



## مسأله علیت

آرش عزیزی

s\_arash\_azizi@yahoo.com

همان ابتدای کار، بر آن می‌شویم طرحی از «علیت» و «انواع علیت» و همچنین «رد علیت» که از سوی فلاسفه و فیزیکدانان به کار رفته بریزیم. هرچند پلانک معتقد است: «این که روزی امیدوار باشیم که نخست تعریفی دقیق از علیت صورت گیرد و سپس این تعریف را بعنوان پایه و اساس برای تحقیق اعتبار قانون علیت در طبیعت بکار ببریم، امروزه بعلت پیشرفتهای زیادی که در مطالعه طبیعت بدست آمده ساده‌لوحانه و احمقانه به نظر می‌رسد»<sup>۱</sup>. اما معتقدیم بدون این که نحوه استعمال و کاربرد واژه بسیار بد فهمیده شده «علیت»، مشخص شود، راه به جایی نخواهیم برد و کاملاً ممکن است به علت تعابیر و تفاسیر مختلف از علیت، «علیت» انکار شده توسط من نوعی از علیت باشد و علیت انکار شده توسط دیگری، سخنی دیگر، پس بهتر است موضوع پیچیده علیت را با «بد به کار بردن واژه»، پیچیده‌تر نسازیم.

۱. اولین «علیت» را «علیت هستی‌شناختی» یا «علیت عینی» می‌نامیم. این بنیادی‌ترین تصور ما از «علیت» است. منظور از «علیت هستی‌شناختی» این است که طبیعت و اشیاء فیزیکی بر طبق نظمی «جاودان» و «جهانی» عمل می‌کنند؛ مشخصاً این دو نوع توصیف را ذکر کردیم تا از هرگونه قید محلی بودن «یا «محدود بودن مکانی یا زمانی» آزاد شویم. البته توجه می‌کنیم که این با «علیت کانتی» متفاوت است که کانت هیچ وقت از این علیت، سخن نمی‌گوید چون او معتقد است «شیء فی نفسه» کلاً برایمان غیر قابل دسترسی است و از آن مهمتر «علیت» را از «مقولاتی» می‌شمرد که ذهن بر «اشیاء فی نفسه» حاکم می‌کند؛ «توجه ما در اینجا به اشیاء چنانکه واقعاً هستند، نیست (که از خصوصیات آنها قطع نظر می‌کنیم)، بلکه منحصرأ به اشیاء به عنوان متعلقهای یک تجربه ممکن، معطوف است و مخصوصاً به مجموعه همین اشیاء است که ما اینجا طبیعت نام می‌نهیم»<sup>۲</sup> و بعد در مورد قوانین حاکم بر طبیعت چنین می‌گوید: «آن قوانین ذهنیتی که شناخت اشیاء به وسیله تجربه تنها با متابعت از آنها ممکن است همان قوانینی است که در مورد این اشیاء از آن حیث که متعلق یک تجربه ممکن‌اند، نیز معتبر است (و البته نه در مورد نفس الامر اشیاء) که در اینجا مورد نظر ما نیست»<sup>۳</sup>

پس کلاً کانت در مورد اشیاء فی نفسه و روابط فیزیکی و قانون حاکم بر آنها، حکمی نمی‌راند و اصولاً حکم راندن در این مورد را خطا می‌داند، البته این جا بود که کانت، با دیدن و فهمیدن اشکال هیوم بر علیت، تکان خورد و به قول خودش «این هشدار دیوید هیوم بود که نخستین بار، سالها پیش مرا از خواب جزمی مذهب‌ان بیدار کرد»<sup>۴</sup> و با درک عمیق و بالای خودش راه حل مشکل هیوم را جدایی کامل بیان «معرفت‌شناسی» و «هستی‌شناسی» دید. اما مسلماً فیزیکدانان به این وضعیت بسنده نخواهند کرد و راضی نمی‌شوند که جهان عین و فی نفسه چونان رازی سر به مهر در مقابلمان قد علم کند و ما را هیچ‌گونه راهیابی به ساحت با مهابتش نباشد. به هر حال فیزیک - حداقل فیزیک قبل از کوانتوم - ادعای عینی بودن کرده و معتقد است این قوانین عیناً در جهان بیرون حکم می‌رانند و این طور نیست که فقط تصویر و شناخت ما باشند. البته این بحث بسیار گسترده‌ای است که موافقها داشته و مخالفها؛ اما اگر تنها به این نکته کوچک توجه کنیم که تمامی هدف ما از علم فهمیدن جهان است و جهان تنها آنوقت فهمیدنی و قابل درک است که قانونمند باشد، دیگر برخالف جزمانه پای نخواهیم فشرد.

اولین «علیت» را «علیت هستی‌شناختی» یا «علیت عینی» می‌نامیم. این بنیادی‌ترین تصور ما از «علیت» است. منظور از «علیت هستی‌شناختی» این است که طبیعت و اشیاء فیزیکی بر طبق نظمی «جاودان» و «جهانی» عمل می‌کنند

طرح: علی عزیزی، نگاره: آرش



۲. دومین مفهوم علیت، «علیت معرفت‌شناختی» است. این همان علیت مورد پذیرش تقریباً تمامی فیزیکدانان بعد از نیوتون و قبل از مکانیک کوانتوم است. به معنای آن است که تصویر فیزیکی جهان، شامل «قانونها»یی است که بر جهان حکم می‌رانند. علیتی که کانت معتقد بود از همین نوع است البته برای ساختن تصویر کامل از جهان غیر از وجود «علیت معرفت‌شناختی»، اطلاعات اولیه یا «شرایط اولیه» هم لازم است. البته با دانستن قوانین و شرایط اولیه می‌توان پیش بینی کرد و از آینده جهان سخن گفت.

پس باید به تمایز «علیت معرفت‌شناختی» و «پیش‌بینی‌پذیری» کاملاً توجه کرد. مسلماً برقراری «علیت معرفت‌شناختی» دلیلی حتمی بر «پیش‌بینی‌پذیری» نیست چون ممکن است شرایط اولیه بر ما پوشیده بماند پس ما قادر به پیش‌بینی نخواهیم بود.

**فیزیک - حداقل فیزیک قبل از کوانتوم - ادعای عینی بودن کرده و معتقد است این قوانین عیناً در جهان بیرون حکم می‌رانند و این طور نیست که فقط تصویر و شناخت ما باشند**

ذکر این نکته خالی از لطف نیست که غالباً در ذهن فیزیکدانان بعد از نیوتن، علیت به همین «پیش‌بینی‌پذیری» تقلیل یافته بود، در صورتیکه دیدیم خود علیت بر چند نوع است و غیر از آن «علیت معرفت‌شناختی» هم با «پیش‌بینی‌پذیری» مترادف نیست.

۳. به نظر ما، نوع سومی از علیت وجود دارد و آن برقراری «علیت هستی‌شناسی» و عدم وجود «علیت معرفت‌شناختی» است (ولی نه به دلیل جهل ما) که فعلاً از آن به «علیت ۳» نام می‌بریم. این «علیت ۳» چون تاکنون معرفی نشده بود و اکثراً توجهی به آن نمی‌کردند، واجد اهمیت است و توجه به آن لازم. اساساً شکل‌گیری «علیت ۳» به بعد از کوانتوم برمی‌گردد. شاید بتوان تاریخ

**دومین مفهوم علیت، «علیت معرفت‌شناختی» است. این همان علیت مورد پذیرش تقریباً تمامی فیزیکدانان بعد از نیوتون و قبل از مکانیک کوانتوم است. به معنای آن است که تصویر فیزیکی جهان، شامل «قانونها»یی است که بر جهان حکم می‌رانند. علیتی که کانت معتقد بسود از همین نوع است**

دقیقش را فوریه سال ۱۹۲۷ ذکر کرد که هایزنبرگ به «اصل عدم قطعیت» خود رسید و بعد پایه ریزی کرد. ابتدا مرور کوتاهی بر این دو موضوع می‌کنیم که البته دوباره سراغ آن باز خواهیم گشت. تاریخ دقیقش را فوریه سال ۱۹۲۷ ذکر کرد که هایزنبرگ به «اصل عدم قطعیت» خود رسید و بعد پایه‌ریزی کرد. ابتدا مرور کوتاهی بر این دو موضوع می‌کنیم که البته دوباره سراغ آن باز خواهیم گشت.

علی‌رغم تدوین مکانیک ماتریسی در تابستان ۱۹۲۵ و مکانیک موجی در بهار ۱۹۲۶ توسط هایزنبرگ و شرودینگر و بسته بودن نظام منطقی و ریاضی آنها و علاوه بر آن معادل بودن این دو فرمالیسم، «اما متأسفانه در تعبیر فیزیکی گروه ریاضی با مشکلات عظیمی مواجه بودیم.»<sup>۵</sup> ابتدا شرودینگر تابع  $\Psi$  را نماینده موج واقعی می‌دانست که با تذکر لورنتس از این امر دست کشید. بحثهای طولانی شرودینگر و بور و هایزنبرگ در کپنهاگ هم به جایی نرسید و بعد از چند روزی شرودینگر شاید در اثر تلاش طاقت‌فرسایی که می‌کرد بیمار شد! پاییز ۱۹۲۶ طی بحثهای طولانی که بین بور و هایزنبرگ سرگرفت آنها تمامی سعی خود را کردند که به تعبیری از این فرمالیسم ریاضی دست یابند. شاید مهمترین اشکال، اتافک ابر ویلسون بود که مسیری از الکترون نشان می‌داد: «از سوی دیگر هیچ کدام نمی‌دانستیم که پدیده ساده‌ای چون مسیر الکترون در اتافک ابر را چگونه با بیان ریاضی مکانیک موجی یا مکانیک کوانتومی اشتی دهیم»<sup>۶</sup> و در همین موقع پس از بحثهای طولانی بی‌نتیجه بور به نروژ برای اسکی می‌رود و هایزنبرگ روی این مسأله متمرکز می‌شود. کار او به ایجاد پلی میان فرمالیسم ریاضی مکانیک کوانتومی و مسیر الکترون در اتافک ابر برمی‌گشت. او بر آن بود که این دو را باهم اشتی دهد، بالاخره مسأله این طور حل می‌شود: «ظاهراً زمانی بعد از نیمه شب بود که یکباره به یاد گفتگویم با اینشتاین افتادم بخصوص به یاد جمله‌ای که گفته بود: «نظریه حکم می‌کند که چه چیزی را می‌توان مشاهده کرد.» ناگهان حس کردم کلید دری که مدت‌هاست بسته مانده باید همین جا جستجو کرد.»<sup>۷</sup> این جمله تأثیر بسیاری روی هایزنبرگ می‌گذارد، او در اینجا آنچه مشاهده می‌شود - «حرکت و مسیر الکترون در اتافک ابر» - را کنار می‌گذارد و به نظریه خود اعتماد می‌کند و آن را اصل می‌گیرد و چون طبق نظریه خودش - مکانیک کوانتومی - مسیری برای الکترون وجود ندارد پس تنها یک نتیجه می‌توان گرفت و آن این که آنچه در اتافک ابر دیده می‌شود مسیر الکترون نیست بلکه «شاید ما رشته‌ای از نقاط گسسته و مبهم را دیده بودیم که الکترون از آن گذشته بود زیرا در واقع چیزی که در اتافک ابر می‌توان دید قطره‌های منفرد اند که از الکترون خیلی بزرگترند.»<sup>۸</sup>

اینجاست که هایزنبرگ نتیجه می‌گیرد طبق مکانیک کوانتومی «نمی‌توان» مسیری به الکترون اختصاص داد و همین جا «اصل عدم قطعیت» متولد می‌شود و بعد هایزنبرگ این مسأله را به کل فیزیک تعمیم می‌دهد: «البته هنوز باید ثابت می‌کردم که هر آزمایش ممکن است باید به وضعیتی منجر شود که از اصل عدم قطعیت پیروی کند، اما این امر از همان اول به نظرم معقول آمد چون لازم بود فرآیندهایی که در آزمایشها یا مشاهدات دخالت دارند از قوانین مکانیک کوانتومی تبعیت کنند.»<sup>۹</sup> و بعد هایزنبرگ با طرح آزمایش فکری میکروسکوپ اشعه گاما نشان می‌دهد که برای کشف مکان دقیق الکترون باید از میکروسکوپی با درجه تفکیک بالا استفاده کنیم، یعنی اشعه گاما باید بتابانیم که همین باعث می‌شود مومنتوم (اندازه حرکت) الکترون تغییر کند. پس نمی‌توان با دقتی بیش از روابط عدم قطعیت، مکان و مومنتوم را همزمان اندازه گرفت.

در همین آزمایش فکری و این نظریه هایزنبرگ بسیاری مفاهیم نهفته است که هایزنبرگ ابتدا به آنها توجهی نداشت و فقط دنبال راه حل اتافک ابر ویلسون بود و از اینکه «اصل عدم قطعیت» راه حلی برای این مسأله است، راضی بود.

البته تعبیر دیگر: از آن «بور» بود به نام «مکملیت» که در فوریه ۱۹۲۷ توانست به این مفهوم دست یابد. بور، «دوگانگی موج - ذره» را نقطه شروع گرفته بود؛ بر خلاف هایزنبرگ که با اصل قرار دادن مکانیک کوانتومی خود، جلو رفته بود و به تعبیر یکتا و واحد «ذره‌ای» بسنده کرده بود؛ این «مکملیت ذره و موج» بور، مفهوم بسیار عمیقی دارد و یکسره فلسفه کلاسیک را زیر و رو می‌کند. چون سیستم مورد آزمایش، «بسته به نوع آزمایشی که روی آن انجام می‌گیرد»، از خود خواص موجی یا ذره‌ای بروز می‌دهد. پس این دید کلاسیک فلسفه کانتی و دکارتی، به شدت زیر سؤال می‌رود. دیگر نمی‌توان از «شی فی نفسه‌ای» (نومن) ای صحبت کرد که آرام و استوار و بی‌تأثیر از ما، وجود دارد و ما تجربه‌ای به «شی برای ما» (فنومن) ای دست می‌یابیم که اصولاً - غیر از خطاهای آزمایشی که می‌توان آن را به صفر میل داد - «یکتا» است. این تصور تماماً به هم می‌ریزد. البته مسأله اصلی در مکملیت بور واقعاً ثنویت و دوگانگی نیست. هر چند این دوگانگی مورد خوشایند هایزنبرگ نیست؛ مسأله عمیقتر از آن همین - به قول بور - «بازیگر بودن» ماست. دیگر نمی‌توان از «پدیده» صحبت کرد بدون این که تدارکات آزمایشی مشخص شود. حالا که ۳ نوع جداگانه از علیت مشخص کردیم، توجه می‌کنیم که فیزیکدانان و فلاسفه غالباً کدام نوع علیت را رد کرده و کدام را پذیرفته‌اند. در ضمن به یکی از مهمترین پرسشهای موجود می‌رسیم که بالاخره با ظهور مکانیک کوانتومی علیت رد شده یا هنوز باقی مانده؟!<sup>۱۰</sup>

فلاسفه و فیزیکدانان اصولاً معتقد به علیت ۱ و علیت ۲ بوده‌اند؛ مخصوصاً با کارهای شگرف نیوتون، علیت ۲، کاملاً قابل پذیرش شد. اینجاست که لاپلاس می‌گوید:

«ما می‌توانیم حالت فعلی جهان را معلول حالت قبلی آن و علت حالت بعدی‌اش بدانیم ... یک مغز متفکر که در یک لحظه تمامی نیروهای یکار اندازه‌پذیر طبیعت و مکان موجودات سازنده آن را می‌داند ... می‌تواند در یک فرمول، حرکات بزرگترین اشیاء جهان و سبکترین آنها را، جای دهد.»<sup>۱۰</sup>

این یعنی «پیش‌بینی پذیری» چون همه قوانین و شرایط اولیه را می‌داند، تمامی لحظات بعد، برای این مغز متفکر پیداست و هیچ ابهامی ندارد. شاید لب آن چیزی بود که طی ۲۰۰ سال فیزیکدانان وابسته فلاسفه به آن معتقد بودند. اما در اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم، رزمه‌هایی از سوی برخی فیزیکدانان شنیده شد که با این نوع علیت و حتی با علیت ۱ مخالفت کردند. چارلز پیرس (Charles Peirce) در «نظریه شانس» خود، علیت ۱ و ۲ را رد کرد. او «شانس» را عامل بنیادی طبیعت می‌دانست نه ناشی از جهل ما، و جهان را ترکیبی از ابرها و ساعتها نامید.<sup>۱۱</sup>

باید به تمایز «علیت معرفت شناختی» و «پیش‌بینی‌پذیری» کاملاً توجه کرد. مسلماً برقراری «علیت معرفت‌شناختی» دلیلی حتمی بر «پیش‌بینی‌پذیری» نیست چون ممکن است شرایط اولیه بر ما پوشیده بماند پس ما قادر به پیش‌بینی نخواهیم بود



بولتزمن (Boltzmann) و پوانکاره (Poincare) بر این باور بودند که ما با مقادیر متوسط سر و کار داریم. اکسندر (Exner) ادعای جالبی داشت: «اصل علیت برای حوادث ماکروسکوپی صادق است، بدون آن که لزوماً برای جهان میکروسکوپی صادق باشد و از اینجا نتیجه می‌شود که قوانین جهان بزرگ، قوانین مطلق نیستند بلکه قوانین احتمال هستند.»<sup>۱۲</sup>

البته اینجا اکسندر «علیت ۱» و «علیت ۲» را انکار می‌کند و فقط آنها را برای اشیاء ماکروسکوپی صادق می‌داند اما به هر حال مشخص نمی‌شود اگر قرار باشد بی‌قانونی محض - از لحاظ «هستی شناختی» بر ذرات میکروسکوپی حاکم باشد، آن وقت چطور مجموعه این ذرات می‌توانند قانونمند عمل کنند؟ البته به نکته اخیر باز خواهیم گشت.

و البته تمام این وقایع مربوط به دوران قبل از تدوین مکانیک کوانتومی و اصل عدم قطعیت می‌شود، هر چند تعدادی از فیزیکدانان خواستند «علیت» را با مطرح کردن «شانس» یا «دخیل بودن احتمالات» کنار بگذارند اما مشخصاً بیشتر فیزیکدانان وفادار به این سنت طولانی نیوتونی ماندند تا این که مکانیک کوانتومی ظهور کرد.

در مکانیک کوانتومی «علیت» به دو صورت جداگانه مورد چالش قرار می‌گیرد: «تقلیل تابع موج» و «اصل عدم قطعیت» و نمی‌دانم که چرا بیشتر به دومین مورد توجه می‌کنند. مورد اول - که بسیار قدرتمندتر علیت را به چالش می‌گیرد - زیاد مورد توجه قرار نمی‌گیرد.

در «تقلیل تابع موج»، اگر معتقد به متغیرهای نهان نباشیم قطعاً «علیت نوع ۱» زیر سؤال خواهد رفت. چون واقعاً معتقدیم که هستی و جهان - در این مورد - کاملاً اتفاقی و از روی صدقه و شانس یکی از موارد گوناگون مقدار ویژه را انتخاب می‌کند و تابع موج به آن بردار ویژه متناظر با مقدار ویژه، فرومی‌کاهد و تقلیل می‌یابد. این دید و برداشتی کاملاً فلسفی است و فیزیکدانانی که این طور موضع می‌گیرند مسلماً از دید یک فیلسوف صحبت می‌کنند و نه فیزیکدان. چون فیزیکدانان «حلی الاصول» در مورد «علیت نوع ۱» یا همان «علیت هستی شناختی»، نمی‌توانند حرفی بزنند و بحث در مورد برقراری یا عدم برقراری آن بحث فلسفی است و البته ایراد ندارد که شخصی فیزیکدان چنین نظر می‌دهد، اما اگر مثلاً هایزنبرگ «علیت ۱» را زیر سؤال برد، او، اینجا در مقام «هایزنبرگ فیلسوف» سخن گفته و نه «هایزنبرگ فیزیکدان».

پس فیزیکدان واقعی، که هنوز به حیطه فلسفه پای نگذاشته، نمی‌تواند با قطعیت، مانند هایزنبرگ چنین گوید:

«ممکن است پیشنهاد شود که در پس جهان آماری ادراک، یک جهان واقعی قرارداد که محکوم علیت است، این خیالپردازی به نظر ما - و ما این را به صورت صریح می‌گوییم - بی‌فایده است و بی‌معنی. زیرا فیزیک باید خود را به توصیف همبستگی مشاهدات محدود کند.»<sup>۱۳</sup> مسلماً هایزنبرگ اینجا حمله فیلسوفانه‌ای کرده علیه دیگر فیلسوفان و این «مایه» که به کار برده، «مایه فیلسوف» باید باشد که خیالپردازیهای دیگر فلاسفه را قبول ندارد. البته این امر پذیرفتنی است که فیلسوفی در مسأله‌ای فلسفی، چنین دیگر فلاسفه را رد کند، اما هرگز قابل پذیرش نخواهد بود که فیزیکدان به چنین جدالی وارد شود، فیزیکدان باید چنین سخن گوید:

«چنین عاملی آدر مورد تعیین تابش رادیواکتیو در شرایط کنونی فیزیکی ... نمی‌تواند وجود داشته باشد... به قسمی که انتخاب این اتم یا آن اتم فعلاً به نظر ما حادثه بی‌علتی است.»<sup>۱۴</sup>

در بیان بالا که از سرجیمز جینز (Sir James Jeans) نقل شد، علیت هستی‌شناختی یا علیت ۱، به هیچ وجه مورد صحبت قرار نگرفته، مشخصاً نیز باید در سخنان فیزیکدانان چنین باشد و اما علیت معرفت‌شناختی یا «علیت ۲» رد شده آن هم با قید فعلاً. مشخصاً اگر منظور Jeans از رد علیت، علیت هستی‌شناختی بود که قید زمانی «فعلاً» لازم نبود چون طبیعت همواره بر یک نحو عمل می‌کند و با همیشه قانونمند و علت‌دار است یا اتفاقی و شانسی. پس مشخص می‌شود منظور

او از این علیت، «علیت معرفت‌شناختی» یا «فیزیکی» است که چون با فرمالیسم مکانیک کوانتومی «هنوز» راه حلی برای تقلیل تابع موج پیدا نشده پس فعلاً «علیت ۲» مردود است.

در خصوص «تقلیل تابع موج» و متغیرهای نهان توضیحی ضروری می‌نماید. در ۱۹۳۲ فون نویمان (J.Von Neumann) قضیه‌ای را اثبات کرد<sup>۱۵</sup> که امکان ندارد نظریه‌ای شامل متغیرهای نهان بسازیم که تمام پیش‌بینی‌های تجربی مکانیک کوانتومی را تکرار کند. یعنی خط بطلانی، بر آرزوهای دوستداران نظریه متغیرهای نهان کشید. البته این ادعای فون نویمان بسیار ادعای بزرگی است، او برای اولین بار در فیزیک قدم به عرصه «هستی شناختی» نهاد چون ادعای او - که هیچ وقت قادر به شناختن متغیرهای نهان نخواهیم بود - به این نتیجه می‌رسید که هیچ وقت تقلیل بی‌علت و دلیل تابع موج توجیه نخواهد شد و طبیعت تا به ابد، شانسی و اتفاقی خواهد ماند و این به معنای آنست که واقعاً در ذات طبیعت باید این اتفاق و شانس حاکم باشد چون اگر طبیعت خود بر مبنای قانون عمل می‌کرد دیر یا زود هوش بشری پرده از آن قانون برمی‌داشت.

به نظرم این اولین بار بود که با روابطی ریاضی مسأله‌ای «هستی شناختی» مورد بحث قرار می‌گرفت ولی این مسلماً با تمام آموزه‌های فکر بشری در تضاد است، فعلاً مجال بحث بیشتر در این خصوص نیست، اما معتقدم، دیر یا زود ابطال قضیه فون نویمان می‌رسد چون او وارد حیطه ممنوعه فیزیکدانان شده بود و به جای روش معرفت‌شناختی، در مقام فیزیک ریاضی‌دان، از روش هستی‌شناختی سخن گفته بود.

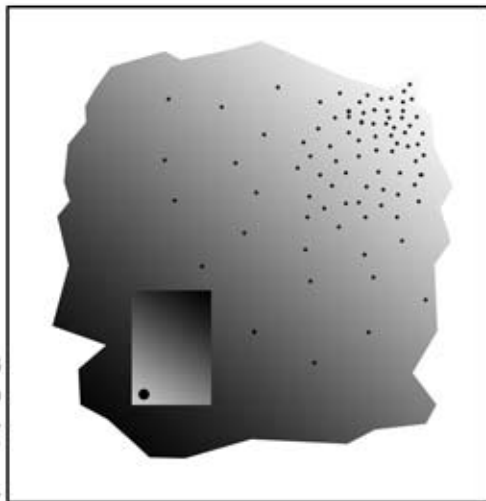
که البته بعد از ارائه فرمالیسم بوهم (Dand Bohm) در سال ۱۹۵۲ از کوانتوم که به وضوح شامل متغیرهای نهان بود و در ضمن تمامی پیش‌بینی‌های مکانیک کوانتوم را در برمی‌گرفت، همه نگاهها به قضیه فون نویمان برگشت چون طبق آن قضیه، فرمالیسم بوهم محلی از اعراب نداشت. بالاخره جان بل (John Bell) در سال ۱۹۶۱، ثابت کرد که یکی از فرض‌های فیزیکی فون نویمان غلط است و البته جای تعجب است که چرا در این ۳۰ سال فیزیکدانان متوجه این غلط آشکار و واضح نشدند؟! ایراد فون نویمان آسانتر و آشکارتر از آنی بود که ۳۰ سال دور از چشم بماند و در این ۳۰ سال به اسم فیزیک، «علیت ۱» زیر سؤال برود!

به نظر ما، نوع سومی از علیت وجود دارد و آن برقراری «علیت هستی‌شناسی» و عدم وجود «علیت معرفت‌شناختی» است (ولی نه به دلیل جهل ما) که از آن به «علیت ۳» نام می‌بریم



فلاسفه و فیزیکدانان اصولاً معتقد به علیت ۱ و علیت ۲ بوده‌اند؛ مخصوصاً با کارهای شگرف نیوتون، علیت ۲، کاملاً قابل پذیرش شد

گفتیم کوانتوم با ظهورش دو مسأله را مطرح کرد: «تقلیل تابع موج» و «اصل عدم قطعیت» که به اولی پرداختیم و فهمیدیم که علیت ۱ را نقض نمی‌کند اما علیت ۲ را رد می‌کند؛ اما هنوز مطلب دوم یعنی «اصل عدم قطعیت» مانده که قبلاً از زمینه‌های ظهور و نحوه تولدش حرف زدیم.



تعبیری که هایزنبرگ از روابط کرد، تعبیری «اختلالی» بود، یعنی اندازه‌گیری مکان، اختلالی بوجود می‌آورد که دقت اندازه‌گیری مومنوم را پایین می‌آورد و اصولاً بر این دقت‌های اندازه‌گیری روابط عدم قطعیت حاکمند. همان‌طور که دیدیم او این مساله را با «میکروسکوپ اشعه گاما» مطرح کرد. بر این تعبیر اختلالی چند نوع ایراد وارد است: اولین آن از پوپر (Popper) است که دو ایراد عمده بر هایزنبرگ وارد کرد:

ایراد اول: «روابط عدم قطعیت تنها درباره کمیت‌هایی (تعیین کننده حالت‌های فیزیکی) مورد تطبیق قرار می‌گیرد که به ذره‌ی پس از انجام شدن اندازه‌گیری تعلق دارد، وضع و مومنوم الکترون تا لحظه اندازه‌گیری را می‌توان بنابر اصل با دقتی نامحدود مورد تحقیق قرار داد.»<sup>۱۶</sup> به طور خلاصه، پوپر می‌گوید فرض کنیم مومنوم الکترون را اندازه بگیریم و بعد از مدتی مکان آن را اندازه بگیریم، پس می‌توان مومنوم و مکان را در این دو لحظه دانست، و مسلماً این دانستن هم‌زمان با دقتی بیش از روابط عدم قطعیت است اما هایزنبرگ چنین جوابی می‌دهد: این که کسی بتواند واقعیتی فیزیکی را به تاریخ گذشته حساب شده الکترون نسبت دهد، موضوعی است که به ذوق و سلیقه محض وابسته است. «۱۷ یعنی هایزنبرگ اینها را پیشگویی نمی‌داند و «فیزیکی» نمی‌شمارد.

البته به نظر ما دیدگاه پوپر مساله اصلی را حل نمی‌کند، چون به هر حال سؤال همچنان پابرجاست، ما برای پیشگویی‌های آینده باید اختلالی در سیستم بوجود آوریم که به «اصل عدم قطعیت» می‌رسد، مشکل ما در مورد آینده است و نه گذشته.

ایراد دوم: ایراد دوم پوپر بر هایزنبرگ اما جدی‌تر است، او ابتدا توضیح می‌دهد آنچه باعث حل پارادوکس متفاوت بودن تعبیر هایزنبرگ و شرودینگر - علی‌رغم برابری ریاضی دو فرمالیسم - شده بود، تعبیر آماری بورن بود: «پارادوکس برابری دو تصویر از بنیاد متفاوت ذره و موج با تعبیر آماری بورن از آن دو نظریه حل شد، وی ثابت کرد که نظریه موجی می‌تواند همچون یک نظریه ذره‌ای در نظر گرفته شود؛ چه معادله شرودینگر می‌تواند به گونه‌ای تفسیر شود که احتمال یافتن ذره در ناحیه معینی از فضا را بیان کند.»<sup>۱۸</sup> پوپر اعتقاد دارد روابط ریاضی  $\Delta x \Delta p > \frac{h}{4\pi}$  به صورتی منطقی از مکانیک کوانتومی بدست می‌آید و در این روابط شکی نیست اما مساله مهم تعبیر این روابط است که او تعبیر هایزنبرگ از این روابط را قبول ندارد: «اگر کسی تفسیر آماری نظریه کوانتوم را بپذیرد در آن صورت ناگزیر است که آن گزاره‌ها را - همانند فرمولهای هایزنبرگ - که می‌تواند از گزاره‌های احتمال مشتق شود، به نوبه خود گزاره‌های احتمال بخواند و اگر در مورد ذره مفرد به کار رفته باشد، باز هم از لحاظ صوری مفرد بخواند، بنابراین آنها نیز می‌بایستی سرانجام همچون ادعاهای آماری تفسیر شود.»<sup>۱۹</sup> استدلال پوپر محکم است، چون طبق تعابیر بورن تابع  $\Psi$  تابعی احتمالاتی و آماری است پس روابطی که از آن منشأ می‌گیرند هم باید چنین باشند و روابط ریاضی عدم قطعیت که از مکانیک کوانتومی و از روابط تبدیل دیراک - یوردن بدست می‌آید نیز باید آماری تلقی شوند پس این حرف هایزنبرگ که آنها را محدودیتی برای یک «ذره» می‌شمرد، غلط است. پوپر خود راه حلی عینی بر ضد راه حل ذهنی هایزنبرگ پیشنهاد می‌کند و بر ضد تفسیر ذهنی «که هر چه مکان را دقیقتر اندازه بگیریم مقدار آگاهی ما از مومنوم کمتر خواهد شد» چنین راه حلی ارائه می‌کند:

«اگر مجموعه‌ای از ذرات وگزیده‌ای (به معنی جدا شده فیزیکی) از آنها، در لحظه‌ای و با درجه معینی از دقت، مکان  $X$  داشته باشد، به این نتیجه خواهیم رسید که  $p$  آن پراکندگی اتفاقی خواهد داشت و دامنه پراکندگی  $\Delta p$  هرچه  $\Delta x$  کوچکتر باشد، بزرگتر خواهد بود. «<sup>۲۰</sup> این تعبیر خود را «روابط پراکندگی آماری» می‌نامد.

استدلالات پوپر درست به نظر می‌آیند و مسلماً نمی‌توان از روابط آماری و مجموعه‌های روابطی جزئی و فردی استخراج کرد و نحوه استنتاج هایزنبرگ غلط است اما دوباره سؤال اصلی این است که برای «تک ذره» چه؟! هایزنبرگ بالاخره می‌تواند با استعانت از آزمایش ذهنی خودش این مساله را بر کرسی بنشاند، مسلماً تلاش‌های بی‌وقفه اینشتاین برای طرح آزمایش‌های فکری که روابط عدم قطعیت را نقض کنند، در همین راستا بوده؛ اینشتاین خود بهتر از هرکسی می‌دانسته که سرشت آماری نظریه کار را برای روابط عدم قطعیت به صورت منفرد، دشوار می‌کند؛ اما علی‌رغم این، شبانه‌روزی در پی کشف آزمایشی ذهنی بود که بتوان به نحوی در مورد ذرات انفرادی و تک سیستمها، روابط را نقض کرد و از تعبیر اختلالی هایزنبرگ گریخت. پوپر باید به سؤال جواب دهد. یا از آن واضحتر مفهوم «مکملیت بور» است که به نظر نمی‌رسد بتوان آن را به بهانه آماری بودن کنار گذاشت.

البته تعبیر «اختلالی» روابط عدم قطعیت پس از آزمایش ذهنی EPR کنار گذاشته شد. به گفته دکتر گلشنی: «بور پس از مقاله EPR، از به کاربردن عباراتی نظیر اختلال پدیده‌ها بوسیله مشاهده پرهیز داشت و در این مورد هشدار داد: ... واژه‌هایی نظیر «پدیده» و «مشاهدات» مثل خواص و اندازه گیری طوری بکار می‌روند که به سختی با تعریف متداول و عملی آنها سازگار است. من برای یک بیان مناسبتر، واژه «پدیده» را توصیه کردم که به معنای مشاهده تحت شرایط معین، با توضیح تمامی تدارکات تجربی است.»<sup>۲۱</sup>

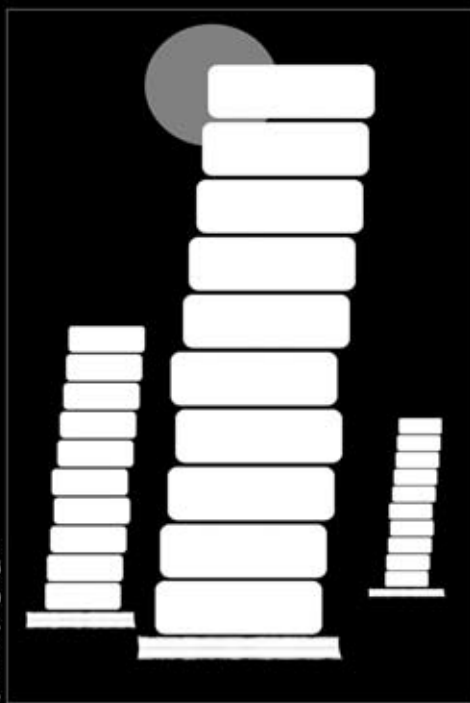
درست است که به یمن مقاله EPR، تعبیر اختلالی کنار گذاشته شد اما هنوز هسته استدلالی کپنهاگیان باقی مانده است و این «هسته» همانی است که بور گفته: «مشاهده تحت شرایط معین، با توضیح تمامی تدارکات تجربی». اینجاست که گسست اصلی رخ می‌دهد: مفاهیم مکملیت وعدم قطعیت فرزندان و ثمره‌ی چنین گسست عمیقی هستند. گسستی که رئالیسم فلسفی و فیزیکی قبل از کوانتوم را کلاً زیر و رو می‌کند و البته مورد مخالفت بزرگترین فیزیکدان تاریخ، آلبرت اینشتاین، قرار می‌گیرد.





اینشتاین از همان بدو تولد مکانیک کوانتومی، در کنفرانس سولوی در بلژیک که پاییز سال ۱۹۲۷ تشکیل شد، به شدت هر چه تمامتر با مکانیک کوانتومی و مخصوصاً تعبیر بور- هایزنبرگ از آن مخالفت کرد. هرچند آزمایشهای ذهنی او نتوانست خدشهای بر مکانیک کوانتوم وارد سازد و بور توانست جواب همه‌ی آنها را بدهد اما او با دو تن از همکارانش با نامهای پودولسکی (Podolsky) و روزن (Rosen) مقاله‌ای نوشت بانام: « آیا توصیف مکانیک کوانتومی از جهان فیزیکی می‌تواند کامل باشد؟ » ۲۲

لب استدلال اینشتاین را از نامه‌ای که او به پوپر در سال ۱۹۳۵ نوشته نقل می‌کنیم: اینشتاین می‌گوید که آیا به تابع  $\psi$  که طبق معادله شرودینگر کاملاً جبری است باید همچون یک توصیف کامل واقعیت فیزیکی نگاه کنیم؟ و بنابراین به تداخل با سیستم از خارج، چونان تنها عامل آماری بودن پیشگویی‌هایمان بنگریم؟



در مکانیک کوانتومی «علیت» به دو صورت جداگانه مورد چالش قرار می‌گیرد: «تقلیل تابع موج» و «اصل عدم قطعیت» و نمی‌دانم که چرا بیشتر به دومین مورد توجه می‌کنند. مورد اول - که بسیار قدرتمندتر علیت را به چالش می‌گیرد - زیاد مورد توجه قرار نمی‌گیرد

اینشتاین به این سؤال جواب منفی می‌دهد. او در یک آزمایش ذهنی ساده اما بسیار هوشمندانه چنان لوزه بر این دیدگاه می‌اندازد که مسلماً تعبیر قبلی از روابط عدم قطعیت باید کنار گذاشته شوند. او می‌گوید دو سیستم A, B را که زمانی با هم بر هم کنش داشتند، در نظر بگیرید پس از برهم کنش آزمایشی روی A انجام می‌دهیم که مکانیک کوانتومی تابع  $\psi$  برای B را به ما خواهد داد: « و تابعهای  $\psi$  متفاوت خواهد داد که برحسب گونه‌های از اندازه‌گیری که برای اجرا کردن آن بر روی A برگزیده‌ایم، باهم تفاوت دارند. » ۲۳ و مشخصاً دیگر معقول نیست که « حالت فیزیکی B ممکن است وابسته به یک اندازه‌گیری باشد که روی A - که از B جدا شده و دیگر با آن ارتباط ندارد - انجام شود؛ و این بدان معنی است که دو تابع  $\psi$  مختلف به حالت فیزیکی واحد B تعلق دارد و چون توصیف کامل یک حالت فیزیکی می‌بایست لزوماً توصیفی بدون ابهام باشد پس ممکن نیست به تابع  $\psi$  همچون توصیف کامل حالت سیستم نظر کنیم. » ۲۴

این آزمایش ذهنی را اینشتاین در زندگینامه علمی خود دوباره تکرار می‌کند ۲۵ که مشخص است به هیچ وجه جواب بور او را راضی نکرده است. آزمایش ذهنی اینشتاین چنان هوشمندانه و زیبا طراحی شده است که با کمی دقت در آن می‌توان عصاره «نامساوی بل» را یافت و تعجب می‌کنم که چرا کسی در همین سالهای پس از ۱۹۳۵ نتوانست به نامساوی بل دست یابد. دوباره ۳۰ سال طول کشید تا بل نامساوی خود را پیش کشید. ۲۶

والته با نامساویهایی که بل بدست آورد و سپس نقض آن نامساویهای با آزمایش، فیزیکدانان غالباً بر آن شدند تا موضعی (locality) را کنار بگذارند؛ امری که اینشتاین هرگز نمی‌توانست بپذیرد، البته این موضعی بسیار گسترده است... حتی بور، مکملیت خود را به موارد غیر فیزیکی و فیزیکی کلاسیکی هم تعمیم داده ...

والته تلاشهایی صورت گرفته تا مکملیت را بین بررسی میکروسکوپی - ماکروسکوپی برقرار کنند... یا این که اصولاً تقلیل تابع موج را بوسیله تبادلهای حرارتی کوچک، محو کنند... فعلاً به این مسائل کاری نداریم و به مفهوم علیت می‌پردازیم.

حالا دوباره به مفهوم علیت کار بازمی‌گردیم. سه نوع علیت را معرفی کردیم اما در مورد «علیت ۳» کمتر سخن گفتیم. ممکن است چنین فرض شود که «علیت ۳» همان «علیت ۱» است به همراه چهل ما نسبت به قوانین یا شرایط اولیه؛ یعنی بر گیتی نظم و قانونی محکم حاکم است اما هنوز به آن مرحله از پیشرفت نرسیدیم که قوانین حاکمه را کشف کنیم یا هنوز آن قدر مجهز به وسایل اندازه‌گیری وسیعی نشده‌ایم که بتوانیم از شرایط اولیه باخبر باشیم. پس این «علیت ۳» به چه معنایی می‌تواند باشد؟! اساس درک علیت ۳ «مکملیت» است و این که «اندازه‌گیری» سیستم را دیگرگونه می‌کند هرچند ممکن است خیلی‌ها، چونان اینشتاین، این را قبول نداشته باشند اما هنوز در عالم فیزیک دیدگاه رایج کپنهاک است که حکم می‌راند. معتقدیم که طبق دیدگاه کپنهاک ما باید از «علیت ۳» سخن بگوییم یعنی نباید علیت ۱، یا علیت هستی‌شناختی را رد کنیم. علیت معرفت‌شناختی یا علیت ۲ هم که مردود است و «علیت ۳» مورد پذیرش.

البته سخن گفتن از علیت ۳ تا قبل از مکانیک کوانتومی معنا نداشت چون با دوگانگی کانتی «شیء فی نفسه» - «شیء برای ما»، یا دوگانگی «عین» - «ذهن» چنین می‌نمود که علیت دو مرتبه بیشتر ندارد: در مورد «شیء فی نفسه» یا «طبیعت» یا «عین» و در مورد «شیء برای ما» یا «آگاهی ما» یا «ذهن».

و بنابراین «علیت ۳» برای فیلسوفی مثل کانت مهملی بیش نیست! اما مسلماً او به خواب هم نمی‌دید که دنیا چنان تغییر کند که تقسیم‌بندی او مورد اشکال واقع شود. البته هایزنبرگ هم گاهی اوقات «علیت ۳» را به کار می‌برد، در سخنانی که او به «علیت کانتی» تاخذه است، چنین آمده: « دو پاسخ ممکن است به این پرسش ( دلیل تشعشع ذره آلفا توسط اتم رادیوم ) داد. یکی اینست: تجربه ما را قانع کرده است که قوانین نظریه کوانتومی صحیح هستند و

در «تقلیل تابع موج»، اگر معتقد به متغیرهای نهان نباشیم قطعاً «علیت نوع ۱» زیر سؤال خواهد رفت. چون واقعاً معتقدیم که هستی و جهان - در این مورد - کاملاً اتفاقی و از روی صدفه و شانس یکی از موارد گوناگون مقدار ویژه را انتخاب می‌کند و تابع موج به آن بردار ویژه متناظر با مقدار ویژه، فرومی‌کاهد و تقلیل می‌یابد. این دید و برداشتی کاملاً فلسفی است و فیزیکدانانی که این طور موضع می‌گیرند مسلماً از دید یک فیلسوف صحبت می‌کنند و نه فیزیکدان

فون نویمان برای اولین بار در فیزیک قدم به عرصه «هستی شناختی» نهاد چون ادعای او - که هیچ وقت قادر به شناختن متغیرهای نهان نخواهیم بود - به این نتیجه می‌رسید که هیچ وقت تقلیل بی‌علت و دلیل تابع موج توجیه نخواهد شد و طبیعت تا به ابد، شانسی و اتفاقی خواهد ماند و این به معنای آنست که واقعا ذات طبیعت باید این اتفاق و شانس حاکم باشد چون اگر طبیعت خود بر مبنای قانون عمل می‌کرد دیر یا زود هوش بشری پرده از آن قانون بر می‌داشت

اگر صحیح باشند خواهیم دانست که حادثه سابقی را بعنوان علتی برای تابش در یک زمان مفروض نمی‌توان یافت پاسخ دیگر این است: ما حادثه سابقی را می‌شناسیم، اما نه به طور کاملاً قطعی. ما نیروهای موجود در هسته اتمی را که دلیل تابش ذره آلفا هستند می‌شناسیم، اما این شناخت شامل عدم قطعیتی است که با اندر کنش میان هسته‌ها و بقیه جهان فراهم می‌آید. اگر خواهیم بدانیم که چرا ذره آلفا در آن لحظه خاص تابش شده است باید ساختمان میکروسکوپی کل عالم از جمله خودمان را بشناسیم و این غیرممکن است بنابراین ادله «کات» برای خصلت «مانندم» علیت دیگر بکار نمی‌آید. «۲۷»

پاسخ اول، «علیت ۱» یا علیت هستی شناختی و به تبع آن علیت ۲ و ۳ را رد می‌کند، یعنی هیچ گونه علیتی باقی نمی‌گذارد اما پاسخ دوم «علیت ۳» را می‌پذیرد و البته «علیت ۱» را یعنی می‌گوید

پوپر با مطرح کردن مفهوم نوینی به نام «گرایش» سعی کرد، دید جدیدی از علیت، نشان دهد که به نظرم شبیه «همان علیت ۳» است. هر چند پوپر اینجا درباره «علیت ۱» هیچ گونه اظهارنظری نمی‌کند و تکلیف خود را با این مساله روشن نمی‌کند



فرق پلانک با لاپلاس - که هر دو هوش و خردآرمانی را وارد صحنه می‌کنند - در امری مهم نهفته است. لاپلاس با وارد کردن هوش متعالی و خرد آرمانی می‌خواست بگوید مشکل «شرایط اولیه» و قوانین که بشر به آن «جهل» دارد و نمی‌تواند آنها را کشف کند، با هوش آرمانی حل می‌شود. هوشی که دیگر به این شرایط اولیه جهل ندارد. اما پلانک، تحت تأثیر مکانیک کوانتومی خوشبینی لاپلاس را ندارد و معضل او دیگر «جهل» نیست، معضل «اندازه گیری» است... که او برای حل آن، به هوشی سرشار و آرمانی امید می‌بندد

بالاخره قانونی در این هستی حاکم است و تمام اجزاء میکروسکوپی که از آن تبعیت می‌کنند اما اگر ما نخواهیم آن قانون را بشناسیم ناگزیر هستیم که اختلالی در سیستم یا ابزارهای اندازه‌گیری بوجود آوریم.

البته ذکر نکته‌ای ضروری است؛ هر چند مکانیک کوانتوم بود که با ظهورش علیتی از نوع «علیت ۳» را مطرح کرد، اما با مفاهیم کلاسیک هم می‌توان چنین وضعیتی را تکرار کرد. «پوپر» در سخنرانی که ۱۲۴ اگوست ۱۹۸۸ در «کنگره جهانی فلسفه»، انجام داد، این موضوع را پیش کشید با نام «ملاحظات جدید درباره علیت». در این سخنرانی هیچ توجیهی از مکانیک کوانتومی آورده نشده. پوپر با مطرح کردن مفهوم نوینی به نام «گرایش» سعی کرد، دید جدیدی از علیت، نشان دهد که به نظرم شبیه «همان علیت ۳» است. هر چند پوپر اینجا درباره «علیت ۱» هیچ گونه اظهارنظری نمی‌کند و تکلیف خود را با این مساله روشن نمی‌کند. او «گرایش» را چونان میدان فیزیکی واقعی، مطرح می‌کند؛ هر چند این نظر بسیار ابهام برانگیزست، اما او اصرار دارد برای این که احتمال «عینی» مطرح شود، این نوع «گرایش» مطرح شود، از این قسمت بحث که بگذریم، در قسمت بعدی او نظری را اعلام می‌کند که بسیار شبیه به «علیت ۳» است. یعنی به نوعی اعلام می‌کند ما را از این «اختلالها» گریزی نیست:

«و اما این گونه نظریه‌ها چگونه به آزمایش گذاشته می‌شوند؟ مسلماً با تجربه کردن یعنی با ایجاد عمدی شرایط ساختگی که تمام گرایشهای مظنون به تداخل در کار تجربی و اختلال در آن را از میان بر می‌دارند فقط اختلالهای درونی، دقت قوانین کپلر را از بین می‌برند...»

چه نتیجه‌ای می‌گیریم؟ این که در جهان واقعی، بیرون از آزمایشگاه، منظومه خورشیدی به کنار، هیچ قانونی که دقیقاً جبریتی باشد، دیده نخواهد شد. سببهای واقعی به هیچ وجه سببهای نیوتونی نیستند... ما می‌توانیم این فرآیند [افتادن سیب] را تجزیه و تحلیل کنیم، اما نمی‌توانیم به محاسبه جزء به جزء آن بپردازیم. «۲۸» پوپر علت این ناتوانی ما را «در اصل ماهیت احتمالی جریان تغییر شکل‌های زیست شیمیایی» می‌داند که «ما را از پیش‌بینی آنچه در هر مورد خاص پیش خواهد آمد باز می‌دارد.» «۲۹»

پوپر اینجا بیش از هر چیز به شرایط اولیه متفاوت و گوناگونی اشاره می‌کند که با اندک تغییری، کل سیستم را عوض می‌کنند و پوپر به نظریه آشوب (chaos) اشاره می‌کند. اساس کار او هم بر مبنای «پیش‌بینی ناپذیری مسیر سه جرم که با هم کنش و واکنش دارند - مثل ماه و زمین و خورشید» است که برای نخستین بار پوانکاره مطرح کرد. مسلماً این نوع مسائل در ذیل «علیت ۳» قرار می‌گیرند، هر چند پوپر، اینجا بر خطا رفته و چنین نتیجه می‌گیرد: «کوتاه سخن، با آن که مسلماً قانونهای طبیعی و قانونهای مربوط به احتمال، امکانات بسیاری را از میان می‌برند و در نتیجه بسیاری از گرایشها خنثی می‌شوند، باز هم جهان و نیز نظریه‌های ما هیچ یک جبریتی نیستند.» «۳۰»

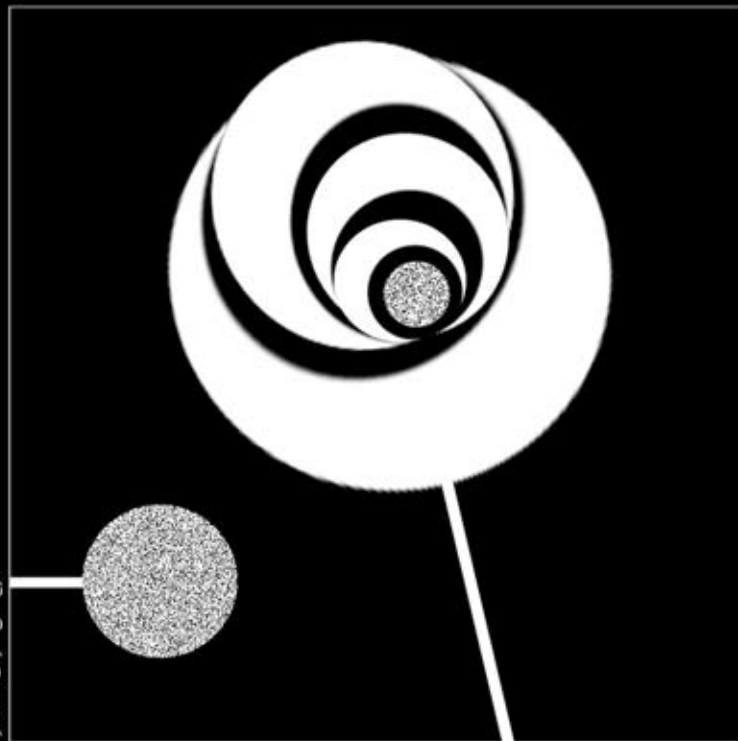
اینجا پوپر به وضوح «علیت ۱» و «علیت ۲» را رد می‌کند و جهان و نظریه‌های ما را غیر جبریتی می‌داند. در مورد «رد علیت ۲» در این مورد خاص یا پوپر هم عقیده‌ام اما رد علیت ۱ را صحیح نمی‌دانم و من هم مانند پلانک چنین اعتقادی دارم: «هوش ایده آلی وجود دارد که آگاهی کامل از وقایع فیزیکی امروزه در همه مکاتنها دارد... از این دیدگاه، ظاهراً غیر ممکن بودن پیش‌گویی رویدادی با دقت کامل در هر لحظه، چه از نظر فیزیک کلاسیک و چه کوانتوم، نتیجه طبیعی این حقیقت است که انسان با حواس خود و دستگاههای اندازه گیری اش بخشی از طبیعت بوده که هر دو مقید قوانین آن هستند، گر چه هوش و خرد آرمانی چنین قیدی ندارد.» «۳۱»

پلاتک به زیبایی و رسایی تمام حرف آخر را زد؛ او «علیت ۱» را طبیعتاً قبول دارد، همچنین «علیت ۳» را و البته «علیت ۲» را قبول نمی‌کند به خاطر این که مسأله اندازه‌گیری و اختلال چنان کابوسی ما را از «علیت معرفت شناختی» دور می‌کند. فرق پلاتک با لاپلاس - که هر دو هوش و خردآرمانی را وارد صحنه می‌کنند - در امری مهم نهفته است. لاپلاس با وارد کردن هوش متعالی و خردآرمانی می‌خواست بگوید مشکل «شرایط اولیه» و قوانین که بشر به آن «جهل» دارد و نمی‌تواند آنها را کشف کند، یا هوش آرمانی حل می‌شود، هوشی که دیگر به این شرایط اولیه جهل ندارد. اما پلاتک، تحت تأثیر مکانیک کوانتومی خوش‌بینی لاپلاس را ندارد و معضل او دیگر «جهل» نیست، معضل «اندازه‌گیری» است... که او برای حل آن، به هوشی سرشار و آرمانی امید می‌بندد.

کار ما در این مقاله، برجسته کردن «علیت ۳» بود که توجه نکردن به آن، باعث قربانی کردن «علیت ۱» یا «علیت هستی شناختی» شده؛ و چون غیر متخصصین با خواندن کتابهای عامه فهم فیزیکی و تعبیر کنه‌های بر این خیالند که دیگر بساط علیت از فیزیک و فلسفه برچیده شده...! مسأله‌ای که قطعاً صحیح نیست و حداکثر می‌توان از برچیده شدن بساط «علیت ۲» سخن گفت... که البته وجود «علیت ۳» در این میان بسیار به ما کمک کرد.

### پاورقی

۱. فلسفه فیزیک، ماکس پلاتک، ترجمه دکتر سید محمد عترتی خسروشاهی، نشر بقیه، تابستان ۱۳۸۱، صفحه ۳۶.
۲. تمهیدات، ایمانوئل کانت، ترجمه دکتر غلامعلی حداد عادل، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۷۰، صفحه ۱۳۶.
۳. همان، صفحه ۱۳۶.
۴. همان، صفحه ۸۹؛ البته در مورد علیت هیوم، باید گفت او علیت هستی‌شناختی را رد می‌کرد و همین فکر و شبهه بود که اصولاً کانت را به صورت بندی دقیق معرفت‌شناسی همراه با «مقولات» کرد. فعلاً بحث در این مورد را به بعد موکول می‌کنیم.
۵. جزء و کل، ورنر هایزنبرگ، ترجمه حسین معصومی همدانی، نشر دانشگاهی، ۱۳۷۲، صفحه ۷۳.
۶. همان، صفحه ۷۹.
۷. همان، صفحه ۷۹؛ نکته جالبی که اینجا مطرح می‌شود این است که اینشتاین مشخصاً بر هر دو کشف بزرگ هایزنبرگ تأثیر اساسی گذاشته. کشف اول او که همان «مکانیک کوانتومی» یا مکانیک ماتریسی بود، از روی ایده پوزیتویستی اینشتاین مبنی بر وارد کردن مشاهده پذیر بدست آمد هایزنبرگ دقیقاً همان برنامه‌ای را که اینشتاین در ۱۹۰۵، در مورد نسبیت خاص اجرا کرد، پیاده



کرد و به جای «مسیر» از مفهوم «فرکانس و شدت» استفاده کرد، مفاهیمی که مستقیماً اندازه‌گیری می‌شوند؛ هرچند این کار او با انتقاد بسیار شدید اینشتاین مواجه شد. در مورد دوم که همین مسأله «عدم قطعیت» است، «اینشتاین دوم» - اینشتاینی که کاملاً غیر پوزیتویستی شده و نظریه و تئوری را برتر از مشاهده می‌داند - بر هایزنبرگ جوان تأثیرگذار بود و طنز قضیه اینجاست که با وجودی که هایزنبرگ در هر دو مورد به تبعیت از اینشتاین عمل کرده اما اینشتاین با نتایج کار او به شدت و تا آخر عمر مقابله می‌کرد و هرگز آنها را نپذیرفت!

۸. همان، صفحه ۷۹.

۹. همان، صفحه ۸۰. البته پوپر به شدت به همین آزمایش ذهنی اعتراض می‌کند - از لحاظ منطقی - در صفحه ۴۴۲ مرجع (۱۶) می‌گوید: «بهره‌برداریهای برهانی از آزمایشهای خیالی تنها زمانی بر حق است که نگرشهای طرف مخالف در برهان با وضوح بیان شده باشد و این که از این قاعده پیروی شود که کمال مطلوبهای ساخته شده در حکم تسلیم شدن به نظر طرف مخالف یا دست کم برای او قابل قبول باشد.»

۱۰. تحلیلی از دیدگاههای فلسفی فیزیکدانان معاصر، دکتر مهدی گلشنی، فرزانه روز، تهران ۱۳۸۰، صفحه ۱۵۴.

۱۱. همان، صفحه ۱۵۵.

۱۲. همان، صفحه ۱۵۶.

۱۳. همان، صفحه ۱۵۹.

۱۴. فیزیک و فلسفه، سرجمیز جینز، ترجمه علی قلی بیانی، علمی و فرهنگی، تهران ۱۳۸۱، صفحه ۱۷۵.

15. *Mathematical Foundation of Quantum Mechanics* by John Von Neumann translated from the German edition by Robert T. Beyer Princeton University Press, 1955.

۱۶. منطق اکتشاف علمی، کارل ر. پوپر، انتشارات سروش، تهران ۱۳۷۰، صفحه ۲۱۶.

۱۷. همان، صفحه ۲۱۶.

۱۸. همان، صفحه ۲۱۸.

۱۹. همان، صفحه ۲۲۱.

۲۰. همان، صفحه ۲۲۱.

۲۱. مرجع ۱۰، صفحات ۱۷۰ و ۱۶۹.

22. A. Einstein, B. Podolsky, and N. Rosen, *Phys. Rev.* 47, 777 (1935)

۲۲. مرجع (۱۶)، صفحه ۴۵۶.

۲۴. همان، صفحه ۴۵۶.

۲۵. فیزیک و واقعیت، آلبرت اینشتاین، ترجمه محمدرضا خواجه‌پور، خوارزمی، مرداد ۱۳۷۷.

زندگینامه علمی، صفحه ۳۳۲.

26. J.S. Bell, *Physics* 1, 195 (1965)

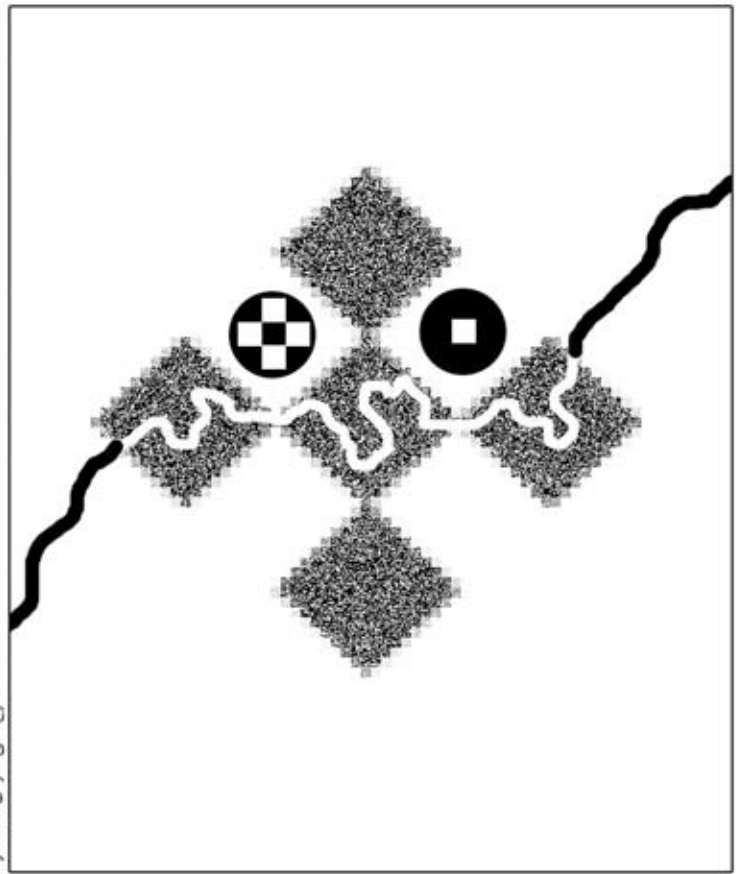
۲۷. فیزیک و فلسفه، ورنر هایزنبرگ، ترجمه محمود خاتمی، انتشارات علمی، تابستان ۱۳۷۰، صفحات ۸۴ و ۸۵.

۲۸. جهان‌گراییها، کارل ر. پوپر، ترجمه دکتر عباس باقری، فرزانه روز، تهران ۱۳۸۱، صفحه ۴۲.

۲۹. همان، صفحه ۴۲.

۳۰. همان، صفحه ۴۴.

۳۱. مرجع (۱)، صفحات ۶۵ و ۶۶.



طرح: علی مغزی، نگاه تازه