فصلنامهٔ فلسفه و کلام اسلامی آینهٔ معرفت
دانشگاه شهید بهشتی، زمستان ۹٤

Research Journal of Islamic Philosophy an
Theology of Shahid Beheshti University
کد مقاله : ۴۱۳۱

بطلان اصل مکملیت و نتایج فلسفی آن

فاطمه ربیع‌پور *
سید محمدکاظم علوی**

چکیده

" اصل مکملیت"، مبتنی بر "اصل عدم قطعیت "هایزنبرگ، یکی از بحث‌برانگیزترین نظریه‌های فیزیک کوانتوم است که به دلیل داشتن مدلول فیزیکی، از پذیرفته‌ترین اصول قرن بیستم بوده است. معرفت علمی برآمده از این اصل این است که "هیچ حقیقت مطلقی در دنیای علم و دانش وجود ندارد"؛ که بازتاب‌های فلسفی دیگری از قبیل: نفی علیت و موجبیت، عدم تصویرپذیری حوادث، عدم تعین و... داشته است؛ اما چنانچه تجربه نشان داده، بسیاری از نظریه‌ها و تئوری‌های علمی غیرقطعی بوده و پیوسته در حال تغییر و تبدیل‌اند که در این میان این نظریه نیز از آن جریان مستثنی نبوده است، زیرا در سال ۲۰۰۴، یک دانشمند جوان‌ایرانی به نام پروفسور شهریار صدیق افشار با ارائهٔ آزمایشی در بارهٔ ماهیت دوگانهٔ نور، توانست سلطهٔ هشتاد سالهٔ این نظریه را درهم شکند.

این آزمایش، مبتنی بر آزمایشی مشهور در بارهٔ پدیدهٔ تداخل موسوم به "دو شکاف" است. وی در این آزمایش به وضوح نشان می‌دهد که هیچ تناقضی در نمود همزمان دو ماهیت موجی و ذره‌ای نور وجود ندارد؛ طرح این نظریه نه تنها به عنوان یکی از مباحث بنیادی و جریان‌ساز فیزیک جدید حائز اهمیت است؛ بلکه پاسخی مناسب به نتایج و برداشت‌های معرفت‌شناختی حاصل از "اصل مکملیت" نیز می‌باشد؛ لذا ما را بر آن داشته که در مقالهٔ حاضر در حد توان به بررسی و تحلیل آن بپردازیم.

کلیدواژه‌ها: *فیزیک کوانتوم، دوگانگی موج- ذره، آزمایش دو شکاف، اصل مکملیت، اصل عدم قطعیت، آزمایش افشار، قانون علیت.*

---

* دانش آموختهٔ فلسفه و حکمت اسلامی دانشگاه آزاد سبزوار
** عضو هیئت علمی دانشگاه حکیم سبزواری

fateme.rabipour@yahoo.com
alavismk@yahoo.com

تاریخ دریافت : ۹۴/۲/۳ تاریخ پذیرش: ۹۴/۹/۲۸

درآمد

علم در سده‌های هفده، هجده و نوزده عبارت بود از مکان، زمان و ماده. مفهوم ماده به منزلهٔ مجموعه‌ای از اتم‌های بسیط تجزیه ناپذیر، به ظاهر مشکلی جدی به همراه نداشت. این مفهوم در دایرهٔ فهم عادی می‌گنجید و با چیزی که در عالم طبیعی دارای هستی مستقل بود، تناظری نزدیک داشت. اصل علیت عمومی بر جهان مکانیکی حکم‌فرما بود. هر رویدادی علتی داشت و علت‌های مفروض همیشه معلول‌های همانند داشتند. هر رویداد بازآرایی کاملاً سادهٔ ذرات مادی بود و کار علم، آشکار ساختن پیوندهای میان رویدادها بود(هال، ص ۳۶۸).

به طبیعت چونان دستگاهی جبری و خود- استوار نگریسته می‌شد که کار و کردارش باید برحسب نیروهای طبیعی تبیین شود. نیوتن(۱۷۲۷-۱۶۴۲)، تفسیر مکانیکی همهٔ پدیده‌های فیزیکی را مطرح کرد و نظریهٔ وی تا آغاز سدهٔ نوزدهم بر سراسر علم فیزیک مسلط بود. لاپلاس (۱۸۲۷-۱۷۴۹)، جبرانگاری مستتر در این نظر را که واقعیت همانا "مادهٔ متحرک" است، به روشنی تنسیق کرد. در اینجا طبیعت، نظام ماشین‌وار کامل علت و معلولی انگاشته شده، که مقهور قوانین دقیق و مطلق است، طوری که همهٔ حوادث آینده‌اش به نحو لایتغیری تعین یافته است. این فکر، موجب تسهیل فراوان در عالم طبیعت بی‌جان گردید ولی در عین حال، وعید خطرناکی داشت؛ زیرا در این طرز تغییر از طبیعت، نوعی از فلسفهٔ مادی پدیدار شد که توماس‌هابز (۱۶۷۹-۱۵۸۸) پیشوا و مدافع اصلی آن بود. فکر مرکزی و اصلی این مکتب این بود که تمام جهان را می‌توان به مدد ماده و حرکت ساخت(جینز، ص ۶۰).

علاوه براین، نظر لاپلاس، صریحاً واگشت‌گرایانه (اصالت تحویلی= کل را می‌توان برحسب خواص اجزا توصیف کرد) بود. واگشت‌گرایی معرفتی‌اش دراین عقیده ظاهر شد که همهٔ پدیده‌ها، نهایتاً با قوانین فیزیک تبیین می‌شوند. واگشت‌گرایی متافیزیکی‌اش ازاین اعتقاد برمی‌آیدکه واقعیت صرفاً از ترکیب کوچک‌ترین اجزایش یعنی "مادهٔ متحرک" ساخته شده است(باربور، ص ۷۳).

دیدگاه نیوتن و پیروانش به سرعت در اروپا گل کرد. اعتبار او آن‌چنان عظیم و نظامش به ظاهر آنچنان کامل می‌نمود که عملاً امکان پیشرفت علمی را در قرن بعد متوقف کرد و فقط برخورد با نظریهٔ نسبیت و نظریهٔ کوانتوم آن را از پای در آورد.

نسبیت اینشتین، فیزیک کلاسیک را که تا آن زمان فکر می‌کردند فیزیک به پایان رسیده و کشف دیگری نخواهد شد، متزلزل کرد و به بسیاری از تناقضات آن پاسخ داد. یکی از مسائلی

که مکانیک کلاسیک نمی‌توانست آن را توضیح دهد پدیدهٔ تشعشع بود که پاسخ به آن منجر به پیدایش حوزهٔ جدیدی در دنیای اتمی شد؛ این انقلاب جدید، انقلاب مکانیک کوانتومی بود. نام ماکس پلانک(۱۹۴۷- ۱۸۵۸) در این تحولات مطرح شد. پلانک ثابت کرد که طیف تشعشع یک جسم گداخته فقط به این شرط قابل توجیه است که قبول کنیم اتم‌ها با هر مقدار انرژی نمی‌توانند اهتزاز کنند، بلکه با مقادیر منفصل معینی، که این مقادیر جدا و منقطع انرژی تابش را، کوانتوم نامید(همان، ص۳۲۱).

یکی از پیامدهای مستقیم این فرضیهٔ جسورانه این بود که، تابش که بسامدش زیاد باشد تنها به صورت یک تک کوانتوم با انرژی بسیار زیاد می‌تواند جذب یا گسیل شود(هرن، ص۱۱) تئوری او چند سال بعد توسط اینشتین فرمول‌بندی شد و به طور عملی در آزمایش فوتوالکترویک به اثبات رسید و ازاین رهگذر فوتون (بسته‌های انرژی) وارد فیزیک شد. اینشتین با دقت و مطالعات بیشتری که روی نور انجام داد؛ صراحتاً اعلام کرد:

> نور تنها از امواج تشکیل نشده است بلکه ذرات بسیار کوچک و در عین حال وزین نیز نور را تشکیل می‌دهند. بنابراین نور در عین حال که موجی هست، ذره‌ای هم هست (نوری، ص۵۴۰).

در پدیدهٔ فوتوالکتریک، باریکهٔ نوری، الکترون را از داخل یک فلز بیرون می‌پراند- فلزات الکترون‌هایی دارند که می‌توانند در داخل فلز بگردند و از گردش این الکترون‌هاست که جریان الکتریکی تولید می‌شود. شدت باریکهٔ نور هرچه بود، از یک بسامد بحرانی به پایین هیچ الکترونی گسیل نمی‌شد؛ بالاتر از آن بسامد، حتی باریکه‌های ضعیف هم می‌توانستند چند الکترونی بیرون بپرانند. علت بیرون پریدن الکترون این است که یکی از کوانتوم‌ها که با آن برخورد می‌کند و همهٔ انرژی خود را به آن منتقل می‌کند و مقدار انرژی این کوانتوم، بنا به فرمول پلانک، با بسامد آن نسبت مستقیم دارد(هرن، ص۱۳).

دوبروی می‌گفت اگر امواج نور می‌توانند مانند ذرات عمل کنند، شاید ذراتی چون الکترون نیز بتوانند مانند موج عمل کنند. شرودینگر(۱۹۶۱- ۱۸۸۷) معادله‌ای پیدا کرد که به چنین امواجی می‌خورد و انگارهٔ موجی را برای ساده‌ترین مورد که اتم هیدروژن باشد محاسبه کرد، انرژی امواج کوانتائی شده بود و این نتیجهٔ مستقیم ریاضیات به بازنمون موجی بود. بنابراین، به جای مدل منظومه‌ای الکترون‌ها که در مدارات معین بر گرد هسته، سیر می‌کنند- که پیش از این توسط بور (۱۹۶۲- ۱۸۸۵) مطرح شده بود- یک انگارهٔ موجی پیچیده در جو اطراف هسته، برای

بازنمون طرح اتم به کار رفت. ولی همچنان روشن نبود که برای‌این امواج فرضی یا فرضیه‌ای – که هرچند مستقیماً قابل مشاهده نبودند و توجیه‌گر سطوح انرژی کوانتائی اتم بودند– چه تعبیر فیزیکی باید به عمل آید. قول به انگارهٔ موجی، امکان محاسبهٔ توزیع احتمال یک سلسله مشاهدهٔ هر متغیری را به دست می‌داد(باربور، ص ۳۱۴).

به طور کلی، هرچند تحلیل کوانتومی پدیدهٔ فوتوالکتریکی، موفقیت بزرگی برای فیزیک جدید محسوب می‌شد، اما به نظر می‌آمد که این موفقیت با ناکامی بزرگ‌تری روبه‌روست؛ آن هم معمای آزاردهندهٔ سرشت موجی– ذره‌ای نور بود! فیزیک، اکنون با بحران جدیدی دست به گریبان شده بود؛ زیرا دانشمندان نمی‌دانستند چگونه باید تمام بصیرتی را که تاکنون برایشان حاصل شده بود، با سرشت جدید نور آشتی دهند.

بررسی نظریهٔ کوانتوم و اصول آن

یکی از کسانی که گام‌های شگفت‌آوری در جهت کشف طیف‌های اتمی برداشت، ورنرهایزنبرگ (۱۹۷۶–۱۹۰۱) بود. وی در آزمایش خیالی هم اصل قطعیت و هم دوگانگی موج– ذره در الکترون‌ها را به تصویر کشید. هدف از این آزمایش پی بردن به این نکته بود که اصولاً با چه دقتی می‌توان مکان و تکانه (سرعت و جهت) یک الکترون را اندازه گرفت.

وی تفنگی الکترونی تصور کرد که بتواند تک الکترونی در امتداد افقی اتاق کاملاً تخلیه شده‌ای، بدون حتی یک مولکول هوا، پرتاب کند. نور مورد احتیاجش از منبعی خیالی می‌آمد که می‌توانست فوتون‌هایی با هر نوع طول موج و به هر اندازهٔ مورد نیاز صادر کند و حرکت الکترون را در اتاق به وسیلهٔ میکروسکوپی خیالی ببندد که ممکن بود به دلخواه سراسر طیف را، از بلندترین امواج رادیویی تا کوتاه‌ترین امواج رادیویی نشان دهد(گاموف، ص۲۹۴).

اما مشکلی که پیش می‌آمد مربوط به دستگاه‌های اپتیکی بود که توان تفکیکی محدودی داشتند و این باعث می‌شد که میزان دقت در تعیین مکان الکترون‌ها هم محدود شود. دقت ما از طول موج نوری که به کار می‌بریم بیشتر نمی‌تواند باشد. در اینجا برای افزایش دقت پای پرتوهای گاما به میان می‌آید، زیرا بسامد این پرتوها بسیار زیاد و طول موجشان کم است. براساس فرمول پلانک، هرچه بسامد فوتون بیشتر باشد، انرژی که حمل می‌کند بیشتر است. اما هرچه طول موج را کمتر کنیم حرکت الکترون در اثر برخورد آن با فوتون، آشفته‌تر می‌شود، در نتیجه معرفت ما به مقدار تکانهٔ الکترون بعد از اندازه‌گیری مکان آن هم کمتر می‌شود. بین

افزایش دقت در اندازه‌گیری مکان و کاهش دقت در معرفت ما به تکانه، یک رابطهٔ آلاکلنگی هست (هرن، ص۴۲).

به عبارت دیگر، موقعیت و اندازهٔ حرکت ذره تعریف نشده است و کسب اطلاع در مورد یکی، به معنی از دست دادن اطلاع در مورد دیگری است و ممکن نیست همزمان بتوان هر دو را با دقت دلخواه اندازه گرفت. این همان اصل عدم قطعیت یا اصل عدم تعین هایزنبرگ است که پس از مدت کمی‌از مطرح شدن آن، نتایج معرفت شناختی آن تشخیص داده شد. هایزنبرگ خود اهمیت فلسفی آن را در این دید که متضمن طرد علیت در فرمول‌بندی قوی آن است. در این فرمول‌بندی، علیت به صورت زیر بیان شد: اگر حال را بدانیم، آینده را می‌توانیم پیش‌بینی کنیم. اما با توجه به روابط عدم قطعیت، حال را نمی‌توانیم به‌صورت کامل بدانیم(گلشنی، ص۱۵۲).

در سال ۱۹۲۷هایزنبرگ علیت را به مفهوم قابلیت پیش‌بینی به کار برد و صریحاً منکر اعتبار آن شد، وضعیت واقعی قضایا را می‌توان بدین قرار بیان کرد: چون تمامی‌آزمایش‌ها محکوم قوانین مکانیک کوانتومی‌هستند، مکانیک کوانتومی به طور مسلم محقق می‌سازد که قانون علیت معتبر نیست(*همان*، ص۴۵).

بدین‌ترتیب، هایزنبرگ، رابطهٔ علت و معلولی را که پیش ازاین برای رویدادهای فیزیکی تدوین شده بود، به عدم قطعیت وتردید مبدل کرد و به دنبال آن، این اصل توسط بور به صورت فلسفهٔ جدیدی از علم فیزیک درآمد. وی مکانیک کوانتومی‌جدید را در قالب مفهوم مکملیت عرضه کرد؛ بدین صورت که: " در یک سیستم با دو مفهوم مکمل و مانعة الجمع سروکار داریم از جمله آنکه توصیف علی و توصیف زمانی- مکانی سیستم‌های کوانتومی‌را مکمل یکدیگر دانست. به این صورت که ممکن نیست بتوان هر دو توصیف را در یک زمان برای یک سیستم به کار برد"(باربور، ص۹۷). ریشهٔ این اصل را می‌توان در آزمایشی موسوم به آزمایش دوشکاف جست.این آزمایش، هم "اصل عدم قطعیت" و هم دوگانگی موج- ذره را به تصویر می‌کشد.

در این آزمایش یک منبع گسیل باریکهٔ نور وجود دارد که در مقابل آن صفحه‌ای دارای دو شکاف A و B قرار می‌دهیم، باریکهٔ نوری که از منبع گسیل می‌شود به دو شکاف تابانده شده و پس از خروج از شکاف‌ها به صورت دو پرتو روی صفحهٔ عکاسی (آشکارساز) -که در فاصلهٔ معینی از صفحهٔ دو شکاف قرار دارد- می‌افتد. الکترون‌ها یکی یکی به پردهٔ آشکارساز می‌رسند، و با رسیدن هر یک از آن‌ها نشانه‌ای می‌بینیم که روی پرده ظاهر می‌شود. این نشان دهندهٔ رفتار

ذره‌ای الکترون‌هاست، اما وقتی تعداد زیادی نشانه روی پرده جمع شوند، می‌بینیم که الگویی که مجموع آنها ایجاد می‌کنند شکل پدیدهٔ تداخل را دارد. در نقطه‌ای که درست روبه‌روی وسط دو شکاف است، یک لکهٔ تاریک به وجود می‌آید، که متناظر است با نقطه‌ای که شمار نشانه‌های الکترون که روی هم جمع شده‌اند از همه جا بیشتر است. در دو طرف این دو نوار مرکزی، به تناوب، نورهای روشن و تاریکی به وجود می‌آید که متناظر با اصابت یا عدم اصابت الکترون‌هاست. این نوع نقش پراش- اسمی‌که فیزیکدان‌ها بر این نوع نقشه‌های تداخلی گذاشته‌اند- نشانه‌ای است قاطع، براینکه الکترون رفتار موجی دارد.

این پدیده مثال بسیار خوبی است از دوگانگی موج- ذره در الکترون. رسیدن تک تک الکترون‌ها به آشکارساز، رفتاری ذره‌ای و نقش تداخلی‌ای که از مجموع آن‌ها حاصل می‌شود رفتاری موجی است، اما مهم‌ترین مسئله این است که تک الکترون از کدام شکاف عبور می‌کند و به آشکارساز می‌خورد؟ فرض کنیم از شکاف A گذشته باشد و شکاف پایینی B، انگار موقتاً بسته بوده است؛ دراین صورت چیزی که بیشترین احتمال را دارد این نیست که الکترون به وسط پردهٔ آشکارساز اصابت کند بلکه بیشترین احتمال این است که الکترون درست روبروی شکاف A به پرده بخورد. پس نتیجه می‌گیریم الکترون نباید از A گذشته باشد؛ اما در مورد شکاف B نیز همین استدلال درست است. براساس اصل برهم نهی الکترون از هر دو شکاف گذشته است و حالت حرکت آن، مجموع حالت‌های، عبور از A و عبور از B بوده است(هرن، ص۳۲-۳۰).

تصور ذره‌ای و تصور موجی، نمایش دو چیز مختلف نیست بلکه دو وجههٔ یک چیز است. این دو تصور نمایش جزئی و ناقصی هستند که هر یک مناسب موارد خاصی است؛ به قسمی‌که این دو تصور یکدیگر را تکمیل می‌کنند، نه اینکه یکی بر دیگری افزوده شود. به محض اینکه نور خواص ذره‌ای بروز می‌دهد، خواص موجی آن از میان می‌رود و بالعکس؛ این دو دسته خاصیت هرگز باهم ظاهر نمی‌شوند. بدین سان هرگاه یک شعاع نور یا حتی یک کوانتوم منفرد را در مسیرش تعقیب می‌کنیم باید تصور کنیم که تصویر موج و ذره‌ای متناوباً به صورت موج یا ذره حاکم بر جریان امر است(جینز، ص۲۲۸).

آزمایش دو شکاف دو خصوصیت بسیار کلی نظریهٔ کوانتومی‌را دربردارد. یکی‌این است که دیگر نمی‌توان تصور روشنی از آنچه در جریان فرایند فیزیکی می‌گذرد داشت. نتیجهٔ دوم این است که وقتی آزمایش می‌کنیم دیگر نمی‌توانیم پیش‌بینی کنیم چه رخ خواهد داد. بنابراین در نظریهٔ کوانتومی پیش‌بینی نتایج اندازه‌گیری‌ها سرشت آماری دارد نه موجبیتی(هرن، ص۳۳).

برخلاف فیزیک کلاسیک که یکی از مبانی آن اصل تحویل‌پذیری بود و فهم کل سیستم را مبتنی بر فهم اجزای آن می‌دانست و قوانین حاکم بر اجزاء را به کل تعمیم می‌داد، مکانیک کوانتومی امکان توصیف جهان از طریق تقسیم آن به اجزای کوچک‌تر و توصیف اجزاء را نفی می‌کرد (باربور، ص۳۷). طبق این مکانیک، شناخت روابط موضعی محض، امکان‌پذیر نیست و در عوض، تنها با در نظر گرفتن ساختمان فیزیکی به مثابه کل واحد، می‌توان قوانین را به صورتی قابل استفاده عرضه کرد(پلانک، ص۱۴).

ماکس پلانک که از پذیرش عدم موجبیت سرباز می‌زد، معتقد بود نمی‌توان این مفهوم را این گونه بی‌مهابا وارد فیزیک کرد، زیرا این مفهوم پایبند آن نیست که برای سؤالی روشن، جوابی دقیق بدست دهد. علاوه بر آن مخصوصاً از دعوی پژوهش علمی می‌کاهد، وی در این باره می‌نویسد: پذیرش عدم موجبیت یک رشته مسائل پیش می‌آورد؛ در این صورت قوانینی چون اصل بقای انرژی، که درستی آنها همواره حتی در فیزیک اتمی‌محقق شده است، قاطعیت خود را از دست می‌دهند و جز اعتبار و ارزش آماری نمی‌توانند داشته باشند معلوم نیست چنین درهم ریختگی، فیزیک نظری ما را به کجا خواهد کشاند(*همان*، ص۴۸).

اینشتین نیز نمی‌توانست حاکمیت احتمال بر دنیای زیر اتمی‌را بپذیرد. وی معتقد بود باید بتوان هر دو رفتار موج گونه و ذره گونه را در آزمایشی مشابه آزمایش تداخل به نمایش کشید. هایزنبرگ دیدگاه وی را چنین بازگو می‌کند: جمله‌ای که ما بارها در گفتگوها از دو لب او شنیدیم این بود که " خدا شیر یا خط بازی نمی‌کند"، بنابراین بی رودربایستی از پذیرفتن اصل عدم قطعیت سرباز می‌زد و سعی می‌کرد در عالم فکر مواردی را بیابد که این اصل صادق نباشد. و بور در جواب او می‌گفت: ما هم وظیفه نداریم برای خدا در اداره کردن جهان تعیین تکلیف کنیم(هایزنبرگ، ص۸۲-۸۱).

به عقیدهٔ اینشتین منظور از تحقیقات فیزیکی شناختن واقعیت فیزیکی است، آنچنان که هست، یعنی شناخت ماهیت اشیاء، مستقل از ذهن انسان. البته نباید پنداشت که او معتقد به رئالیسم خام بود- چنانکه فیزیک کلاسیک مبتنی بر آن بود- بلکه وی معتقد بود که ما نمی‌توانیم طبیعت را صرفاً از راه داده‌های تجربی بشناسیم، بلکه باید از جهان تجربه سراغ ذهن خلاق انسان برویم و با تعبیه ساختارهای نظری، نمایشی از واقعیت فیزیکی بدست آوریم(گلشنی، ص۱۹۹).

او می‌نویسد: موفقیت اولیهٔ عظیم کوانتوم نمی‌تواند مرا به تصادفی محض و مانند تاس نرد بودن حرکات جهان اتمی‌معتقد و متقاعد گرداند... . اعتقاد راسخ من‌این است که سرانجام بشر

می‌تواند به نظریه‌ای که در آن مصادیق عینی که در اثر وجود قوانین واقعی و قابل درک با یکدیگر ارتباط یافته‌اند، دست یابد(باربور، ص۳۱۵).

آلبرت اینشتین، به رغم تلاش‌های فراوانی که در جهت کشف تضادهایی در نظریهٔ کوانتوم انجام داد، هیچ گاه نتوانست موفقیتی در رد این نظریه کسب کند. اما پیش‌بینی او درست از آب درآمد؛ بعد از گذشت هشتاد سال از عمر این نظریه، در سال ۲۰۰۴، دانشمند جوان ایرانی به نام پروفسور صدیق افشار، با ارائهٔ آزمایشی، پذیرفته‌ترین نظریهٔ فیزیک کوانتوم را با قاطعیت رد کرد.

آزمایش افشار

گفته شد که براساس نظریهٔ بور، ماهیت دوگانهٔ موجی و ذره‌ای نور، در هیچ سیستمی به طور همزمان قابل مشاهده نیست. به عقیدهٔ پروفشور افشار، بور برای فرار از این تنگنا، با تمسک به نظریهٔ هایزنبرگ، اصل مکملیت را ارائه کرده است. وی در مجله *Foundations of Physics* می‌نویسد:

> به عقیدهٔ بور، دو موقعیت به ما ارائه شده است؛ ردیابی ذره یا مشاهدهٔ اثر تداخل؛ زیرا در پیکرهٔ هر آزمایش، یکی ازاین دو، اتفاق می‌افتد و نه هر دو. لذا ما باید طی آزمایشی ویژه نشان دهیم که چطور در پدیدهٔ مکملیت دوگانگی و ناسازگاری مشاهده می‌شود (Afshar,p.229).

آزمایش ابداعی پروفسور افشار مرکب است از نور متمرکزی (لیزر) که به دو شکاف تابانده می‌شود. در فاصله‌ای دورتر از دو شکاف لنزی قرارداده می‌شود که نوری را که از داخل هر شکاف می‌آید جذب کرده و مجدداً پرتوهای منتشر شده را روی یک آینه متمرکز می‌کند که هر کدام را به یک آشکارساز فوتون جداگانه بازمی‌تاباند؛ بدین‌ترتیب می‌توان تعداد فوتون‌هایی را که از هر شکاف می‌آیند ثبت کرد(ماهیت ذره‌ای نور). اما همزمان دو پدیدهٔ ذره‌ای و موجی نور در این آزمایش به صورت مستقیم مشاهده نمی‌شوند بلکه به شکل غیرمستقیم اثبات می‌شوند.

تعدادی از سیم‌های نازک، درست در جایی که باید نوارهای تاریک از الگوی تداخل وجود داشته باشند، قرار داده می‌شوند. اگر یکی از شکاف‌ها را ببندیم، دراین حالت الگوی تداخل ایجاد نمی‌شود و نور با خروج از یک شکاف منتشر می‌شود و با برخورد به سیم‌های فلزی، در تمام راستاها متفرق می‌شود. اگر نور به آشکارساز مربوط به آن شکاف برسد بی مفهوم می‌شود. اما هنگامی که شکاف بسته را باز کنیم، شدت نور در هر آشکارساز به مقدار اولیه – بدون حضور

سیم‌ها- باز می‌گردد. زیرا سیم‌ها در نوارهای تاریک از الگوی تداخل قرار دارند که نور دو شکاف یکدیگر را در آن محل خنثی می‌کنند و در نتیجه هیچ نوری به سیم‌ها برخورد نمی‌کند که این نشان دهندهٔ وجود الگوی تداخلی و شکل موجی نور است. بنابراین نمود همزمان ماهیت موجی و ذره‌ای نور اثبات می‌شود(Afshar & Flores, p.296-297).

بررسی و ارزیابی پیامدهای فلسفی اصل مکملیت و آزمایش فشار

چنانچه پیش از این اشاره کردیم، اصل عدم قطعیت ما را مجاز می‌دارد که بدانیم چرا نور خصلتی دوگانه دارد؟ اگر بخواهیم موجی یا ذره‌ای بودن نور را به طور تجربی معین کنیم در می‌یابیم آزمایشی که نور را به آشکار ساختن خصلت موجی‌اش وادار می‌کند، خصلت ذره‌ای آن را قویاً پنهان می‌دارد؛ و اگر آزمایشی‌ترتیب دهیم که خصلت ذره‌ای نور را نمایان کند آنگاه خصلت موجی آن پنهان می‌شود. بنابراین، نمایش همزمان هر دو روی ممکن نیست واین جوهر اصل مکلمیت بور است که مهم‌ترین تعابیر فلسفی مستخرج از آن را می‌توان این‌گونه مطرح کرد:

۱. مکانیک کوانتوم سرشتی آماری دارد. در مکانیک کلاسیک می‌توانسیتم اوضاع و آیندهٔ هر سیستم را براساس وضع کنونیش پیش‌بینی کنیم. اما در فیزیک کوانتومی انجام این عمل اساساً غیرممکن است. از این روی اصل علیت در مکانیک کوانتومی بی‌محتوا می‌شود(گلشنی، ص ۱۵۳- ۱۵۲).

۲. طرد موجبیت فیزیک کلاسیک و حاکم بودن قوانین شانس در سطح زیر اتمی(گلشنی، ص ۱۴۸). ادعای لاپلاس که می‌گفت همهٔ حوادث آینده را می‌توان با شناخت وضع کنونی پیش‌بینی کرد، در نظریهٔ کوانتوم مردود شناخته شده؛ چه ما نمی‌توانیم هم وضع دقیق و هم سرعت دقیق را پیش بینی کنیم بلکه می‌توانیم برای آینده فقط احتمالات را محاسبه کنیم (باربور، ص ۳۳۴).

۳. نفی تمایز بین عالم و معلوم ، چرا که معلوم در جریان مشاهده از عالم اثر می‌پذیرد(باربور، ص ۲۱۲). طبق این اصل (تجزیه ناپذیری)، سیستم‌های کوانتومی‌خواص ذاتی مستقل از مشاهده ندارد؛ بنابراین هر نوع تغییری در وسایل مشاهده که سبب تجزیهٔ پدیده مورد مشاهده به اجزایش شود، باعث محو شدن پدیدهٔ اصلی و ظهور یک پدیدهٔ جدید می‌شود (گلشنی، ص ۱۱۵).

۴. آزادی ارادهٔ انسان، یکی دیگر از مفاهیم مستخرج از نتایج فلسفی فیزیک کوانتومی است که توسط برخی از دانشمندان برای اثبات اختیار و ارادهٔ انسان استفاده شد(جینز، ص۳۳۷). سر آرتور ادینگتون ادعا کرد: اگر اتم عدم قطعیت دارد، مغز انسان نیز چنین عدم قطعیتی دارد و ما به سختی می‌توانیم نظریه‌ای را قبول کنیم که مغز را مکانیکی‌تر از اتم بداند(*همان*، ص۱۵۴).

با توجه به مفاهیم جهان شناختی مطرح شده، می‌بینیم که اخلال و آشفتگی ناخواسته‌ای که در فیزیک کوانتوم به وجود آمد، تنها گریبانگیر دانش تجربی نبود؛ بلکه برداشت‌های معرفت‌شناختی آن نیز از چنین آسیب‌هایی مصون نماند. قطعاً چنین تعبیر و تفسیرهایی از فیزیک نوین در طول حاکمیت این نظریه، از سوی بسیاری از دانشمندان و فیلسوفان بی پاسخ نمانده است که به اختصار به آن‌اشاره می‌کنیم:

۱. عدم قطعیت مربوط به جهل فعلی بشر است، یعنی در بین این سخن این اعتقاد نهفته است که قوانین دقیقی وجود دارد که در آینده کشف خواهد شد. معدودی از فیزیک‌دانان از جمله انیشتین، پلانک، دوبروی و بوهم از پیروان این دیدگاه هستند. اینان معتقد بودند که مکانیسم‌های تفصیلی دون اتمی وجود دارد که اکیداً علی و جبری‌اند؛ یک روز قوانین این مکانیسم‌ها یافته خواهد شد و پیش‌بینی دقیقاً ممکن خواهد گشت(باربور، ص۳۳۵-۳۳۴).

۲. عدم قطعیت منسوب است به محدودیت‌های درونی تجربی یا مفهومی، چه مشاهده‌گر ناگزیر سیستمی‌را که تحت مشاهدهٔ خود دارد آشفته می‌سازد، و نظریه‌های اتم به نحو گریزناپذیری از مفاهیم روزمره استفاده می‌کند؛ خود اتم همیشه برای بشر دسترس‌ناپذیر است. یعنی ما هرگز نمی‌توانیم بشناسیم که اتم متعین است یا نامتعین. این تعبیر برداشتی پوزیتویستی ولاادری گویانه دارد، زیرا مسئلهٔ وجود شناختی جهان نادیده گرفته شده یا به عنوان « فاقد معنی » پس زده شده است(منظور از مشاهده‌گر همان روند تجربی و عمل اندازه‌گیری است نه ذهن عالم و عمل ادراک) (*همان*، ص ۳۳۴ و ۳۳۸).

۳. عدم قطعیت به عدم تعین در خود طبیعت منتسب است، یعنی در جهان اتمی بالقوگی‌های بدیل یا جانشین‌شونده وجود دارد. طرفداران این نظریه برآنند که چون نظریهٔ کوانتوم با هزاران بار آزمایش آزموده شده است، باید نظیر سایر نظریه‌های مقبول پذیرفته شود و تصویری که از جهان می‌دهد یک تصویر اطمینان بخش به شمار آید(*همان*، ص۳۳۹).

ایان باربور نویسندهٔ کتاب *علم و دین* از میان این آراء سه گانه نظر سوم را می‌پذیرد زیرا این دیدگاه را نه ابزارانگارانه و نه جبرگرایانه می‌داند. در این دیدگاه تأثیر « مشاهده‌گر » برهم زدن یک ارزش دقیق نیست، بلکه به تحقق واداشتن یکی از بالقوگی‌های متعدد موجود است. در واقع فعالیت مشاهده‌گر جزوی از سرگذشت رویداد اتمی می‌گردد. لذا اگر عدم تعین خاصهٔ طبیعت باشد، راه برای بیش از یک علی البدل و یا شق دیگر باز می‌شود، و مجال برای تازگی‌های پیش‌بینی ناپذیر فراهم می‌آید. زمان دارای تاریخمندی و تکرار ناپذیری یگانه‌ای است. جهان اگر هم به وضع سابقش بازگردد، سیرش را تکرار نمی‌کند؛ چه در هر نقطه‌ای یک رویداد متفاوت از میان بالقوه‌گی‌ها می‌تواند متحقق شود، قوه و قویت امری عینی است، نه صرفاً ذهنی (*همان* ، ص ۳۴۰).

بدین‌تربیت، عدم تعین موجود در طبیعت که تعبیر فلسفی برآمده از عدم توانایی فیزیک‌دانان در تعیین هم‌زمان مکان و تکانه الکترون است، توسط بسیاری از دانشمندان، یکی از خصلت‌های ذاتی طبیعت محسوب می‌شود و بنابر اصل مکملیت بور این ویژگی‌ها مکمل و مانعة الجمع هستند؛ یعنی هیچ وضعیت فیزیکی‌ای را نمی‌توان یافت که تواماً و با دقت کامل هر دو وجه مکمل یک پدیده را نشان دهد بدون آنکه از روابط عدم قطعیت تخلف کند. اما چنانچه پیش از این اشاره کردیم، پرفسور صدیق افشار طی آزمایشی نمود همزمان دو خصلت دوگانهٔ نور را اثبات کرد که مورد تأیید جامعهٔ علمی‌قرار گرفت. قطعاً این نظریه بازتاب‌های معرفت‌شناختی‌ای خواهد داشت که بسیاری از نتایج فلسفی برآمده از دو اصل عدم قطعیت و اصل مکملیت را زیر سؤال می‌برد که به آن اشاره خواهیم کرد:

۱. موضع فیزیک کوانتوم در خصوص اصل علیت و موجبیت

در این عبارت بور می‌بینیم که می‌گوید: اصل کوانتوم ما را مجبور می‌کند که نحوهٔ دیگری از توصیف موسوم به مکملیت را بپذیریم، بدین معنی که هر استفادهٔ مشخص از یک دسته مفاهیم کلاسیک، کاربرد همزمان مفاهیم کلاسیک دیگری را که در زمینه‌ای دیگر به همان اندازه ضرورت دارند غیر ممکن می‌سازند.

طبق این بیان، اسلوب‌های توصیف مکمل هستند. مثلاً توصیف بر حسب مختصات زمانی – مکانی و توصیف بر حسب انتقال انرژی – اندازهٔ حرکت، به صورت همزمان امکان پذیر نیست، زیرا این دو نوع توصیف مستلزم تدارکات تجربی متفاوتی هستند(گلشنی، ص ۷۱).

بور پس از این پی بردن به اصل مکملیت، موضعی میان طرد کامل موجبیت و اعتبار مطلق آن اختیار کرد. در این زمان بور عقیده داشت که قوانین بقای انرژی و اندازهٔ حرکت (که مصادیق روابط علی هستند) در صورتی دقیقاً صدق می‌کنند که در توصیف زمانی - مکانی حوادث صرف نظر کنیم و بالعکس . به عبارت دیگر، ارائه یک توصیف زمانی - مکانی و یک توصیف علی دقیق برای حوادث فردی به‌طور همزمان امکان ندارد و یکی ازاین دو را باید فدای دیگری کرد(*همان*، ص ۷۹).

فردریک کاپلستون در کتاب *فلسفهٔ معاصر* می‌نویسد: برخی از فیزیکدانان فیلسوف مشرب، اصل علیت را با اصل موجبیت خلط کرده‌اند و اصل علیت را وجود نظامی معین و قطعی در جهان ذرات دانسته‌اند؛ در مقابل آنها طرفداران مکتب کپنهاک[1] اصل علیت را مورد تردید قرار داده‌اند. در حالی که آنچه مورد شک واقع شده اصل موجبیت است، نه علیت. در حقیقت آنچه مردود اعلام می‌کنند پیش بینی وضعیت الکترون‌هاست، نه قانون علیت(کاپلستون،۱۳۶۱، ص۵۷).

قانون علیت یک قانون فلسفی است که فقط باید با ابزار فلسفی، رد یا اثبات شود؛ بنابراین قانون علیت را نمی‌توان با مقدمات فیزیکی رد کرد. تنها با اصول فلسفی می‌توان در مقام نفی یا اثبات قانون علیت و فروع آن برآمد(طباطبائی، ص۲۱۸-۲۱۵). لذا با بررسی اظهارات برخی دانشمندان فیزیک نو که قانون علیت را تخطئه کردند؛ معلوم می‌گردد که مقصود اصلی، نفی قانون علیت نیست بلکه منظور نفی نظام معین و قطعی در جهان ذرات است(*همان*، ص ۷۰).

علاوه بر این اگر قانون علیت را نپذیریم، هیچ قانون علمی را نباید بپذیریم. زیرا هر قانون علمی محصول و معلول یک راسته مقدمات قیاسی و غیر قیاسی است که با پیدایش آن مقدمات، پیدایش آن قانون علمی که ثمرهٔ آن مقدمات است، قطعی می‌شود. در واقع می‌توان گفت فیزیک نوین تنها توانست اصل موجبیت به معنا و مفهوم لاپلاسی آن را رد کند نه قانون علیت با تمام کلیتش را، اما با ورود آزمایش افشار به عرصهٔ فیزیک و نمایش همزمان خاصیت دوگانهٔ نور، محدودیت در کاربرد همزمان مفاهیم و همچنین محدودیت در امکان توصیف علی منسجم که به گفتهٔ بور قابل سیطره به قلمرو همهٔ علوم از جمله الهیات، زیست‌شناسی، روان‌شناسی و ... بود منتفی گشت. لذا دیگر هیچ توجیهی برای پذیرش عجولانهٔ حصرهای دو وجهی، یا تحلیلات بدیل که باید هر یک را در گوشهٔ مجزایی از ذهن جای داد وجود ندارد.

۲. تجزیه‌ناپذیری سیستم‌های کوانتومی و نفی تمایز بین عالم و معلوم

در خصوص این اصل بور متذکر شد که در فیزیک کوانتومی‌برخلاف فیزیک کلاسیک، تفاعل بین سیستم مورد مطالعه و وسیلهٔ آزمایش قابل اغماض یا جبران کردنی نیست. بنابراین برای توضیح غیر مبهم بودن پدیده‌های کوانتومی باید تمام تدارکات تجربی را مشخص کرد. به عبارت دیگر پدیدهٔ تحت مطالعه و آزمایش‌گر یک واحد تجزیه ناپذیر می‌سازند و هر نوع تغییری در وسایل مشاهده که سبب تجزیهٔ این پدیده به اجزایش شود، باعث محو شدن پدیدهٔ اصلی و ظهور پدیدهٔ جدید می‌گردد(گلشنی، ص ۷۵).

در واقع می‌توان گفت که فیزیک جدید هیچ حدو مرز قاطعی بین یک عین مستقل و یک مشاهده‌گر غیر فعال، متصور نیست. این اختلاط و درگیر شدن مشاهده‌گر، اثرات ناشی از جریان اندازه‌گیری را هم سنگر یک عمل فیزیکی می‌گرداند که به آن جریان آزمایش‌گری می‌گوید و نه شخص یا ذهن دانشمند، که باید به حساب بیاید و تکلیفش روشن شود (همین است که فیزیک جدید هیچ توجیهی به نفع ایده‌آلسیم متافیزیکی فراهم نمی‌کند)؛ ولی نکته اینجاست که جدایی ساده و صریحی بین مشاهده‌گر و امر مشهود وجود ندارد چرا که در علم همواره به روابط و هم کنش‌ها می‌پردازند. نه به اشیاء فی نفسه بنابراین عینیت را نمی‌توان(مطالعه یک عین مستقل) معنا کرد، زیرا «عین»ی که به کلی مستقل باشد هرگز نمی‌تواند معلوم واقع شود(باربور، ص۲۱۴).

با توجه به آنچه گفته شد، چنین به نظر می‌رسد که از دیدگاه فیزیک نو همکنشی بین ناظر و منظور وجود دارد، که آزمایش افشار نیز راه حلی برای آن متصور نیست. اما به گفتهٔ ایان باربور هر چند که داده‌ها از هم‌کنشی عین و ذهن حاصل می‌شوند، اما پدیده‌های علمی‌لااقل مشاهده‌پذیری همگانی دارند. لذا با وجود این آرمان مشاهده‌پذیری همگانی، چیزی به نام داده‌های بالکل تعبیر ناشده، در قلمرو علم وجود ندارد ولی این به این معنا نیست که داده‌ها از عملیات آزمایشی مشاهده‌گر یا مقولات تعبیری او فارغ و مستقل‌اند.

وی در کتاب *علم و دین* می‌نویسد: حق این است که دانشمندان رویه‌ها و روش‌هایی برای مشاهده به‌کار می‌برند که حتی‌الامکان، باز آفریدنی است؛ همچنین به معیارین سازی ابزارها و تخصیص عملیات اندازه‌گیری به نحوی که دست خوش سلیقه ورزی‌های فردی نباشد، می‌پردازند. طی یک جریان شگرف پالایش، فعالیت‌هایی که در آزمایشگاه انجام می‌گیرد و انگ انسانی دارد – و گوشه‌ای از تصویرش شامل لوله آزمایش‌های شکسته، راه‌های به بن بست

رسیده، سروکله زدن با همکاران، انگیزه‌های شخصی و نظایر آن است- سرانجام به صورت یک جملهٔ مجهول و فاقد انگ و رنگ انسانی در یک مجلهٔ علمی درمی‌آید: «واکنش با افزایش محلول سود سوزآور (NaOH) ۳٪ تشدید می‌شود» فقط نتایج تکرارپذیر گزارش می‌شوند (*همان*، ص ۲۱۶).

همچنین وی بر نقش ذهن، یعنی عالم در تکوین نظریه تأکید کرده و نگاه پوزیتویست گرایانهٔ اصل مکملیت را زیر سؤال می‌برد و می‌نویسد با آزمودن نظریه‌ها، و با ساده اندیشه‌هایی ازاین دست که عینیت را همانا «تحقیق‌پذیری تجربی» می‌داند، موافق نیستم چرا که اولاً تحقیق‌پذیری جامع و مانعی وجود ندارد، ثانیاً معیارها هرگز صرفاً تجربی نیستند. ممکن است در جواب ما بگویند قبول داریم که در آزمودن نظریه‌ها چه بسا چندین معیار تجربی و عقلانی، درخور باشد، ولی در مجموع مگر روند ارزیابی نظریه‌ها عینی نیست؟ آیا نمی‌توان معیارها را جوری تخصیص داد و اطلاق کرد که انتخاب بین نظریه‌ها مستلزم هیچ امر ذهنی نظیر قضاوت شخصی دانشمندان نباشد؟ در پاسخ باید گفت که بسیاری از جنبه‌های ارزیابی نظریه‌ها به قواعد صوری درنمی‌آیند. حتی در تعیین اینکه آیا نظریه با « مشاهدات توافق دارد» برآورد شواهد مستلزم قضاوت شخصی است. ارزیابی خطاها و اطمینان بخشی یک آزمایش را نمی‌توان کاملاً تا حد یک فرمول فرو کاست (*همان*، ص۲۱۵).

اهل علم اعتقاد راسخی به فهم‌پذیری، سامانمندی و اتکاپذیری جهان دارند. یعنی نمی‌پرسند «آیا این مرض علت دارد؟» می‌پرسند: « علت‌این مرض چیست؟» به عبارت دیگر پاسخ سؤال اول را بدون پرسیدنش مسلم می گیرند. در واقع، مقبولات و مسلمات فرهنگ فعلی، به مدد خود علم شکل یافته است و اعتقاد به قانونمندی و فهم‌پذیری جهان عمیقاً در آگاهی ما رسوخ دارد هر چند می‌بینیم که فیزیک جدید در باب قانونمندی مطلق و علیت چون و چرا می کند و بر آن است که فهم‌پذیری معهود در مفاهیم متعارف و مدل‌های قابل تصور سر آمده است(*همان*، ص۲۱۶).

بنابراین، نگاه و نگرش‌هایی که انسان به طبیعت دارد، عمیقاً بر انگیزه‌های علمی تأثیر می گذارند، اما به رغم این همه سهمی که ذهن عالم دارد، این سؤال مطرح می‌شود که چرا علم سرانجام سر از ذهنیت شخصی در نمی‌آورد؟ ایان باربور نخستین جنبه از این روایت را همانا آزمون‌پذیری بین الاذهانی می‌داند. زیرا متن و محیط مناسب همهٔ تحقیقات علمی، همان عرف یا جامعهٔ اهل علم است و کار و کوشش ذهن عالم یا داننده، در بستر همین سنت و محیط پیش

می‌رود و در مسیر هوا و هوس شخصی و دلخواهانه نمی‌افتد. لذا، همیاری و همکاری ذهن عالم با جامعه و در جامعه‌ای که فراتر از اختلافات سلیقه ورزانه است، پژوهش را از حد هر گونه علاقه و تعلق شخصی فراتر می‌برد. بدینسان، علم متکی به شخص می‌شود ولی شخصی و خصوصی نمی‌گردد (*همان*، ص ۲۲۰).

همچنین وی دومین جنبهٔ معتبر عینیت ایده‌آل را ، شمول می‌داند. یعنی دانشمندان توجه خود را به جنبه‌هایی از تجربه معطوف می‌دارند که شامل‌اند. در واقع، این نوعی « از خود فرا رفتن» به قصد رسیدن به فراسوی فردیت است و نیز نوعی انضباط اخلاقی دراشتیاق به آنچه شواهد – قطع نظر از تمایلات وترجیحات شخصی به آن رهنمون می‌شوند. بنابراین، هیچگونه تعلق خاطر شخصی نمی‌تواند میل به قبول افکار و مفاهیم تازه را در پی جویی حقیقت، خدشه‌دار سازد. اخلاص فکری و معنوی، خاص همهٔ پژوهش‌های اصیل است و هر محققی می‌بایست به حکم شواهدی که می‌یابد، حتی اگر آن شواهد نظریهٔ خود او را مشکوک و متزلزل می‌کند، گردن نهد (*همان* ، ص ۲۲۰).

۳. عدم تعین و آزادی ارادهٔ انسان

در قرن بیستم از زمان مطرح شدن نظریهٔ کوانتوم، طرفداران اختیار متوسل به اصل عدم قطعیت شدند و آن را بیان عدم تعین عینی در طبیعت تلقی کردند، نه عدم قطعیت ذهنی در دانش بشر فیزیک همواره شاهد صادق جبرانگاری بود. اکنون می‌توانست بر عدم تعین در اساسی‌ترین سطوح گواهی دهد. ادینگتون عدم قطعیت‌های کوانتوم را به آگاهی انسان از اراده ربط می‌دهد؛ از نظر او در بعضی از مراکز مغز، سیر رفتار بعضی از اتم‌ها یا عناصر جهان فیزیکی مستقیماً بر اثر تصمیم‌گیری ذهن تعیین می‌شود. لذا اراده تصمیم می‌گیرد که کدام یک از احتمالات، بدون تخطی از قوانین فیزیک، به تحقق بپیوندد (*همان*، ص ۳۴۳).

به نظر فیزیکدان‌ها، حاصل و برایند احتمالات کوانتومی، دقیقاً مربوط به اتفاق و تصادف است. رفتار الکترون بخت‌مندی یعنی اتفاقی و تصادفی بودن را نشان می‌دهد، نه اختیار و آزادی را در حوزهٔ فیزیک تنها دو شق بدیل و جانشین شونده‌ای که وجود دارد؛ علت جبری و اتفاق غیر جبری است و آزادی (اختیار) با هیچ یک از این دو برابر نیست. این اصالت تحویل است که کلید آزادی انسان را در خاصهٔ اتم‌های منفرد بجوییم – خاصه‌ای که مشترک میان همهٔ اتم‌ها حتی اتم‌های اشیای بی جان است. ولی اگر کسی ذهن را به عنوان علت غیر مادی‌ای که به

نحوی بر الکترون‌ها اثر می‌گذارد، مطرح سازد، به دامان دوگانه‌انگاری ذهن و بدن می‌غلتد که مسئلهٔ عدم تعین جهان فیزیکی با آن بی ارتباط است. در چنین طرحی مغز (اعم ازاینکه مجبور یا نامجبور باشد) توسط ذهن کنترل می‌شود، آنگاه مسئلهٔ آزادی و استقلال حوزهٔ روانی – و نه تنی پیش کشیده می‌شود. از نظر باربور باید به آزادی انسان (اختیار) از طریق تجربهٔ نفس در حال تصمیم یا انتخاب، راه برد؛ که هیچ مدل فیزیکی مناسب و مشابه با آن پیدا نمی‌شود. بدینسان، آزادی و عدم تعین در سطوح کاملاً متفاوتی رخ می‌نمایند. و همچنین می‌توان گفت که فیزیک دیگر شاهدی که دست‌آموز اصالت تحویل و جبرانگاری باشد، نیست(*همان*، ص ۳۵۰).

٤. طرد تصویر پذیری حوادث فیزیکی

یکی دیگر از ویژگی‌های انقلاب کوانتومی از دست دادن اعتقاد به تصویرپذیری حوادث اتمی است؛ نه تنها ساختارهای اتمی قابل مشاهده یا بیان بر حسب کیفیات محسوس نیست، بلکه حتی قابل تصویر بر حسب زمان و فضا و علیت نیست، تنها به وسیلهٔ ریاضیات می‌توان این تجارب را توصیف کرد و این فرمالیزم ریاضی مکانیک کوانتومی‌است که تصویر واحدی از تمامی پدیده‌های مشاهده‌پذیر و روشی برای محاسبهٔ احتمالات ذیربط به‌دست می‌دهد، اما این ریاضیات هیچ نمایش تصویرپذیری از دنیای اتمی به‌دست نمی‌دهد(گلشنی، ص۳۵).

بور و پیروانش همگی تصویرپذیری حوادث را صریحاً انکار کردند، مسئلهٔ دوگانگی موج-ذره، نمونه‌ای است از مشکلات ناشی از کوشش برای ارائه یک تصویر واحد از حوزهٔ اتمی‌که توسط آزمایش افشار منتفی گردید. در واقع، پروفسور افشار با به تصویر کشیدن نمود همزمان خصلت موجی و ذره‌ای نور، توانست تصویرپذیری حوادث را اثبات کند.

جمع‌بندی

اگرچه مشاهدهٔ همزمان ماهیت دوگانهٔ موجی و ذره‌ای نور، امری متناقض به نظر می‌رسید اما در آزمایش پروفسور افشار به اثبات رسید که نور حقیقتاً چنین ماهیتی دارد. با این نظریه، دنیای فیزیک کوانتوم و مباحث معرفت‌شناختی آن، وارد عرصهٔ جدیدی شد که باید منتظر بود مفهوم واقعی‌این مسئله و نتایج آن به تدریج روشن شود؛ اما آنچه روشن است، این است که این آزمایش، هیچ توجیهی برای سهل و ساده پذیرفتن دوگانگی‌ها و طفره از جستجوی تلفیق وترکیب، یا تفسیر پوزیتویستی نظریه‌های علمی، به دست نمی‌دهد و به طور آشکارا نفی علیت و

عدم تعین موجود در طبیعت را زیر سؤال می‌برد. همچنین تصویرپذیری حوادث و عدم تناقض بین فرمالیزم ریاضی و پدیدهٔ مشاهده پذیر مکانیک کوانتوم را به اثبات می‌رساند.

نتیجهٔ آزمایش پروفسور افشار به طور آشکارا با اصل مکملیت بور، که مبتنی بر اصل عدم قطعیت هایزنبرگ است در تناقض می‌باشد. بنابراین هواداران مکتب کپنهاگی(بور و همفکرانش) یا باید نتیجهٔ این آزمایش را در قالب اصل مکملیت توجیه نمایند یا دست از حمایت از این اصل و نتایج فلسفی آن بر دارند.

یادداشت

۱. تعبیر کپنهاک تعبیری از مکانیک کوانتومی که در اواخر دههٔ ۱۹۲۰ بور و همفکرانش ارائه کردند که مشتمل بر مجموعه‌ای از مواضعی است که بنیانگذاران مکانیک کوانتومی اتخاذ کردند(از قبیل مکملیت و عدم قطعیت) (گلشنی، ص ۲۶۰).

منابع

باربور، ایان، *علم و دین*، ترجمهٔ بهاء الدین خرمشاهی، تهران، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۸۸.

پاکینگ هرن، جان، *نظریهٔ کوانتومی*، ترجمهٔ حسین معصومی همدانی، چ۲، تهران، فرهنگ معاصر، ۱۳۸۸.

پلانک، ماکس، *تصویر جهان در فیزیک جدید*، ترجمهٔ مرتضی صابر، تهران، سهامی، ۱۳۴۸.

جینز، جی. اچ. *فیزیک و فلسفه*، ترجمهٔ عقلیلی بیانی، تهران، علمی‌و فرهنگی، ۱۳۶۱.

گاموف، جورج، *سرگذشت فیزیک*، ترجمهٔ رضا اقصی، چ۴، تهران، انتشارات آموزش انقلاب اسلامی، ۱۳۶۳.

گلشنی، مهدی، *تحلیلی از دیدگاه‌های فلسفی فیزیکدانان معاصر*، تهران، امیرکبیر، ۱۳۶۹.

نوری، حسین، *جهان آفرین*، تهران، برهان، بی‌تا.

هال، لویس ویلیام هنری، *تاریخ و فلسفهٔ علم*، ترجمهٔ عبدالحسین آذرنگ، تهران، سروش، ۱۳۸۳.

هایزنبرگ، ورنر، *جزء و کل*، ترجمهٔ حسین معصومی همدانی، تهران، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۸۲.

S.S. Afshar, "Violation of the Principle of Complementarity, and its Implications", in Proceedings of the Nature of Light: What Is a Photon Conference, vol. 5866 of Proceedings of SPIE, pp.229-244, San Diego, Calif, USA, August 2005.

E.V. Flores, Modified Afshar Experiment: Calculation, Proc. SPIE 7421, The Nature of Light: What are Photons? III, 74210W, 2009. S.S. Afshar, Paradox in Wave Particle Duality. Found. Phys. pp. 295-305, Volume 37, Issue2, 2007.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی