فلسفه ي مكانيك كوانتومي

**فيزيك**

فيزيك علمي است كه روابط رياضي يك پديده را كه خاصيت تكرار داشته باشد بصورت يك قانون بيان مي كند هر چند ممكن است تعاريف متفاوتي از فيزيك ارائه داد ولي مهم آن است كه علم فيزيك در مورد روابط بين اشياء مادي بحث مي كند.

**فلسفه ي فيزيك از ديدگاه فيلسوفان**

دكارت مي گفت :محقق است كه خدا قبلا همه چيز را مقدر كرده است و قدرت اراده فقط ناشي از اينست كه ما به قسمي عمل مي كنيم كه از نيروي خارجي كه به سبب آن مجبور به عمل خاصي هستيم آگاه نمي باشيم. دنياي جديدي كه گاليله و نيوتن.. ساخته بودند حتي عامه مردم را درگير خود كرده بود هرچند مردم بصورت فطري از آن سر باز مي زدند و آن را قبول نداشتند آنها اراده مي كردند و به مقصود مي رسيدند در واقع فيزيك كلاسيك از طرز تفكر موجبيت (دترمي سيسم ) دفاع مي كرد و پايه استدلالات آن بر پايه منطق رياضي بود و ظاهرا چاره اي جز قبول موجبيت در طبيعت نبود امانوئل كانت براي رفع اين مشكل در مورد آزادي اراده مي گويد اگر عالم فقط همين است (كه مي بينيم) در اين صورت بديهي است كه اراده نميتواند آزاد باشد يعني كه چيزي را كه مي بينيم شايد چيزي نباشد كه در واقع هست همان مثال مشهور غار افلاطون كه كساني كه در زنجير شده اند سايه ها را واقعيت مي شمارند و نمي دانستند كه سايه ها فقط سايه اي از واقعيت هستند! كانت بدين صورت عقيده خود را بيان مي كند كه پديده ها فقط نشانه ها و نمايشهايي از حقيقت مطلق هستند نه خود حقيقت و استدلال مي كند كه منشاء اصلي آنها بايد در جايي غير از اين عالم پديده ها باشد بطوري كه هر چند يك پديده با پديده ديگر رابطه علت و معلول داشته باشد ضرورتي براي قبول عليت بين توليد كنندگان آن پديده نباشداگر، توجه خود را به پديده ها معطوف كنيم ظاهرا قوانين ماشيني و جبر درست هستند و اگر بتوانيم با حقيقتي كه اساس و اصل پديده ها ست تماس حاصل كنيم شايد ببينيم كه چنين قانوني وجود ندارد كانت در ادامه مي گويد هدفش اثبات آزادي اراده نبود بلكه فقط مي خواست اين مسئله را حل كند كه حداقل طبيعت و آزادي متضاد هم نيستند البته آنان سعي مي كردند آزادي اراده را به اثبات برسانند هر چند بطور كامل موفق نشدند مكانيك نيوتني توسط فرمولهاي رياضي پايه ريزي شده بود و ظاهرا شكست ناپذير بنظر ميرسيد اما پس از مدتي مشخص شد آنگونه كه در ابتدا فكر مي كردند نمي توانند تمام پديده ها را توجيه كنند از جمله خواص نور كه خاصيت دوگانه اي از خود نشان مي داد هم عصر نيوتن، هويگنس از لحاظ هندسي ثابت كرد كه نور داراي خاصيت موجي است هر چند بعضي از پديده ها با در نظر گرفتن خاصيت ذره اي نور قابل توجيه بوده با اين حال در پديده ها يي مانند تداخل و پراش نظريه ذره اي دچار مشكل مي شد و در عوض نظريه موجي به طور كامل آنها را توجيه مي كرد.

**مكانيك كوانتومي**

هر نظريه ي جديدي كه پا به عرصه ي وجود مي گذارد،بي شك پيامدها ي خاص خود را به همراه دارد،گويي افقي جديد را در برابر ديدگان مي گشايد و به تبع آن طرفداران يا رهرواني به سمت آن نظريه جلب مي شوند. درست همانگونه كه در زمان ورود نسبيت،افق ديد بشر نسبت به دنياي پيرامون دچار تغييراتي ژرف گرديد. زماني كه مكانيك كوانتومي پا به عرصه ي وجود نهاد،به طور عميقي ديدگاه را نسبت به جهان پيرامون دگرگون نمود.در ديدگاه كوانتومي مقياس نگرش با مقياس نسبيتي متفاوت و بسيار كوچكتر از آن بود،مقياسي در حدود اتم و زير اتم.

مكانيك كوانتومي به خوبي ما را در درك هرچه بهتر از ساختار وخواص اتمها ، مولكولها ، جامدات و رفتار ذرات زير اتمي ياري داده است و پيامدهاي بسيار ارزشمندي همچون: ترانزيستور-ليزر-تلويزيون-كامپيوتر – ميكروسكوپ الكتروني – انرژي هسته‌اي و… را در پي داشته است،كه همه و همه نتايج مكانيك كوانتومي است فيزيكي كه بر پايه عدم قطعيت، احتمال ، ميانگين و آمار بناشده است.

مكانيك كوانتومي مهم ترين دستاورد علم بشري در توصيف طبيعت است. اين نظريه كه در سالهاي 27-1925 توسط «ورنر هايزنبرگ»، «اروين شرودينگر»، «پل ديراك»، «ماكس پلانك» و چند تن ديگر پايه گذاري شد، اساس تمام ادراك امروزي ما از عالم است. به بيان دقيق تر، مكانيك كوانتومي مجموعه اي از قوانين، روابط رياضي و مفاهيم فلسفي است كه توصيف كننده رفتار ذرات بنيادين تشكيل دهنده عالم است. البته با تعميم همين قوانين و روابط، مي توان رفتار تمام سيستم هاي فيزيكي اي كه پيش از آن بررسي شده بودند را نيز بررسي و تعيين كرد.

نتايج بنيادي نظريه هاي علمي به سرعت در ديگر حوزه هاي انديشه تأثير مي گذارد. به عنوان مثال اين ادعا زبانزد خاص و عام شده است كه مكانيك كوانتومي قانون عليت را نقض مي كند و بنابراين مي توان هر جا كه لازم شد عليت را به گوشه اي وانهيم. اين كه نظريه هاي علمي خود مشروط هستند و به هزارويك پيش فرض گفته و ناگفته وابسته هستند به كنار، آنچه اهميت دارد بدفهمي و خلط موضوعاتي است كه عميقاً توسط فلاسفه مورد بررسي قرار مي گيرند.

موجبيت و عليت  نمونه هايي از اين مفاهيم هستند كه در قرن بيستم با ظهور مكانيك كوانتومي دستخوش مردم قرار گرفتند و در ساير حوزه ها از تغيير آنها و تأثيري كه فيزيك جديد بر آنها داشته است سوءبرداشت شده است، سوء برداشت هايي از فيزيك و شيمي گرفته تا ادبيات و هنر. به عنوان مثال جبر و اختيار مسأله اي است كه انديشه بشري را از دوران باستان مورد چالش قرار داده است:اگر قوانين فيزيك تغيير ناپذير و محتوم هستند، پس همانقدر كه يك ساعت رفتارش جبري است انسان نيز كه يك ماشين فيزيكي پيچيده است بايد رفتارش جبري باشد(البته با اين پيش فرض كه رفتارهاي بشري صرفاً ناشي از قوانين فيزيكي است). واين با اختيار و اراده آزاد در تقابل است. اما به نظر مي رسد كه يك راه حل براي ورود اختيار اين باشد كه قوانين فيزيك جبري نباشند و اين چيزي بود كه حداقل به نظر مي رسيد توسط مكانيك كوانتومي حاصل شده است.

**كامپتون مي گويد:**

«ديگر قابل توجيه نيست كه قانون فيزيكي را به عنوان شاهدي عليه آزادي انسان به كار بريم. »

اما واقعيت اين است كه اين دو مفهوم كاملاً مستقل از هم هستند و بنابراين حتي اگر افراطي ترين تعبير از مكانيك كوانتومي به طرد موجبيت بينجامد، عليت را باقي خواهد گذاشت.

از جمله كساني كه در دنياي كلاسيك به موجبيت مي پردازد پير لاپلاس، رياضيدان، فيزيكدان و فيلسوف فرانسوي است.

وي اصل عليت عمومي را اين چنين بيان مي كند:«ميان رخدادهاي اكنون و رخدادهاي گذشته اتصال ژرفي وجود دارد، اتصالي كه بر اين اصل استوار است: چيزي نمي تواند بدون علتي كه مقدم بر آن باشد وجود داشته باشد»

لاپلاس اين تعريف از عليت را وامدار نظرات لايب نيتس بود كه مي گفت همانقدر كه ۹=۳\*۳ حتمي است، وقوع رخداد ها نيز قطعي خواهد بود.

لاپلاس با توجه به اين بيان از عليت، موجبيت را چنين مي داند :«ما بايد حالت كنوني جهان را معلول حالت قبلي و علت حالت بعدي آن بدانيم. متفكري كه تمامي نيروهاي مؤثر در طبيعت را در يك لحظه معين مي داند، و همچنين مكان لحظه اي تمامي اشياي جهان را مي داند قادر خواهد بود در يك فرمول، حركت بزرگترين اجسام تا كوچكترين اتم هاي اين جهان را درك كند، مشروط بر اين كه تفكر وي به اندازه كافي قادر باشد تا تمامي داده ها را تحليل كند؛ براي وي هيچ چيزي غير قطعي نخواهد بود و آينده مثل گذشته پيش چشمانش خواهد بود. »

مشاهده مي كنيم كه لاپلاس نه تنها به وجود روابط علي دقيق در جهان اشاره مي كند، بلكه بر پيش بيني پذيري حالت هاي بعدي نيز صحه مي گذارد. مشروط بر اين كه آن كسي كه به پيش بيني مي پردازد از تمامي وضعيت ها در يك لحظه خاص و نيز تمامي قوانين حاكم بر عالم آگاهي داشته باشد. علاوه بر اين بايد از قواي محاسبه كنندگي نامحدودي بر خوردار باشد. چراكه حل معادلات فيزيك از پيچيدگي فراواني برخوردار است و اغلب اوقات محاسباتي كه توسط هوش انساني انجام مي شود تقريبي و ناقص است. به اين بيان لاپلاس از موجبيت، موجبيت علي گفته مي شود، علاوه براين كه حاوي موجبيت پيش بيني گرايانه نيز هست.

اما آنچه فيزيكدانان را وا مي داشت تا موجبيت را با عليت يكسان بدانند، شكل روابطي بود كه براي معادلات فيزيكي مي نوشتند. همانطور كه مي دانيم روابط موجود در فيزيك كلاسيك ، روابطي قطعي و معين هستند.

معادلات فيزيكي علاوه بر اين كه حكايت گر رابطه اي موجبيتي هستند، علت و معلول را نيز مشخص مي كنند. به همين دليل الگوي عليت در فيزيك كلاسيك به «الگوي تابعي» عليت معروف شده است، الگويي كه در مكانيك كوانتومي به «الگوي شرطي عليت» تغيير پيدا مي كند.

 چرا مكانيك كوانتومي به طرد موجبيت مي انجامد؟ همانطور كه از نقل و قول لاپلاس فهميده مي شود اگر كسي مكان و سرعت ذره را در يك لحظه بداند مي تواند با توجه به نيروهاي حاكم بر ذره مكان و سرعت ذره را در تمامي لحظات بعدي بداند. مشكل در اين نكته قرار دارد كه براساس مكانيك كوانتومي نمي توان مكان و سرعت يك ذره را توأمان با هم دانست و اين عدم شناخت ناشي از كمبود اطلاعات ما نيست بلكه خود ذره اساساً در يك لحظه نمي تواند هم مكان قطعي داشته باشد و هم داراي سرعت مشخصي باشد. بنابراين مي توان نتيجه گرفت كه موجبيت لاپلاسي در مورد جهان كوانتومي اعتبار ندارد. اين استدلالي كه آورده شد منسوب به هايزنبرگ است، كسي كه اصل عدم قطعيت اش حكايت گر اين واقعيت است كه يك ذره نمي تواند در يك لحظه بعضي از كميت ها را به صورت قطعي داشته باشد از جمله سرعت و مكان. استدلال مذكور مبتني بر يك مغالطه است و نمي تواند معتبر باشد. چرا كه از نفي مقدم يك گزاره شرطي(عدم وجود مكان و سرعت در يك لحظه) نفي تالي (عدم شناخت مكان و سرعت در لحظات بعدي) را نتيجه گرفته است. دليل قوي تر براي نفي موجبيت در مكانيك كوانتومي وجود احتمالات در روابط كوانتومي است. در نظريه كوانتوم ديگر نمي توان گفت كه مقدار انرژي در لحظه بعدي فلان مقدار قطعي است. بلكه صرفاً مي توان گفت كه با فلان احتمال انرژي فلان مقدار است. از طرف پديد آورندگان نظريه اين احتمال ناشي از جهل ما نيست و علي الاصول ناموجبيت در جهان حكمفرماست. هرچند اين نظر ميان فيزيكدانان و فلاسفه مورد چالش قرار گرفته است. اما نكته اصلي اينجاست كه با طرد موجبيت هنوز مي توان به عليت معتقد بود.

تفكرات فلسفي به هنگام ظهور مكانيك كوانتومي

تفكر فلسفي فيزيكدانان در زمان پيدايش مكانيك كوانتومي دچار تغيير و يا شايد به بيان بهتر تزلزل عميقي گرديد.براي آندسته ازفيزيكداناني كه صدها سال با جبر نيوتني يا اصل عليت خوگرفته بودند و وقوع هر معلولي را به يك علت خاص ربط مي‌دانند بسيار دردناك بود كه دست از اين تفكر بردارند چرا كه اين تفكر بخوبي با وقايع دنيايي قابل مشاهده سازگاري مي نمود.گردش زمين تنها معلول نيروي گرانشي است كه خورشيد برآن وارد مي‌كند، انحراف نور ستارگان دور دست از يك مسير مستقيم، تنها معلول انحناي فضا – زمان است و دامنه اين تفكر جبري به جائي رسيد كه لاپلاس رياضيدان فرانسوي بيان نمود كه حالت جهان معلول گذشته آن و علت آ‌ينده آن است. اين تفكر به ما مي‌گويد كه با آگاهي از موقعيت كنوني هر چيزي مي توان آينده ي آن چيز را به طور بسيار دقيقي پيش بيني نمود. بنابراين همه چيز از جبر نيوتني يا اصل موجبيت يا عليت پيروي مي كرد ولي با پيدايش فيزيك كوانتومي و اصل عدم قطعيت همه چيز تغيير نمود و ترديد و احتمال بر دنياي زير سايه انداخت .غير قابل پيش بيني بودن برخي از وقايع – تاثير روش هاي اندازه‌گيري بر روي سيستمهاي مورد آزمايش- ناتواني مطلق دراندازه گيري همزمان متغيرها‌ي مكمل(چون تكانه و مكان ذرات يا خاصيت موجي و ذره‌اي فوتون) از جمله پيامدهاي مكانيك كوانتومي بود. اين فيزيك جديد به ما مي‌‌گويد نمي‌توان با قطعيت مسير يك ذره‌اي را بادانستن تمامي حالات كنونيش پيش‌بيني كرد، ما هرگز نمي‌توانيم بفهميم در پديده تداخل الكترون مورد نظر ما از كدام يك از دو شكاف دستگاه عبور كرده است.مكانيك كوانتومي همانند فيزيك كلاسيك و نسبيت اين اجازه را به ما نمي‌دهد كه با دانستن حالت كنوني يك سيستم با قطعيت از آينده آن صحبت كنيم.همه جا صحبت ازميانگين‌ها و احتمال در ميان است و همين موضوع بود كه اينشتين را وادار به بيان اين جمله كرد : خدا هرگز تاس نمي‌اندازد.

اين تفكر كه نمي‌توان با قطعيت از رفتار آينده يك سيستم صحبت كرد و اين اندازه‌گيري‌ها است كه به پديده‌ها رنگ واقعيت مي‌بخشد به تفكر كپنها گي معروف است كه بوهر سردمدار آن بود.اين تعبير از جهان اطراف ما به ما مي‌گويد كه تصور مكان و تكانه مشخص براي يك ذره همانند الكترون تا موقعيكه اندازه‌گيري نشده‌اند بي معناست در اين اندازه گيري شي و دستگاه اندازه گيري توامان نتايج حاصل از اندازه‌‌گيري را مشخص مي‌كنند. ولي آيا مي‌توان پذيرفت كه فرآيند اندازه‌گيري مي‌تواند روي جهان تاثير بگذارد؟ آيا يك الكترون داراي بارالكتريكي است يا اينكه اين دستگاه اندازه‌گيري است كه براي الكترون باري مشخص در نظر مي‌گيرد. كوانتوم فرآيند اندازه گيري را مختل كننده و تاثيرگذار فرض مي‌كند تا جائيكه بوهر باني تفكر كپنهاگي بيان مي‌دارد كه خواصي مانند ماهيت موجي يا ذره‌اي يك فوتون يا الكترون يا بار الكتريكي ، تكانه ، محل و سرعت يك ذره، تا هنگامي كه اندازه‌گيري نشده‌اند وجود ندارد يا غير واقعي هستند به عبارت كلي تر يك سيستم كوانتومي فاقد خواص است .اينشتين به واقعيت عيني معتقد بود، اينكه جهان فيزيكي مستقل از هر نوع فرآيند اندازه‌گيري است، و به اين موضوع ايمان راسخ داشت. مكانيك كوانتومي نه تنها قادر به توصيف رفتار ذرات زير اتمي است بلكه با تعميم آن مي‌‌توان رفتار اجرام ماكروسكوپي همانند يك توپ تنيس يا يك جسم قابل مشاهده ديگر را تعيين نمود و همين عامل موجب شده است تا فيزيكي كوانتومي را يك نظريه بنيادي كه رفتار جهان را توصيف مي كند در نظر بگيريم همانند فيزيك كلاسيك و نسبيت.

مكانيك كوانتومي داراي پيامدهايي فلسفي بود كه بوهر يكي از سردمداران بيانات فلسفي در دفاع از اين نگاه جديد به جهان پيرامون بود. بوهر در پاسخ به نواقصي كه اينشتين و حاميان او مطرح مي‌نمودند با قاطعيت شروع به دفاع فلسفي از اين ايده جديد مي نمود. او پديده تكميل يا اصل مكمليت را كه مبتني بر اصل عدم قطعيت‌هايزنبرگ بود را براي تاثير اندازه گيري بر سيستم كوانتومي مطرح كرد. بر اساس اين اصل، اندازه گيري خاصيتي از يك سيستم است و درهنگام اندازه گيري يك خاصيت از يك سيستم اطلاعات ما در مورد ساير خاص آن سيستم از بين مي‌رود مثلا اگر بنا باشد خاصيت موجي نور را اندازه گيري كنيم اطلاعات ما در مورد خاصيت ذره اي آن به كلي از ميان مي رود. همچنين در تعبير كپنهاگي واقعيت تا هنگاميكه اندازه‌گيري نشود وجود ندارد بر همين اساس تصور بار و تكانه و… براي يك الكترون تا هنگاميكه اين كميت‌ها اندازه‌گيري نشوند بي‌معنا خواهد بود در سال گذشته يك جوان ايراني بنام پرفسور شهريار صديق افشار با انجام آزمايشي بربخشي از اصل مكمليت بوهر خط بطلان كشيد و سلطۀ هشتاد سالۀ آ‎ن بر فيزيك كوانتومي را در معرض تزلزل و تباهي قرار داد.

آزمايش افشار

بور در طول شكل گيري فيزيك كوانتومي بي مهابا از آن جانبداري مي‌كرد هر جا به بن بست مي‌رسيد يا توسط منتقدان فيزيك كوانتمي به چالش كشيده مي شد با بنا نهادن يك اصل فلسفي از ايده كوانتومي دفاع ميكرد. وقتي سال 1935 اروين شرودينگر آزمايش گربه را پيش كشيد( اين آزمايش فكري به آزمايش گربه شرودينگر نيز معروف است) و در آن مسئله تاثير اندازه‌گيري بر يك سيستم و اينكه چگونه صرف مشاهده مي‌تواند زندگي يا مرگ گربه را رقم بزند، تناقض موضوع فرآ‎يند اندازه‌گيري در فيزيك كوانتومي را با درك عمومي بر ملا ساخت ولي اين ادعا كه اندازه‌گيري بر روي يك سيستم كوانتومي تاثيرگذر است جزء لاينفك فيزيك كوانتومي است كه تاكنون هيچ آزمايشي آنرا نقض ننموده است ولي اين موضوع كه اندازه‌گيري خاصيتي از يك سيستم اطلاعات ما را در مورد ساير خواص آن سيستم از بين مي‌برد.در ژوئيه 2004 با اعلام نتيجه آزمايشي كه پروفسور افشار از دانشگاه روان انجام داد به چالش كشيده شد ايده ناتواني در اندازه‌گيري همزمان متغيرهاي مكمل كه از اصل مكمليت بوهر استنتاج مي‌شود به طرز جالبي توسط آزمايش افشار رد شده است.افشار طي انجام يك آزمايش به طور عملي موفق شد كه همزمان ماهيت موجي و ذره‌اي نور را مورد اندازه‌گيري و مشاهده قرار دهد. نتيجه اين آزمايش به طور آشكارا با اصل مكمليت در تناقض است بنابراين هواداران تعبير كپنهاگي يا بايد نتيجه اين آزمايش را در قالب اصل مكمليت توجيه نمايند يا دست از حمايت از اين اصل بردارند ولي آنگونه كه مشخص است موضع دوم محتمل تر به نظر مي‌آيد. بر همين اساس تاريخ بارديگر درحال تكرارشدن است و نيمه اول قرن بيست ويكم همانند نيمه اول قرن بيستم شاهد جدل‌هاي تازه‌اي بين هواداران تعبير كپنهاگي و هواداران واقعيت عيني (اينشتين نيز به واقعيت عيني معتقد بود و عقيده داشت كه واقعيت‌ها مستقل از اندازه‌گيري هستند) خواهد بود.

قرن نوزدهم

در قرن نوزدهم، نظريه پردازان براي تشريح گروه متفاوتي از پديده ها كه متضمن نور و الكترومغناطيس بودند، از مدل اساسي ديگري استفاده كردند كه عبارت بود از: (انتشار) امواج درمحيطهاي ميانجي پيوسته . ولي در اوايل قرن حاضر به نظر مي رسيد كه چند آزمايش حيرت انگيز، استفاده از هر دو مدل موج و ذره را براي هر دو نوع از پديده ها ايجاب مي كند. ازيك طرف، معادله انيشتين درباره اثر فتوالكتريك و كار كامپتون بر روي پراكندگي فوتون نشان داد كه نور در بسته هاي مجزا و منفصل، با انرژي و اندازه حركت معين، گسيل مي گردد وبسيار شبيه به جرياني از ذرات عمل مي كند، و از طرف ديگر و در مقابل آن، الكترون ها كه همواره به صورت ذرات تصوير مي شدند، آثار تداخل انتشار را كه از ويژگي هاي امواج است، از خود نشان دادند. امواج، پيوسته و گسترده اند و به موجب فاز بر يكديگر تاثير متقابل دارند؛ اما ذرات، گسسته و به مكاني خاص محدودند و تاثير متقابل آنها براساس اندازه حركت است. به نظرمي رسد هيچ راهي براي تلفيق اين دو مدل، در مدل واحد، وجود ندارد.

در نظريه كوانتوم، هيچ مدل وحدت يافته اي از اتم پيدا نشده است. مدل اوليه بور درباره اتم به سادگي قابل تصوير و تجسم بود: الكترون هاي ذره وار در حركت خود پيرامون هسته، به مانند يك منظومه شمسي كوچك، از مدارهايي تبعيت مي كنند. ولي اتم در نظريه كوانتوم به هيچ وجه قابل تصوير و تصور نيست. ممكن است كسي بكوشد تا الگوهاي موج هاي احتمال را كه فضاي پيرامون هسته را پر كرده اند، شبيه نوسان هاي يك سمفوني سه بعدي ازاصوات موسيقيايي كه پيچيدگي حيرت انگيزي دارند، تصور كند؛ ولي اين تمثيل كمك زيادي به ما نمي كند، اتم در دسترس مشاهده مستقيم قرار ندارد و بر وفق كيفيات حسي ، قابل تصورنيست؛ حتي نمي توان آن را براساس مفاهيم كلاسيك نظير فضا، زمان و عليت به گونه اي منسجم توضيح داد. رفتارشي بسيار خرد با رفتار اشياي تجربه روزمره، متفاوت است. ما مي توانيم آنجه را در آزمايشها رخ مي دهد با معادلات آماري توضيح دهيم، ولي نمي توانيم صفات كلاسيك اورانوس را به ساكنان جهان اتمي نسبت دهيم.

در بسط و توسعه هايي كه طي سالهاي اخير در نظريه كوانتوم، به سمت قلمروهاي هسته اي ومادون هسته اي حاصل شده است، خصلت احتمالي نظريه اوليه كوانتوم، همچنان محفوظ، مانده است. نظريه ميدان كوانتومي، تعميمي است از نظريه كوانتوم كه با نظريه نسبيت خاص، هماهنگ و منسجم است. از اين نظريه با موفقيت بسيار در برهم كنشهاي الكترومغناطيس وبرهم كنش هاي مادون هسته اي (كروموديناميك كوانتومي يا نظريه كوارك) و نظريه الكتروضعيف، بهره برداري شده است. اجازه دهيد چالشي را كه نظريه كوانتوم در قبال اصالت واقع ابراز كرده است، دنبال كنيم. نيلز بور از به كارگيري مدل هاي موج و ذره و ديگر زوج ها از مجموعه هاي مفاهيم متضاد، حمايت مي كرد. بحث بور درباره آنچه او آن را اصل مكمليت ناميد، چند موضوع را شامل شد. بور تاكيد داشت كه سخن ما درباره يك سيستم اتمي بايد همواره به يك آرايش آزمايشگاهي مربوط باشد؛ ما هرگز نمي توانيم درباره يك سيستم اتمي به تنهايي و في نفسه و عين معلوم را در هر آزمايشي مد نظر قرار دهيم. نمي توان هيچ خط فاصل دقيقي بين روند مشاهده و شيء مشاهده شده، رسم كرد. در صحنه آزمايش، ما بازيگريم نه صرفا تماشاچي و ابزار آزمايشي مورد استفاده را خود برمي گزينيم. بور اظهار داشت كه آنچه بايد به حساب آيد، روند تعاملي (كنشي - واكنشي) مشاهد است، نه ذهن يا شعور مشاهده گر.

موضوع ديگر در نوشتار بور، محدوديت مفهومي درك بشر است. در اينجا، انسان به عنوان يك عالم (داننده) و نه يك آزمايشگر، كانون توجه قرار مي گيرد. بور، با شكاكيت كانت درباره امكان شناخت جهان في نفسه سهيم است. اگر سعي ما آن باشد كه قالب هاي مفهومي خاص را بر طبيعت تحميل كنيم، در اين صورت استفاده تام از ساير مدل ها را مانع شده ايم. بدين سان، بايد بين توصيفات كامل علي يا فضا- زماني، بين مدل هاي موج يا ذره، بين اطلاع دقيق از مكان يا اندازه حركت، يكي را برگزينيم. هرچه بيشتر از يك مجموعه مفاهيم استفاده شود، كمتر مي توان مجموعه مكمل را به طور همزمان به كار برد. اين محدوديت دوجانبه از آن جهت رخ مي دهد كه جهان اتمي را نمي توان بر وفق مفاهيم فيزيك كلاسيك و پديده هاي مشاهده پذير توضيح داد.

بنابراين، چگونه مفاهيم فيزيك كوانتومي به واقعيت جهان مربوط مي شود؟ ديدگاههاي مختلف درباره جايگاه نظريه ها در علم، تعبير و تفسير متفاوتي از نظريه كوانتوم مي كنند.

1- اصالت واقع كلاسيك. نيوتن و تقريبا تمام فيزيكدانان قرن نوزدهم، نظريه ها را توصيفات طبيعت ، آن گونه كه في نفسه و مستقل از مشاهده گر تحقق دارد، تلقي مي كردند. فضا (مكان)، زمان، جرم، و ساير كيفيات اوليه خواص همه اشياي واقعي اند. مدل هاي مفهومي، نسخه بدل هايي از جهانند كه ما را قادر مي سازند تا ساختار مشاهده ناپذير جهان را با اصطلاحات مانوس كلاسيك مجسم كنيم. اينشتاين اين سنت را با پافشاري بر اين نكته ادامه داد كه يك توصيف كامل از سيستم اتمي، مستلزم مشخص كردن متغيرهاي كلاسيك مكان - زماني است كه حالت آن را به گونه اي عيني و غيرمبهم، تعيين كند. او بر آن بود كه چون نظريه كوانتوم چنين نيست پس نظريه اي ناقص است و عاقبت به وسيله نظريه اي كه انتظارهاي كلاسيك را تحقق بخشد، كنار گذاشته خواهد شد.

2- ابزارانگاري. مطابق اين راي، نظريه ها ساخته هاي مفيد بشر و تمهيدهايي براي محاسبه اند كه جهت مرتبط كردن مشاهدات و انجام پيش بيني ها به كار مي آيند. آنها همچنين ابزارهايي عملي براي دستيابي به كنترل فني شمرده مي شوند. مبناي داوري درباره آنها، مفيدبودنشان در به ثمر رساندن اين اهداف است، نه مطابقت آنها با واقعيت (كه براي ما امري دست نيافتني است). مدل ها، مجعول هايي تخيلي اند كه موقتا براي ساختن نظريه ها استفاده مي شوند و پس از آن مي توان آنها را كنار نهاد؛ آنها بازنمودهاي حقيقي جهان نيستند. اگرچه مي توانيم از معادلات كوانتومي براي پيش بيني پديده هاي مشاهده پذير استفاده كنيم، امانمي توانيم در ميان مشاهداتمان از اتم سخن بگوييم.

اغلب چنين پنداشته مي شود كه بور قاعدتا بايد ابزارگرا باشد، زيرا او در بحث طولاني با آينشتاين، اصالت واقع كلاسيك را رد كرده است. اما آنچه او واقعا گفت آن است كه مفاهيم كلاسيك را نمي توان بدون ابهام براي تشريح سيستم هاي اتمي موجود به كار برد. از مفاهيم كلاسيك فقط مي توان براي توضيح پديده هاي مشاهده پذير، در موقعيت هاي ويژه آزمايشگاهي استفاده كرد. ما نمي توانيم جهان را آن گونه كه في نفسه تحقق دارد، جداي از تاثير متقابل ما با آن، مجسم كنيم. بور، به ميزان زيادي با نقد طرفداران ابزارانگاري از اصالت واقع كلاسيك موافق بود ولي او به طور مشخص از ابزارانگاري حمايت نمي كرد و با تحليل دقيق تر به نظر مي رسد كه اوگزينه سومي را اختيار كرده باشد.

3-اصالت واقع نقادانه. قايلين به اصالت واقع نقادانه، نظريه ها را بازنمود هايي ناتمام ازجنبه هاي محدود جهان، آن گونه كه با ما در كنش متقابلند، تلقي مي كنند. نظريه ها به ما اجازه مي دهند تا جنبه هاي مختلف جهان را كه در موقعيتهاي گوناگون آزمايشگاهي آشكار مي شوند، به يكديگر مرتبط كنيم. از نظر حاميان اصالت واقع نقادانه، مدل ها، اگرچه انتزاعي و گزينشي اند اما براي مجسم كردن ساختارهاي جهان كه موجب اين كنشهاي متقابلند، كوششهايي ضروري به حساب مي آيند. در اين نگرش، هدف علم، فهم است نه كنترل. تاييد پيش بيني ها آزموني است براي فهم معتبر ولي خود پيش بيني، هدف علم نيست.

به خوبي مي توان ادعا كرد كه بور - اگرچه نوشته هاي او همواره واضح نبوده است - صورتي ازاصالت واقع نقادانه را پذيرفته بود. او در بحث با آينشتاين، واقعيت الكترون ها يا اتم ها را انكارنكرد، بلكه مدعي بود كه آنها از آن رسته اشيايي نيستند كه توصيفات فضا - زماني كلاسيك را بپذيرند. وي پديدارشناسي ماخ را كه واقعيت اتم ها را مورد ترديد قرار مي داد، نپذيرفت. هنري فولس ، اين بحث را چنين خلاصه مي كند: او (بور) چارچوب كلاسيك را كنار گذاشت و استنباط واقع گرايانه را درباره توصيف علمي طبيعت حفظ نمود. آنچه او طرد مي كند اصالت واقع نيست، بلكه تعبير كلاسيك آن است. بور، واقعيت سيستم اتمي را كه با سيستم مشاهده گر در برهم كنش است، فرض مسلم گرفت. در قبال تعبيرهاي ذهن گرا از نظريه كوانتوم كه مشاهده را يك برهم كنش ذهني - فيزيكي تلقي مي كنند، بور از برهم كنش هاي فيزيكي ميان سيستم هاي ابزاري و اتمي، در وضعيت كامل آزمايشگاهي، سخن مي گويد. به علاوه، موج و ذره يا اندازه حركت و موقعيت مكاني يا ديگر وصف هاي مكمل، حتي اگر هم به روشني قابل اطلاق نباشند، بر يك شيء واحد صدق مي كنند. آنها از نمودهاي متفاوت سيستم اتمي واحد حكايت مي كنند. فولس مي نويسد: بور احتجاج مي كند كه اين گونه باز نمودها، انتزاع هايي هستند كه در امكان توصيف يك پديده به عنوان كنش متقابل ميان سيستم هاي مشاهده گر و سيستم هاي اتمي، نقشي حياتي ايفا مي كنند، اما نمي توانند خواص يك واقعيت مستقل را تصوير كنند ... ما مي توانيم چنين واقعيتي را به حسب توانايي آن براي ايجاد برهم كنش هاي گوناگون توصيف كنيم؛ برهم كنش هايي كه نظريه مذكور، آنها را تامين كننده شواهد مكمل درباره شيء واحد قلمداد مي كند. بور نگرش اصالت واقع كلاسيك را كه براساس آن، جهان دربردارنده موجوداتي با خواص معين كلاسيك است، نپذيرفت. ولي با وجود اين، بر آن بود كه جهاني واقعي وجود دارد كه دركنش متقابل، توانايي ايجاد پديده هاي مشاهده پذير را داراست. فولس كتاب خود را درباره بور بااين نتيجه گيري به پايان مي رساند: هستي شناسي اي كه اين نحوه تعبير و تفسير از پيام بور مستلزم آن است، اشياي فيزيكي را نه مطابق با چارچوب كلاسيك و از راه خواص معين كه با خواص پديده ها مطابقند، بلكه از طريق توان آنها براي ظاهر شدن در نمودهاي گوناگون پديده ها، توصيف مي كند. بدين ترتيب در چارچوب مكمليت، حفظ استنباط واقع گرايانه و پذيرفتن كامل بودن نظريه كوانتوم فقط با تجديد نظر در فهم ما از ماهيت يك واقعيت مستقل فيزيكي و اينكه ما چگونه مي توانيم آن را بشناسيم، ممكن است.

كوتاه سخن اينكه ما بايد اكيدا جدايي قاطع بين مشاهده گر و شيء مشاهده شده را كه درفيزيك كلاسيك فرض مي شد، انكار كنيم. براساس نظريه كوانتوم، مشاهده گر همواره يك شريك و سهيم به حساب مي آيد.

در مكمليت، استفاده از يك مدل، استفاده از مدل هاي ديگر را محدود مي سازد. مدل ها، بازنمودهاي نمادين (سمبوليك) از وجوه واقعيت متعاملند كه نمي توانند منحصرا بر وفق شباهت هايي كه با تجربه روزمره دارند، مجسم شوند. آنها صرفا به طور كاملا غيرمستقيم، با جهان اتمي و يا با پديده هاي مشاهده پذير، مربوطند. ولي ما مجبور نيستيم ابزارانگاري اي را بپذيريم كه نظريه ها و مدل ها را ابزارهاي فكري و عملي مفيدي مي انگارد كه درباره جهان چيزي به ما نمي گويند.

خود بور پيشنهاد كرد كه ايده مكمليت قابل بسط به ساير پديده هايي است كه با دو نوع مدل، تحليل پذيرند. مانند: مدل هاي مكانيستي و ارگانيك در زيست شناسي، مدل هاي رفتارگرايانه و درون نگرانه در روان شناسي، مدل هاي جبرواختيار در فلسفه، يا مدل هاي عدل الهي و عشق الهي در الهيات. بعضي نويسندگان پا را فراتر نهاده و از مكمليت علم ودين سخن مي گويند. بدين سان سي.اي. كولسون پس از تشريح دوگانگي موج - ذره وتعميم بور از آن، علم و دين را توضيح هاي مكمل درباره واقعيت مي نامد. من به اين گونه استعمال گسترده از اصطلاح مزبور، با ديده شك مي نگرم و در زير چند شرط رابراي به كار بردن مفهوم مكمليت مطرح مي كنم:

1-مدل ها بايد فقط در صورتي مكمل يكديگر ناميده شوند كه به يك موجود واحد و يك گونه واحد منطقي اشاره كنند. موج و ذره، مدل هايي براي يك موجود منفرد (مثلا يك الكترون) در يك موقعيت منفرد (مثلا در يك آزمايش دو شكاف) به شمار مي آيند. آنها هر دو در يك سطح منطقي قرار دارند و قبلا در يك شعبه از علم استعمال شده اند. اين شرايط در مورد علم و دين صدق نمي كند. آن دو، نوعا در موقعيت هايي متفاوت پديد مي آيند و در زندگي انسان وظايف مختلفي را به انجام مي رسانند. ازاين رو، من علم و دين را زبان هاي بديل مي دانم و اصطلاح مكمليت را به مدل هاي مربوط به يك گونه واحد منطقي و در چارچوب يك زبان خاص، محدودمي كنم؛ نظير مدلهاي انسان وار و غيرانسان وار براي خداوند.

2-بايد روشن شود كه كاربرد اصطلاح مذكور در خارج از فيزيك، تمثيلي است و نه استدلالي . بايد دلايل مستقلي براي ارزش دو مدل بديل و يا مجموعه هايي از ساخت ها درحوزه ديگر وجود داشته باشد. نمي توان فرض كرد كه مدل هاي مفيد در فيزيك، در ساير رشته هانيز ثمربخش باشند.

3-مكمليت، هيچ توجيهي را براي پذيرش غيرنقادانه حصرهاي دووجهي فراهم نمي آورد. اين اصطلاح را نمي توان براي اجتناب از پرداختن به ناهماهنگي ها يا وتو كردن جست وجوي وحدت، به كار برد. درباره ويژگي متناقض نما در دوگانگي موج - ذره نبايد مبالغه شود. مانمي گوييم كه يك الكترون هم موج است و هم ذره، بلكه مي گوييم رفتاري موج گونه و ذره وار ازخود نشان مي دهد. به علاوه، ما يك صورتبندي رياضي وحدت يافته در اختيار داريم كه لااقل، پيش بيني هايي احتمالي را فراهم مي آورد، حتي اگر تلاش هاي گذشته، هيچ نظريه اي را بهتر ازنظريه كوانتوم در مطابقت با داده ها به دست نداده باشد. ما نمي توانيم تحقيق براي مدلهاي وحدت بخش جديد را طرد كنيم. انسجام، حتي اگر با اعتراف به محدوديت هاي زبان و تفكربشري تعديل شده باشد، همواره در سراسر پژوهش انديشه مندانه به صورت يك آرمان باقي مي ماند.

اينشتين و مكانيك كوانتومي

نظريه كوانتومي كه توسط پلانك و اينشتين ساخته و پرداخته گرديد باسايه انداختن ديدگاه احتمال و عدم قطعيت برآن موجب نارضايتي و دلسردي اينشتين شد و راهش را از سايرين جدا كرد چراكه طرز فكري كه نسبيت‌‌ها از آن تراوش كرده بودنند اين اجازه را به اينشتين نمي‌داد كه جهان عيني و علّي را رها كند و درسايه ترديد و تزلزل در پي كشف حقايق عالم برآيد ولي شايد اينشتين درست انديشيده بود و اين بوهر وهمفكران او بودند كه در بكارگيري و تعميم اصل عدم قطعيت راه را به بيراهه رفتند.

آلبرت انيشتين با مكانيك كوانتومي كاملا موافق نبود او معتقد بود يك نظريه كامل بايد خود رويداد ها را توصيف كند نه فقط احتمال آنها را او مي گويد: من ناچارم اعتراف كنم كه براي تعبير آماري ارزشي گذرا قائلم من هنوز به امكان ارائه طرحي از واقعيت يعني نظريه اي كه بتواند خود اشياء را نمايش بدهد،نه فقط احتمال آنها را ايمان دارم. انيشتين تا زمان مرگش حاضر به قبول مكانيك كوانتومي نشد.

................................................................................................................................

هم اكنون مكانيك كوانتومي در مسير پيشرفت بي هيچ مشكلي داراي سرعتي حيرت آور است.و تا موقعي كه مشكلي ايجاد نشود( همانند مشكلات موجود در فيزيك كلاسيك كه زمينه را براي تولد نظريه‌هاي نسبيت و كوانتوم فراهم نمود) دانشمندان نيازي به خلق نظريه‌ائي جديد يا ايجاد تغييري درآن نمي‌بينند.

نقل از http://hosc.blogfa.com