\text{m}$ ($u'=6\sigma=0.002\text{mm}$)،
- انحراف معیار برابر است با $0.333\mu\text{m}$ ($\sigma'=u'/6=2/6=0.333\mu\text{m}$)،
- سطح زیر منحنی بین بیشترین و کمترین حد برابر است با 0.1613، به جای 0.9973.

این نوع از توزیع را می توان "توزیع آنرمال" یا "توزیع نابهنجار" نام نهاد چراکه سطح زیر منحنی از منهای بی نهایت تا به اضافه بی نهایت به طور قابل ملاحظه ای کمتر از یک است. در مثال مورد بحث ما این سطح قابل محاسبه است: $0.1617 \approx 0.1613/0.9973$.

تمامی این توضیحات ارائه شده به زبان ریاضی ما را به سمت ایجاد "تابع موج نوین احتمال" راهنمایی می کند، تابعی که مبتنی است بر توزیع گاوسی (منحنی زنگوله ای) و می تواند یک تفسیر منطقی از مکانیک کوانتومی را پی ریزی نماید [4]. الگوی کلی این تابع در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۴- پیکر بندی کلی تابع موج نوین احتمال

خواننده کنجکاو ممکن است این پرسش را مطرح کند که چرا هفت مولفه این تابع گرداگرد متغیر های کوانتومی $\mu-3\sigma$ ، $\mu-2\sigma$ ، ... و $\mu+3\sigma$ تشکیل می شوند و نه در پیرامون نقاط دیگر؟ در این حالت خواننده بایستی به اندازه کافی شکیبیا باشد و کوشش نماید تا به قابلیت های این تابع پی برده و بر آنها تسلط

پیدا کند. این بدان معنا نیست که هیچ اندیشه ای پشت این الگو وجود ندارد. برخی از آنها به شرح زیر است:

(۱) چکیدهٔ بیش از ۳۰ سال تجربهٔ نگارنده به عنوان مهندس مکانیک که در این گزاره خلاصه می شود: **"دست آورد های علوم در نهایت خود را از طریق مکانیک جامدات آشکار ساخته و به اشکال و احجام تبدیل می شوند"** [5].

(۲) يك تابع موج احتمال راستین باید فراگیر باشد، بدون بُعد، تا برای نتایج اندازه گیری مربوط به همهٔ پدیده های طبیعی در تمام مقیاس ها کاربرد پذیر باشد، از کوچکترین ذرات زیر اتمی گرفته تا کل عالم هستی.

(۳) واقعیت ها، مشاهدات و آزمایش ها، مانند؛ طیف نور، هفت نُت موسیقی، پدیدهٔ تفرق [6]، منحنی های تابش جسم سیاه، ابر الکترونی در ساختار اتم، ... و به ویژه انواع آزمایش دو شکافی با فوتون ها، الکترون ها و اتم ها. باید تأکید نمود که حرف آخر را در علم طبیعت می زند، نه آن چیزی که در اینجا، آنجا یا در کتاب گفته می شود.

(۴) *اینشتین* بر این باور خود پای فشاری می کرد که چیزی در مکانیک کوانتومی گم شده است. او می گفت باید متغیر هائی کوانتومی به صورت پنهان وجود داشته باشند، و نظریه های کوانتومی کامل نخواهند بود تا زمانی که آن متغیر های پنهان پیدا شوند. او حق داشت.

به نظر می رسد که نقش و اهمیت احتمالات در دانش مهندسی و رابطهٔ آن با فیزیک نظری به قدر کافی توضیح داده شده است، به ویژه آنچه که به "تولرانس (رواداری)" یا "عدم قطعیت" مربوط می شود. با وجود این، اشاره ای کوتاه به تاثیرات عملی این تابع موج بر کاهش هزینه های تولید می تواند مفید باشد. بدون شك این خود داستان دیگری است و از اینرو نیاز به بررسی بسیار دقیق در جای دیگری دارد.

در حال حاضر و به منظور برقرار کردن آنچه که به نام "تعویض پذیر سازی (austauschbau)" شناخته می شود، استاندارد بین المللی تعداد بیست درجهٔ IT Grades یا IT Grades (IT=International Tolerance)، برای تعیین تولرانس های مینا، و همچنین يك سری انحراف های مینا را برای محدوده های مختلف اندازه های نامی به کار می برد. در مثال مورد بحث در این مقاله، اندازهٔ نامی قطر بین 12mm است، درجهٔ تولرانس یا تولرانس مینا (IT7) $18\mu\text{m}$ است و انحراف مینا $6\mu\text{m}$ می باشد. تولرانس های مینا و انحراف های مینای پیشنهاد شده با کاربرد تعدادی فرمول تجربی محاسبه می شوند. بنا بر این با فراست می توان نتیجه گیری کرد که استاندارد های مربوطه در DIN ISO و DIN EN ISO برای سازگار شدن با موازین علمی نیاز به بازنگری دارند. به احتمال زیاد می توان تابع موج نوین احتمال را به جای فرمول های تجربی اشاره شده در بالا مورد استفاده قرار داد.

۴- سرعت های نور

در حال حاضر نظر غالب در مورد سرعت نور را می توان به شرح زیر خلاصه نمود:

"سرعت نور در خلاء، که معمولاً با **"c"** نمایش داده می شود، يك ثابت فیزیکی بنیادی است به مقدار $299,792,458 \text{ m/sec}$. این رقم بسیار دقیق است و بیشترین سرعتی است که انرژی، ماده و اطلاعات می توانند در گیتی داشته باشند. تمام ذرات و امواج بدون جرم، شامل تابش الکترو مغناطیسی همچون نور در خلاء، با این سرعت حرکت می کنند و پیش بینی می شود که سرعت گرانش باشد."

شواهد متعدد و متقاعد کننده ای وجود دارد که به طور جدی فقط از فیزیک ذرات پشتیبانی می کنند و در نتیجه علیه مفهوم دو گانگی موج-ذره می باشند. از جملهٔ آنها آزمایش های دو شکافی است، به خصوص آنهایی که با تك فوتون، تك الکترون یا تك اتم انجام شده اند. در حقیقت، الگوی ایجاد شده در آزمایش های دو شکافی آشکارا طبقه بندی ذرات بر اساس تابع موج نوین احتمال را نمایش می دهد. این الگو ها هیچ ارتباطی با تداخل یا جمع دو یا چند موج ترکیب شده ندارند. تفسیر آزمایش دو شکافی با الکترون بر مبنای این تابع اسرار موجود در قلب مکانیک کوانتومی را آشکار می کند [1].

فوتون ها، به عنوان ذرات مرئی یا نامرئی تابش لکترو مغناطیسی (نور)، کوانتوم ها یا بسته های انرژی هستند. کوانتومی بودن انرژی فوتون ها معادل است با کوانتومی بودن سرعت آنها. بنابراین می شود

نتیجه گیری کرد که در طبیعت هیچ دو فوتونی همانند یکدیگر وجود ندارد. مقدار اندازه گیری شده برای سرعت نور در خلاء، یعنی $299,792,458 \text{ m/sec}$ با عدم قطعیتی برابر 1 m/sec ، در واقع اندازه ایست بسیار نزدیک به سرعت متوسط فوتون های مرئی که تشکیل دهنده نوار باریکی هستند از طیف بسیار پهن تر سرعت تابش الکترو مغناطیسی. علاوه بر این، الگوی تفرقی در آزمایش دو شکافی با تک فوتون بسیار واضح تفاوت بین این ذرات را نشان می دهد و اثبات می نماید که هر فوتون مسیر خود را دارد و احتمال آنکه نور در خط مستقیم حرکت کند صفر است [6].

یک استنتاج منطقی: **سرعت نور در خلاء یک متغیر کوانتومی است و به همین دلیل نمی توان "c" را به عنوان یک ثابت فیزیکی بنیادی در نظر گرفت.**

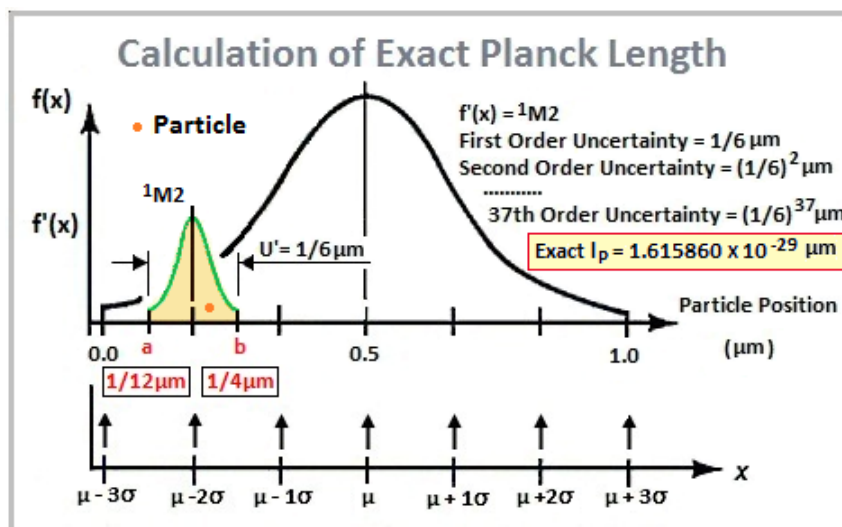
۵- هندسه کوانتومی و طول دقیق پلانک

در فیزیک نظری پیشرفت در درک کمی هندسه کوانتومی برای توصیف پدیده های طبیعی، در مقیاس فواصل بسیار کوتاه و قابل مقایسه با طول پلانک، ضروری است. در این فواصل مکانیک کوانتومی تأثیری ژرف در فیزیک دارد. در حال حاضر، طول پلانک "l_p" با تساوی زیر تعریف می شود که در آن "c" سرعت نور است در خلاء (به عنوان یک ثابت بنیادی)، "G" ثابت گرانش و "ħ" ثابت پلانک کاهش یافته است:

$$l_p = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^3}} \approx 1.616252 \times 10^{-35} \text{ m}$$

اکنون زمان آن فرا رسیده است که سفری کوتاه و خیالی به دنیای ذرات بسیار بسیار ریز داشته باشیم. در این سفر ریاضیات، یعنی شعر منطق، راهنمای ما خواهد بود. با وجود این، توجه به استانداردهای مربوطه بایستی سر آغاز سفر ما باشد؛ به عبارت دیگر، لازم است به واقعیت های موجود در این زمینه اتکا کنیم.

نگاهی کوتاه به جدول درجه های IT (IT Grades) کافی است تا به این نتیجه برسیم که در حال حاضر، با توجه به سطح تکنولوژی موجود در زمینه ساخت و اندازه گیری، کوچکترین عدم قطعیت قابل دستیابی در اندازه گیری طول عملاً حدود 0.001 mm یا $1 \mu\text{m}$ است. پس می توان گفت در حال حاضر انحراف معیار در اندازه گیری طول برابر با $1/6 \mu\text{m}$ می باشد. اکنون فرض کنید که می خواهیم فاصله یک ذره بسیار کوچک را از یک نقطه مبنا مثلاً از نقطه صفر در روی محور مختصات اندازه گیری نمائیم. تقریباً مطمئن هستیم که ذره در فاصله بین 0 و $1 \mu\text{m}$ قرار دارد، چون با وجود وسایل اندازه گیری مناسبی که هم اکنون در دسترس هستند این مقدار از عدم قطعیت قابل حصول است. در شکل ۵ توزیع احتمال مربوطه یعنی $f(x)$ نشان داده شده است.



شکل ۵- محاسبه طول دقیق پلانک

اگر هندسه کوانتومی و تابع موج نوین احتمال Ψ درست هستند پس باید در اینجا کابرد پذیر باشند. این تابع که نشان دهنده ساختار یا ساختار های زیر کوانتومی تمام پدیده های طبیعی است می گوید که

سطح بالاتر و آتی فناوری، در زمینه اندازه گیری، شرایط را برای اندازه گیری طول با عدم قطعیتی برابر با $1/6\mu\text{m}$ فراهم می سازد، یک جهش کوانتومی از طول $1\mu\text{m}$ به $1/6\mu\text{m}$ ، یا همان (mutation). این در توافق کامل با مفهوم هندسه کوانتومی است.

بیانید فرض کنیم مرتبه اول اندازه گیری نشان می دهد که به عنوان مثال این ذره جزئی از M_2^1 است که خود پیکره ایست از Ψ ، بدین معنی که فاصله ذره از نقطه مبنا بیشتر از $1/4\mu\text{m}$ و کمتر از $1/12\mu\text{m}$ نیست. لازم به یاد آوری است که احتمال M_2^1 در تابع موج احتمال 6.06% می باشد [4]. اگر ما انسان ها به قدر کافی خوش شانس باشیم، خردمندانه عمل کنیم، خود گشایی نکنیم و مادر زمین زیبای خود را نابود نسازیم، در آن صورت ممکن است این شانس را داشته باشیم که به سفر خود ادامه داده و وسایل اندازه گیری را یک گام دیگر بهینه سازی نماییم. در آن زمان مرتبه دوم عدم قطعیت در اندازه گیری یعنی $(1/6)^2\mu\text{m}$ دست یافتنی است. قابل پیش بینی است که این ذره به یکی از مولفه های M_1^2, M_2^2, M_3^2 ، ^2Ci ... یا $^2\text{P}_3$ از M_2^1 تعلق خواهد داشت، $f(x)$ در شکل ۵. چنانچه به اندازه کافی بردبار بوده و قادر باشیم گونه خود را حفظ نماییم، در آینده ای بسیار دور ممکن است به $(1/6)^{37}\mu\text{m}$ که همان طول دقیق پلانک است برسیم [7]:

$$\text{Exact } l_p = l'_p = (1/6)^{37} \mu\text{m} = 1.6158600 \times 10^{-29} \mu\text{m} = 1.6158600 \times 10^{-35} \text{ m}$$

اعداد 6 و 37 ما را به یاد "تخته نرد" و "رولت" می اندازد که در هر دو آنها احتمالات نقش اصلی را بازی می کند. چرا چنین رابطه ای بین این دو عدد و طول دقیق پلانک وجود دارد؟ و معنی آن چیست؟

بر اساس دانسته های موجود این باور وجود دارد که کوچکترین واحد طول امکان پذیر طول پلانک است. از سوی دیگر به این نتیجه رسیدیم که این طول همچنین به طور نظری عدم قطعیتی است دست یافتنی در اندازه گیری. چون این عدم قطعیت صفر نیست، به این معنی که احتمال آن اگرچه بسیار بسیار کم است ولی بزرگتر از صفر می باشد، پس باید در طبیعت ذراتی وجود داشته باشند که شکلی کاملاً کروی داشته و قطر آنها برابر با طول پلانک باشد. نباید فراموش کنیم که چون این طول کوچکترین در فیزیک است، کوچکترین ذرات باید در تمام جهات اندازه ای یکسان و برابر با این طول داشته باشند و لذا نمی توانند شبیه ریسمان (STRING) یا چیز غیر کروی دیگری باشند.

لازم به یاد آوری است که مرتبه های گوناگون تابع موج نوین احتمال که نمایش دهنده ساختار های زیر کوانتومی هستند، به طور همزمان برای تمام مولفه های این تابع در هر مرتبه ای نافذ هستند. مهم نیست ذره در کجا قرار دارد؛ همواره به عدم قطعیتی یکسان در تمام مولفه ها خواهیم رسید، حتی در مرتبه سی و هفتم. به بیان دیگر، کوچکترین ذرات به طور تنگاتنگ در سراسر گیتی پخش شده اند، همه بخش های آنها پُر کرده و در همه چیز نفوذ می کنند.

طول دقیق پلانک (l'_p) حقیقتاً کوچکترین طول معنی دار در فیزیک است. این طول نتیجه ترکیب ریاضی ویژه ای از پارامتر های "G"، "h" و "c" نیست، بلکه یک ثابت فیزیکی بنیادی است برابر با $(1/6)^{37}\mu\text{m}$ که با کاربرد تابع موج نوین احتمال قابل پیش بینی است.

۶- گرانش کوانتومی

گرانش کوانتومی نامی است کلی برای نظریه هایی که کوشش می کنند بین گرانش و سه نیروی بنیادی دیگر در فیزیک که قبلاً متحد شده اند وحدت ایجاد نمایند. در این نظریه فرض بر این است که یک ذات نظری، گراویتون، وجود دارد که ذره ایست مجازی و پیام رسان که حامل نیروی گرانش می باشد.

برای بیان چکیده وار موضوعاتی که تا کنون در این مقاله مورد بحث قرار گرفته اند می توانیم تساوی مشهوری را که تعریف کننده طول پلانک می باشد باز نویسی کنیم:

$$l'_p = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^3}} \rightarrow G = \frac{l'_p{}^2}{\hbar} c^3 \rightarrow \xi = \frac{l'_p{}^2}{\hbar} \rightarrow G = \xi c^3$$

چون " l'_p " و " \hbar " ثابت بنیادی هستند، پس " ξ " نیز یک ثابت فیزیکی بنیادی است. مقادیر و توضیحات مربوط به هر کدام به شرح زیر است:

- $l_p = 1.6158600 \times 10^{-35} \text{ m}$ ثابت طول دقیق پلانک
- $h = 1.054571726 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ ثابت پلانک کاهش یافته
- $\xi = 2.475890015 \times 10^{-36} \text{ m}^2/(\text{J}\cdot\text{s})$ ثابت عشق
- $c = \text{Speed of light in vacuum} \text{ m/s}$ سرعت نور در خلاء، متغیر کوانتومی
- $G = \text{Ground gravitation factor} \text{ m}^3/(\text{kg}\cdot\text{s}^2)$ ضریب گرانش پایه، مقدار کوانتومی

حال اگر بپذیریم که l_p و h و در نتیجه ξ ثابت بنیادی هستند، چون c متغیر کوانتومی است، بنابراین G نیز طبیعتی کوانتومی دارد. خواننده گان کنجکاو می توانند اطلاعات و داده های مربوط به مواردی را جستجو و پیدا نمایند که نشان می دهند G ثابت نیست، مقدار میانگین آن بستگی به سرعت متوسط نور دارد که خود وابسته به این است که مشاهده کننده در کجای گیتی قرار دارد. به هر حال، با توجه به اینکه نیروی گرانش در همه چیز نفوذ می کند، می توان نتیجه گیری کرد که ذرات پیام رسان این نیرو همان کوچکترین ذرات در فیزیک هستند.

شایسته است به این نکته اشاره کنیم که مقدار به دست آمده برای G ، به عنوان یک ثابت بنیادی، برابر است با $6.67384 \times 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{kg}\cdot\text{s}^2)$. اما اگر از طول دقیق پلانک به جای l_p استفاده نمائیم، مقدار متوسط کوانتومی G در قسمت بسیار کوچکی از گیتی که ما در آن زندگی می کنیم برابر خواهد بود با $6.671038654 \times 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{kg}\cdot\text{s}^2)$. کدام یک دقیق تر و درست تر است؟

نام کوچکترین ذره در فیزیک می تواند یکی از این گزینه ها باشد: *Ethion, Aethion, Graviton, Spation, ...* و شاید *Attarion*.

۷- نتیجه گیری

هر چند مفهوم کوانتوم در اوایل قرن بیستم توسط فیزیک دان های نظری مطرح شده است، اما این امر به معنای پایان فیزیک کلاسیک یا پیدایش فیزیک کوانتومی نیست چراکه این مفهوم قبلاً در ریاضیات وجود داشته و برای سال های متمادی به طور عملی در دانش مهندسی به کار برده می شده است. به عبارت دیگر، هنگامی که مشاهدات در مقیاس اتمی و زیر اتمی هستند مکانیک کوانتومی در پیش بینی های خود تفاوت چندانی با فیزیک کلاسیک ندارد، مشروط به اینکه یک مدل ریاضی حقیقی برای توضیح پدیده های طبیعی به کار گرفته شود.

قانون کلاسی و انتزاعی طبیعت را که این امکان را فراهم می سازد تا ثابت کنیم گرانش کوانتومی درست است می شود هوشمندانه با تفسیری واقع بینانه از مکانیک کوانتومی پیدا نمود. بنابراین می توان آنرا به عنوان نظریه همه چیز (**Theory of Everything, TOE**) مورد ملاحظه قرار داد، به ویژه آن هنگام که کاملاً مطمئن شویم در مورد ذهن انسان یعنی تاریخ نیز معتبر است.

References (مراجع):

1. Against Wave-Particle Duality Concept, August 2010, toequest.com.
2. Double Slit Experiment and Quantum Mechanics, November 2005, toequest.com.
3. Definition of Uncertainty, May 2008, toequest.com.
4. Wave Function, Developed Gaussian Distribution, September 2008, toequest.com.
5. Interrelation of Standards and Industrial Development, May 2005, toequest.com.
6. How Can the Photons Tolerate Each Other? May 2005, toequest.com.
7. Planck Length and Quantum Geometry, January 2007, toequest.com.

یادداشت ها:

- نسخه انگلیسی این مقاله زیر عنوان [Exact Planck Length Unveils Quantum Gravity](#) در ماه اوت سال ۲۰۱۱ در سایت toequest.com منتشر شده است.
- نسخه آلمانی این مقاله زیر عنوان [Genaue Planck-Länge Enthüllt die Quantengravitation](#) در ماه مارس سال ۲۰۱۲ در سایت toequest.com انتشار یافته است.
- نسخه فارسی بعضی از مقالات نام برده شده در "مراجع" را می توانید از طریق لینک های زیر بگیرید:

[تعریف عدم قطعیت](#)

[تابع موج، توزیع گاوسی پیشرفته](#)

[علیه مفهوم دوگانگی موج- ذره](#)