حکمت و فلسفه
سال دهم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۳، صص ۳۸-۹

Hekmat va Falsafeh
(Wisdom and Philosophy)
Vol. 10, No. 4, January 2015

ترمیم دوپارگی فلسفه‌ی فیزیک با تکیه بر ابطال‌گرایی پوپر

محمدمهدی حاتمی *
(نویسنده مسئول)
مهدی دهباشی **

چکیده

نتایج فلسفی حاصل از تعبیر کپنهاگی مکانیک کوانتوم، از جمله طرد رئالیسم، نفی علیت، فقدان تعین در حوادث اتمی و ... نوعی شکاف و دوپارگی را بین فیزیک کلاسیک و فیزیک کوانتوم، موجب می‌شود. در مقاله‌ی حاضر، ضمن نمایان ساختن این شکاف، با تکیه بر ابطال‌گرایی پوپر و لوازم و لواحق آن، علاوه بر پاسخ به برخی از دعاوی عمده‌ی مکتب کپنهاگی، نشان داده‌شده که می‌توان با یک تعبیر فلسفی مناسب، شکاف فوق‌الذکر را ترمیم و بار دیگر وحدت رویه را به فلسفه‌ی فیزیک بازگرداند.

واژگان کلیدی: *کارل ریموند پوپر، ابطال‌گرایی، تعبیر کپنهاگی، فیزیک کوانتوم، فیزیک کلاسیک*

---

*. کارشناس ارشد دانشگاه اصفهان، mohammadmehdi.hatami@yahoo.com
**. استاد فلسفه دانشگاه اصفهان، mdehbashi2002@yahoo.com
[تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۷/۰۲؛ تاریخ تایید: ۱۳۹٤/۰۲/۲۹]

مقدمه

فیزیک‌کلاسیک کـه بـیش از همـه وامـدار کـارهـای گالیلـه (Galileo) و نیوتـون (Newton) بـود توانست تقریبـا همـه‌ی مسـائل فیزیـک زمـان خـویش را بـا سـربلندی حـل کنـد. امـا در اواخـر قـرن نوزدهم میلادی برخی از پدیده‌ها مشاهده شد که این فیزیک علی‌رغم همه‌ی تـلاش‌هـا، از حـل آن‌هـا ناکام بود. در سـال (۱۹۰۵) آلبـرت اینیشـتن (Albert Einstein) بـا ابـداع نسـبیت خـاص، و در بـین سال‌های (۱۹۲۷–۱۹۲۵) گروه دیگری از جمله هایزنبرگ (Heisenberg)، شرودینگر (Schrödinger)، دیراک (Dirac)، پائولی (Pauley)، بورن (Bourne) و ... با ابـداع نظریـه‌ی‌کوانتـوم توانسـتند بـر ایـن مشکلات غلبه کنند.

اما همه چیز به اینجـا خـتم نشـد؛ پـس از ارائـه‌ی صـورتبندی ریاضـی مکانیـک کوانتـوم، برخـی از سردمداران ایـن نظریـه، ماننـد هـایزنبرگ، بـور، بـورن، یـوردان (Jordan) و پـائولی، تعبیـری فلسـفی برای صورتبندی ریاضی آن فراهم کردند که چالش‌های عمده‌ای را در جهـان فیزیـک و فلسـفه موجـب گشت.

اصطلاح «تعبیرکپنهاگی»(Interpretation Copenhagen) را نخستین بار هـایزنبرگ بـرای ایـن تعبیر خاص فلسفی از کوانتوم به کار برد. تعبیری که مدعی بود نظریه‌ی کوانتوم به بنیادی‌تـرین قـوانین دست یافته‌است. این مکتب در پی آن بود که بایستی از فهم کلاسیک دنیای فیزیک دست کشید و تنهـا از طریق روابط صوری ریاضی، داده‌های حسی آزمایشگاهی را به یکدیگر مـرتبط سـاخت و از قبـل ایـن صوری‌سازی، امکان تصویرپذیری حوادث اتمی از دنیای فیزیک را نفی کرد. ادعای دیگر نفی علیت برای رویدادهای دنیای اتمی بود. نظریه‌ی کوانتوم، تنها توزیع آماری روی تعداد زیادی از سیستم‌هـا را بدسـت می‌داد و پیرامون سرنوشت یک ذره منفرد اتمی چیزی نمی‌گفت. از دعاوی دیگر مکتب کپنهـاگی، نفـی رئالیسم و تاثیر مشاهده‌گر بر پدیده‌ی مورد آزمایش بود.

همه‌ی این نتایج فلسفی که توسط مکتب کپنهاگی ترویج می‌شد در تضـاد آشـکار بـا مبـانی فلسـفی مکانیک کلاسیک از جمله علیت (Causality)، پیش‌بینی‌پذیری، تصویرپذیری، فهـم‌پـذیری و رئالیسـم (Realism) بود. در نتیجه در افواه عده‌ای از فیزیک‌دانان و فلاسفه تردیدهای جدی نسـبت بـه فیزیـک کوانتوم و تعبیرهای فلسفی‌اش ابراز شد.

یکی از کسانی که به‌طورجدی به مخالفت با تعبیر کپنهاگی پرداخت کارل پوپر (Karl Popper) بود. وی مدعی شد که تعبیر کپنهاگی از مکانیک کوانتوم، بخشی از فیزیک نیست، بلکه یک ایدئولوژی است که خود مانعی بر سر پیشرفت علم است (پـوپر،۱۳۷۹، ص۸۱). او بـا تمایزنهـادن بـین انقـلاب علمـی و انقـلاب ایـدئولوژیک کـه در مقالـه‌ی حاضـر تحـت‌عنـوان تفـاوت سـاختار (Structure) و تعبیـر (Interpretation) از آن نام برده‌ایم، استدلال می‌کند که کوانتوم از نظر ساختار، ابطـال‌پـذیرترین و در نتیجه بهترین نظریه در زمان خود است اما این به‌معنای کامل بودن آن نیست. از طرفی پـذیرفتن تعبیـر کپنهاگی شکافی در دنیای فیزیک ایجاد می‌کند که ترمیم آن را غیرممکن می‌سازد. لذا وی ضمن انتقـاد

از دیدگاه کپنهاگی دست‌اندرکار تعبیر دیگری برای علم فیزیک می‌گردد که ضمن حفظ ساختار ریاضی فیزیک کوانتوم، فلسفه‌ی فیزیک را از افتادن در دام دوپارگی که به نظر وی مفهوم پیشرفت علمی را دچار معضل می‌کند، احتراز کند.

لذا در ادامه‌ی مقاله‌ی حاضر سعی خواهیم کرد ابتدا به تشریح مبانی فیزیک کلاسیک و سپس توضیح نتایج فلسفی تعبیر کپنهاگی و تعارض بین این دو قسمت از فلسفه‌ی فیزیک اقدام کنیم. و نشان دهیم چرا از دیدگاه ابطال‌گرایی پوپر این شکاف بایستی موردتأمل جدی قرار بگیرد. در نهایت در قسمت دیگر مقاله، برآنیم که با تکیه بر آراء پوپر، دعاوی مکتب کپنهاگی را پاسخ داده و کوشش‌های نگاه پوپری را برای ترمیم این شکاف بازنمایی کنیم.

۱-مبانی فلسفی فیزیک کلاسیک

۱-۱تمایز بین فاعل شناسا و متعلق شناسایی

گالیله با تمایز نهادن بین کیفیات اولیه (Primary qualities) و کیفیات ثانویه (Secondary qualities) مهم‌ترین گام در این زمینه را برداشت. کیفیات اولیه، چیزهایی مثل شکل، اندازه، تعداد، مکان و حرکت هستند. و کیفیات ثانویه، خواصی مثل رنگ، طعم و بو می‌باشند (Galileo,1960,p.309).

کیفیات اولیه، ویژگی‌های عینی اشیاءاند که وابسته به ادراک نیستند اما کیفیات ثانویه به وضوح به ادراک مشاهده‌گر وابسته‌اند. در نگاه گالیله فیزیک تنها بایستی به روابط بین کیفیات اولیه بپردازد. چراکه این ویژگی‌ها خصوصیات ضروری شیء هستند و ادراک یا عدم ادراک مشاهده‌گر، تاثیری در آن‌ها ندارد.

بدین طریق بین فاعل شناسا و متعلق شناسایی، تمایز عمده‌ای برقرار می‌شود، و فیزیک کلاسیک با تکیه بر این تمایز سعی می‌کند به ویژگی‌هایی از اشیاء بپردازد که مستقل از فاعل شناسا هستند. کار فاعل شناسا، شناخت و اندازه‌گیری ویژگی‌هایی از اجسام است که به او وابسته نباشد چراکه به وضوح اگر شناخت و اندازه‌گیری یک شیء، به فاعل شناسا بستگی داشته باشد در این صورت شخص H_1 که پدیده‌ی A را اندازه می‌گیرد عددهایی برای این اندازه‌گیری بدست می‌آورد که با عددهای بدست‌آمده توسط شخص H_2 برای همان پدیده مشترک A، متفاوت خواهد بود. بنابراین بایستی به اندازه‌گیری ویژگی‌هایی در فیزیک روی‌آوریم که وابسته به آزمایش‌گر و به تعبیر عام‌تر فاعل شناسا نباشد تا اینکه عینیت علم محفوظ بماند. در سراسر فیزیک کلاسیک این تمایز بین فاعل شناسا و متعلق شناسایی مفروض گرفته می‌شد.

۲-۱ شناخت کل به‌وسیله‌ی تجزیه‌ی آن به اجزاء

پس از آن‌که بانیان فیزیک کلاسیک، تمایز بین فاعل شناسا و متعلق شناسایی را پذیرفتند گام مهم دیگری برداشتند. آن گام چیزی نبود جز این‌که یک کل را می‌توان توسط تجزیه‌ی آن به اجزاء شناخت.

گفتیم که کیفیات اولیه، اموری مانند شکل، اندازه حرکت(Momentum)، مکان و ... می‌باشند. فی‌المثل برای شناخت یک جسم در حال حرکت، می‌توانیم آن را به جرم، اندازه، حرکت، شتاب و ... تجزیه کنیم؛ شناخت تک تک عناصر نامبرده می‌تواند ما را در شناخت کلیت نحوه‌ی رفتار جسم یاری دهد.

دیدگاه فوق توسط ابداع هندسه‌ی تحلیلی (Analyticgeometry)، به‌صورتی وسیع مورد حمایت قرارگرفت. بدین طریق که نه‌تنها عناصر مکان، اندازه، حرکت، سرعت، شتاب و... قابل تفکیک از هم بودند، بلکه حتی خود عنصری مثل بردار اندازه حرکت را می‌شد با تجزیه به مؤلفه‌های آن مورد بررسی قرار داد، برای نمونه، بردار P که نمایش‌گر اندازه حرکت در فضای سه بعدی است را می‌توان به صورت (P_x,P_y,P_z) نوشت یعنی پس از تجزیه بردار P، تأثیر و تأثر و نسبت هر کدام از مؤلفه‌هایP_x و P_y وP_zرا جدا جدا، بر جسم مورد مداقه قرار داد. و در نهایت با ترکیب نتایج، کلیت تأثیر بردارP بر جسم و نسبت ریاضی آن را با دیگر مؤلفه‌ها، مورد بررسی قرار داد. این امر، یعنی امکان تجزیه و سپس ترکیب یک عنصر فیزیکی ازطریق هندسه‌ی تحلیلی از موفقیت‌های مکانیک کلاسیک محسوب می‌شد. عمل فوق‌الذکر بدین معنا بود که، می‌توان یک کل را به اجزائش تجزیه کرد، بعد از تجزیه اجزاء، آن را شناخت و مجددا پس از ترکیب اجزاء شناخته شده، دانش کافی را از کل بدست آورد.

۳-۱ رئالیسم و مسئله‌ی شناخت طبیعت

مشاهده شد که سنگ‌بنای اولیه‌ی فیزیک کلاسیک، تمایز بین کیفیات اولیه و ثانویه بود. و سنگ‌بنای دوم، شناخت کل به‌وسیله تجزیه آن به اجزائش. لذا در ادامه پیرامون سنگ بنای سوم صحبت خواهیم کرد.

گفته شد که تمایز بین کیفیات اولیه و ثانویه، مستلزم پذیرفتن این امر است که واقعیتی مستقل از ادراک بشری وجود دارد. این امر همان چیزی است که نام رئالیسم را به خود می‌گیرد. از طرفی مدعی شدیم که برای شناخت این واقعیت می‌توان آن را به عناصری تجزیه کرد، و پس از شناخت اجزاء، به شناخت کل نائل آمد، در نتیجه در دیدگاه بانیان فیزیک کلاسیک، هم امکان شناخت طبیعت وجود داشت و هم فی‌الواقع این شناخت توسط قوانین کشف شده برای بشر حاصل می‌شد.

ادعای دیدگاه رئالیستی این است که ۱-جهانی مستقل از ما وجود دارد۲-این جهان مستقل از ما قابل شناختن است۳- دانش علمی ما پیرامون طبیعت بیان‌کننده این شناخت است. این دیدگاه توسط فیزیک کلاسیک پذیرفته شده‌بود؛ بدین معنا که قوانین طبیعت نشان دهنده‌ی نحوه‌ی رفتار جهان طبیعی

مستقل از ما هستند. ایان باربور در این زمینه می‌گوید: «فیزیک قرن نوزدهمی، در معرفت شناسی، نظرگاه اصالت واقعی خامی داشت. یعنی نظریه‌های علمی را المثنای واقعی و حقیقی و عینی جهان چنانکه هست و مستقل از روند شناختن آن، می‌پنداشت» (باربور،۱۳۸۹:ص۳۱۱).

۱-٤ تصویرپذیری و فهم‌پذیری

فیزیک‌دانان در دنیای کلاسیک می‌پنداشتند که ما می‌توانیم جهان را به گونه‌ای معقول فهم کنیم. برای دست‌یابی به این فهم بایستی برآن باشیم که تصاویری از جهان طبیعت در ذهن ابداع کنیم؛ تصاویری که ویژگی عمده آن‌ها این بود که جهان را به‌گونه‌ای راستین بازنمایی می‌کنند. گو این‌که در فیزیک کلاسیک، فهم‌پذیری و تصویرپذیری معادل انگاشته می‌شد. برای درک درست مطلب حاضر سعی می‌کنیم از قوانین سه‌گانه‌ی نیوتن کمک بگیریم.

نیوتن در کتاب «اصول ریاضی فلسفه‌ی طبیعی» سه اصل مهم بدست می‌دهد که این اصول عمده‌ترین قوانین در دنیای فیزیک کلاسیک هستند. این سه قانون عبارتند از:

۱)هر جسمی ساکن باقی می‌ماند یا به حرکت یکنواخت خود بر خط مستقیم ادامه می‌دهد مگر آن‌که توسط نیرویی مجبور شود حالت خویش را تغییر دهد.

۲)تغییر حرکت متناسب با تغییر نیروی مؤثر و در همان امتداد نیروی اعمالی است.

۳) هر عمل، عکس‌العملی از نظر اندازه معادل و از نظر جهت، مخالف با خود دارد (Newton,1962,p.13).

در تحلیل این قوانین می‌توان مدعی شد که تصویری از جهان برحسب ماده و نیرو داریم تصویری که در زمان و مکان قابل فهم است. به‌راحتی می‌توان یک جسم در حال حرکت و یا در حال سکون را تصویر کرد و معادلات زمان- مکان آن را نوشت.

حتی آن‌گاه که پس از نیوتن اصل کمترین کنش (The principle ofleastaction) $\delta\int Ldt=0$ یا لاگرانژی (Lagrangian) $L= T-V$ یا پارامترهایی شبیه به این‌ها ابداع شد که به وضوح اموری تصویرپذیر نیستند هیچ‌گاه شکی پیرامون امکان تصویرپذیری جهان طبیعت صورت نگرفت. تنها این مفاهیم، روابط ریاضی ثانویه‌ای تلقی می‌شد که در جهت سهولت انجام محاسبات ریاضی به کار می‌آمد وگرنه بنیان عمده مکانیک کلاسیک، همان قوانین سه‌گانه‌ی نیوتن است و دیگر روابط، که تصویرپذیر نبودند صرفا خادمانی در جهت خدمت به معبد نیوتنی بودند. اما قوانین نیوتن خود، تصویرپذیری و فهم‌پذیری جهان طبیعت را در درون خویش مفروض می‌گرفتند.

۱-۵ علیت و پیش‌بینی‌پذیری رفتار ذرات مادی

گالیله با بیرون کردن علل صوری و غایی از دنیای فیزیک کارعالم طبیعی را تنها پرداختن به علت مادی و علت فاعلی می‌پنداشت. بدین‌ترتیب او تبیین توصیفی از جهان طبیعت را به جای تبیین

غایت‌انگارانه نشاند. به تعبیر برت «وی(گالیله) غایت‌انگاری را به کناری نهاد تا دیگر، نهایی‌ترین تبیین حوادث نباشد... جهان طبیعت بدست او ماشین ریاضی عظیم و خودکاری شد که اجزاء مقوم آن عبارت بودند از حرکات اجسام غوطه‌ور در فضا و زمان» (برت،۱۳۶۹:ص۹۵).

اما نهایی‌ترین گام توسط نیوتن برداشته شد. نیوتن چون گالیله، فیزیک خویش را بر علل مادی و فاعلی محدود ساخت. در مکانیک نیوتنی، نیرو، علت تغییرات حرکت است و با استفاده از مفروض گرفتن علیت و همچنین دانستن مکان اولیه، نیرو و سرعت اولیه می‌توان حرکت یک ذره را درآینده پیش‌بینی کرد. بنابراین «قانون علیت در فیزیک چنین بیان می‌شود که اگر وضعیت یک سیستم منزوی در یک لحظه معین باشد، حالت آن در لحظه‌ی دیگر، توسط قوانین طبیعی تعیین می‌شود. این تعبیر طبیعت، مکانیکی و موجبیتی است» (Jammer,M,1989,P427).

پس در فیزیک کلاسیک، جهان مجموعه‌ای از ماده و نیرو تلقی می‌شد. براین‌اساس قوانین نیوتن به‌عنوان مبنایی‌ترین قوانین، طوری تنظیم شده بودند که رفتار این ذرات مادی و نیروهای اعمالی بر آن‌ها را شناسایی و پیش‌بینی کنند. فی‌المثل اگر بر ذره A که دارای جرم m است نیروی F را وارد کنیم به نحوی که نیروی F، موجب ایجاد شتاب a در جرم مذکور شود بر طبق قوانین حرکت‌شناسی که در مکانیک کلاسیک تفصیل آن آمده‌است می‌توانیم آینده این جسم را پیش‌بینی کنیم بدین معنا که می‌توانیم مکان و سرعت آن در تمام لحظات آینده را از پیش محاسبه کنیم. برخی در تعبیر فلسفی روابط ریاضی نیروشناسی و حرکت‌شناسی در فیزیک کلاسیک مدعی آن شدند که رفتار جهان امری متعین و از پیش تعیین شده‌است بدین‌گونه که اصل علیت، ما را مجاب می‌کند که از طریق دانستن حالات فعلی جهان، حالات آینده آن را پیش‌بینی کنیم (laplace,1951,p4). معلوم می‌شود که در فیزیک کلاسیک، بین علیت و پیش‌بینی‌پذیری پیوندی ناگسستنی وجود دارد. به نحوی که طرد یکی از این دو موجب طرد دیگری می‌شود.

٦-۱ مسیرداشتن ذرات فیزیکی

مسیر داشتن یک ذره فیزیکی، مطلبی است که در بادی نظر ساده انگاشته می‌شود، اما نفی آن در فیزیک کوانتوم جنجال زیادی به دنبال داشته‌است. موقعیت (Locality) و مسیر داشتن ویژگی ذرات فیزیک کلاسیک است. در دستگاه مختصات می‌توانیم به هر ذره یک مکان X_i و یک زمان T_i نسبت دهیم و پس از آن همچنین هر ذره دارای یک سرعت V است که از طریق تقسیم تغییرات مکان بر تغییرات زمان بدست می‌آید. و طبق روابط بدست آمده از معادلات نیوتن می‌توان معادله‌ی مسیری برای هر ذره نوشت که این معادله‌ی مسیر درعین‌حال شامل سرعت، و مکان ذره باشد. بنابراین یک ذره در فیزیک کلاسیک همزمان دارای مکان و سرعت معین است و طبق معادله‌ی فوق‌الذکر می‌شود مسیری برای آن رسم کرد. طرح این مسئله نشان می‌دهد که اندازه‌گیری هم زمان مکان و سرعت در فیزیک کلاسیک امری محال نیست. اما این چیزی که در فیزیک کوانتوم نفی می‌شود، چگونگی نفی مسیر در

فیزیک کوانتوم مطلبی است که در قسمت۶-۲ مقاله‌ی حاضر به آن پرداخته‌ایم.

۲-نتایج فلسفی تعبیر کپنهاگی مکانیک کوانتوم

۲-۱تأثیر فاعل شناسا بر متعلق شناسایی

طرفداران مکتب کپنهاگی معتقدند که بایستی در تشریح حوادث دنیای اتمی رئالیسم را کنار نهاد، به این دلیل که در مکانیک کوانتوم نمی‌توان مشاهده‌ای، مستقل از مشاهده‌گر داشت. برای اندازه‌گیری یک سیستم فیزیکی کوانتومی، بایستی با آن شیء بر هم کنش انجام داد. این بر هم کنش روی حالت شیء قبل و بعد از آزمایش و اندازه‌گیری تأثیر می‌گذارد، نمی‌توان مقدار این تأثیر را از حد معینی کوچکتر کرد. و این حد معین در دنیای بسیار ریز اتمی مقدار قابل توجه و نسبتا بزرگی می‌شود به‌نحوی که این اندازه‌گیری در دانش ما پیرامون یک شیء بسیار متحول‌کننده است. چراکه نمی‌توان دانش ما پیرامون یک شیء را از وجود خود شیء به تمامی استقلال بخشید. از این جاست که گفته می‌شود: «تقسیم بین ناظر(فاعل شناسا) و منظور(متعلق شناسایی) و نگرنده و نگریسته دیگر معین و دقیق نیست. دقت کامل وقتی حاصل است که ناظر و منظور را در یک کل واحد متحد سازیم» (جینز،۱۳۸۸،ص۱۷۰).

۲-۲ عدم تجزیه‌پذیری کامل سیستم به اجزاء

برای نشان دادن این مطالب، دست به دامن اصل طرد پائولی (Pauli exclusion principle) می‌شویم. این اصلی است که پائولی آن را در سال ۱۹۲۴ کشف کرد و مدعی است که هیچ دو الکترونی، حالت یکسانی را اشغال نمی‌کند (گاسیرویچ،۱۳۸۳،ص۲۳۹-۲۴۰).

این اصل، بر قوانین دنیای اتمی حاکم است. قانون پائولی قابل اطلاق بر تک تک الکترون‌ها نیست. یعنی نمی‌توان مثلا یک سیستم دو ذره‌ای را تجزیه کرد و این قانون را برای هریک از ذرات، جداگانه تحقیق نمود. این امر ناشی از کلیتی است که بر سیستم‌های کوانتومی حاکم است که حاکی از تجزیه‌ناپذیری سیستم کوانتومی به اجزاء تشکیل دهنده‌ی آن است. در مکانیک کوانتومی نمی‌توان همانند مکانیک کلاسیک به تجزیه‌پذیری بسنده کرد بلکه باید کلیت حاکم بر سیستم اتمی را نیز در نظر داشت. نمونه‌ی دیگری از این مطلب را می‌توان در قضیه‌ی بل (Bell'stheorem) مشاهده کرد. بدین‌صورت که یک ذره با اسپین صفر را به دو ذره با اسپین‌های $\frac{1}{2}$ تجزیه می‌کنیم. و تحت شرایط آزمایشی هر کدام از این ذرات را به سمت ناحیه‌ای از فضا منتقل می‌کنیم. سپس یکی از ذرات را تحت میدان مغناطیسی در جهت $+X$ نظم می‌دهیم، ذره‌ی دیگر بدون دخالت ما خود را در جهت $-x$ نظم خواهد داد. نتایج این آزمایش و آزمایش‌هایی شبیه به این، ما را مجاب می‌کند که در دنیای کوانتومی کلیتی حاکم است که جهان کلاسیک فیزیک، از آن بی‌نصیب است.

۲-۳ ضدرئالیسم و عدم امکان شناخت ماهیت طبیعت

تصویری که از دنیای اتمی توسط قوانین نظریه‌ی کوانتوم برای ما حاصل می‌شود، تصویری یگانه و سازگار نیست، بنابراین نمی‌توان این تصویر را طابق النعل بالنعل، بر جهان واحد اتمی حمل کرد چراکه به ادعای کپنهاگی‌ها چیزی به نام دنیای کوانتومی وجود ندارد، ما تنها به وسیله‌ی معادلات ریاضی نظریه‌ی کوانتوم، سعی می‌کنیم نتایج مشاهداتمان را به هم وصله پینه کنیم.

بنابراین ساختار ریاضیاتی نظریه‌ی کوانتوم، طبیعت بماهو طبیعت را برای ما وصف نمی‌کند. این نظریه صرفا بیان‌گر دانشی است که ما از جهان می‌توانیم کسب کنیم. نظریه‌ی کوانتوم ما را مجبور کرده تا توصیف طبیعت را، که تا پیش از این هدف نظریه‌های علمی محسوب می‌شد، کنار بگذاریم و صرفا به توضیح تجاربمان از طبیعت قانع باشیم (Heisenberg,w,1970,p25).

این دیدگاه بسیار شبیه دیدگاه ابزارگرایی (Instrumentalism) در فلسفه‌ی علم است، دیدگاهی که واقعیت فیزیکی در تشریح نظریه‌های علمی را به کناری نهاده و تنها مدعی آن است که بایستی به نظریه‌ها به‌مثابه ابزارهایی برای پیش‌بینی نگاه کرد. و از آن انتظار فهم رفتار طبیعت را نداشت.

۲-٤ صوری‌گرایی (Formalism) و گذار از فهم‌پذیری

طرد تصویرپذیری از حوادث جهان اتمی و توسل به صوری‌گرایی از ویژگی‌های عمده‌ی مکتب کپنهاگی محسوب می‌شود. به‌عنوان نمونه، می‌توان کمیت Ψکه در معادله‌ی معروف شرودینگر ظاهر می‌شود را نام برد. توان دوم این کمیت، احتمال حضور ذره را می‌دهد به زبان ریاضی می‌توان نوشت:$P=|\Psi|^2$. اما هیچ شیء متناظری در عالم کوانتومی وجود ندارد که معادل کمیتΨ در دنیای واقعی باشد. یا نمونه‌ی دیگری از این دست، مربوط به آزمایش دو شکاف (Double Slit Experiment) در فیزیک است. آزمایش دو شکاف توسط فردی به نام توماس یانگ (Thomas Young) انجام شد. که در آن یک چشمه‌ی نور در معرض دو شکاف قرار می‌گیرد و طرح‌های روشن و تاریک روی صفحه‌ای که در اینجا آشکارکننده است در مقابل دو شکاف ظاهر می‌شود. این آزمایش در فیزیک، برای انتخاب بین رفتار موجی یا ذره‌ای انجام می‌شود. نور گاهی به صورت ذره و گاهی به‌صورت موج ظاهر می‌شود. در مکانیک کلاسیک این دو کمیت را از یکدیگر جدا فرض می‌کنیم اما در مکانیک کوانتوم مجبور می‌شویم، به کمیت نامأنوس«موج-ذره» (Wave - particle) متوسل شویم، کمیتی که نه تصویری از آن در ذهن داریم و نه برای ما قابل فهم است. در دیدگاه کپنهاگی، معادلات کوانتومی، صرفا صوری هستند و این صوری‌گرایی، فهم دنیای کلاسیک را به چالش می‌کشد. این‌جاست که ریچارد فاینمن (Richard Feynman) فریاد برآورد که »هیچ کس واقعا نظریه‌ی کوانتومی را نمی‌فهمد» (اسکوایزر،۱۳۸۷،ص۱۷۲).

۲-۵ نفی علیت و پیش‌بینی ناپذیری رفتار یک ذره‌ی اتمی

در بخش۵-۱ گفته شد که بین علیت و پیش‌بینی پذیری از نظر فیزیک کلاسیک رابطه‌ای ناگسستی وجود دارد، بنابراین فروریختن یکی، موجب فروریختن دیگری می‌شود.

طبق قواعد فیزیکی برای آن‌که بتوانیم رفتار یک ذره‌ی اتمی را پیش‌بینی کنیم، بایستی بدانیم اکنون دقیقا در چه شرایطی به سر می‌برد. اما این اطلاع نه‌تنها از نظر تجربی، بلکه از لحاظ نظری نیز محال است. به این دلیل که طبق اصل عدم‌قطعیت هایزنبرگ (Heisenberg's uncertainty principle)($\Delta PX\Delta X \geq h/4\pi$) هر چه مکان یک ذره را دقیق‌تر بدانیم سرعت نامعین می‌شود و بالعکس. بنابراین نمی‌توانیم همزمان به صورتی کاملا دقیق، مکان و سرعت یک ذره را محاسبه کنیم. پس اگر از وضع کنونی ذره، اطلاع کافی در دست نداشته باشم، پیش‌بینی رفتار آن در آینده نیز محال می‌شود. پیش‌بینی‌ناپذیری، ویژگی مهم مکانیک کوانتومی است.

هایزنبرگ معتقد است که روابط عدم قطعیت، نه ناشی از جهل ما نسبت به دانستن شرایط اولیه، بلکه ناشی از عدم‌تعین در خود طبیعت است. وی بیان می‌دارد که «مکانیک کوانتومی به‌طورمستقیم محقق می‌سازد که قانون علیت معتبر نیست» (گلشنی،۱۳۸۵،ص۶۴).

۲-٦ نفی مسیر در دنیای اتمی

نتیجه‌ی دیگری که می‌توانیم از اصل عدم قطعیت هایزنبرگ به‌دست‌آوریم، نفی مسیر (path) است. توضیح این‌که برای آن‌که ذره‌ی X، از نقطه‌ی A به نقطهB برود بایستی از مکان‌های بین این دو باسرعت‌هایی خاص عبور کند اما طبق اصل عدم قطعیت نمی‌توان همزمان مکان و سرعت را به‌طور دقیق داشته باشیم و تعیین دقیق یکی موجب از دست رفتن دیگری می‌شود. این امر نیز به نوبه‌ی خود موجب نفی مسیر در دنیای اتمی می‌گردد. به این دلیل که برای داشتن مسیر هم‌زمان به داشتن مکان و سرعت نیازمندیم امری که طبق اصل عدم‌قطعیت از رسیدن به آن منع شده‌ایم.

۳- دوپارگی در فلسفه فیزیک

تا اینجا به‌نحوی مجمل نشان دادیم که مبانی فلسفی مکانیک نیوتنی و دعاوی فلسفی مکانیک کپنهاگی مکانیک کوانتوم به چه اموری تعلق می‌گیرند. در ادامه سعی در نشان‌دادن وضعیت بحرانی ناشی از برخورد این دو دیدگاه خواهیم داشت.

برای آنکه نشان دهیم منظورمان از دو پارگی چیست درجدول زیر به خلاصه‌ای از دو قسمت قبل اشاره‌ای خواهیم داشت:

مبانی فلسفی مکانیک کلاسیک	مبانی فلسفی مکانیک کوانتوم
۱-۱ تمایز بین فاعل شناسا و متعلق شناسا	۱-۲تأثیر فاعل شناسا بر متعلق شناسایی
۱-۲ شناخت کل به وسیله تجزیه آن به اجزاء	۲-۲عدم تجزیه کامل سیستم به اجزاء
۱-۳رئالیسم و مسئله شناخت	۲-۳ ضد رئالیسم و عدم امکان شناخت ماهیت طبیعت
۱-۴ تصویرپذیری و فهم‌پذیری	۲-۴ صوری‌گرایی و گذر از فهم‌پذیری
۱-۵ علیت و پیش‌بینی‌پذیری	۲-۵ پیش‌بینی‌ناپذیری و نفی علیت
۱-۶مسیر داشتن ذرات فیزیکی	۲-۶ نفی مسیر در دنیای اتمی

با نگاهی به جدول فوق می‌توان به شکاف بین فیزیک کلاسیک و فیزیک کوانتوم پی برد. اما چه معضل شناختی در پس این دوپارگی نهفته است؟

۱-۳ معضل ناشی از دوپارگی مذکور

اگر معتقد باشیم نظریه‌های علمی سازوکارهای جهان طبیعت را به‌نحو تقریبا درستی تبیین می‌کنند- همان‌گونه که پوپر این موضع را می‌پذیرد- آنگاه می‌توان معضل ناشی از دوپارگی یاد شده را در سه سطح متافزیکال، دلالت شناختی و نهایتا معرفتی موردتحلیل قرارداد.

در سطح متافیزیکال بحث بر سر این است که جهان طبیعت ساختاری مستقل از ذهن ما دارد؛ حال اگر نظریه‌های علمی ساختار جهان طبیعت را توصیف می‌کنند چگونه است که دو نظریه که یکی ساختار جهان در سطح میکروسکوپیک و دیگری ساختار همین جهان را در سطح ماکروسکوپیک توصیف می‌کند ما را به دو نظریه‌ی از لحاظ فلسفی متفاوت می‌رسانند؟ آیا این دو پارگی ما را به دو پارگی ساختار جهان طبیعت در سطح میکروسکوپیک و ماکروسکوپیک رهنمون می‌شود یا پای عامل دیگر در میان است ؟ پاسخ این سؤال براساس دیدگاه‌های فلسفی مختلف، متفاوت خواهد بود در بخش۴ اجمالا به این مطلب اشاره‌ایی خواهیم کرد.

در سطح دلالت شناختی بحث بر سر این موضوع است که اگر دعاوی نظریه‌های علمی، همانگونه که هستند دارای مرجع واقعی‌اند-فارغ از اینکه هویات مورد ادعا، در نظریه‌ها مشاهده‌پذیر یا مشاهده‌ناپذیر باشند- آنگاه سؤال اینجاست که کمیت‌های صوریی مانند تابع موج Ψ و کمیت نامانوس موج-ذره و...را در نظریه‌ی کوانتوم چگونه بایستی تعبیر کرد یا اگر این هویات نظری واقعا در جهان موجودند چگونه بایستی آن‌ها را فهم کرد؟ و تفاوت آن‌ها با هویات نظری ناشی از مکانیک کلاسیک چیست؟ به‌طورخلاصه در سطح دلالت شناختی به نظر می‌رسد کمیت‌های فیزیکی، در سطح فیزیک کوانتوم و فیزیک کلاسیک دارای ارزش صدق و شیوه‌ی حصول صدق یکسان نیستد؛ این دوگانگی معضل دیگری است که پاسخش برای فلسفه‌ی فیزیک دارای اهمیت است.

و نهایتا در سطح معرفتی در جستجوی این مطلب هستیم که رابطه‌ی نظریه‌ی خویش را با ساختار واقعی جهان پیداکنیم. دو نظریه‌ی کلاسیک و کوانتوم هر دو نظریه‌هایی موفق و جاافتاده هستند و ما در انجام کارهای مختلف به هر دو اعتماد می‌کنیم به‌گونه‌ایی که ویلیام برگ (William Berg) میگوید«نظریه‌ی کلاسیک را در روزهای دوشنبه، چهارشنبه و جمعه و نظریه‌ی کوانتوم را در روزهای سه‌شنبه، پنجشنبه و شنبه به‌کار می‌بریم» (دمپی‌یر،۱۳۸۴،ص۶۹۸). اما سؤال اینجاست که کدام نظریه به لحاظ معرفتی ارجح تلقی می‌شود؟ اگر دو نظریه ارزش معرفتی یکسانی دارند دلیل تفاوت مبانی فلسفی در دو نگرش کلاسیکی و کوانتومی چیست؟ یا اگر نظر هایزنبرگ مبتنی بر تفاوت بنیادین این دو نظریه را بپذیریم که می‌گوید «چون ساخت مفهومی نظریه‌ی کوانتوم از بیخ و بن با نظریه‌ی کلاسیک متفاوت است، اندیشیدن به شیوه متعارف گاهی شخص را گمراه می‌کند» (هایزنبرگ،۱۳۹۰،ص۲۴۴). اما حتی با وجود پذیرش این دوگانگی هنوز این سؤال باقی است که نهایتا کدامیک از این دو نظریه‌ی متفاوت، ارزش فلسفی بشتری دارند؟

این دوگانگی و شکاف از دو جنبه دارای اهمیت است. یکی از جنبه تجربی و دیگری از جنبه فلسفی. جنبه‌ی فلسفی در بالا مورد اشاره قرار گرفت؛ اما در جنبه‌ی تجربی نیلز بور (Niels Bohr) که خود از داعیه‌داران عمده‌ی مکتب کپنهاگی است اصلی دارد که می‌تواند چاره‌ساز باشد. این اصل چیزی نیست جز اصل هم‌خوانی (Correspondence principle). اصل هم‌خوانی مدعی است که هرگاه یک نظریه‌ی جدید فیزیکی را با هر سرشت و جزئیاتی درمورد وضعیتی به‌کار بریم که در آن یک نظریه با عمومیت کمتر صادق است، نظریه‌ی جدید به یک نظریه‌ی متناظر کلاسیکی کاملا جا افتاده تبدیل خواهد شد (وایدنر و سلز،۱۳۸۲،ص۱۵). هر چند که اصل هم‌خوانی ابراز می‌کند اگر شرایط نظریه‌های جدید و قدیم، با یکدیگر هم‌خوانی داشته باشند پیشگویی‌ها نیز بایستی هم‌خوانی خواهند داشت؛ اما صرف یکسان بودن پیش‌بینی‌ها نمی‌تواند ما را از جنبه فلسفی ارضاء کند و هنوز سؤال‌های متافیزیکال، دلالت‌شناختی و معرفتی برای ما باقی می‌ماند. به‌طورخلاصه اصل هم‌خوانی بور از لحاظ تجربی بسیار حائز اهمیت و در عمل بسیار کارآمد است اما هنوز به‌نظر می‌رسد دوپارگی یاد شده سؤال‌های پاسخ نداده‌ایی پیش‌روی فیزیک‌دانان و فلاسفه قرار داده‌است. بنابراین بایستی به‌نحوی نسبت به آن واکنش نشان داد. در ادامه پنج تعبیر عمده که در مقابل این دوگانگی واکنش نشان داده‌اند را به‌نحو اجمال برخواهیم رسید و نشان می‌دهیم که تعبیر پوپر که مورد نظر مقاله‌ی حاضر است در کدام دسته قرار دارد.

٤- واکنش فیزیک‌دانان و فلاسفه برجسته پیرامون دوپارگی:

از آنجا که این مقاله نمی‌تواند به همه‌ی فلاسفه و فیزک‌دانانی که به این دوگانگی واکنش نشان داده‌اند بپردازد یا همه‌ی جوانب نظر کسانی که مطرح می‌کند را واکاوی کند صرفا به معرفی کوتاهی از آن‌ها بسنده خواهد کرد چراکه هدف این مقاله بررسی تفصیلی واکنش پوپر نسبت به این دوگانگی است و نه معرفی و بررسی نگرش‌های مختلف به دوگانگی فوق‌الذکر. لذا معرفی اجمالی دیدگاه‌های عمده،

صرفا برای تعیین جایگاه پوپر در این دیدگاه‌ها است؛ که تفاوت عملکرد پوپر با دیگر دیدگاه‌ها برجسته‌تر شود.

به‌طورعمده می‌توان پنج تعبیر را بازشمرد که هریک به گونه‌ایی، یا دوگانگی فوق‌الذکر را پذیرفته‌اند یا آنرا رد کرده‌اند یا دنبال راه‌حل‌های دیگری گشته‌اند:

این پنج تعبیر به ترتیب عبارتند از: ۱) تعبیر کپنهاگی ۲) تعبیر ایده‌آلیستی ۳) تعبیر مبتنی بر رئالیسم کلاسیک ۴)تعبیر مبتنی بر رئالیسم انتقادی ۵)تعبیر نوکپنهاگی

٤-۱ تعبیر کپنهاگی

این تعبیر شامل مواضع بنیان‌گذاران مکانیک کوانتوم می‌باشد. و عمدتا در کارهای بور و هایزنبرگ بازتاب یافته‌است. کپنهاگی‌ها دوگانگی مذکور را می‌پذیرند و آن را زبان‌های مکمل تلقی می‌کنند وحتی برخی از آن‌ها دوگانگی مذکور و پذیرش زبان‌های مکمل را به دیگر حوزه‌های معرفت بشری از قبیل علم و دین، جبر و اختیار و... نیز تسری می‌دهند.

اشکال عمده‌ی نگرش کپنهاگی اینجاست که نمی‌توان در برخی موارد دیدگاهی منسجم و یکپارچه از آن استخراج کرد به‌گونه‌ایی که می‌توان گاهی طنین پوزیتویستی، گاهی طنین ابزارانگاری و گاهی نیز طنین رئالیستی را ازآن شنید (ر.ک، Folse, 1985: p 23). تذبذب موجود در تعبیر کپنهاگی، فیزیک‌دانان را برآن داشت که با تعدیل در مواضع فلسفی کپنهاگی‌ها، به تعبیر نوکپنهاگی روی بیاورند که در بخش۲-۵ به آن خواهیم پرداخت.

٤-۲ تعبیر ایده‌آلیستی

این تعبیر مدعی است که آنچه نظریه‌ی کوانتوم و دوگانگی یادشده به ما آموخت این بود که واقعیت نهایی در عالم را باید ذهنی تلقی کرد. تعبیر ایده‌آلیستی با تأکید بر نقش مشاهده‌گر و توسل به معادلات صوری ریاضی، متمایل به این شد که دیدگاه فلسفی برخاسته از نظریه‌ی کوانتوم بر تعبیر مکانیکی جهان کلاسیک ارجحیت دارد. ادینگتون (Eddington) و جینز (Jeans) دو تن از فیزیک‌دانان برجسته‌ی طرف‌دار نظریه‌ی ایده‌آلیستی در علم محسوب می‌شوند. ادینگتون معتقد است که ذهن در طبیعت همان چیزی را می‌یابد که خود در آن نهاده باشد(Eddington, 1928: p 244) جیمزجینز نیز معتقد است که فیزیک کوانتوم طرفدار پروپا قرص ایده‌آلیسم است چراکه عنصر ذهنی که از ابتدا مورد تأکید ایده‌آلیسم بوده را در فهم طبیعت وارد کرده‌است (Jeans, 1934: p 307). جینز تأکید عمده‌ایی بر ویژگی‌های ریاضیاتی و انتزاعی فیزیک کوانتوم دارد و با دیدگاه مادی فیزیک کلاسیک مخالف است. وی برآن است که جهان همانند یک ذهن آگاه رفتار می‌کند و آگاهی چیزی نیست که بتوان به جهان مادی نسبت داد. بنابراین تعبیر ایده‌آلیستی، کفه‌ی ترازو را به نفع فیزیک کوانتوم سنگین کرده و ساختار عالم را نیز ایده‌آلیستی تعبیر می‌کند.

۳-٤ تعبیر مبتنی بر رئالیسم کلاسیک

معروف‌ترین مدافع این تعبیر را می‌توان آلبرت اینیشتن دانست. وی خود را فیزیک‌دانی از تبار گالیله و نیوتن می‌پنداشت و معتقد بود که «اتخاذ نظریه‌های جدید و عدول از نظریه‌های قدیمی‌تر برای فهم حقیقت واقعیت است» (اینیشتن، ۱۳۶۱، ص۲۶۹)

اینیشتن در دعوای بین نگرش کلاسیکی و کوانتومی، طرف نگرش کلاسیکی را گرفت و سعی کرد حمله‌ی خود، علیه نظریه‌ی کوانتوم را در دو سطح ترتیب دهد در نخستین سطح وی سعی کرد نشان دهد که توصیف نظریه‌ی کوانتوم از طبیعت کامل نیست؛ در سطح دیگر به استفاده از احتمال در نظریه‌ی کوانتوم اشاره می‌کرد و مدعی بود که این استفاده ناشی از جهل است و نه عدم‌تعین در طبیعت.

اینیشتن مصرانه تا آخرین لحظات عمر در جستجوی راه دیگری غیر از نظریه‌ی کوانتوم بود که پاسخ‌های تجربی نظریه‌ی کوانتوم و ملزومات فلسفی فیزیک کلاسیک را دربر داشته باشد؛ اما در نهایت عمرش کفاف نداد.

٤-٤ تعبیر مبتنی بر رئالیسم انتقادی

این تعبیر، طیف وسیعی از فیزیک‌دانان و فلاسفه را دربر می‌گیرد. افراد جای‌گرفته در این طبقه‌بندی کسانی‌اند که نه صددرصد به جانب کپنهاگی‌ها متمایل می‌شوند و نه سینه‌چاک نگرش کلاسیکی می‌گردند؛ و عموما به طرق گوناگون سعی می‌کنند راه سومی برای درک فلسفه‌ی فیزیک جستجو کنند راهی که مبتنی بر بازتعریف رئالیسم باشد که نهایتا در پرتو این بازتعریف بشود دنیای فیزیک را از نو فهم کرد. برای نمونه می‌توان از برنارد دسپانیا (d'Espagnat Bernard) و کارل ریموند پوپر نام برد.

دسپانیا با تمایز نهادن بین واقعیت تجربی و واقعیت طبیعی معتقد می‌شود که واقعیت طبیعی به‌طورکامل برای ما قابل شناختن نیست. وی نظریه‌اش را «واقعیت مستور» (Veiled Reality) می‌نامد یعنی واقعیت نهایی پرده‌نشین است؛ آنچه ما درعلم به‌دست می‌آوریم واقعیت تجربی است. علم ما را به شناسایی تقریبی جهان رهنمون می‌شود اما به شناخت کامل نائل نمی‌شویم. (d'Espagnat, 1987, p157-160)

طبق دیدگاه واقعیت مستور، دوگانگی یاد شده و مباحثی از قبیل دوگانگی موجی-ذره‌ایی و عدم قطعیت و... در سطح تجربی پدیدار می‌شود و نه در سطح واقعیت طبیعی. پس دوگانگی نیز صرفا در سطح تجربی برای ما حائز اهمیت است نه در سطح واقعیت طبیعی.

کارل ریموند پوپر نیز به طریق دیگری از کسانی است که با برجسته‌سازی رئالیسم انتقادی و رد مواضع فلسفی تعبیر کپنهاگی سعی می‌کند تعبیر دیگری برای فلسفه‌ی فیزیک فراهم کند که دوگانگی یادشده را به وحدت تبدیل کند. کوشش پوپر و چرایی نقد وی بر مواضع کپنهاگی در قسمت‌های جلوتر مقاله‌ی حاضر مورد تفصیل قرار خواهد گرفت.

٤-٥ تعبیر نوکپنهاگی

امروزه اکثر فیزیک‌دانان از تعبیری حمایت می‌کنند که موسوم به تعبیر نوکپنهاگی است. این تعبیر شامل ترکیبی هوشمندانه و تاحدی محتاطانه از مواضع کپنهاگی‌ها و نگرش‌های رئالیستی است.

پاکینگورن (J.C. Pulking horne) که از مروجان این تعبیر است می‌گوید: «شعار فیزیک کوانتوم می‌تواند این باشد ((جباریت مفرط و بی‌دلیل عقل سلیم، نه))» (پاکینگورن، ۱۳۸۸: ۱۱۹)

تعبیر نوکپنهاگی، به مشاهده‌گر اهمیت بسیار بیشتر از آنچه که در آزمایش‌های فیزیکی نیاز دارد نمی‌دهد و معتقد است که واقعیت توسط مشاهده‌گر خلق نمی‌شود؛ حداکثر این است که مشاهده‌گر بر واقعیت تأثیر می‌گذارد. این تعبیر ضمن اینکه نتایج فلسفی مکانیک کوانتوم را می‌پذیرد و مدعی است که فیزیک کوانتوم نمونه‌ایی از تحمیل واقعیت بر اندیشه است اما معتقد می‌شود که در توسل به بینش کوانتومی بایستی جانب احتیاط را رعایت کرد و از نتیجه‌گیری‌های فلسفی عجیب و غریب بر حذر بود.

به‌طورخلاصه می‌توان گفت دیدگاه نوکپنهاگی دوگانگی ناشی از فیزیک کلاسیک و فیزیک کوانتوم را پذیرفته و اظهار می‌دارد که عقل عرفی در دنیای کلاسیک ما را به قوانین نیوتن راهنما می‌شود؛ ولی در دنیای کوانتوم عقل عرفی کفایت نمیکند و جهان به طریق دیگری رفتار می‌نماید اما درعین‌حال عدول از عقل عرفی در جهان کوانتومی به‌معنای مخالفت با رئالیسم نمی‌باشد.

۵) نگرش وحدت‌گرایانه‌ی پوپر به فلسفه‌ی فیزیک

ادامه‌ی مقاله‌ی حاضر در دو سطح قابل ارائه است: سطح چرایی و سطح چگونگی. در سطح چرایی برآنیم که نشان دهیم چرا پوپر دوگانگی برخاسته از تعبیر کپنهاگی را نمی‌پذیرد؟ پاسخ به این سؤال کل بخش ۵ را به خود اختصاص خواهد داد. در سطح چگونگی نیز که تا پایان مقاله در بخش‌های مختلف ارائه خواهد شد درصدد جستجوی راه‌حل پوپر برای رسیدن به موضع وحدت‌گرایانه در فلسفه‌ی فیزیک خواهیم بود. به‌عبارت‌دیگر در جستجوی این سؤال برمی‌آییم که پوپر چگونه از تعبیر کپنهاگی عبور کرده و موضعی وحدت‌گرایانه پیرامون فیزیک کلاسیک و فیزیک کوانتوم اتخاذ خواهد کرد.

سؤال ما در سطح نخست- سطح چرایی- دقیقا این است که: چه عناصر معرفت‌شناسانه‌ایی در فلسفه‌ی علم پوپر او را به امتناع از پذیرش تعبیر کپنهاگی و در نهایت به ارائه‌ی نگرش وحدت‌گرایانه به فلسفه‌ی فیزیک می‌کشاند؟

پاسخ پوپر را می‌توان براساس پنج عنصر عمده‌ی علم‌شناسی وی تنظیم نمود:۱.ابطال‌گرایی ۲. رئالیسم انتقادی ۳. عینیت علم ۴. عقلانیت علمی ۵. پیشرفت علم.

پوپر مدعی است که ادعای کامل بودن مکانیک کوانتوم که توسط کپنهاگی‌ها ترویج می‌شود در تعارض با روشی است که او برای محک نظریههای علمی پشنهاد می‌دهد-یعنی روش ابطال‌گرایی-

پذیرش ابطال‌گرایی ما را به قبول عدم‌کمال نظریه‌های علمی می‌کشاند و این در تخالف اساسی با نظریه‌ی کپنهاگی است. اعتراض دیگر پوپر به نگرش ضدرئالیستی مکتب کپنهاگی مربوط می‌شود. پوپر بر سر آنست که اساسا فعالیت علمی بدون مفروض داشتن رئالیسم، امکان‌پذیر نیست. رئالیسم موردنظر پوپر رئالیسم انتقادی است. از نظر رئالیسم انتقادی جهان ما، جهان اثبات صدق نیست؛ بلکه جهان ابطال باطل است ولی هم صدق و هم جهان مستقل از ما حضور دارند. بنابراین آنچنان نیست که کپنهاگی‌ها می‌پندارند که فاعل شناسا در خلق متعلق شناسایی-یعنی جهان طبیعت- دارای نقش باشد. عدول از رئالیسم نشان می‌دهد که کپنهاگیها جایی به خطا رفته‌اند. وجه دیگری که پوپر را نگران میکند تعبیر عدم‌قطعیت به عدم‌تعین و ورود عنصر شانس در نگرش کپنهاگی است. چراکه این مسئله از طرفی عینیت گزاره‌های علمی را مخدوش می‌کند و ازطرف دیگر به هرج‌ومرج در جهان طبیعت منجر می‌شود. اینکه همه چیز به شانس موکول شود به وضوح با عقلانیت علمی مخالف است به این دلیل که عقلانیت علمی ما را به وجود نظم در جهان طبیعت رهنمون می‌شود. در نهایت پوپر معتقد است که اگر شکاف ناشی از تعبیر فلسفی مکتب کپنهاگی پذیرفته شود پیشرفت علمی که محصول تکامل نظریات پیشین براساس حذف خطای رخ داده‌است به یک افسانه تبدیل شده و علم چیزی همسنگ ایدئولوژی می‌گردد. (ر.ک، پوپر: ۱۳۷۹)

تا اینجا معلوم شد که پوپر با دوگانگی ناشی از تعبیر فلسفی کپنهاگی موافق نیست. وی با نمای نهادن بین ساختار و تعبیر، اعلام می‌کند که ساختار نظریه‌ی کوانتوم معتبر و درعین‌حال ناکامل است و سپس با رد دعاوی کپنهاگی‌ها نشان می‌دهد می‌توان فیزیک را به‌گونه‌ایی فهم کرد که ناچار به پذیرش دوگانگی نباشیم و از طرفی نتایج فلسفی نظریه‌ی کوانتوم نیز به‌گونه‌ایی معقول فهم گردد. در ادامه به تلاش پوپر خواهیم پرداخت.

۱-۵ آیا فیزیک کوانتوم کامل است؟

در ابتدا به دعوی کامل بودن فیزیک کوانتوم می‌پردازیم. طرفداران مکتب کپنهاگی مدعی‌اند فیزیک کوانتوم، از هزارها و بلکه میلیون‌ها آزمایش سربلند بیرون‌آمده و تاکنون هیچ نقصی برای آن مشاهده نشده‌است. برای نمونه بورن آنقدر به کامل بودن مکانیک کوانتوم معتقد است که مدعی است راه دیگری غیر از مکانیک کوانتوم در پیش روی ما نیست (Born,1971, p 212).

ادعای کامل بودن فیزیک کوانتوم، ادعای مهمی است که سعی در پاسخ دادن به آن خواهیم داشت اما ابتدا به تفاوت بین ساختار و تعبیر اشاره و پس از آن به ادعای فوق‌الذکر می‌پردازیم.

۱-۱-۵ تفاوت بین ساختار و تعبیر

این تفاوت در ادبیات پوپر به‌صورت تفاوت بین «انقلاب علمی» و «انقلاب ایدئولوژیک» نمایان گشته‌است (پوپر،۱۳۷۹،ص۷۵-۶۶). انقلاب علمی در این مقاله، ناظر به ساختار و فرمول‌های یک نظریه‌ی علمی است که می‌تواند بسیار متحول‌کننده باشد و انقلاب ایدئولوژیک ناظر به تعبیر خاصی

است که از یک ساختار ارائه می‌شود. برای نمونه تعابیری که لاپلاس از نظریه‌ی نیوتن می‌دهد یک انقلاب ایدئولوژیک محسوب می‌شود. این تعبیر صرفا از فرمول‌ها و ساختارها ناشی نمیشود بلکه مفروضاتی در درون خود دارد که لزوما در آن ساختار خاص نیامده‌است.

پوپر معتقد است که یک نظریه‌ی علمی ممکن است به صورت یک ایدئولوژی مطرح شود، انقلاب‌های علمی عقلانی هستند و بایستی رابطه‌ی خود را با سنت علمی حفظ کنند اما انقلاب‌های ایدئولوژیک شاید به عقلانیت مدد برسانند و شاید هم علیه آن قیام کنند و امکان دارد که رابطه‌ی خود را کاملا با سنت علمی مورد پذیرش قطع کنند. ساختار مکانیک کوانتوم از نظر پوپر، یک انقلاب علمی بسیار مهم و قابل تحسین است اما تعبیر ترویج‌یافته توسط کپنهاگی‌ها یک ایدئولوژی است که اگر جدی تلقی شود مانعی بر سر پیشرفت علم محسوب می‌گردد.

۲-۱-۵ رد ادعای کامل بودن نظریه‌ی کوانتوم

پس از آن‌که بین ساختار و تعبیر تفاوت قائل شدیم، می‌توانیم پیرامون ادعای کامل بودن ساختار نظریه‌ی کوانتوم به تأمل بپردازیم. شکی نیست که نظریه‌ی کوانتوم به شهادت همه‌ی دانشمندان موفق‌ترین تئوری تا زمان حاضر است و تا کنون از همه‌ی آزمایش‌ها سربلند بیرون آمده‌است. اما این برای کامل بودن یک نظریه کفایت نمی‌کند.

درنزد ابطال‌گرایان، یک نظریه فقط یک حدس موقتی است که برای پیش‌بینی رفتار جهان طبیعت پیشنهاد می‌شود. علم به ما، هیچ معرفت یقینی را ارائه نمی‌کند. چراکه به نظر پوپر، نظریه‌های علمی هرگز به صورت کامل قابل اثبات نیست ولی با این وجود آزمون‌پذیر است (پوپر، ۱۳۷۰،ص۴۹).

نظریه‌ها می‌توانند توسط آزمایش ابطال شوند اما هیچ‌گاه یک نظریه‌ی علمی که دعوی کلیت دارد به‌وسیله‌ی هیچ آزمایشی نمی‌تواند اثبات شود. بنابراین نظریه‌ی کوانتوم علی‌رغم اینکه از همه‌ی آزمایش‌ها سربلند بیرون آمده نمی‌تواند ادعای کامل بودن کند. این نظریه صرفا در مصاف آزمایش‌ها تاکنون ابطال نشده‌است اما ممکن است که درآینده آزمایشی طراحی شود که این نظریه را ابطال کند. بنابراین ادعای کامل بودن برای همیشه، ادعای گزافی است چراکه حتی اگر همه‌ی نظریه‌های فیزیکی ما صحیح باشد کاملا این امکان وجود دارد که جهانی بدان صورت که می‌شناسیم با همه‌ی نظم‌هایی که عملا بدان مربوط است در ثانیه‌ی بعد کاملا متلاشی شود (پوپر،۱۳۷۴،ص۲۵).

۲-۵ آیا مکانیک کوانتوم فهم‌ناپذیر است؟

پوپر می‌گوید: «من استادان نظریه‌ی کوانتوم زیادی را می‌شناسم که به شاگردان خود چنین توصیه می‌کنند: تلاش نکنید این نظریه را بفهمید، زیرا قابل فهم نیست. شما فقط یاد بگیرید که چگونه، باید از این نظریه استفاده کرد: اما نمی‌توانید آن را بفهمید. این قبیل حرف‌ها، به نظر من، غیر عقلانی و

متأثرکننده است. بدین ترتیب دیگر نمی‌شود به‌گونه‌ای عقلانی درباره‌ی این موضوع گفت‌وگو کرد. چنین توصیه‌هایی خطرهای بسیار بزرگ برای علم است» (پوپر،۱۳۸۴،ص۳۰).

به‌نظر می‌رسد که طرفداران مکتب کپنهاگی بسیار تنگ‌نظرانه پیرامون فهم‌پذیری فکر می‌کنند. گواه این مطلب آن است که از دید آن‌ها فهم‌پذیری مساوی با تصویرپذیری است. اما به‌راستی پذیرفتن این نظریه، به منزله‌ی ازدست‌رفتن بخش عمده‌ای از نظریه‌های فیزیکی حتی در جهان کلاسیک است به این دلیل که ما بسیاری از مفاهیم فیزیک کلاسیک مثل لاگرانژی، همیلتونی و اصل کمترین کنش را داریم که دارای تصویر واضحی نیستند. بنابراین «مهم فهم تصاویر نیست بلکه فهم توان منطقی نظریه است: توالی توضیحی و رابطه‌اش با مسائل مرتبط و سایر نظریه‌ها» (پوپر،۱۳۸۰،ص۲۰۱).

در نتیجه از دیدگاه پوپر دو اصل برای ادعای فهم‌پذیری یک نظریه اهمیت دارد:

۱)سازگاری و انسجام: که به این معناست که نظریه از دیدگاه منطقی، ناسازگار نباشد ۲) ابطال‌پذیری (Falcifiability): یعنی بتوان شرایطی را فرض کرد که آن نظریه در مصاف آزمایش ابطال شود.

پس تصویرپذیری شرط فهم‌پذیری نیست، بلکه سازگاری، انسجام و ابطال‌پذیری شرایطی است که نظریه را فهم‌پذیر می‌سازد و این‌ها اموری هستند که بین فیزیک کلاسیک و فیزیک کوانتوم مشترک است.

۳-۵ آیا کوانتوم، اساسا می‌تواند با رئالیسم مخالف باشد؟

پوپر استدلال می‌کند که به سبب آن که نمی‌توان رئالیسم را به طریقی تجربی، آزمود پس نمیتوان دم از علمی بودن آن زد. (پوپر،۱۳۷۴: ص۴۴) یک گزاره تنها درصورتی به علم تجربی تعلق دارد که ابطال‌پذیر باشد و رئالیسم از این بابت فاقد ویژگی نامبرده‌است پس علم تجربی صلاحیت سخن گفتن پیرامون آن را ندارد. از این لحاظ رئالیسم یک اصل متافیزیکی است و در حیطه‌ی علوم‌تجربی نمی‌گنجد. لازم به تذکراست که متافیزیکی بودن رئالیسم به‌معنای بی‌اهمیتی یا کم‌اهمیتی آن نزد پوپر نیست تنها چون ابطال‌پذیری، نه ملاکی برای معناداری، بلکه ملاکی برای تحدید حدود و مرزبندی است، لذا رئالسیم در حدود علم تجربی نمی‌گنجد و بایستی آن را در میان مرزهای متافیزیک جستجو کرد.

یکی از راه‌های توجیه رئالیسم درون حیطه‌ی متافیزیک، رجوع به عقل سلیم است. پوپر مدعی است که واقعیت داشتن اجسام فیزیکی تقریبا در همه‌ی گزاره‌های عقل سلیم مندرج است. و این به‌نوبه‌ی خود، توجیه‌گر وجود قوانین طبیعی است. (پوپر، ۱۳۷۲: ص۱۵۰) راه دیگر برای توجیه رئالیسم، توجه به هدف علم است. هدف علم یافتن توضیحات رضایت‌بخش برای پدیده‌های نیازمند تبیین (explanation) است. مقصود از تبیین، یافتن دسته‌ایی از گزاره‌هاست که براساس آن‌ها بتوان حالت امور توضیح‌دادنی را توصیف کرد. در نتیجه کوشش برای یافتن توصیف جهانی مستقل از توصیف‌کننده،

هدف فعالیت علمی است که این امر هم به‌نوبه‌ی خود توجیه‌گر وجود جهانی مستقل از ماست. (همان:ص ۱۵۳) از دیگر استدلال‌ها برای پی‌بردن به وجود جهان مستقل، توجه به قابلیت ابطال است. هر وقت به ابطال نظریه‌ای توفیق می‌یابیم، درواقع حدس ما با چیزی تصادم پیدا کرده که ما هرگز آن را نساخته‌ایم. در نتیجه ابطال مستلزم مفروض گرفتن جهانی مستقل از ماست. (همان: ص۱۵۸) تعریف صدق نیز از جمله استدلال‌های حمایت‌گر رئالیسم پنداشته می‌شود. می‌دانیم که بنا به نظریه‌ی تطابقی صدق، یک گزاره صحیح است اگر و فقط اگر متناظر با واقعیت‌ها باشد. واضح است که صحیح و غلط و صف گزاره است نه وصف واقعیت؛ پس مفروض گرفتن واقعیتی مستقل از گزاره لازم است که معیار صحیح و غلط را به دست دهد. این ایده همچنین در مفهوم نزدیکی به حقیقت نهفته‌است. این مفهوم دلالت بر آن ندارد که واقعیت چیزی است که نظریه‌های ما آن را توصیف می‌کنند، بلکه دلالت بر این دارد که واقعیتی هست که می‌توانیم به‌وسیله‌ی حدس‌های خود به آن نزدیک و نزدیک‌تر شویم. (پوپر، ۱۳۸۳:ص۱۹۳)

در نتیجه دلایلی برای گفتن این سخن وجود داد که جهانی فارغ از نظریات علمی ما وجود دارد که به‌وسیله‌ی این نظرات درصدد توصیف آن برمی‌آییم. هر چند نمی‌توانیم با اطمینان کامل بیان کنیم که نظریات ما همه‌ی وجوه جهان را توصیف می‌کند، اما می‌توانیم به نزدیکی بیشتر به توصیف رفتار آن امیدوار باشیم. در نتیجه تقریبا همه گزاره‌های فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی مستلزم پذیرش رئالیسم است. وگرنه علم‌ورزی امری بیهوده تلقی می‌شود.

در این سطح، پوپر رئالیسم را یک اصل روش‌شناختی (Methodological) و متافیزیکی (Metaphysical) معرفی می‌کند که هر چند نمی‌توان آن را از طریق آزمون تجربی سنجید؛ ولی پذیرش آن به‌عنوان اصلی معقول برای انجام پژوهش علمی بسیارمهم است. کل روش‌شناسی علم، مفروض به پذیرفتن واقعیتی است که نظریه‌های علمی در پی توصیف آنند. در نتیجه در نظر پوپر، نظریه‌ی کوانتوم، که در حیطه‌ی علم تجربی دارای اعتبار است نیز بایستی، رئالیسم را بپذیرد. اما این نظریه نمی‌تواند پیرامون آن اظهارنظر کند؛ چراکه رئالیسم ابطال‌پذیر نیست و از حیطه‌ی علم تجربی خارج است.

اینجا سؤالی مطرح می‌شود و آن اینکه، حال که پوپر رئالیسم را به‌عنوان عنصری متافیزیکی از حیطه‌ی علم خارج می‌کند مشکلات ناشی از عدم‌قطعیت و تأثیر مشاهده‌گر در مشاهده‌شونده را چگونه حل می‌کند؟ پاسخ در این جاست که پوپر راه‌حل را در به‌دست‌دادن تعبیری عینی از علم و همچنین از نظریه‌ی احتمال جستجو می‌کند که به آن خواهیم پرداخت.

تعبیر عینی پوپر در دو وجه خود را نمایان می‌سازد یکی در ابداع نظریه‌ی جهان۳ و دیگری در به‌دست‌دادن تعبیری عینی از نظریات علمی–از جمله احتمال– که به اختصار در بخش‌های بعد به آن‌ها خواهیم پرداخت.

۱-۳-۵ عینیت و جهان ۳

زبان که نخستین و مهم‌ترین فراورده‌ی ذهن انسانی است دو امکان را برای ما فراهم می‌کند. نخست اینکه به‌وسیله‌ی آن می‌توانیم، نظریه‌های خویش را به صورتی بیرون از وجود خود، نظر کنیم یا به تعبیر بهتر آن‌ها را عینیت ببخشیم. و دیگر اینکه پس از عینیت‌بخشیدن به نظریه‌های خود بتوانیم به آن‌ها دیدی انتقادی داشته باشیم؛ بدون آنکه موجودیت خویش را در معرض خطر ببینیم. (پوپر، ۱۳۸۱: ص۷۸-۷۷)

این مطلب که می‌توانیم به نظریه‌ها و از آن‌جا به معرفت خود عینیت ببخشیم پوپر را به ابداع نظریه‌ی جهان ۳ سوق داد. به عقیده‌ی وی ما دارای سه جهان هستیم. جهان۱، جهان رویدادهای فیزیکی است؛ جهان۲، جهان رویدادهای ذهنی و جهان۳، جهان فراورده‌های ذهن انسانی است. ماتریالیست‌ها، معتقدند که تنها جهان۱ واقعیت دارد. ایده‌آلیست‌ها فقط جهان۲ را، دارای واقعیت می‌دانند. اما پوپر هر دو جهان مذکور را عینی می‌داند و علاوه بر این‌ها به جهان سوم دیگری نیز قائل است.

جهان ۳ از یک سو محصول ذهن آدمی و فعالیت عامدانه‌ی ذهن اوست و از طرف دیگر پیامدهای ناخواسته و غیرقابل تصور برای ذهن آفریننده‌اش دارد. (Popper, 1977:p547)

جهان۳ در واقع از عینی بودن معرفت انسانی ناشی می‌شود. خلق این جهان توسط ما دلیلی بر وابسته بودن آن به ما نمی‌شود؛ چراکه این جهان پیامدهایی دارد که وابسته به ما نیست.

در نتیجه در نظر پوپر، هم جهان خارجی مستقل از ماست و هم جهان معرفت انسانی. دراین معنا بایستی درحیطه‌ی معرفت انسانی نیز به جستجوی تعابیری عینی از نظریه‌های علمی برآمد؛ و از آنجا که عدول از جبریت‌انگاریی و توسل به احتمال در کانون نظریه‌ی کوانتوم قرار دارد لذا پوپر در جستجوی تعبیری عینی از نظریه‌ی احتمال برمی‌آید که هم عینیت معرفت علمی حفظ شود و هم به حل مشکلات فلسفی ناشی از نظریه‌ی کوانتوم نائل آید. کوشش پوپر در این زمینه درادامه خواهد آمد.

۲-۳-۵ عینیت و نظریه‌ی احتمال

می‌توان طبق نظر پوپر تعابیر احتمال را به‌صورت زیر تقسیم‌بندی کرد:

I) تعابیر ذهنی (Subjective interpretations): الف) تعبیر کلاسیک ب) تعبیر منطقی

II) تعابیر عینی(Objective interpretations): الف) تعبیر بسامدی ب) تعبیر گرایشی

تعابیر ذهنی، ابطال‌ناپذیر و مربوط به دنیای ریاضی هستند. تعابیر عینی، ابطال‌پذیر و مربوط به دنیای فیزیکی‌اند.

تعبیر کلاسیک (Classical interpretation)، احتمال را به‌صورت نسبت حالت ممکن به حالات مطلوب تعریف می‌کند. تعبیر منطقی (Logical interpretation) احتمال را به درجه‌ی ارتباط منطقی میان گزاره‌ها نسبت می‌دهد. در این تعبیر اگر گزاره‌ی q از گزاره‌ی p به دست آید احتمال۱ را نتیجه می‌دهد. اگر دو گزاره‌ی p و q نقیض یکدیگر باشند، احتمال داده‌شده توسط q از p صفر است.

احتمال‌های دیگر نیز بین این دو مقدار تعریف می‌شوند.

تعابیر کلاسیک و منطقی هر دو تعابیری ذهنی هستند. اما تعبیر بسامدی (interpretation Frequency) که تعبیری عینی است؛ گزاره‌های احتمال را همچون بسامد نسبی یک پیشامد در داخل توالی یک سری از پیشامدهای دیگر در نظر می‌گیرد. برای نمونه احتمال آمدن عدد ۵ در یک تاس اندازی ۱/۶ است. این ادعا، فی‌الواقع ادعایی پیرامون تاس انداختن بعدی نیست بلکه ادعایی درباره‌ی همه مجموعه‌ی تاس انداختن‌ها است. گزاره‌ی موردنظر ما بیان می‌دارد که بسامد نسبی پنج‌ها در داخل طبقه‌ی تاس انداختن‌ها ۱/۶ است. و بالاخره تعبیر گرایشی (propensity interpretation) خواهان آن است که توجه ما را به ویژگی‌هایی از جهان جلب کند که به لحاظ فیزیکی مشاهده‌ناپذیرند. اما نتایج مشاهدات را معین می‌کنند.

پوپر می‌گوید:«من اصلا مدعی یکی بودن مفهوم‌های فیزیکی و ریاضی احتمال نیستم؛ بلکه برخلاف منکر آنم» (پوپر، ۱۳۷۰:ص۱۹۸-۱۹۷) وی سعی می‌کند که تعابیری برای نظریه‌ی احتمال پیدا کند که این تعابیر عینی باشند. در تعبیر عینی نظریه‌ی احتمال، پوپر دو نظرگاه عمده دارد. تعبیر اول را، او در کتاب «منطق اکتشافات علمی» پیش کشید که موسوم به تعبیر بسامدی است. اما پس از مدتی، این تعبیرش را با تعبیر دیگری موسوم به تعبیر گرایشی عوض کرد که توضیحاتش عمدتا در کتاب «جهان گرایش‌ها» آمده‌است. چون نظر نهایی پوپر بر روی تعبیر گرایشی متمرکز شده، بحث پیرامون نسبت نظریه‌ی احتمال با نظریه‌ی کوانتوم را، با مدنظر داشتن تعبیرگرایشی ادامه خواهم داد.

٤-٥ تعبیر گرایشی احتمال

دلیل اینکه پوپر از تعبیر بسامدی احتمال به تعبیر گرایشی تغییر موضع می‌دهد این است که وی معتقداست که تعبیر بسامدی را نمی‌توان درباره‌ی حوادث منفرد به کار برد این درحالی‌است که به عقیده‌ی او مکانیک کوانتوم به شدت محتاج به این امر است. به عقیده‌ی پوپر تعبیر بسامدی اشتباه نیست اما برای استعمال در کاربردهای فیزیک کوانتوم نارساست.

لازم به ذکراست که نظریه‌ی گرایشی پوپر، طرف توجه عده‌ای از فیلسوفان علم که در زمینه‌ی مبانی فلسفی احتمال کار می‌کنند قرار گرفته و با بسط و گسترش آن به طرق مختلف، امروزه شاهد چند قرائت گوناگون از نظریه‌ی گرایشی هستیم. (ر.ک، گیللز، ۱۳۸۶:ص ۱۶۳). ما در اینجا فقط قرائت خود پوپر از تعبیر گرایشی را طرح می‌کنیم.

پوپر گوید:«می‌خواهم از این واقعیت سخن بگویم که ما در یک جهان گرایشی زندگی می‌کنیم» (پوپر؛ ۱۳۸۱: ۲۴) براین‌اساس تعبیر گرایشی خواهان آن است که توجه ما را به ویژگی‌هایی از جهان جلب کند که به لحاظ فیزیکی مشاهده‌ناپذیرند اما نتایج مشاهدات را معین می‌کنند. این تعبیر برآن است که ما در عالم فیزیک تنها برخی خواص را مشاهده می‌کنیم و برخی دیگر از دسترس مشاهده‌ی ما خارج است. اما آیا روشی وجود دارد که بتوانیم تأثیرات این امور مشاهده‌نشدنی را پیش‌بینی کنیم؟ جواب این سؤال از

طریق توسل به آمارگیری داده می‌شود. ما در جهانی گرایشی زندگی می‌کنیم به این معنا که امکان‌های فراوانی برای به وقوع پیوستن وجود دارند؛ اما این امکان‌ها وزن‌های یکسانی برای به وقوع پیوستن ندارند. از طریق توسل به آمار و احتمال وزن امکان‌های مختلف را به‌دست می‌آوریم. برای نمونه احتمال اینکه در ماه ژوئیه در شهری مثل برایتن باران ببارد، دو درصد است اگر وفقط اگر طی سالیان دراز مشاهده کرده باشیم که به‌طور میانگین از هر پنج روز شنبه‌ی ماه ژوئیه، یک روز شنبه باران باریده‌است. (همان، ص۲۷-۲۶)

دخالت دادن مفهوم گرایش، تعمیم جدیدی از مفهوم نیروی فیزیکی است. مثلا وقتی یک سکه را پرتاب می‌کنیم به نسبت اینکه سکه روی میز صاف یا ناصاف انداخته شود جواب‌ها متفاوت است. این امرناشی ازشناخت ناقص مانیست بلکه یک امر عینی در جهان موجب به‌وجودآمدن این پدیده شده‌است؛ آن امر عینی از نظر پوپر همان گرایش‌های موجود درطبیعت است. پوپر مدعی است که این مطلب مورد تأیید فیزیک‌دانان نیز هست چراکه آنان نیز پذیرفته‌اند که نتایج کارشان به شرایط و اوضاع و احوال طبیعی وابسته است. مثلا نتایج در حضور حرارت یا میدان مغناطیسی، بسیار متفاوت است از وقتی که این عوامل حضور ندارند. نگرش پوپر به نظریه‌ی احتمال او را بر آن می‌دارد که براساس این تعبیر، تفسیری جدید از نظریه‌ی کوانتوم فراهم کند که در ادامه بیشتر به آن خواهیم پرداخت.

۱-٦ فیزیک، عدم تعین و پیش‌بینی‌ناپذیری از دیدگاه پوپر

گفته شدکه برخی از مفسران مکانیک کلاسیک، از جمله لاپلاس معتقداند که نظریات فیزیکی، جبری و تعین‌یافته‌اند از طرفی برخی از معبران مکانیک کوانتوم، این نظریه را مستلزم عدم‌تعین می‌دانند. پوپر هر دو تعبیر را اشتباه می‌داند. و سعی دارد نگرش دیگری که مبتنی بر نظریه‌ی گرایشی است را مطرح کند.

پوپر معتقد است که حتی جهان کلاسیک نیز مستلزم معینیگری نیست. وی معینیگری را این گونه تعریف می‌کند: معینیگری علمی، بدین معناست که حالت هر دستگاه فیزیکی بسته را در هر لحظه‌ی معین از زمان آینده را، می‌توان پیش‌بینی کرد. (پوپر، ۱۳۷۵:ص ۵۳) اندیشه‌ی کلی معینیگری را می‌توان به مدد یک استعاره توضیح داد. فیلمی را فرض کنید که در یک سالن سینما به نمایش درمی‌آید. در این فیلم، آنچه دیده می‌شود از قبل تثبیت شده‌است. معینیگری علمی، چنان که لاپلاس می‌گوید نیز دربردارنده‌ی همین معناست که حوادث جهان از قبل معین شده‌است بنابراین اگر شناختی دقیقی از وضعیت کنونی را با دقت بدانیم می‌توانیم آینده را پیش‌بینی کنیم.

به عقیده‌ی پوپر نگاه کردن به جهان به‌مثابه یک سیستم فیزیکی بسته، امر مطلوبی نیست. با چنین نگرشی خلاقیت و اختیار و آزادی آدمی به یک افسانه بدل می‌شود. این مشکل با توسل به نظریه‌ی گرایشی، حل می‌شود. به این دلیل که جهان ما یک جهان باز است، نه یک جهان بسته. بنابراین هر لحظه امکان‌هایی در حال وقوع است که نمی‌توان آن را به صورت جبری معین کرد. در نتیجه «جهان

دیگر یک ماشین علیت نیست، اکنون می‌توان آن را جهانی از گرایش‌ها، فرایند گسترش امکان‌های در حال فعلیت یافتن، و امکان‌هایی نوین شناخت.» (همان:ص ۳۵-۳۴)

پوپر همان گونه که معینگری دنیای کلاسیک را طرد می‌کند عدم تعین به‌معنای هایزنبرگی را نیز نمی‌پذیرد. به نظر وی عدم‌تعین تعبیر شده از نظریه‌ی کوانتوم، راه را برای ورود شانس و بی‌نظمی فراهم می‌کند و به جای یک نگاه عقلانی، نگرشی الابختکی را ترویج می‌کند. تعبیر گرایشی ضمن این‌که همه چیز را جبری نمی‌داند از ورود تصادف محض نیز جلوگیری می‌کند. راه‌حل نهایی پوپر در پذیرفتن دنیای باز است. دنیایی که در آن امکان‌هایی در حال وقوع‌اند که از دسترس مشاهده‌ی مستقیم خارج‌اند اما این امکان‌ها دارای نظم‌هایی به‌صورت آماری هستند و نمی توان آن‌ها را محصول تصادف محض دانست.

۱-۷ پوپر و روابط عدم قطعیت هایزنبرگ

اصل عدم‌قطعیت، یکی از اصول پذیرفته‌شده درمکانیک کوانتوم است و بنابر آن هر زوج، از متغیرهایی خاص طوری رفتار می‌کنند که به شدت به‌هم وابسته باشند به‌نحوی که اندازه‌گیری یکی، موجب ازدست‌رفتن مقدار دقیق دیگری می‌شود. اصل مذکور ازکوشش‌های هایزنبرگ در سال ۱۹۲۷ پیرامون اندازه گیری هم زمان مکان و سرعت نشأت می‌گیرد. هایزنبرگ در ابتدا می‌پنداشت که تعیین هم زمان و مکان دقیق و سرعت یک الکترون ناممکن است. اما بعدا استدلال کرد که تعیین دقیق مکان یک الکترون، سرعت آن را نامتعین می‌کند و بالعکس. نمونه‌ی دیگری از اصل عدم‌قطعیت، در عدم‌قطعیت انرژی و زمان دیده می‌شود.

تعبیرجدید پوپر از نظریه‌ی احتمال، او را برآن می‌دارد که نگرش جدیدی نیز به عدم‌قطعیت هایزنبرگ داشته باشد. پوپر معتقد است که سؤالات فلسفی برخاسته از تئوری کوانتوم، به‌صورت عمده صبغه‌ایی معرفت‌شناسانه دارد و برای پاسخ دادن به آن‌ها بایستی دنبال منطقه‌ایی بی‌طرف میان فیزیک و منطق باشیم. وی تعبیر خود ازاصل عدم‌قطعیت را در چهار حیطه‌ی عمده مورد تأمل قرار می‌دهد: حیطه‌ی اول: تعبیر روابط هایزنبرگ به روابط پراکندگی (Relation scatter) آماری؛ حیطه‌ی دوم: نشان‌دادن اندازه‌گیری‌هایی با دقت بالاتر از عدم‌قطعیت؛ حیطه‌ی سوم: نظر کردن به حد دقت روابط عدم‌قطعیت به‌عنوان یک فرض الحاقی؛ حیطه‌ی چهارم: نشان‌دادن تناقض در فرض الحاقی هایزنبرگ در صورت تعبیر این روابط به‌گونه‌ایی آماری.

لازم به توضیح است که پوپر در اینجا نیز صحت روابط ریاضی نظریه‌ی کوانتوم یا صحت ساختار نظری آن را منکر نمی‌شود بلکه تنها پیرامون نتایج منطقی تفسیر کپنهاگی از آن، به استدلال می‌پردازد. بنابراین وی اعتراف می‌کند که «من دستاورد ایجادکنندگان نظریه‌ی کوانتوم نوین را یکی از بزرگ‌ترین دستاوردهای تاریخ علم می‌دانم» (پوپر، ۱۳۷۰:ص ۲۱۴-۲۱۳)

پوپر سپس به نظرگاه معرفت‌شناسانه‌ی هایزنبرگ عطف‌نظر می‌کند و می‌گوید که هایزنبرگ مدعی آن است که عوامل متافیزیکی را در طرح نظریه‌ی کوانتوم طرد کرده و تنها آن را براساس عناصر

قابل‌مشاهده‌ی آزمایشگاهی بنا کرده‌است. به نظر پوپر، این نگرش معرفت‌شناسانه مبتنی بر یک فرض نامطلوب است و آن اینکه در طبیعت عناصری وجود دارد که طبیعت سعی در پنهان‌کردن آن‌ها از ما دارد و بنابراین بایستی تنها ازکمیاتی سود جست که در دسترس مشاهده‌ی آزمایشگاهی باشند. اما حتی با وجود این فرض، تعبیر هایزنبرگ از روابط عدم‌قطعیت نتوانسته به همه‌ی آنچه که وعده داده عمل کند. چراکه طبیعت نه مکان یا اندازه حرکت، بلکه ترکیب مکان با اندازه حرکت که همان مسیر ذرات فیزیکی است را از ما پنهان می‌دارد این درحالی‌است که طرح برخی آزمایش‌ها می‌تواند مسیر ذرات را برای ما به‌دست دهد.

مسیر مورد ادعای پوپر با انجام چند آزمایش متوالی و ترکیب نتایج آن‌ها به‌دست می‌آید. این آزمایش‌ها عبارتند از I) دو اندازه‌گیری مکان II) اندازه‌گیری مکان پس از اندازه‌گیری ممنتوم III) اندازه‌گیری مکان و سپس اندازه‌گیری ممنتوم. پوپر معتقد است هر چند هایزنبرگ در رد این آزمایش‌ها، آن‌ها را برای پیش‌بینی مفید نمی‌داند اما علی‌رغم این سخن، آزمایش مذکور حاوی این نکته است که نظریه‌ی کوانتوم مسیر را نفی نمی‌کند و بنابراین دلیلی بر رد برنامه‌ی معرفت‌شناسانه‌ی هایزنبرگ است.

وی استدلال می‌کند که قهرمانان رابطه‌ی عدم‌قطعیت مدام بین یک نگرش ذهنی و یک نگرش عینی از روابط عدم‌قطعیت، درحال نوسانند. به نظر ذهن‌گرایان، ذره دارای مکان و سرعت معین و بنابراین دارای مسیر است اما این امکان برای ما وجود ندارد که آن‌ها را همزمان اندازه‌گیری کنیم. در نگرش ذهنی مذکور، این پندار وجود دارد که طبیعت برخی کمیت‌ها را از دید ما پنهان می‌کند. البته در این جا نه مکان و اندازه حرکت را، بلکه ترکیب همزمان این دو، از دید ما پنهان داشته می‌شود. این تعبیر به عدم‌قطعیت همچون حدی برای شناخت ما نگاه می‌کند. تعبیر عینی از روابط عدم‌قطعیت نسبت‌دادن عنصری که شامل همزمان مکان و اندازه حرکت برای ذره باشد را نفی می‌کند. اما در هر صورت هر دو تعبیر به‌زعم پوپر نشان از شکست فلسفی نگرش هایزنبرگ دارد.

پوپر تعبیر رسمی آماری از نظریه‌ی کوانتوم را هم نمی‌پذیرد و مدعی آن است که این تفسیر دقت قابل دسترسی در اندازه‌گیری‌های کوانتومی را محدود می‌کند و روابط میان حال و آینده را نیز صرفا احتمالاتی می‌پندارد. این درحالی‌است که برخی از آزمایش‌هایی که نمونه‌ی آن ذکر شد دلیل بر بطلان این تعبیر است.

۲-۷ تعبیر جدید آماری پاپر از روابط عدم‌قطعیت

پوپرمعتقد است، روابط عدم‌قطعیت بایستی همچون نتایجی منطقی از نظریه‌ی کوانتوم به‌دست آیند ولی تعبیر برآمده از آن مبتنی بر قواعد محدودکننده‌ی دقت قابل حصول در اندازه گیری‌ها، نمی‌تواند منطقا متناقض با نظریه‌ی کوانتوم یا مکانیک موجی باشد. بنابراین پوپر پیشنهاد می‌کند که بایستی یک تفسیر عینی و آماری از روابط عدم‌قطعیت را به‌صورتی بنیادی پذیرفت. این تعبیر بیانگر آن است که اگر

مجموعه‌ایی از ذرات کوانتومی که آن را از لحاظ فیزیکی گزینش کرده‌ایم، در زمان t و در مکان x داشته باشیم؛ به این نتیجه می‌رسیم که در اندازه حرکت P_x آن‌ها، پراکندگی رخ می‌دهد و تغییرات پراکندگیΔP_x هرچه ΔX کوچک‌تر باشد، بزرگ‌تر می‌شود؛ و بالعکس.

اگر ذرات مذکور را که دارای اندازه حرکتP_x اند را داخل‌یک محدوده‌ی از پیش معلوم ΔP_x قرار دهیم به این نتیجه می‌رسیم که مکان آن به صورت اتفاقی در داخل یک محدوده‌ی Δx قرارمی‌گیرد؛که هرچهΔP_x یعنی دامنه‌ی پراکندگی یا عدم‌دقت مجاز اندازه حرکت، کوچک تر باشد آن دامنه بزرگ‌تر خواهد بود. بالاخره اگر بکوشیم که ذراتی را برگزینیم که هر دو خاصیتΔP_x و ΔX را داشته باشند در این صورت تنها به این شرط امکان‌پذیر است که در هر دو دامنه در رابطه‌ی $\Delta P_x \Delta X \geq h/4\pi$ صدق کند. این تعبیر عینی آماری را پوپر، روابط پراگندگی آماری می‌نامد.

تعبیر پوپر مبتنی بر مفهوم گزینش فیزیکی است و گزینش فیزیکی بدین معناست که مثلا همه‌ی ذراتی که خاصیت ΔX ندارند را در آزمایش کنار بگذاریم. گزینش فیزیکی فی‌الواقع یک اندازه‌گیری فیزیکی است اما بایستی توجه کرد که هر اندازه‌گیری فیزیکی یک گزینش فیزیکی نیست.

با آگاهی بر این نکته، می‌توان گفت که اگر فردی تلاش کند تا به‌وسیله‌ی یک آزمایش فیزیکی، یک مجموعه‌ی همگن از ذرات را تا آن‌جاکه ممکن است به‌دست‌آورد در این کوشش به سد روابط پراکندگی، برخورد می‌کند. در نتیجه می‌توان گفت که مجموعه‌ایی از ذرات با همگنی بیش از یک حالت کامل وجود ندارد؛ یا به تعبیر دقیق‌تر هیچ تنظیم آزمایشی نمی‌تواند یک مجموعه یا یک توالی از آزمایش‌ها با نتایج همگن تر از یک حالت کامل را فراهم آورد. پس می‌توان گفت که بر مبنای روابط پراکندگی آماری، برای نمونه اگر توسط شکافی در یک صفحه، مکان دقیق یک ذره برای گزینش مکانی آن فراهم آوریم، اندازه حرکت پراکنده یا غیرقابل پیش‌بینی می‌شود. توجه کنید که پوپر بر خلاف هایزنبرگ نمی‌گوید که اگر مکان معلوم باشد؛ اندازه حرکت نامتعین می‌شود بلکه می‌گوید که مقدار حرکت، غیرقابل پیش‌بینی می‌شود و این غیرقابل پیش‌بینی به‌نوبه‌ی خود بدین معناست که به ما اجازه‌ی پیش‌بینی پراکنده‌شدن را می‌دهد و این پیش‌بینی را می‌توان به‌وسیله‌ی توزیع آماری تعین کرد.

در نتیجه آنچه در تعبیر آماری پوپر، پذیرفته می‌شود این است که تنها دقت در پیش‌بینی، مبهم یا آلوده می‌شود ولی دقت در اندازه‌گیری چنین نیست. پس نمی‌توان گفت نظریه‌ی کوانتوم اندازه گیری دقیق را کنار می‌گذارد. این تعبیر در نزد پوپر گزاره‌های فیزیکی را به صورت میان‌ذهنی، آزمون‌پذیر می‌سازد و دارای خاصیت عینی نیز هست. (ر.ک، پوپر:۱۳۷۰، ص ۲۳۲-۲۱۲ و Popper, 1983)

۱-۸ تضاد کوانتوم مکانیک با علیت را چگونه می‌توان از نظر پاپر توضیح داد؟

پوپر معتقد است که بایستی بین سه سنخ از علیت تمایز قائل شد. سنخ اول، علیت به‌عنوان یک اصل متافیزیکی، سنخ دوم علیت به‌عنوان یک اصل روش‌شناختی و رابطه‌ایی قیاسی و سنخ سوم علیت به‌عنوان یک حالت خاص منتج‌شده از نظریه‌ی احتمال. اصل علیت، به‌عنوان اصلی متافیزیکی مستلزم

جبرگرایی است و پوپر به آن وقعی نمی‌نهد. وی می‌گوید که من به صورت متافیزیکی اصل علیت باوری ندارم (پوپر، ۱۳۷۲:ص ۱۰۷) بنابراین این سنخ از علیت در دیدگاه پوپر به کناری نهاده می‌شود. سنخ دوم علیت یک اصل روش‌شناختی تلقی می‌شود. علت در این نظرگاه منوط به توصیف شرایط ابتدایی یک پدیده است و معلول منوط به پیش‌بینی حادثه‌ی برآمده از علت. (پوپر، ۱۳۷۰:ص ۶۵-۶۴) از دیدگاه پوپر، علیت در این معنا همچون رئالیسم، هدف فعالیت علمی محسوب می‌شود. به این دلیل که علم در پی یافتن توضیح (یا توضیح علی) رضایت‌بخش دسته‌ایی از گزاره‌هاست. اینکه گفته می‌شود گزاره‌ی A علت گزاره‌ی B است باید این‌گونه فهم شود که نظریه‌ی T موجود است که می‌تواند به‌صورتی مستقل موردآزمون قرار بگیرد به‌نحوی‌که با توصیف مستقل آزمون‌شده‌ی A در شرایطی خاص، می‌توان به صورت منطقی یک توصیف B را درشرایطی خاص، استنباط کرد. (پوپر، ۱۳۷۴:ص ۳۹۲) قانون علی حلقه‌ی ارتباط منطقی علت و معلول است. علیت معنای سومی هم در نزد پاپر دارد؛ در معنای اخیر علیت یک حالت از رابطه‌ی احتمالی است که به صورت۱= (علت/ معلول)p بیان می‌شود. اما این صرفا یک نتیجه‌ی بسیار نامحتمل است. در جهان گرایشی، امکان‌های فراوانی وجود دارند که می‌خواهند تحقق یابند و این گرایش‌ها از اینکه احتمال مذکور تحقق یابد جلوگیری می‌کنند. (پوپر، ۱۳۸۱:ص ۳۸-۴۰)

در نتیجه به نظر پوپر نظریه‌ی کوانتوم پیرامون علیت متافیزیکی بایستی سکوت اختیار کند به این دلیل که علیت متافیزیکی، ابطال‌پذیر نیست و در حیطه‌ی علم تجربی نمی‌باشد اما درعین‌حال صلاحیت اظهارنظر پیرامون علیت روش‌شناختی را هم ندارد چراکه خود کوانتوم نیز برای انجام فعالیت علمی مجبور به پذیرش آن است. اما علیت به معنای سوم هم صرفا یک حالت ویژه‌ی احتمالی است و نفی آن دلیلی قانع‌کننده برای پذیرش عدم‌تعیین فراهم نمی‌کند.

به نظر پوپر اساسا ما در یک جهان گرایشی زندگی می‌کنیم، یعنی جهانی که در آن امکان‌های فرآوانی برای به وقوع پیوستن وجود دارند، هرچند این امکان‌ها وزن یکسانی برای به‌وقوع پیوستن ندارند، اما در تحقق یا عدم‌تحقق امکان‌های دیگربسیار مؤثرند.

بدین‌طریق پوپر سعی می‌کند هم نظر تعین‌گرایانه‌ی فیزیک کلاسیک را مردود بشمارد و هم از دیدگاه عدم‌تعینی که توسط طرفداران مکتب کپنهاگی، پیرامون رفتار طبیعت ترویج می‌شد، پرهیز کند. بدین صورت که در نظریه‌ی تعین‌گرایانه‌ی فیزیک کلاسیک، یک امر مهم مغفول مانده بود و آن گرایش‌های جهان ماست. در نظرگاه تعین‌گرایانه، ساختار جهان به‌گونه‌ای است که هر حادثه‌ای در آینده را بنابر اصل می‌توان از پیش معلوم کرد؛ فقط به این شرط که قوانین طبیعت را در شرایط فعلی به خوبی بدانیم (پوپر، ۱۳۷۵:ص۲۶). اما در جهان همواره گرایش‌هایی وجود دارد که تنها می‌توان آن را به‌صورت آماری محاسبه کرد و همین امر دست ما را در پیش‌بینی دقیق حوادث جهان طبیعت محدود می‌کند.

دست آخر بایستی بین علیت متافیزیکی، علیت تجربی، تعین‌گرایی و جهان گرایشی تمایز قایل شد، علیت متافیزیکی امری تجربی نیست، علیت تجربی یک حالت خاص در جهان گرایشی است که احتمال

رسیدن به آن تقریبا صفر است. اما علیت متافیزیکی همان‌گونه که گفته شد یک امر تجری نیست؛ بنابراین مکانیک کوانتوم به‌عنوان یک تئوری علمی نمی‌تواند پیرامون آن صحبت کند. اما جستجوی علیت به‌عنوان یک اصل روش‌شناختی امری مفید است. از طرفی نبایستی علیت را مقابل تعین‌گرایی دانست، و فیزیک نیوتن نیز مستلزم تعیین‌گرایی نیست، چراکه ما در جهان گرایشی زندگی می‌کنیم و در جهان گرایشی امکان‌هایی وجود دارد که بایستی آن‌ها را برحسب آمار سنجید. مکانیک کوانتوم نیز یک نظریه‌ی آماری است و نبایستی به منزله‌ی عدم‌تعین ذاتی در طبیعت به آن نظر انداخت.

نتیجه‌گیری:

در مقاله‌ی حاضر ابتدا سعی کردیم به تشریح فلسفی فیزیک کلاسیک و فیزیک کوانتوم اقدام ورزیم. سپس نشان دادیم که این دو نگرش در تقابل تجربی و فلسفی با یکدیگر قرار می‌گیرند. بیان شد که در سطح تقابل تجربی اصل همخوانی بور راهکار مناسب و کارآمدی را برای دست‌یافتن به پیش‌بینی‌های سازگار فراهم می‌آورد؛ اما در سطح تقابل فلسفی با تقابل متافیزیکال، دلالت شناختی و معرفتی روبرو می‌شویم لذا عده‌ای از فیزیک‌دانان و فلاسفه با طرح‌ریزی تعابیر مختلف به شکاف فوق‌الذکر واکنش نشان داده‌اند؛ پس از آن از میان همه‌ی تعابیر موجود، واکنش پنج تعبیر مهم‌تر کپنهاگی، ایده‌آلیستی، تعبیر مبتنی بر رئالیسم کلاسیک، تعبیر مبتنی بر رئالیسم انتقادی و نهایتا تعبیر کپنهاگی به دوپارگی یادشده مورد معرفی قرار گرفت.

اظهار شد که تعبیر پوپر در میان طیف وسیعی از تعابیر موسوم به تعابیر مبتنی بر رئالیسم انتقادی قرار دارد. پوپر از آنجا که به قیاس ناپذیری پارادایم‌های علمی معتقد نیست لذا شکاف فلسفی بین فیزیک کلاسیک و کوانتوم را معقول نمی‌داند. ویژگی‌های عمده‌ی موجود در علم‌شناسی وی یعنی ابطال‌گرایی، رئالیسم انتقادی، عینیت و عقلانیت و نهایتا اعتقاد به پیشرفت علمی وی را به سمت اعتراض به تعبیر کپنهاگی سوق می‌دهد. پوپر با تمایز بین ساختار ریاضی و تعبیر فلسفی، ساختار ریاضی نظریه‌ی کوانتوم را ابطال‌پذیرترین نظریه در زمان معاصر و ادامه‌ی سنت علمی فیزیک تلقی می‌کند. اما او تعبیر فلسفی ارائه‌شده توسط کپنهاگی‌ها را رد کرده و به طرح‌ریزی تعبیر دیگری مشغول می‌گردد. به‌زعم پوپر تعبیر وی نه تنها برای نتایج فلسفی مکانیک کوانتوم پاسخ‌های مناسبی فراهم می‌کند علاوه بر آن دوگانگی را نپذیرفته و به فلسفه‌ی واحدی از فیزیک منجر می‌گردد.

نظر پوپر به‌منظور ایجاد وحدت در فلسفه‌ی فیزیک در دو طراز قابل تحلیل و ارائه است: طراز ۱: هستی‌شناسی علمی. طراز ۲: روش‌شناسی و متافیزیک علمی.

در طراز ۱ وی با طرح مفهوم جهان باز و تعبیر گرایشی ناظر بر آن اعلام می‌دارد که در جهان، امکان‌های فراوانی برای به‌وقوع پیوستن وجود دارند؛ لذا عطف نظر به تعبیر گرایشی نظریه‌ی احتمال هم دلیل توسل به احتمال در نظریه‌ی کوانتوم توضیح داده می‌شود و هم تعین‌گرایی فیزیک کلاسیک مردود

انگاشته می‌شود. لذا هستی‌شناسی جهان باز، اولین حلقه‌ی اتحاد در فلسفه‌ی فیزیک فیزیک تلقی می‌گردد. براساس تعبیر گرایشی پوپر روابط عدم‌قطعیت هایزنبرگ همانگونه که شرح مفصلش درمقاله آمد، عدم‌تعین در طبیعت محسوب نمی‌شوند بلکه روابط پراکندگی آماری هستند.

حلقه‌ی ارتباط دیگر بین فیزیک کلاسیک و کوانتوم در سطح هستی‌شناسی علمی، در مفهوم علیت نهفته‌است. علیت در نزد پوپر سه معنا دارد: علیت متافیزیکی، علیت روش‌شناختی و نهایتا علیت گرایشی. دو معنای اول به طراز ۲ در تعبیر فلسفی پوپر متعلق‌اند اما علیت گرایشی در طراز ۱ قرار دارد. علیت به‌معنای اخیر، رابطه‌ایی احتمالی مبتنی بر نظریه‌ی گرایشی است و به‌صورت۱= (علت/ معلول)p بیان می‌شود. این نوع احتمال خاص، صرفا یک نتیجه‌ی بسیار نامحتمل از تعبیر گرایشی مبتنی بر جهان باز است. و عدول از علیت در فیزیک کوانتوم به این معناست که احتمال وقوع نتیجه‌ی گفته شده در صورت‌بندی فوق نزدیک به صفر و تقریبا غیرممکن است؛ درعین‌حال صورت‌بندی گفته‌شده در دنیای کلاسیک نیز معتبر است. در نتیجه در اینجا نیز می‌توان گفت که تعبیر فلسفی پوپر مبتنی بر وحدت است. وحدتی برخاسته از مفهوم علیت گرایشی در جهان‌های کلاسیک و کوانتومی است.

حلقه‌ی سوم ارتباط در طراز هستی‌شناختی مربوط به مسئله‌ی مسیر در فیزیک است. پوپر با طرح یک آزمایش که در بخش۱-۷ به آن اشاره کردیم ادعا می‌کند نظر هایزنبرگ در نفی مسیر در دنیای کوانتومی را ابطال کرده و این نشان می‌دهد که حکم عقل عرفی در رابطه با داشتن مسیر چه در دنیای کوانتوم وچه در دنیای کلاسیک، معتبر است و از این لحاظ نیز بین فیزیک کلاسیک و کوانتوم تعارضی نیست و در هر دو مسیر دارای اعتبار است.

در طراز۲ تعبیر فلسفی پوپر یعنی طراز متافیزیک و روش‌شناسی علمی، بیان می‌داریم که پوپر با رد ادعای کامل بودن نظریه‌ی کوانتوم با تأکید بر اصل ابطال‌گرایی بار دیگر به فلسفه‌ی فیزیک به سان یک فلسفه‌ی وحدت‌انگار نگریسته است. ابطال‌گرایی و ماهیت حدسی نظریات علمی نشان می‌دهد که نه فیزیک کوانتوم کامل است و نه فیزیک کلاسیک؛ و در این رابطه بین دو نظریه وجه افتراقی ملاحظه نمی‌شود جز اینکه یکی ابطال‌پذیرتر از دیگری است و تقرب بیشتری به حقیقت دارد.

وحدت دیگری که در طراز روش‌شناختی علی‌رغم دعوی کپنهاگی‌ها ملاحظه می‌شود وحدت در فهم‌پذیری هردو نظریه است.

پوپر شرط فهم‌پذیری را نه تصویرپذیری که ۱.ابطال‌پذیری و ۲.انسجام و سازگاری نظریه‌های علمی می‌داند و از این لحاظ نیز نیازی نیست که بین فیزیک کلاسیک و فیزیک کوانتوم قائل به جدایی و تفرق شویم.

همچنین پوپر، رئالسیم را به‌عنوان یک اصل متافیزیکی و روش‌شناختی معرفی می‌کند که فعالیت علمی بدون مفروض گرفتن آن غیرممکن است. رئالیسم در این سطح نمی‌تواند مرد تعرض فیزیک کوانتوم قرار گیرد و در این معنا چه فیزیک کلاسیک و چه فیزیک کوانتوم برای معناداری فعالیت علمی مجبور به پذیرش آنند. پس در این سطح نیز دوگانگی مردود است و رئالیسم اصل واحد حاکمی بر هر دو نظریه است.

نهایتا به اصل علیت باز می‌گردیم علیت یک معنای هستی‌شناختی داشت که در طراز ۱ به آن پرداختیم. اما همچنین علیت دارای معنای متافیزیکی و روش‌شناختی نیز هست. پوپر معنای متافیزیکی علیت را معادل با جبرانگاری می‌داند وی معتقد است که این معنای علیت چه در دنیای کلاسیک و چه در دنیای کوانتوم، به دلیل مخالفت با عقل سلیم مردود است. اما معنای روش‌شناختی علیت، منوط به توصیف شرایط ابتدایی یک پدیده به‌منظور پیش‌بینی حادثه‌ی برآمده از علت است که هدف فعالیت علمی محسوب می‌گردد. و این هدف نیز برای فیزیک کلاسیک و فیزیک کوانتوم واحد است.

بنابراین پوپر چه در طراز هستی‌شناسی علمی و چه در سطح متافیزیک و روش‌شناسی علمی قائل به جدایی و دوگانگی فلسفه ی فیزیک نیست و سعی می‌کند با پیگیری تعبیری مناسب وحدت رویه را در فلسفه‌ی فیزیک نشان دهد.

در نهایت می‌توان گفت هر چند تلاش وی در جهت وحدت‌گرایی در فلسفه‌ی فیزیک می‌تواند با ناکامی‌هایی روبه‌رو باشد اما به‌عنوان گامی جسورانه قابل بحث و بررسی است.

فهرست منابع

منابع فارسی:

اسکوایرز، یوئن جیمز(۱۳۸۷). ***اسرار جهان کوانتومی***، ترجمه کمال‌الدین یعقوبی، انتشارات سروش، چاپ دوم.

اینیشتین، آلبرت – اینفلد، لئوپولد، (۱۳۶۱)، ***تکامل علم فیزیک***، ترجمه احمد آرام، انتشارات پرتو.

باربور، ایان(۱۳۸۹).***علم و دین***، ترجمه بهاء الدین‌خرمشاهی، تهران، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی،چاپ هفتم.

برت، ادوین آرتور (۱۳۶۹). ***مبادی مابعدالطبیعه علوم نوین***، ترجمه عبدالکریم سروش، شرکت انتشارات علمی و فرهنگی و موسسه مطالعات و تحقیقات علمی و فرهنگی، چاپ هفتم.

پاکینگورن، جان،(۱۳۸۸). ***نظریه‌ی کوانتوم***، ترجمه ابوالفضل حقیری، انتشارات بصیرت.

پوپر،کارل ریموند(۱۳۷۰). ***منطق اکتشاف علمی***، ترجمه احمد آرام، انتشارات سروش، چاپ اول.

پوپر، کارل ریموند(۱۳۷۲). ***واقعیگری و هدف علم***، ترجمه‌ی احمدآرام، انتشارات سروش

پوپر، کارل ریموند، (۱۳۷۴). ***شناخت عینی برداشت تکاملی***، ترجمه احمد آرام، شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، چاپ اول.

پوپر،کارل ریموند(۱۳۷۵).***جهان باز، برهانی در تایید نامعینیگری***، ترجمه احمد آرام، انتشارات سروش،

پوپر،کارل ریموند(۱۳۷۹). ***اسطوره‌ی چارچوب در دفاع از علم و عقلانیت***، ترجمه علی پایا، تهران، انتشارات طرح نو.

پوپر، کارل ریموند(۱۳۸۰). ***جستجوی همچنان باقی-زندگی نامه فکری و خود نوشت***، ترجمه سیامک عاقلی، انتشارات گفتار.

پوپر،کارل ریموند(۱۳۸۱). ***جهان گرایش‌ها، دو پژوهش درباره علیت و تکامل***، ترجمه عباس باقری، انتشارات فروزان روز، چاپ اول.

پوپر، کارل ریموند(۱۳۸۳)، ***زندگی سراسر حل مسئله است***، ترجمه شهریار خواجیان، انتشارات مرکز.

پوپر،کارل ریموند(۱۳۸۴). ***می‌دانم که هیچ نمی‌دانم***، ترجمه پرویز دستمال‌چی، انتشارات ققنوس، چاپ اول

گاسیروویچ، استفان(۱۳۸۳). ***فیزیک کوانتومی***، ترجمه جمیل آریایی، محمدرضا مطلوب، انتشارات نما، چاپ اول.

گلشنی، مهدی(۱۳۸۵). ***تحلیلی از دیدگاه‌های فلسفی فیزیک‌دانان معاصر***، انتشارات پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، چاپ چهارم.

گیللز، دانالد(۱۳۸۶). ***نظریه‌های فلسفی احتمال***، ترجمه محمدرضا مشکانی، تهران انتشارات دانشگاه صنعتی شریف

مبانی فیزیک نوین وایدنر،ریچارد-سلز،رابرت(۱۳۸۲).ترجمه علی اکبری و مهدی صفا اصفهانی، مرکز نشر دانشگاهی،چاپ هفتم.

جینز، سر جیمز هاپوود (۱۳۸۸). ***فیزیک و فلسفه***، ترجمه علی قلی بیانی، نشر شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، چاپ پنجم.

هایزنبرگ،ورنر(۱۳۹۰). ***جزء و کل***، ترجمه حسین معصومی همدانی، مرکز نشر دانشگاهی، چاپ هفتم.

دمپی یر(۱۳۸۴). ***تاریخ علم***، ترجمه عبدالحسین آذرنگ، انتشارات سمت، چاپ چهارم.

منابع لاتین:

Laplace,(1951) p., ***A. philosophical-ssay on probabilities*** English Translation by F.w. Truscontt, et. Al, New york: (pover).

Born, M(1971), ***Einstain-BornLetters*,TranslationbyIreneBorn**,(London: Macmillan).

Jammer,M.(1989), ***the conceptual Development of Quantum Mechanics***. (V. S. A. Tomash, Pub.,)

Galileo(1960),**the *Assayer, Tran.by S.drake.in the contrives on the comet of 1618***,trans by s.drake and c.d.o malley (Philadelphia:university of pennsylvana press,).

Newton,(1962),***Matematical principles of Natural philosop*** Trans by A. Motte,revised by F.cajori(Berkeley: university of California press).

Heisenberg,w(1970), ***the physicist conception of natune***, (Westport-conn:Greenwood prell,).

Popper, K.R & Eccles, John C.(1977), ***The self and Its Brain, An Argument for Interactionism***, (Spring International, Berlin, Heidelberg, London, New york)

Popper, K.R(1983), ***Quantum theory and schism in physics***, (Routledge: London)

Folse, Henry, (1985), ***the Philosophy of Niels Bohr***: ***The Framework of Complementarity*** (New York: North Holland)

Eddington, Arthur, (1928), ***the Nature of the Physical World*** (Cambridge: Cambridge University Press)

Jeans, j, (1934), **the *new Background of Science***, (London: Macmillan)

d'Espagnat, B., (1987), **"Veiled Reality"** in Sympusium on the Foundamation of Modern Physics, (Singapore: World Scientific)