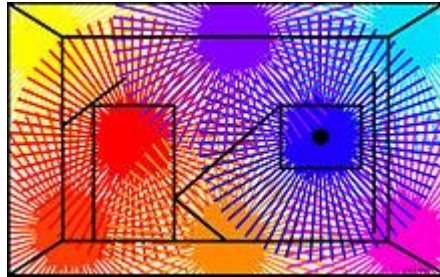


## کوانتوم و معرفت‌شناسی



### Quantum and Epistemology

#### چکیده:

معرفت‌شناسی یا شناخت‌شناسی حوزه‌ی اصلی دانش فلسفه است. در این بخش از فلسفه مطالب مهمی مانند منابع شناخت، محدوده‌ی شناخت، ساختار شناخت، شرایط لازم و کافی شناخت و غیره مدّ نظر هستند. عمده‌ی دست‌آوردهای بیش از دوهزار و پانصد ساله‌ی فیلسوفان در این عرصه را می‌توان **معرفت‌شناسی کلاسیک** نامید.

ملاحظه‌ی مبانی و دست‌آوردهای علم کوانتوم ما را بر آن می‌دارد که به بازنگری و تجدیدنظر در یافته‌های معرفت‌شناسی کلاسیک همت گماریم. به این علت که این علم پایه‌ای اساس نگاه معرفت‌شناسی کلاسیک را به شدت زیر سؤال برده است. ما می‌خواهیم معرفت‌شناسی متکی به علم کوانتوم را **معرفت‌شناسی کوانتوم** نامگذاری کنیم.

معرفت‌شناسی کوانتوم ما را با نتایجی آشنا می‌کند که در معرفت‌شناسی کلاسیک دور از تصور می‌نماید. ملاحظه‌ی تمایزات این دو ارائه‌ی **معرفت‌شناسی جامع‌تری** را ضروری می‌نماید. در این مقاله تلاش می‌کنم نکات ذکر شده را به زبان ساده توضیح داده و مستدل نمایم.

#### مقدمه:

پیش از ورود به اصل مطلب لازم است در این قسمت به نکاتی اشاره کنم که زمینه‌ساز درک آسان‌تر موضوعات مورد نظر می‌باشند.

روشن است که ما هر نوع پدیده‌ای را از راه حس‌های پنجگانه و دستگاه ادراک خود درمی‌یابیم. ارزیابی ما از پدیده‌ها زمانی به واقعیت نزدیک‌تر است که از ساختار، عملکرد، توان و محدودیت‌های ابزار شناخت تصویری درست داشته و آن‌ها را همواره در مشاهدات و ارزیابی‌های خود منظور بداریم (نگاه برایشی). در غیر این صورت امکان برداشت نادرست از پدیده‌ها، به‌ویژه از پدیده‌هایی نه‌چندان آشکار، کم نخواهد بود. برای مثال امانوئل کانت، فیلسوف بزرگ آلمانی،

زمان و مکان را مفهوم‌هائی آپریوری، پیشاتجربی، می‌انگاشت. چرا که وی، صرف‌نظر از سطح دانش زمان او، زیست‌شناسانه نمی‌اندیشید، یعنی پیوند بی‌واسطه‌ی شکل‌گیری دستگاه ادراک با طبیعت را از نظر دور داشت. کانت در اصل از سه مفهوم حسی، تحلیلی و عقلی برای بیان شیوه‌ی شناخت و توضیح محدودیت شناخت استفاده می‌کند و می‌کوشد با این سه مفهوم شرایط امکان شناخت را مشخص کند. به‌نظر نقد مفهوم حسی کانت به تنهائی برای نمایش بی‌پایه بودن نگاه آپریوری کانت کافی است. کانت در مفهوم حسی می‌گوید:

"زمان و مکان غیرعینی و ذهنی‌اند. یعنی، جزء ساختار ذهن هستند. به بیان دیگر، زمان و مکان نسبت به تصورات ذهنی ما آپریوری، پیشاتجربی (پیشینی)، هستند."<sup>۱</sup>

اما پنداشت آپریوری کانت ما را هم به لحاظ نظری و هم به لحاظ تجربی با تضادهای غیرقابل انکاری مواجه می‌کند. چرا که نتایج آزمایش‌ها و محاسبات ریاضی نشان می‌دهند که مفهوم‌های فضا و زمان نمی‌توانند جزء ساختار ذهن باشند. بلکه مفهوم‌هائی هستند از علوم طبیعی که به لحاظ تجربی قابل کنترل می‌باشند.<sup>۲</sup> سوای این مهم، باید اذعان نمود که اصولاً مقوله‌ی ذهن مقوله‌ی گنگ و ناروشن است.

در نگاه برایشی به‌حق نقش سوژه‌ی تشخیص‌دهنده، حاصل از تکامل، در ارزیابی‌ها در نظر گرفته می‌شود. در این‌باره پیش‌تر توضیحاتی را در مقاله‌ی "آئینه‌آسائی دستگاه ادراک ما"<sup>۳</sup> ارائه نموده‌ام.

**مثال:** حس سه بُعد فضا در پیوند بی‌واسطه‌ی شکل‌گیری حواس پنجگانه و دستگاه ادراک ما با طبیعت:

حس ابعاد فضا در طول تکامل، از جمله در دوران شکل‌گیری اندام‌های شنوایی و بینائی ما، تحت تاثیر محیط زیست به‌وجود آمده است. این مطلب را می‌توان از جمله از شکل ساختاری اندام شنوایی که همسو با شرایط محیط توسعه یافته است دریافت. نگاهی کوتاه به شکل گوش و پیچ‌وخم‌های آن زوایائی از شیوه‌ی کار این اندام حسی را آشکار می‌کند<sup>۴</sup>: تشخیص جهات مختلف فضا از طریق تشخیص صدا از راست و چپ؛ جلو و عقب؛ بالا و پایین. یعنی در شکل فضای سه‌بعدی که به راحتی برایمان قابل حس است. در مقابل، ما با حس زمان نه تنها مشکل داریم بلکه اصولاً برایمان ناممکن است. ولیکن چرا؟ به این خاطر که اندام خاصی برای حس آن در ما شکل نگرفته است. اما چرا شکل نگرفته است؟ احتمالاً به این دلیل که جهان، و با آن محیط زیست ما و خود ما به‌عنوان بخشی از آن، حالت ایستا ندارد. جهان در حالت دینامیکی به سر می‌برد، جهانی که در آن فضا و زمان در هم تنیده هستند و زمان در آن یک عامل داخلی محسوب می‌شود<sup>۵</sup>. زمان به‌نوعی با حس مکانی ما در هم آمیخته است ولی نه به‌عکس! درست به‌همین دلیل است که ما زمان را در زبان طبیعی عمدتاً با یاری‌جستن از حس مکانی بیان می‌کنیم. برای مثال می‌گوئیم: در طول صحبت؛ در رازای عمر؛ در عمق تاریخ؛ در عرض روز؛ پیش از این؛ پس از این؛ در اول، وسط

و آخر سخنرانی؛ در فاصله‌ی دو سخنرانی؛ در فاصله‌ی دو مهمانی و مثال‌های بی‌شمار دیگر. زمان را ما با ابزاری که "ساعت" نامیده می‌شوند می‌سنجیم. چنین سنجشی در اصل به معنای سنجش جابجائی مکان چیزی است، مانند جابجائی عقربه‌ی ساعت؛ تغییر سایه‌ی جسمی در ساعت خورشیدی؛ تغییر حجم شئی‌ای برای مثال شن در ساعت شنی یا نمک در ساعت نمکی؛ و یا معادل دانستن یک دور گردش کره‌ی زمین به دور خورشید با یک "سال" خورشیدی؛ یک دور گردش زمین به دور خود و معادل قرار دادن قرار دادی آن با "۲۴ ساعت"، "۱۴۴ دقیقه" و یا "۸۶۴۰۰ ثانیه" و مثال‌های دیگر.

پیش‌دانش شرط لازم برای شناخت است. ابزار شناخت بی‌واسطه‌ی انسان حواس پنج‌گانه و دستگاه ادراک اوست. شکل‌گیری این ابزار از سه‌ونیم میلیارد سال پیش با ابتدائی‌ترین کنش و واکنش‌های ساختارهای اولیه، پروتوبیونت‌ها، با محیط شروع و در درازای زمان به سطح کنونی ارتقاء یافته است. مشاهده، دریافت، تمیزدهی و درک توسط حواس و دستگاه ادراک زمانی امکان پذیر است که این دستگاه به درجه‌ای از توسعه‌ی لازم رسیده باشد. در چنین حالتی ساختار دستگاه ادراک خود نوعی اطلاعات است. در درجه‌ی اول در شکل ساختار مغز، به معنای پیش‌دانش یا ذهنیت ما و لازم برای کسب شناخت‌های بعدی؛ دستگاهی که بسیار پویا و انرژی‌بر است. پیش‌دانش شرط لازم برای شناخت‌های جدید است. توان درک با درجه‌ی سامان‌یافتگی دستگاه ادراک نسبت مستقیم دارد. هرچه این دستگاه سامان‌یافته‌تر و پیچیده‌تر، یعنی دارای اطلاعات (پیش‌دانش) بیش‌تر، باشد به‌همان میزان نیز توان عملکرد آن بالاتر است.

آگاهش، اطلاعات یا انفورماسیون در نظریه‌ای به نام نظریه‌ی انفورماسیون به بخشی از یک مجموعه دانش گفته می‌شود که از طریق سیگنال‌ها و کانال‌های اطلاعاتی از فرستنده به گیرنده منتقل می‌شود.<sup>۶</sup> این مقوله در علوم مختلف، مانند انفورماتیک، مخابرات، اقتصاد، جامعه‌شناسی، فلسفه، فیزیک و غیره دارای معنای متفاوت است. در سال‌های اخیر سعی می‌شود یک تعریف عام که مورد قبول عموم باشد ارائه گردد. این تلاش عمدتاً در دانش فلسفه، مشخصاً در فلسفه‌ی شناخت، در جریان است.

ما اطلاعات را از طریق سیستم اعصاب دریافت می‌کنیم. انفورماسیون زمانی برای ما قابل دریافت است که ساختاری مادّی داشته باشد، یعنی از انرژی - ماده تشکیل شده باشد؛ ساختاری که در ابعاد بسیار کوچک از انبوهی از ذرات با بار الکتریکی مثبت و یا منفی، به اصطلاح از حالت‌های "آری" و "نه"، تشکیل شده است. در حوزه‌ی انفورماسیون دو کمّیت، یعنی *انبار اطلاعات* و *جریان اطلاعات*، مهم هستند. واحد این کمّیت‌ها بیت (Bit) و بایت (Byte) نام دارند. نکات ذکر شده عمدتاً تنها مربوط به بخشی از مقوله‌ی انفورماسیون است که *انفورماسیون کلاسیک* نامیده می‌شود. بخش دیگر، *انفورماسیون کوانتوم* نام دارد. انفورماسیون کوانتوم از آن سیستم‌های کوانتومی، اتم‌ها و ذرات مادون‌اتم‌ها، است. انفورماسیون کوانتوم قابل توضیح با قوانین نظریه انفورماسیون کلاسیک نیست. در این بخش از انفورماسیون قوانین فیزیکی

کوانتوم حاکم هستند. نظریه‌ی انفورماسیون کوانتوم امکانات به‌مراتب وسیع‌تری را در اختیار ما قرار می‌دهد. امکاناتی که از خصالت ذرات و درهم‌تنیدگی آن‌ها به‌دست می‌آیند. ساده‌ترین سیستم کوانتومی دارای دو حالت است. اندازه‌گیری بر روی چنین سیستمی می‌تواند به دو نتیجه‌ی متفاوت به نام کیوبیت (Qubit) بیانجامد. کیوبیت در نظریه‌ی انفورماسیون کوانتوم همان نقش را بازی می‌کند که بیت در نظریه‌ی کلاسیک داراست. با این تفاوت که بیت به اصطلاح یک‌بعدی، خطی، است. یعنی انتخاب تنها میان "آری" و "نه" امکان‌پذیر است در حالی که کیوبیت به دلیل آن که سه‌بعدی است امکانات به‌مراتب پیش‌تری را در اختیار ما قرار می‌دهد.

**شناخت:** مقوله‌ی شناخت نیز همچون مقوله‌ی آگاهی تعریف عام و واحدی که مورد قبول عموم باشد ندارد. ما می‌خواهیم مقوله‌ی شناخت را فرایندی منتهی شده به دست‌آوردی جدید، تماماً یا بخشاً، تعریف کنیم و آن را تفکیک شده از مقوله‌ی بازشناسی به‌دانیم. تفاوت این دو مقوله در آن است که اولی پروسه‌ای منتهی شده به نتیجه‌ی جدید را مدّ نظر دارد، یعنی خودمحور است، در حالی که دومی نظر به نتایجی پیش‌تر به‌دست آمده دارد. گفتیم که شناخت در نهایت توسط حواس پنج‌گانه و دستگاه ادراک ما میسر است. دقیقاً به‌همین علت مفهوم‌ها و بخش‌های مختلف علم فیزیک، علم طبیعت، نیز نام‌هائی متناسب با حواس ما دارند. مانند اپتیک (فیزیک حس بینائی)، آکوستیک (فیزیک حس شنوائی) و یا ترمودینامیک (فیزیک حس لامسه، گرما). اما با این همه:

**حذف منشاء حسی مفهوم‌ها** برای توسعه علوم به‌ویژه علم فیزیک و دانش فلسفه امریست الزامی. به این دلیل که علم فیزیک می‌خواهد در راستای آزاد کردن مفهوم‌ها از قیدوبندهای حواس انسان و محدودیت‌های آن توسعه و به مفهوم‌های کاربردی به وسعت جهان دست‌یابد. چرا که حواس پنج‌گانه‌ی ما قادر نیستند برای مثال میدان مغناطیسی محیط را حس کنند. ما تنها زمانی از آن و پدیده‌های مشابه مطلع می‌شویم که از ابزار مناسب، "**حواس مصنوعی**"، استفاده کنیم و از این طریق به مفهوم‌های جدید و در نهایت قوانین ناشناخته شده و جهان‌شمول دست‌یابیم.

**شناخت بی‌واسطه‌ی** پدیده‌های ریز و درشت و بی‌شمار جهان توسط حواس پنج‌گانه‌ی ما بسیار محدود است. برای مثال حس شنوائی و یا حس بینائی ما تنها قادر به شنیدن و دیدن تا فاصله‌ی معینی هستند؛ ناتوان از شنیدن صوت‌های پائین‌تر و بالاتر از محدودی شنوائی و محروم از توان تشخیص و تفکیک ساختارهای میکروسکوپی و اجسام دور. به بیان دیگر، حواس شنوائی و بینائی ما برای ملاحظه‌ی عمده‌ی پدیده‌ها کاملاً کر و کور هستند. برای مثال، ما تنها حدود دو درصد از طیف وسیع نور خورشید را ملاحظه می‌کنیم و قادر به حس اشعه‌ی رادیوآکتیو نیستیم. دایره‌ی عملکرد سه حس دیگر ما از دو حس ذکر شده نیز کوچکتر است.

**شناخت باواسطه:** به علت محدودیت در شناخت بی‌واسطه ما ناچاریم برای کسب اطلاعات بیش‌تر از ابزارهای مناسب استفاده نماییم. کار با چنین ابزارهائی در

بخش معرفت‌شناسی کلاسیک راحت به‌نظر می‌آید و نتایج به‌دست آمده عمدتاً بی‌عیب و نقص می‌نمایند. در مقابل در معرفت‌شناسی کوانتوم نه تنها کار با ابزار سنجش بسیار گسترده و دشوار است بلکه می‌باید نتایج حاصله را همه‌جانبه مورد تعبیر و تفسیر علمی و فلسفی قرار داد. چرا که این نتایج بسیار عجیب و باورکردنی نیستند. بی‌تردید در وحله‌ی اول به این خاطر که دستگاه ادراک ما در دنیای کوانتوم شکل نگرفته است. به بیان دیگر، دستگاه ادراک ما حاصل محیط زیست کلاسیک ماست که زیربنای آن را دنیای کوانتوم تشکیل می‌دهد. دقیقاً به‌همین دلیل باید برای مستدل نمودن دست‌آوردهای معرفت‌شناسی کلاسیک به زیربنای آن‌ها پرداخت. یعنی، به آنچه علت بروز آن‌ها شده و یا می‌شود. انجام این امر مهم به‌عده‌ی علم کوانتوم است. به‌همین خاطر ما در بالا از علم کوانتوم به‌عنوان علم پایه‌ای نام بردیم. مفهوم‌های اساسی علم کوانتوم و رابطه‌ی این علم با دنیای کلاسیک و فلسفه را پیش‌تر در مقاله‌ی "کوانتوم و فلسفه"<sup>۷</sup> توضیح داده‌ام. در زیر به تشریح رابطه‌ی نظریه کوانتوم با معرفت‌شناسی می‌پردازم.

### **نظریه کوانتوم و معرفت‌شناسی:**

**نظریه کوانتوم** به لحاظ تجربی یکی از معتبرترین نظریه‌های علم فیزیک است. صحت این نظریه از زمان پایه‌گذاری آن در دهه دوم قرن بیستم تا کنون در آزمایش‌های گوناگون بی‌شمار همواره تایید شده است. در عین حال همه‌ی آزمایش‌ها نشان داده‌اند که نمی‌توان قوانین فیزیک کلاسیک را به‌عرصه‌ی فیزیک کوانتوم توسعه داد. قوانین نظریه کوانتوم از نوع قوانین احتمالاتی، آماری، هستند. در تعبیر نظریه کوانتوم، از همان زمان پایه‌گذاری آن تا کنون، وحدت نظر وجود نداشته و ندارد. سوای این مطلب، پرسش‌های آنتولوژی<sup>۷</sup> نظریه کوانتوم نیز، چه به لحاظ آزمایشی و چه به لحاظ نظری، تا کنون بی‌پاسخ مانده‌اند.

**نظریه کلاسیک (فیزیک)** نیز همچون نظریه کوانتوم یکی از معتبرترین نظریه‌های علم فیزیک به‌شمار می‌رود. قوانین این نظریه به‌عکس نظریه کوانتوم نه احتمالاتی بلکه از نوع قوانین جبری، دترمینیستی، می‌باشند. به این معنا که چنانچه حالت یک سیستم بسته‌ای برای یک زمان معینی مشخص باشد می‌توان تمامی حالت‌های آن را برای هر زمان دلخواه دیگری محاسبه و پیش‌گویی کرد، مطلبی که در نظریه کوانتوم صدق نمی‌کند. با این حال این نظریه کوانتوم است که درست عمل می‌کند، به این معنا که در این‌جا حالت سیستم‌ها احتمالاتی بررسی و نتیجه به روش آماری محاسبه می‌شود.

**پی‌آمد** وضعیت ذکر شده برای فلسفه، خاصه برای معرفت‌شناسی چیست؟ آیا لازم است در این‌جا نیز، همچون در علم فیزیک، میان معرفت‌شناسی کلاسیک و معرفت‌شناسی کوانتوم تفکیک قائل شویم؟ در صورت پاسخ مثبت به این پرسش چه استدلال تجربی و نظری برای تفکیک داریم؟

**شناخت ناکافی** از حالت سیستم‌ها به دلایل گوناگون از جمله محدودیت توان ابزار سنجش و فرد سنجشگر در اندازه‌گیری دقیق به‌طور عام و حضور اصل عدم

قطعیت در دنیای کوانتوم به‌طور خاص. به‌خاطر همین محدودیت‌هاست که هیچ راهی برای بررسی حالت سیستم‌ها جز به‌رجوئی از روش احتمالاتی و ارائه آماری نتایج وجود ندارد. این مهم در واقع بی‌کم و کاست در دنیای کلاسیک نیز صادق است. هرچند که در اینجا به‌ظاهر چنان می‌نماید که می‌توان کمیت‌ها را به‌طور دقیق اندازه‌گیری و محاسبه نمود. در واقع فیزیک کلاسیک، منهای فیزیک استاتیستیکی، به‌خاطر عرصه‌ی کاربردیش بی‌نیاز از روش احتمالاتی و ارائه نتایج به‌شکل آماری است بی‌آن‌که با تضاد قابل ملاحظه‌ای مواجه شود. این وضعیت سبب باور ما به امکان سنجش دقیق، بعضاً با ارائه‌ی درصد اشتباه در اندازه‌گیری، گردیده است. اما آیا چنین شیوه‌ای در دنیای میکروسکوپی، دنیای کوانتوم، نیز صحت دارد؟ پاسخ علم، فیزیک کوانتوم، به این پرسش منفی است. در این‌باره توضیحاتی را در مقاله‌ی "کوانتوم و فلسفه"<sup>۷</sup> ارائه کرده‌ام. از جمله در آن‌جا آمده است:

"اصولاً اندازه‌گیری دقیق بی‌حد و مرز دلخواه از ابژکت‌ها امکان ندارد. به‌بیان دیگر، در ابعاد بسیار کوچک (در سطح کوانتومی) کمیت‌ها **گسسته** می‌نمایند و نه **پیوسته**، آن‌گونه که در فیزیک کلاسیک تصور می‌شود. در واقع واضح و قابل تجسم بودن پروسه‌های ماکروسکوپی ناشی از باور به امکان اندازه‌گیری دقیق دلخواه از ابژکت‌ها و پروسه‌هاست؛ به معنای پیوسته بودن آن‌ها در فضا و زمان پیوسته."<sup>۷</sup>

**معرفت‌شناسی** از بیش از دوهزار و پانصد سال پیش تا اوایل قرن بیستم، یعنی تا ظهور علم کوانتوم، اندازه‌گیری دقیق کمیت‌ها را امکان‌پذیر می‌پنداشت و بر این مبنا اظهار نظر و استدلال می‌نمود، با باور به "اصلی" به نام **علت و معلول**؛ به معنای نگاه **جبری**، دترمینیستی، به امور. در این‌باره توضیحاتی را در مقاله‌ی "معلول و علت"<sup>۸</sup> ارائه داده‌ام. در اینجا تنها اشاره به این نکته می‌کنم که تا بروز علم کوانتوم تمامی قوانین فعل و انفعالاتی در جهان بر اساس تصور اندازه‌گیری دقیق و ایده‌ی "اصل" علت و معلول، جبری، ارائه می‌شدند. در صورت صحت گذاشتن به این شیوه‌ی نگاه پرسش ذکرشده در فوق را به‌شکل زیر مطرح می‌کنم:

آیا می‌توان قوانین جبری، دترمینیستی دنیای میکروسکوپی، متکی بر انگاشت امکان اندازه‌گیری دقیق از کمیت‌ها و "اصل" علت و معلول، را به دنیای میکروسکوپی، دنیای کوانتوم، توسعه داد با علم به این‌که دنیای میکروسکوپی از عناصر میکروسکوپی، یعنی از اتم‌ها و ذرات مادون اتم‌ها تابع قوانین **احتمالاتی**، تشکیل شده است؟ بی‌شک پاسخ منفی است. در نتیجه نیاز است به:

**تفکیک معرفت‌شناسی**: نگارنده معتقد به لزوم تفکیک معرفت‌شناسی به معرفت‌شناسی کلاسیک و کوانتوم است و معرفت‌شناسی کلاسیک را به‌عنوان مرز تقریبی معرفت‌شناسی کوانتوم می‌داند. پژوهش و پاسخ به پرسش‌ها در این زمینه را فیزیکدانان علاقمند به مسائل فرارشته‌ای خود و فیلسوفان فیزیکدان پی‌گیری می‌کنند.<sup>۹</sup>

**معرفت‌شناسی کوانتوم** محدودیت‌های حواس پنجگانه و دستگاه ادراک ما را در

تمیزدهی، سنجش و تجسم پدیده‌های بی‌شمار به‌شکل بارزی آشکار می‌کند. پدیده‌هایی که آگاهی از آن‌ها برای بقاء و حفظ بقاء آدمی در محیط زیست طبیعی و سالم ضروری نمی‌باشد. باید اذعان کنیم که محدودیت‌های حواس ما بنیادی‌اند. به این علت که ساختار فیزیولوژیکی آن‌ها حاصل تکاملی در محیط زیست خاص که به دنیای کلاسیک تعلق دارد می‌باشد. به‌همین دلیل دستگاه ادراک ما عاجز از به‌تصویر کشیدن و زبان ما از بیان پدیده‌هایی می‌باشد که از آن دنیای کوانتومی محسوب می‌شوند. از این‌رو من نیز قادر نیستم آن‌ها را آن‌گونه که هستند به‌تصویر در آورده و یا بیان کنم. تنها کاری که می‌توانم انجام دهم همانی است که فیزیکدان‌ها در چنین وضعیتی انجام می‌دهند، یعنی سعی کنم جوانبی از یک پدیده کوانتومی را روشن نمایم. به این امید که از ترکیب این جوانب چیزی شبیه به آنچه هست به‌دست آید.

**ویژگی‌های دنیای کوانتوم** در مقایسه با آنچه از دنیای کلاسیک می‌شناسیم در چند مورد و به اختصار:

— ذرات کوانتومی همواره با پادذرات (به اصطلاح ضدماده) پا به‌عرصه‌ی وجود می‌گذارند و نیز باهم "محو" ("نابود") می‌شوند، یعنی از انرژی به‌وجود می‌آیند و به انرژی تبدیل می‌شوند. یک چنین وضعیتی در دنیای کلاسیک ناشناخته و ناممکن می‌نماید.<sup>۱۰</sup>

— در دنیای کوانتوم چیزی به نام ذره معنا ندارد. باور به‌وجود ذره ناشی از نگاه کلاسیکی به پدیده‌هاست.

— در دنیای کوانتوم مقوله‌ای به نام سکون مطرح نیست. این مقوله نیز ناشی از نگاه کلاسیکی است.

— در دنیای کوانتوم هیچ کمّیتی بدون یک نوسان مینیّم قابل تصور نیست. اما در دنیای کلاسیک چنین نمی‌نماید.

— در دنیای کوانتوم هم‌زمان حالت دوگانه‌ی موجی و ذره‌ای حاکم است، ولیکن دستگاه ادراک ما با تجسم هم‌زمان این دو حالت مشکل دارد. و زبان ما نیز عاجز از بیان یک چنان حالت دوگانه، تنها بایک مفهوم که دربرگیرنده‌ی هر دو ویژگی‌ها باشد، است. در بالا به علت این امر اشاره نمودم. ما در دنیای کلاسیک با چنان حالت‌هایی مواجه نیستیم.

— فاصله‌ها میان اجزاء تشکیل دهنده‌ی یک سیستم کوانتومی در هم‌تنیده تأثیری بر حالت در هم‌تنیدگی آن سیستم ندارند (entanglement, Verschränkung). در دنیای کلاسیک اما با ازدیاد فاصله‌ها میان اجزاء یک سیستم شاهد فروپاشی آن می‌شویم.<sup>۱۱</sup>

— در دنیای کوانتوم **اصل عدم قطعیت** حاکم است، به این معنا که ما نمی‌توانیم برای مثال مکان و تکانه‌ی یک کمّیت کوانتومی را هم‌زمان به‌طور دقیق تعیین کنیم. لازم است این اصل را همواره در بحث‌های علمی و فلسفی در نظر داشته باشیم. اما در دنیای کلاسیک گمان می‌کنیم که قادریم کمّیت‌ها را به‌طور دقیق

به‌سنجیم.

— دنیای کوانتومی دنیای کمّیت‌های گسسته است. به بیان دیگر، یک کمّیت کوانتومی همواره دارای یک حداقل اندازه‌ای می‌باشد. لذا ما مجاز نیستیم کمّیت‌های کوانتومی را قابل تقسیم به اندازه‌های دلخواه تصور کنیم. در حالی که در دنیای کلاسیک به‌نظر می‌آید که می‌توان کمّیت‌ها را به‌هر اندازه‌ای که مایلیم تقسیم و اندازه‌گیری دقیقی نمائیم. یعنی، در این‌جا به‌عکس تصور علم کوانتوم کمّیت‌ها پیوسته انگاشته می‌شوند. یک چنین پنداشت نادرستی به ما القاء می‌کند که گویا می‌توان به شناخت کامل از پدیده‌ها دست‌یافت. اما اصل عدم قطعیت کوانتوم این تصور را باطل می‌داند.

ویژگی‌های ذکر شده از دنیای کوانتوم و مقایسه‌ی آن‌ها با برداشت‌های ما از دنیای کلاسیک تنها زوایای ناچیزی از دست‌آوردهای فراوان یک قرن گذشته در این عرصه است. بررسی جامع مطالب مربوطه ما را متقاعد می‌کند که در بحث معرفت‌شناسی نمی‌توان یافته‌های علم کوانتوم را نادیده گرفت. بی‌شک این وضعیت بار سنگینی را بر دوش پژوهش‌گران حوزه‌ی معرفت‌شناسی می‌گذارد. چرا که لازمه‌ی موفقیت در این عرصه شناخت عمیق از دنیای کوانتوم و تطبیق یافته‌های معرفت‌شناسی کلاسیک با این علم است. برای مثال آن‌چه در دنیای کلاسیک جبری، دترمینیستی، می‌نماید نتیجه‌ی باور نادرست ما به امکان کسب شناخت بی‌کم و کاست از پدیده‌هاست. در حالی‌که قوانین دنیای کلاسیک تقریبی بوده و حالت مرزی قوانین احتمالاتی دنیای کوانتوم را تشکیل می‌دهند. قوانینی که ناشی هستند از:

۱. درهم‌تنیدگی جهان که امکان مشاهده‌ی کامل و دقیق پدیده‌ها را ناممکن می‌نماید،

۲. مشروط و محدود بودن عملکرد دستگاه ادراک ما در تمیزدهی و سنجش دقیق پدیده‌ها و

۳. محدودیت توان ابزار سنجش و فرد سنجشگر در اندازه‌گیری دقیق و حضور اصل عدم قطعیت در دنیای کوانتوم.

در پایان مایلیم بر این نکته تاکید کنم که:

مرز دنیای کوانتوم و دنیای کلاسیک مرز شناخت بی‌واسطه‌ی حواس ماست. بی‌تردید ما در بحث معرفت‌شناسی به خطا خواهیم رفت چنان‌چه تمایزات میان این دو عرصه را از نظر دور بداریم و محدودیت شناخت بی‌واسطه‌ی حواس، دستگاه ادراک، ابزار سنجش و اصل عدم قطعیت را در ارزیابی یافته‌هایمان منظور نداریم. به این معنا که آگاه باشیم از چه دریچه‌ای و با چه ابزاری به جهان می‌نگریم. و در نهایت احتمالاتی بودن قوانین و آماری بودن نتایج کسب شده را در معرفت‌شناسی خود منعکس نمائیم.

شناخت از تمایزات میان دنیای کوانتوم و کلاسیک تفکیک معرفت‌شناسی به معرفت‌شناسی کوانتوم و معرفت‌شناسی کلاسیک را بدیهی و نیاز به ارائه



