

کوانتوم انقلابی از دل یک نظریه

نویسنده: سعید هدایتی

چکیده:

برای یک دانشمند قرون وسطی، عصر صنعتی یا رنسانس وقوع یک نظریه علمی بی تفاوت به علیت قطعیت و موجبیت همانقدر عجیب بود که حرکت کردن انسانی بدون ستون فقرات. بدیهیست جابجایی چنین اصول پایه ای فقط منجر به اثبات کارآمدی یا ناکارآمدی یک نظریه نمی شود. این نظریه دریچه عینک علم را گردگیری کرده و از دریچه ای متفاوت طبیعت پیرامونی را بررسی میکند. حالا که کاخ نا منظم و بی حد و مرز و سر در گم کوانتوم سایه هایش را بر کاخ منضبط، خشن دقیق و طبقه بندی شده عصر کلاسیک که با دقت و چیره دستی دانشمندان نامداری بنا شده بود افکنده است باید عدم قطعیت حمله به اصل علیت و موجبیت و جهانی که این تردید ها از دل آن پدید آمده است را با نگاهی از دریچه پوزیتیویسم به عنوان ریشه و چه بسا قدرتمندترین سلاح این انقلاب بررسی کنیم. شاید بتوان چنین اندیشید قدرت گیری نظریه ای که در حین دگرگونی اصل علیت (استثنا پذیر) رد موجبیت و بر مبنای پوزیتیویسم بنا شده است قادر باشد آینده علم را به کلی دگرگون کند.

کلیدواژه: کوانتوم، جهان حواس، عدم قطعیت، علیت، موجبیت، جبرگرایی، پوزیتیویسم.

فهرست:

3.....	مقدمه.....
4.....	1-عدم قطعیت یک تحول.....
5.....	1.1- حاصل یک ضعف یا توصیف یک واقعیت؟.....
5.....	1.2- عدم قطعیت در جهان کبیر.....
6.....	2- پیامدهای اصل عدم قطعیت.....
7.....	2.1- به چالش کشیدن موجبیت و علیت.....
9.....	2.2- اراده آزاد و کوانتوم.....
10.....	2.3 ارتباط پوزیتیویسم و عدم قطعیت.....
12.....	3- تعبیر کپنهاگی زاده چه جهانیست.....
15.....	4- ضمیمه.....
16.....	5- منابع.....

مقدمه

نسبیت یک انقلاب علیه فیزیک کلاسیک نبود بلکه نقطه اوج فیزیک کلاسیک بود انقلاب حقیقی کوانتوم است.

در این که فیزیک کلاسیک چیست بین افراد اختلاف نظر وجود دارد عده ای نسبیت را در مقابل فیزیک کلاسیک و آورنده فیزیک مدرن میدانند هر چند که دانشمندی کوانتوم را نماد فیزیک مدرن و در یک سو ونسبیت و فیزیک کلاسیک را همچون دو روی یک سکه در سویی دیگر قرار میدهند.

به هر روی و در صورت پذیرش هر تعریف تایید میکنیم کوانتوم چیزی فراتر از یک نظریه جدید یا چند فرمول رابطه و کمیت جدید بود این فرضیه مشهور و نا متعارف آشکارا بدیهیات پایه ای و ستون علوم فیزیک کلاسیک را که تا پیش از این هر نوع تخطی از آنها خط بطلانی بر روی نظریه میکشید را به چالش کشیده یا حداقل بی تفاوت و به شکل گستاخانه از کنار آنها عبور میکند. این دگرگونی نه فقط در جهان فیزیک اتفاق افتاد بلکه از عواملی فلسفی مشتق شده و تاثیری عمیق نه فیزیک بلکه در جهان بینی پس از خود گذاشت. حالا ریشه ها عوامل دگرگونی آن و چیزی که میتواند در آینده برای جهان علم بسازد را بررسی میکنیم.

تعبیر کپنهاگی چگونه سبب ایجاد آشفتگی مفاهیم کلاسیک شد؟

1- اصل عدم قطعیت

از پر سر و صداترین مفاهیم قرن است. به طور خلاصه عدم قطعیت بیان میدارد که هر میزان در اندازه گیری کمیتی دقت بیشتری به خرج دهیم در اندازه گیری کمیت دیگر بی دقتی بیشتری خواهیم داشت. (به بیان دیگر غیر ممکن است که به طور همزمان در اندازه گیری هر دو کمیت دقت بیشتری را اعمال میکنیم). ما پیش از عدم قطعیت با مفاهیم مکمل دیگری روبرو بودیم اما اصل عدم قطعیت از حضور توأمان تقریب و مکملیت به وجود می آید.

شاید پرتکرار ترین سوالی که برای دانشجویان فیزیک و فلسفه پس از عدم قطعیت پیش می آید این است که عدم قطعیت زاده چه چیز است؟

برای این سوال ما سه نوع پاسخ داریم :

پاسخ اول میگوید ما در علم زمانی به عدم قطعیت میرسیم که نقص اطلاعاتی یا نقص در توانایی محاسبه داریم. از این رو عدم قطعیت حاصل نقص اطلاعاتی یا محاسباتی ماست.

پاسخ دوم مدعی است که عدم قطعیت به دلیل نا توانی یا نقص دستگاه و فرایند اندازه گیری ماست و در صورت پیشرفت دستگاه اندازه گیری ما میتوانیم به جواب قطعی برسیم. (و عدم قطعیت حاصل ابزار اندازه گیری و مشاهده ماست)

پاسخ سوم میگوید این عدم قطعیت نه حاصل کم اطلاعی نه نقص دستگاه های اندازه گیریست بلکه ریشه در ذات نظریه و مقیاس مورد بررسی دارد.

فحوای کلام در دو نظر اول کاملاً مشخص است اما نظر سوم نیازمند کمی بررسیست. این نظر که به عنوان نظر مورد وثوق شناخته میشود را اینگونه میتوان توضیح داد:

1.1- یک نقص یا یک توصیف

برای توضیح این منظور باید دو ویژگی کلیدی مکانیک کوانتومی را به خاطر آوریم ۱-مقیاس میکروسکوپی

آن ۲- تقریب

شاید بتوان گفت عدم قطعیت همچون پلیست که محقق را از دنیای مایکروسکوپی به میکروسکوپی میبرد مقیاسی که ثابت پلانک به ما توضیح میدهد که چیست.

آزمایش میکروسکوپ هایزنبرگ دقیقا حالتی را توضیح میدهد که نظریه روی آن بنا شده است ما فوتونی را به الکترون میزنیم این فوتون با خود تکانه ای به همراه دارد که سبب جابجایی ذره نسبت به مکان اولیه میشود پس مطلقا ما در هیچ شرایطی حتی در اوج دقت یا با بی نقصترین دستگاه های اندازه گیری نمی توانیم این تکانه موثر بر ذره را حذف کنیم(پاسخ های اول و دوم نقض میشود).البته تاثیر تکانه فوتون که عامل معرفت ماست در مقیاس میکروسکوپی موثر است و عدم قطعیت در چنین دنیایی معنا پیدا میکند.(یعنی ضرورت احتساب عدم قطعیت در چنین مقیاسی ایجاد میشود)

1.2- عدم قطعیت در جهان کبیر

اکسرن میگوید جهان صغیر و جهان کبیر باید از یک الگو تبعیت کنند با توجه به جمله ی اکسرن ما باید به سوال زیر جواب بدهیم.

آیا عدم قطعیت در جهان کبیر هم هست؟ اگر خیر آیا این نا کارآمدی تفسیر کپنهاگ را نمیرساند ؟ چرا که ما در جهان کبیر عدم قطعیتی نمیابیم.

دانشمندان معتقدند نظریات متاخر در برابر نظریات پیش از خود حالتی را پدید می آورند که در نقاط . معینی با نظریات پیش از خود هم ارزی میکنند.مثلا آنجایی که سرعت اندازه گیری در نسبیت در قیاس با توان دوم سرعت نور ناچیز است. فیزیک نسبیتی به فیزیک کلاسیک بدل میشود اعدادی مثل ثابت پلانک مرز دنیای کوانتوم را برای ما مشخص میکند.فوتون ها در هر حالتی با خود تکانه حمل میکنند اما این

هنگام مشاهده در برابر هر کمیت میکروسکوپی ناچیز به شمار می آید. این ناچیزی سبب میشود که نه نور منحرف شود نه شی مورد نظر تا ما بتوانیم مکان دقیق را بدون انحراف عامل معرفت ما نور به دست آوریم. پس دیگر به جای پاسخ تقریبی از یک بازه به دنبال پاسخ قطعی میرویم (کاری که در فیزیک نیوتونی میکنیم)

همانطور که دیدید در فرمول های عدم قطعیت بر خلاف فیزیک کلاسیک که ما با خود کمیت طرف بودیم ما با دلتای کمیت طرف هستیم. این تفاوت تفاوت بنیادین فیزیک کلاسیک و کوانتوم است آنجا که به جای جواب قطعی دنبال جوابی تقریبی هستیم و به جای تک جواب مجموعه ای از جواب ها را به دست می آوریم.

پیامدهای اصل عدم قطعیت-2

هایزنبرگ معتقد بود اصل عدم قطعیت ۳ پیامد دارد.

1- نفی قانون علیت

2- نفی قانون موجبیت

3- بی اعتباری تفکیک سنتی بین موضوع شناسایی و فاعل شناسایی

2.1- نفی قانون علیت:

تعبیر کوپنهاگ، سؤالاتی مانند "قبل از اینکه من موقعیت این ذره را اندازه گیری کنم این ذره کجا" بود؟" را بی معنی می دانند.

چون مومنتم اولیه را نمیتوان به دست آورد پس علیت بی معناست یا به بیان دیگر پیش بینی ناپذیر است. این به معنای حذف رابطه علت معلولی و حذف عوامل موثر و به وجود آورنده وضعیت فعلی، یا

آنکه وضعیت فعلی منجر به (حتی با نوعی نگاه احتمالی) روی کار آمدن وضعیت بعدی میشود نیست. بلکه نوعی نگاه اماری را معرفی میکند که در آن اصل علیت اشتناپذیر نقض میشود. یعنی ما به جای مطالعه کردن یک الکترون رفتار گروهی آنها را بدون آنکه موجودیتی اشتناپذیر برای هر کدام از آنها قائل شویم بررسی میکنیم به این معنا که الکترون با الکترون هیچ فرقی ندارد و هر یک در جای دیگری تبدیل به دیگری میشود گویی که جوهره منحصر به فردی ندارد. از طرفی علیت سلسله مراتبی نداریم گویی که رویداد "ب" رویداد پ را تعیین کرد انگاه به واسطه رویداد پ رویداد "د" را پیش بینی (پیش بینی پذیری) کنیم. بلکه ما با توصیفی از وضعیت کنونی سیستم رو به رو هستیم.

حالا در ادامه در بررسی ضرورت موجیت آن را بررسی میکنیم.

2.2- نفی موجیت:

موجیت (موجیت یعنی اینکه بتوانیم با آگاهی از وضعیت فعلی و فعل و انفعال های موثر بر موضوع مورد بررسی رفتار یک سیستم منزوی را در آینده پیش بینی کنیم). فیزیک کلاسیک و ریاضی تا پیش از قرن ۲۰ موجب بودند. آن ها معتقد بودند برای هر سوالی جواب دقیقی وجود دارد که اگر ما قادر نیستیم بدان دست پیدا کنیم به دلیل کم اطلاعی ما یا خطای اندازه گیری است. لاپلاس ابرمردی عاری از تمام این اشتباهات را ترسیم کرده بود که میتواند نظری دقیق و قطعی در مورد تمام وقایع آینده دهد. 5

بعد از لاپلاس پیرس در نظریه شانس گفت که شانس عامل محض و بنیادین طبیعت است و ارتباطی با نا آگاهی ما ندارد. او معتقد بود اگر یک قانون طبیعی را مورد بررسی قرار دهیم و هر چه در آن دقیق تر شویم انحراف بیشتری میبینیم ما عادت کردیم این را به خطای آزمایش نسبت دهیم. 6

اولین بار که ماهیت های غیرجبری در فیزیک خودشان را نشان دادند نظریه جنبش گازها بود. بولتزمن گفت که فرمول هایش تقریبی و نا توان در دادن مقادیر دقیق هستند. و صرفا مقادیر متوسطی را میدهند. 8

درواقع کارکرد علم ارائه منطقی ترین ، دقیق ترین و ساده ترین توصیف ها از طبیعت است.پیش از این هر توصیفی که ما از طبیعت ارائه میکردیم همواره موجب بود.اما اینکه توصیف های بسیاری از طبیعت موجب بودند این ضرورت را اثبات نمیکند که توصیف علمی قطعا توصیف موجبی است.به گونه ای که اکسیر میفگت ادعای موجبیت ممکن ولی ضروری نیست.

فراموش نکنید موجبیت بیش از آنکه مفهومی نهفته در واقعیت خارجی باشد توصیفی انتزاعی در مورد واقعیت خارجی از خود انسان است.

این توصیف میتواند موجب یا غیر موجب باشد و هر دو نوع توصیف علمی هستند.البته پلانک جواب موجب را در هر حالتی از جواب غیر موجب برتر میدانست(و کوانتوم را هم نظریه موجبی میداند). اما این بدان معنا نیست که یک نظریه غیرموجب غیر علمی هم هست.

نباید از نظر برد که در مباحثات علمی مقیاس نقش تعیین کننده ای دارد همانطور که در تعریف عدم قطعیت مطرح شد آنچه در مقیاس ماکروسکوپی بی معنا و قابل اغماض است در مقیاس میکروسکوپی ممکن است موثر و معنا دار باشد و بالعکس.فیزیک کلاسیک که به توصیف بخش ماکروسکوپی جهان پیرموان میپردازد موجب است.اما این ضرورت را ثابت نمیکند که فیزیک میکروسکوپی هم باید موجب باشد در فیزیک میکروسکوپی گاهی ما از توصیفات غیر موجب استفاده میکنیم چون توصیف موجب ناممکن است (میکروسکوپ هایزبرگ مثالی از همین است).ضمیمه ۱

موجب اندیشی بیش از آنکه یک ضرورت یا یک واقعیت در جهان خارج باشد یک عادت است.دانشمندان و انسانها به مدت هزاران سال با نظریات موجب سر و کار داشته اند به همین دلیل دچار این عادت شدند که نظریه غیر موجب را غیر علمی بدانند اما کارکرد علم توصیف طبیعت است که میتواند توصیفی غیر موجب هم باشد.

حالا که عدم موجبیت خاصیت ذاتی جهان میکروسکوپی و نظریه کپنهاگی بوده است آیا ممکن است با پیشرفت علم به توصیفی موجب از جهان صغیر برسیم؟

شاید چنین توصیفی ممکن باشد اما این توصیف دیگر نظریه متفاوتی از تفسیر کپنهاگی است. چنان که اسکوایزر میگوید: این توقع که با پیشرفت به علم کوانتوم به نظریه ی غیر موجبی برسیم مانند آن است که انتظار داشته باشیم با پیشرفت علم در اتاقی ۳ در ۴ بیش از ۱۲ متر مساحت داشته باشیم. 2

آنچه در مورد جریان علم در آینده میتوان پیش بینی کرد این است که احتمالا نظریات غیر موجب دیگری هم در آینده سر خواهند آورد و در تقابل با نظریات موجب قرار میگیرند. حتی اگر تفسیر کپنهاگی را تفسیر ناکارآمدی بدانیم این تصور حکم به ناکارآمدی نظریات موجب نمیدهد بر عکس پیش بینی میشود که نظریات غیر موجب نقش مهم تر و کلیدی تری در جریان های آتی علم نسبت به نظریه موجب بازی کنند. و مخالفان عدم موجبیت باید خود را با این تغییر در آینده وفق دهند. چرا که هر چه موضوعی را دقیقتر و عمیقتر بررسی میکنیم احتمال رسیدن به جواب قطعی کم میشود از این رو ما با مجموعه ای جواب ها روبرو هستیم که عادت ما به نظریات موجب را بر هم میزند.

کوانتوم و اراده - 0

2.3- آزاد

واژه دیترمینتیسم در بعضی از منابع فارسی جبرگرایی ترجمه شده است. جبرگرایی اصطلاحی رایج در علوم انسانی و بحثی دامنہ دار در مکاتب مختلفی فلسفی و الاهیست. جبرگرایی واژه ایست در مقابل اختیار یا اراده آزاد.

یعنی اگر ما تعبیر کپنهاگی را نظریه ای غیر جبری بدانیم نوعی اراده آزاد را برای الکترون ها متصور شده ایم. گروهی از فیزیکدانان به چنین چیزی اعتقاد داشتند و یکی از پیامدهای عدم قطعیت (چهارمین پیامد) را آن می دیدند آنچنان که چالز داروین پسر داروین مشهور گفت: شاید مجبور شویم در آخرین مرحله الکترون را دارای اراده آزاد ببینیم.

نفرت از جبرگرایی و هواخواهی اراده آزاد ریشه در بحث فلسفی حامیان اراده آزاد در مقابل مکاتب جبرگرایی زمان خودشان داشت. این مبحث در علوم انسانی موضوع قابل تاملیست اما زمانی که از فیزیک

صحبت میکنید از اشیای بی جان و بی اراده ای صحبت میکنیم که ماهیت جبری و غیر ارادی بر آن حاکم است و نباید فراموش کنیم که فیزیک علمی جبريست. هر چند که میتوان از مفاهیم معرفی شده در فیزیک در حوزه اختیار و علوم دیگر استفاده کرد اما نمیتوانیم ماهیت جبری فیزیک را حذف کنیم چرا که فیزیک غیر جبری دیگر فیزیک نیست. به همین دلیل حامیان اراده آزاد الکترون ها همواره در اقلیت بودند و مورد وثوق جریان بدنه فیزیک قرار نگرفتند. پس بهتر است هر جا در فیزیک با واژه دیترمنتیسم روبرو شدیم آن را موجبیت ترجمه کنیم که با جبرگرایی تفاوت های بسیاری دارد.

2.4- پوزیتیویسم و تعبیر کوپنهاگی:

هایزنبرگ و بور به عنوان پدید آورندگان تفسیر کپنهاگی به نظر به پوزیتیویسم منطقی گرایشاتی داشتند.

هایزنبرگ سومین پیامد عدم قطعیت را لغو تفکیک سنتی بین موضوع شناسایی و فاعل شناسایی میدانست و آزمایشات را مبنا قرار داده بود.

هایزنبرگ به شکل ساده تری آنچه که در جمله بالا آمده را بیان کرده است. او طی جدلی که اینیشتین با او و بور داشت گفت: "که واقعیات در مشاهدات است نه مواد."

این ابراز نظرهای هایزنبرگ میتواند تا حدودی نزدیکی تفسیر کپنهاگی را به پوزیتیویسم منطقی نشان دهد.

پوزیتیویسم منطقی

فیزیکدانان و ریاضی دانان حلقه وین پایه گذار پوزیتیویسم منطقی بودند. به طور خلاصه آنها اعتقاد داشتند که از نظر علمی آنچه قابل اثبات یا نفی است معنی دار است. و طبعاً آنچه که نفی یا اثبات آن مقدور نیست بی معنی است.

فیزیکدانانی که به تفسیر کپنه‌هاگی اعتقاد داشتند جهان حواس و مشاهدات خود را مبنای مطالعات و ستون فقرات دانش خود می دانستند و معتقد بودند آنچه که در آزمایش به دست آید خود مبنای واقعیت است. در واقع ما نه خود واقعیت را بلکه از پرتوی نشانه‌هایی که واقعیت به ما می دهد درک میکنیم. و این نشانه‌ها مبنای دانش ما هستند. نه آنچه در جهان خارج و در ورای مشاهدات ما اتفاق می افتد چرا که چیزی که درک نشود بی معنیست.

اسکوایزر سومین پیامد نظریه کوانتومی را این باور میدانست که وجود چیزی را که وجودش نیاز به اثبات ندارد زیر سوال میبرد. 2

این دقیقاً نگرش پوزیتیویست‌ها به علم و متافیزیک است. پوزیتیویست‌ها متافیزیک را بی معنا میدانستند چرا که وجودش نفی یا اثبات نمیشود حالا این جمله اسکوایزر تطبیق کامل کوانتوم و پوزیتیویسم را می‌رساند.

البته پوزیتیویسم آنچه که در ذهن و مستقل از جهان ادراکات و تجربیات ما شکل میگیرد را منکر نمیشود بلکه آنان را زمانی معنادار میبیند که ما به ازای عینی پیدا کنند و به وسیله ادراکات به ما شناسانده یا اثبات شود. اما این به این معنا نیست که از منطق مطلق ذهنی بی نیاز یا در ستیز با آن است. هر چند که مبنای تمام فرضیات یا نظریات ما مشاهدات است و انتزاع باید مطیع ادراکات باشد نه برعکس اما باز هم انتزاع نقش مهمی در فیزیک خواهد داشت. برای درک جایگاه انتزاع و منطق ذهنی ما باید جهان را در فیزیک جدید ترسیم و بررسی کنیم.

3. تعبیر کپنهاگی زاییده چه جهان نیست (جهان در تعبیر کپنهاگی چه گونه است)

در اینجا به پاسخ یک سوال میپردازیم نزدیکی تعبیر کوانتوم به پوزیتیویسم منطقی چه رابطه ای را با جهانی خارج از حواس ما ایجاد میکند و چه موضعی در برابر فرمول های منطقی و منطق ریاضیاتی خواهد گرفت؟

ماکس پلانک معتقد است فیزیک در آخر به چیزی جز جهان اندازه گیری نمیپردازد. اندازه گیری که خود وامدار جهان حواس است¹. حتی عده ای از فلاسفه پا را فراتر گذاشتند و معتقد بودند فیزیک به چیزی جز جهان حواس نمی پردازد. (مشابه پوزیتیویسم)

اما ملاحظات عقلی ما را مجبور می کند وجود جهان دیگری را ورای جهان حواس بپذیریم. جهانی مستقل که هر گز آن را تماماً درک نخواهیم کرد¹. و صرفاً در پرتوی نشانه هایی که از آن به ما میرسد از وجود آن مطلع میشویم.

تاریخ فیزیک به ما میگوید هیچ دستاوردی بدون مسلم گرفتن جهان غیبی به وجود نیامده است¹.

در کنار این دو جهان جهان دیگری وجود دارد که جهان انتزاعی و زاییده ذهن انسان است که آن هم جهان روابط و فرمول هاست. روابط و فرمول ها برای پذیرفته شدن باید با جهان حواس مطابقت داشته باشند.

البته باید بدانیم جهان فیزیک جهانیست آفریده ذهن انسان پاسخگوی اقتضایی معین از این رو جهانیست متغیر و کمال پذیر¹.

گروهی از فیزیکدانان معتقدند منطق درونی جهان فیزیک را باید از خود فیزیک استخراج کرد. که ممکن است موجب این شود که فیزیک از ماده تهی و به مضمون بدل شود.

زیرا دوری پیوند فیزیک از جهان مادی فیزیک را همچون تعریفی میکند که رابطه ای را با رابطه ی دیگر مرتبط میکند. و باعث می شود ما به مقدار آن پدیده توجه کنیم نه ماهیت آن¹.

البته باید بدانیم جهان حواس ماهیتی صرفاً فیزیکی نیست و با عوامل فیزیولوژی و روانشناسی در ارتباط است.

شی اندازه گیرنده خود ویژگی ها و بعضاً نواقصی را داراست که موجب ایجاد خطا در اندازه گیری ما می شود.

جهان حواس خود به امواج مادی نیازمند است یعنی این امواج مادی هستند که سبب میشوند که جهان خارج برای ما تبدیل به جهان حواس شود. و طبیعتیست که ما نمیتوانیم بدون امواج مادی در مورد سیستمی کاملاً بسته نظر دهیم.

جهان حواس همانطور که از نامش پیداست عبارتست از آنچه که توسط حواس ۵ گانه انسان ادراک میشود. بدیهیست که بیشتر این ادراکات از جهان واقع هستند و اینطور به نظر میرسد که جهان حواس زیر مجموعه جهان واقع است.

قلمرو جهان حواس روز به روز با پیشرفت علم بزرگتر میشود تا آنجا که بخش های بیشتری از جهان غیبی تحت پوشش جهان حواس قرار میگیرند.

انسان با توانایی های خود ابزارآلاتی را می سازد که میتواند حواس ۵ گانه او را تقویت کند (مثل تلسکوپ) یا ممکن است چیزهایی بسازد که به او کمک کند تا آنچه را که با حواس خود ناتوان از درک آن است ادراک کند. و زیر مجموعه جهان حواس خود قرار دهد.

اما میدانیم که جهان حواس حاوی اعوجاج و خطاست. مثلاً ممکن است ما به واسطه کوررنجی متوجه رنگ قرمز نشویم یا به دلیل ضعف بینایی از یک مسافتی دورتر نبینیم حتی توانمندترین انسان و دقیق ترین آشکار سازها از این خطا و اعوجاج مصون نیستند.

هر چند این خطاها به ما ثابت میکند که آنچه توسط جهان حواس ادراک می شود عاری از خطا نیست. اما حکم به ناکارآمدی آن نمیدهد چرا که جهان حواس مهم ترین ابزار ما جهت درک طبیعت است و به گفته پلانک عامل معرفت ماست.

در ابتدا به نظر می رسد جهان حواس زیر مجموعه جهان واقعیست حال که اینطور نیست این جهان هر چند که رهنمودی به شناخت جهان غیبیست اما در زمینه موهومات و خطاهای آشکارساز با جهان واقع اختلاف دارد.

ما با چشمان غیر مسلح قادر به درک بخشی از فضا هستیم بخش کوچکی از فضا را می بینیم و بخش بزرگتری را خیر

به مرور زمان ما ابزار توانمندی و مفید چون تلسکوپ ها را میسازیم و به کمک آنها می توانیم بخش بیشتری از جهان واقع را در جهان حواس پوشش دهیم. آن بخشی از جهان که در پوشش جهان حواس قرار میگیرد عامل معرفت ماست. هر چند که بخش بزرگتری را نمیبینیم اما این ندیدن دلیل انکار وجود آن توسط ما نمیشود.

جهان روابط جهان دیگرست بر خلاف دو جهان دیگر که به واسطه آنچه که در مقابل ماست معنا پیدا میکنند. از درون ما فی نفسه به پشتوانه تحلیل ها و انتزاعات منطقی ما شکل میگیرد. کارکرد جهان روابط آن است که فعل و انفعالات طبیعت را به صحیح ترین ، محسوس ترین و ساده ترین شکل ممکن بیان کند. اعداد فرمول ها و سایر قراردادهای ریز و درشت ریاضی چون الفبایی هستند که در خدمت یک ذهن توانمند قرار میگیرند تا فرمول های طبیعت را توصیف کنند. اما آنچه که یک فرمول را در فیزیک معنی دار و مفید میکند تطبیق پذیری آن با جهان حواس است در غیر این صورت همچون الفبایی ارزشمند در گنجینه ریاضیات می ماند تا در آینده ای دور یا نزدیک مورد استفاده قرار گیرد و کالبد معنی را تن خود کند.

ضمیمه ۱

"یکی از روش‌هایی که هایزنبرگ برای اصل عدم قطعیت استدلال کرد طرح یک میکروسکوپ ذهنی بود که به عنوان یک وسیلهٔ اندازه‌گیری از آن استفاده می‌شد. او یک آزمایش را تصور کرد که در آن سعی داشت مکان و تکانه یک الکترون را به وسیلهٔ شلیک یک فوتون به آن اندازه‌گیری نماید. اگر فوتون طول موج کوتاهی داشته باشد، و به همین دلیل تکانهٔ آن بالا باشد، مکان الکترون را می‌توان دقیقاً اندازه‌گیری کرد. اما فوتون پس از برخورد در راستایی تصادفی منحرف خواهد شد و مقدار نامعین و بزرگی تکانه به الکترون منتقل خواهد کرد. اگر فوتون طول موج بزرگی داشته باشد و تکانه آن کم باشد، برخورد نمی‌تواند تکانه الکترون را چندان آشفته نماید، اما با انحراف چنین فوتونی مکان الکترون نیز به دقت معین نخواهد شد. حاصل این رابطهٔ الاکلنگی نشان می‌دهد که مهم نیست طول موج فوتون چقدر باشد، هر چه که باشد عدم قطعیت در اندازه‌گیری مکان و تکانه بزرگتر و یا برابر با یک حد معین خواهد بود، که برابر **ضرب** کسری از ثابت پلانک است"

منابع: فارسی

1- تصویر جهان در فیزیک جدید/ ماکس پلانک ؛ ترجمه مرتضی صابر

2- اسرار جهان کوانتومی نویسنده: یوئن ج. اسکوایرز ترجمه: کمال الدین سید یعقوبی

انتشارات: سروش

منابع انگلیسی

3- **Werner Heisenberg (1949). *The Physical Principles of the Quantum Theory*. Courier Dover Publications. [ISBN 978-0-486-60113-7](#).**

4- **Richmond, Michael. ["Heisenberg's Microscope"](#). Retrieved 1 Sep 2016.**

5. **Analytic Theory of Probability**

6- **Peirce, C.S. (1892), "The Law of Mind", *The Monist*, v. II, n. 4, July, pp. 533-559 (see first paragraph). [Google Books](#) [Eprint](#). [Internet Archive](#) [Eprint](#). Reprinted *Collected Papers of Charles Sanders Peirce*, v. 6, paragraphs 102-163, *Philosophical Writings of Peirce* pp. 339-360, and *The Essential Peirce* v. 1, pp. 312-333.**

7- **Hamblin, pg. 380.**

8- **Kinetic Theory of Gases- by Stephen G. Brush and Nancy S. Hall- Imperial college press- 2003**

**9-Title,The new conception of
matter,Illustrated,Macmilan,1931**

**10- From 1926 to 1933 there were occasional meetings of
Wittgenstein with Schlick, Waismann, Carnap and Feigl. Cp.
Stadler 2001, chapter on "Wittgenstein and the Vienna Circle",
422-441.**

11- Popper and the Vienna Circle, cp. Stadler 2001, 453-473.

12- . Stöltzner/Uebel 2006, LII-LXXIX.