



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پژوهشکده فلسفه علم
گروه فلسفه علم

پایان نامه دکتری رشته فلسفه علم و فناوری

گرایش فلسفه فیزیک

نقش رهیافت های متافیزیکی و معرفت شناختی در شکل گیری مکانیک کوانتمی استاندارد

استاد راهنما :

دکتر مهدی گلشنی

استاد مشاور :

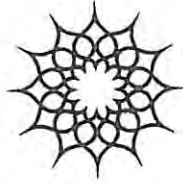
دکتر امیراحسان کرباسی زاده

پژوهشگر :

سیدههدایت سجادی

شهریور ماه ۱۳۹۱

سورة الاحقاف



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
مدیریت تحصیلات تکمیلی

باسمه تعالی

هیأت داوران در جلسه مورخ ۱۳۹۱/۰۶/۱۵

رساله ی تحصیلی آقای سید هدایت سجادی دانشجوی مقطع دکتری رشته ی فلسفه علم و فناوری

تحت عنوان:

نقش رهیافت های متافیزیکی و معرفت شناختی در شکل گیری مکانیک
کوانتمی استاندارد

را بررسی کردند و رساله با درجه عالی به تصویب نهایی رسید.

۱. استاد راهنمای رساله، آقای دکتر مهدی گلشنی با مرتبه علمی استاد امضا

۲. استاد مشاور رساله، آقای دکتر امیر احسان کرباسی زاده با مرتبه علمی استادیار امضا

۳. استاد داور داخلی، آقای دکتر غلامحسین مقدم حیدری با مرتبه علمی استادیار امضا

۴. استاد داور مدعو، آقای دکتر افشین شفیعی با مرتبه علمی دانشیار امضا

۵. استاد داور مدعو، آقای دکتر اکبر فهیمی با مرتبه علمی استادیار امضا

امضای رئیس پژوهشگاه

امضای مدیر گروه

امضای نماینده مدیریت تحصیلات تکمیلی

مشکر و قدردانی

خداوند بزرگ را شاکرم که همواره یار یکرم بوده است. پدر و مادرم را بسیار سپاس می گویم که اولین آموزگاران و مشوقین من بودند و از همه اطرافیانم که در دانش اندوزی من سهم بوده اند سپاسگزارم. قدر دان همه معلمین و استایدم، هستم که از آنها آموخته ام. از همسرم بسیار سپاسگزارم که در این مراحل علمی پشتیبان و مشوق من بوده اند. از همه کسانی که در نوشتن این پایان نامه مریاری نموده اند سپاسگزارم؛ به ویژه از استاد راهنمای ارجمندم جناب استاد مهدی گلشنی کمال تقدیر و تشکر را دارم. استاد گلشنی نه تنها راهنمای علمی اینجانب بوده اند بلکه در تمام مراحل تحصیل عالی و امور پژوهشی از بیچ کجک علمی و روانی دریغ ننموده اند و همواره مشوق اینجانب بوده اند. از استاد مشاور محترم جناب دکتر کرباسی زاده سپاسگزارم که صمیمانه و دوستانه مراد این پایان نامه یاری رسانند. از داوران محترم این پایان نامه تشکر می کنم که با نظرات خود نور بیشتری بر موضوع و محتوای پژوهش انداختند.

در اینجا باید از استاد کرامتقدر جناب استاد دنیس دیکز (Dennis Dieks) در دانشگاه اترخت هلند تشکر ویژه ای داشته باشم که فرصتی فراهم نمودند که در آن دانشگاه. بخشی از کار پایان نامه خود را به انجام رسانم، و نه تنها راهنمایی های ارزشمندی ارائه نمودند بلکه شخصیت و اخلاق علمی ایشان بسیار ستودنی بود. از سایر همکاران ایشان هم در انستوی تاریخ و مبانی فلسفی علم در دانشگاه اترخت بسیار سپاسگزارم.

تقدیم بہ:

پدر و مادر ارجمندم

و تقدیم بہ:

ہمسر کرامی

و

دختر نازینم "باران"

چکیده

نسبت میان فلسفه و فیزیک به طور عام، و فیزیک کوانتم به طور خاص، یکی از موضوعات مهم برای فلاسفه علم و فلاسفه فیزیک است. این موضوع برای برخی از فیزیکدانان (به ویژه در حوزه فیزیک نظری) نیز جالب توجه و با اهمیت است. با وجود آثاری که در زمینه رابطه فیزیک کوانتم با فلسفه و مکاتب فلسفی نگاشته شده اند، هنوز می توان ادعا نمود که تصویر روشنی از این رابطه، و چگونگی تعامل فیزیکدانان با آموزه های فلسفی وجود ندارد. این پژوهش به بررسی نقش رهیافت های فلسفی (متافیزیکی و معرفت شناختی) در شکل گیری مکانیک کوانتمی استاندارد می پردازد، و هدف آن ارائه تصویری از رابطه مکانیک کوانتمی استاندارد با آموزه های فلسفی است. این پژوهش به دنبال پاسخ این پرسش ها است که نخست، رهیافت های فلسفی اثرگذار بر شکل گیری مکانیک کوانتمی استاندارد کدام اند؟ و دوم، فرآیند اثرگذاری این رهیافت ها بر مکانیک کوانتمی استاندارد چگونه بوده است؟ برای پاسخ به این پرسش ها از دو روش استفاده شده است: نخست با تحلیل (فلسفی) آثار مهم فیزیکدانان بنیانگذار مکانیک کوانتمی، بور و هایزنبرگ، در خلال سالهای ۱۹۲۷-۱۹۱۳، به صورتبندی رهیافت های موثر بر شکل گیری مکانیک کوانتمی پرداخته شده است. و دوم، با ارجاع و تحلیل برخی منابع دست دوم درباره این فیزیکدانان (با تاکید بر آثار خود آنها پس از ۱۹۲۷) و درباره آثار اصلی آنان در این دوره خاص (۱۹۲۷-۱۹۱۳)، به بررسی رهیافت ها و نقش آنها در شکل گیری مکانیک کوانتمی استاندارد پرداخته شده است. آثار اصلی این فیزیکدانان شامل مدل اتمی (بور)، اصل تطابق، شکل گیری مکانیک ماتریسی، اصل عدم قطعیت، و اصل مکملیت است. در نهایت، نشان داده است که چهار رهیافت فلسفی وحدت گرایی، تجربه گرایی، ضدواقعگرایی، و ضدموجیبتی بر شکل گیری مکانیک کوانتمی استاندارد اثرگذار بوده اند. همچنین تصویری از فرآیند اثرگذاری آن رهیافت ها، در قالب کارکرد آنها، مسیر اثرگذاری، و نقاط اثرگذار در فرآیند شکل گیری مکانیک کوانتمی استاندارد ارائه شده است.

واژگان کلیدی

رهیافت های فلسفی، بور، هایزنبرگ، مکانیک کوانتمی استاندارد

فهرست مطالب

پیشگفتار ۱

فصل اول: کلیات و روش شناسی پژوهش

۱-۱. مقدمه ۴

قسمت اول. کلیات ۴

۲-۱. بیان مسئله ۴

۳-۱. ضرورت و اهمیت پژوهش ۴

۴-۱. سولات پژوهش ۵

۱-۴-۱. سولات اصلی ۵

۲-۴-۱. سولات فرعی ۵

۵-۱. محدودیت های پژوهش ۶

۶-۱. پیش فرضهای پژوهش ۶

۷-۱. فرضیه های پژوهش ۷

۸-۱. تعریف اصطلاحات ۷

قسمت دوم.

۹-۱. روش پژوهش ۱۰

۱۰-۱. فرآیند اجرای پژوهش ۱۰

۱۱-۱. نمونه مورد بررسی ۱۲

۱۲-۱. ابزار جمع آوری داده ها ۱۲

۱۳-۱. روش تحلیل داده ها ۱۲

فصل دوم: پیشینه و ادبیات پژوهش: فیزیک کوانتم و فلسفه

۱۴	..... ۱-۲. مقدمه
۱۵	..... ۲-۲. فلسفه و فیزیک کوانتم: یک نگاه کلی
۱۹	..... ۳-۲. فلسفه و فیزیک کوانتم: بررسی موردی
۲۰	..... ۱-۳-۲. جنبه های فلسفی و اصول و روابط نظریه
۲۲	..... ۲-۳-۲. آموزه های فلسفی و بنیانگذاران نظریه
۲۵	..... ۴-۲. خلاصه و نتیجه گیری

فصل سوم: رهیافت های فلسفی: معرفت شناختی و متافیزیکی

۳۰	..... ۱-۳. مقدمه
۳۰	..... ۲-۳. وحدت گرایی
۳۶	..... ۳-۳. تجربه گرایی
۴۳	..... ۴-۳. واقعگرایی/ضدواقعگرایی
۴۶	..... ۵-۳. موجبیت گرایی/ضدموجبیت گرایی

فصل چهارم: سیر شکل گیری مکانیک کوانتمی استاندارد: زمینه تاریخی

۵۲	..... ۱-۴. مقدمه
۵۳	..... ۲-۴. نظریه کوانتم قدیمی: مدل اتمی و اصل تطابق
۵۳	..... ۱-۲-۴. مدل اتمی بور
۵۸	..... ۲-۲-۴. اصل تطابق
۶۰	..... ۳-۴. مکانیک کوانتمی: از مکاتیک ماتریسی تا تعبیر کپنهاگی
۶۱	..... ۱-۳-۴. مکانیک ماتریسی
۶۳	..... ۲-۳-۴. تعبیر کپنهاگی
۶۵	..... ۱-۲-۳-۴. روابط عدم قطعیت
۶۸	..... ۲-۲-۳-۴. مکملیت

فصل پنجم: سیر شکل گیری مکانیک کوانتومی استاندارد: تحلیل فلسفی

۷۲	۱-۵. مقدمه
۷۳	۲-۵. آثار بور و جنبه های (تحلیل) فلسفی آنها
۷۳	۱-۲-۵. مدل اتمی بور
۷۷	۲-۲-۵. اصل تطابق
۸۳	۳-۲-۵. مکملیت
۸۷	۳-۵. آثار هایزنبرگ و تحلیل فلسفی آنها
۸۷	۱-۳-۵. شکل گیری مکانیک ماتریسی
۹۳	۲-۳-۵. اصل عدم قطعیت

فصل ششم: تصویری از نقش رهیافت های فلسفی در شکل گیری مکانیک کوانتومی استاندارد

۱۰۳	۱-۶. مقدمه
۱۰۳	۲-۶. رهیافت های فلسفی و مکانیک کوانتومی استاندارد: آثار فیزیکی و صورتبندی رهیافت های فلسفی و بررسی اثرگذاری آنها
۱۰۳	۱-۲-۶. مدل اتمی بور و رهیافت های فلسفی
۱۰۶	۲-۲-۶. اصل تطابق و رهیافت های فلسفی
۱۰۸	۳-۲-۶. مکملیت و رهیافت های فلسفی
۱۱۰	۴-۲-۶. شکل گیری مکانیک ماتریسی و رهیافت های فلسفی
۱۱۳	۵-۲-۶. اصل عدم قطعیت و رهیافت های فلسفی
۱۱۷	۳-۶. رهیافت های فلسفی و مکانیک کوانتومی استاندارد: بنیانگذاران نظریه و رهیافت های فلسفی اثرگذار
۱۱۷	۱-۳-۶. بور و رهیافت های فلسفی
۱۱۸	۱-۱-۳-۶. بور و رهیافت وحدت گرایانه
۱۲۱	۲-۱-۳-۶. بور و رهیافت تجربه گرایانه

- ۱۲۲ ۳-۱-۳-۶. بور و رهیافت ضدواقعگرایانه
- ۱۲۳ ۴-۱-۳-۶. بور و رهیافت ضدموجیبت گرایانه
- ۱۲۵ ۲-۳-۶. هایزنبرگ و رهیافت های فلسفی
- ۱۲۶ ۱-۲-۳-۶. هایزنبرگ و رهیافت وحدت گرایانه
- ۱۲۹ ۲-۲-۳-۶. هایزنبرگ و رهیافت تجربه گرایانه
- ۱۳۰ ۳-۲-۳-۶. هایزنبرگ و رهیافت ضدواقعگرایانه
- ۱۳۱ ۴-۲-۳-۶. هایزنبرگ و رهیافت ضدموجیبت گرایانه
- ۱۳۳ ۴-۶. رهیافت های فلسفی و مکانیک کوانتمی استاندارد: فرآیند اثرگذاری
- ۱۴۰ ۵-۶. نقش رهیافت های فلسفی در شکل گیری مکانیک کوانتمی استاندارد
- ۱۴۱ ۱-۵-۶. ارائه یک تصویر برای رابطه فیزیکدانان کوانتمی و فلسفه
- ۱۴۳ ۲-۵-۶. ارائه یک تصویر برای رابطه فیزیک کوانتم و فلسفه
- ۱۴۶ ۳-۵-۶. دیاگرامی برای رابطه مکانیک کوانتمی و مکاتب فلسفی (بر اساس روش بور و هایزنبرگ)
- ۱۴۷ ۶-۶. جمع بندی و نتیجه گیری
- ۱۵۳ مراجع فارسی
- ۱۵۳ مراجع لاتین

چکیده لاتین

پیشگفتار

مکانیک کوانتومی یکی از نظریه های بزرگ فیزیک است که شکل گیری آن در قرن بیستم تحولی بزرگ در عرصه علم و تکنولوژی به دنبال داشت. در پی ناکارآمدی فیزیک کلاسیک در حل برخی از مسائل تجربی، از جمله توضیح تابش جسم سیاه، به تدریج گونه ای نگرش نو در فیزیک پدید آمد که با پیش کشیدن مفهوم کوانتا از جانب پلانک در سال ۱۹۰۰ آغاز گردید. شکل گیری مکانیک کوانتومی از چند مرحله اساسی گذر کرده است: مرحله اول، شکل گیری مفاهیم کوانتومی و بکارگیری آنها در حل برخی از مسائل؛ مرحله دوم، شکل گیری نظریه کوانتم قدیم^۱؛ مرحله سوم، گذر از نظریه کوانتم قدیمی به مکانیک کوانتومی؛ مرحله چهارم، شکل گیری مکانیک کوانتومی و تفوق و تثبیت تعبیر کپنهاگی آن.

از حوالی سال ۱۹۱۳ به بعد، بور با نظریه ای نیمه کلاسیک- نیمه کوانتومی، سعی در حل برخی مسائل فیزیکی نمود. با وجود این نظریه، که بعدها نظریه کوانتم قدیمی نام گرفت، تا قبل از سال ۱۹۲۵، مجموعه ای در هم و برهم از دستورالعمل های محاسباتی، قواعد و اصول، فرضیه های پراکنده، و ... وجود داشت که اساساً فاقد انسجام درونی و استقلال زبانی مشخصی (از نظر اصطلاحات و مفاهیم) بودند. ارائه مکانیک ماتریسی توسط هایزنبرگ در سال ۱۹۲۵ و مکانیک موجی در سال ۱۹۲۶ توسط شرودینگر، سبب شکل گیری مکانیک کوانتومی به صورتی منسجم شد و این نابسامانیها را پایان داد. پس از نشان دادن هم ارزی این دو فرمالیسم، در سال ۱۹۲۷ فیزیکدانان در پی تعبیر آن بر آمدند تا آنکه در نهایت در کنگره سولوی همان سال مکانیک کوانتومی، با تعبیری که بعدها 'کپنهاگی' نامیده شد، مقبولیت عام یافت. اگر چه از سال ۱۹۲۷ به بعد، مکانیک کوانتومی تحولات جدیدی را از سر گذرانیده است، اما این تحولات در همان بستر و چارچوب مکانیک کوانتومی با تعبیر کپنهاگی آن- مکانیک کوانتومی استاندارد- صورت گرفته است. شکل گیری مکانیک کوانتومی مرهون عوامل متعددی است: عوامل درونی علم همچون عوامل تجربی، مشاهدتی، مفهومی و ...؛ و عوامل بیرونی همچون عوامل سیاسی، اجتماعی، اقتصادی و ... که سازنده تاریخ بیرونی علم هستند. به نظر می رسد در این میان منازعات فلسفی و مفهومی میان فیزیکدانان نه تنها در فرآیند شکل گیری تعبیر کپنهاگی نقش ایفا نموده است، بلکه پس از آن هم ادامه یافته است. این پژوهش به بررسی نقش رهیافت های فلسفی (متافیزیکی و معرفت شناختی) در شکل گیری مکانیک کوانتومی استاندارد- مکانیک کوانتومی با تعبیر کپنهاگی- می

¹ old quantum theory

پردازد و تحلیل فلسفی-تاریخی تحولات نظریه مکانیک کوانتومی در اوایل قرن بیستم را در بر دارد. به این ترتیب هدف اصلی در این پژوهش بررسی نقش رهیافت های فلسفی در شکل گیری مکانیک کوانتومی استاندارد^۲ (SQM) و ارائه تصویری از رابطه فلسفه با مکانیک کوانتومی استاندارد در یک دوره مشخص تاریخی (۱۹۲۷-۱۹۱۳) است.

این پایان نامه در شش فصل تنظیم شده است. فصل نخست به کلیات و روش شناسی پژوهش می پردازد. فصل دوم این پایان نامه، به پیشینه و ادبیات پژوهش اختصاص یافته است که در آن از دیدگاه برخی فلاسفه علم، فلاسفه فیزیک، تاریخنگاران فیزیک، و نیز برخی از فیزیکدانان، به رابطه فیزیک کوانتم و فلسفه پرداخته است. در فصل سوم رهیافت های فلسفی چهارگانه تشریح خواهند شد. در فصل چهارم به زمینه تاریخی شکل گیری مکانیک کوانتومی از ۱۹۱۳ تا ۱۹۲۷ پرداخته می شود که عمدتاً بر آثار اصلی بور و هایزنبرگ متمرکز شده است. فصل پنجم این پایان نامه به تحلیل فلسفی آثار اصلی بور و هایزنبرگ-مدل اتمی، اصل تطابق، شکل گیری مکانیک ماتریسی، اصل عدم قطعیت، و مکملیت- اختصاص یافته است و در این فصل سعی شده است که جنبه های فلسفی آثار آنها استنباط شود. در فصل آخر از این پایان نامه، به صورتبندی رهیافت ها و فرآیند اثرگذاری آنها پرداخته می شود و تصویری از نقش رهیافت های فلسفی در شکل گیری مکانیک کوانتومی ارائه می شود.

² Standard Quantum Mechanics (SQM)

فصل اول

کلیات و روش شناسی پژوهش

فصل اول

کلیات و روش شناسی پژوهش

۱-۱. مقدمه

این فصل دارای دو قسمت است. در قسمت اول از این فصل به کلیاتی درباره پژوهش، از جمله مسئله پژوهش، اهمیت و ضرورت پرداختن به آن، سوالات، پیش فرضها، محدودیت ها، و فرضیه های پژوهش، و همچنین اصطلاحات کلیدی مورد استفاده در آن پرداخته می شود.

در قسمت دوم از این فصل، به روش شناسی پژوهش پرداخته می شود، و شامل روش پژوهش، فرایند اجرای آن، نمونه مورد بررسی، ابزار جمع آوری داده ها، و روش تحلیل داده ها است.

قسمت اول: کلیات

۲-۱. بیان مسئله

نسبت میان فلسفه و فیزیک به طور عام، و فیزیک کوانتم به طور خاص، یکی از موضوعات مهم برای فلاسفه علم، فلاسفه فیزیک، و برخی از فیزیکدانان (به ویژه در حوزه فیزیک نظری) است. با وجود آثاری که در زمینه رابطه فیزیک کوانتم با فلسفه و مکاتب فلسفی نگاشته شده اند، هنوز می توان ادعا نمود که تصویر روشنی از این رابطه، و چگونگی تعامل فیزیکدانان با آموزه های فلسفی وجود ندارد. از این مسئله اصلی در این پژوهش ارائه تصویری روشن تر از رابطه بین مکانیک کوانتمی و فلسفه (آموزه های فلسفی) است.

۳-۱. ضرورت و اهمیت پژوهش

در واقع انجام این پژوهش از چند جهت اهمیت دارد: یافتن ریشه های فلسفی، خط سیر، فرآیند اثرگذاری فلسفه بر نظریه های فیزیکی، و بالاخص فرمالیسم یک نظریه، از نظر فلسفه علم،

و فلسفه فیزیک اهمیت ویژه ای دارد. اهمیت آن به تبعات فلسفه علمی، متافیزیکی، معرفت شناختی،... و حتی فیزیکی آن برمی گردد که بر موضوعات متعددی اثر گذار است. فرآیند نظریه سازی^۳، فرضیه پردازی، مسئله تمایز علم از شبه علم، تمایز مشاهده‌تی/نظری، و برخی دیگر از مسائل فلسفه علم از نتایج این پژوهش می توانند متأثر شوند. همچنین می توان گفت به چالش کشیدن مرز میان فیزیک و متافیزیک، ممکن است از پیامدهای دیگر این گونه پژوهش ها باشد. از طرف دیگر در حوزه فیزیک، این گونه پژوهش ها می توانند به مثابه راهنمایی در جهت نظریه پردازی علمی باشند؛ و به مسئله هنجارین^۴ و یا توصیفی^۵ بودن فلسفه علم (یا آموزه های فلسفی به طور عام) هم مرتبط می گردد. همچنین چگونگی ارتباط میان فیزیک و فلسفه خود از مواردی جالب توجه برای برخی فیلسوفان و فیزیکدانان می باشد؛ ضمن اینکه مشخص نمودن نقش فلسفه در فیزیک، بر موضوع علم و دین هم اثر می گذارد که یکی از مباحث مهم در دنیای امروز است.

نوآوری این پژوهش از چند جنبه است: نخست، بررسی اثرگذاری موثر رهیافت های فلسفی در شکل گیری نظریه ها است. دوم، بررسی فرآیند اثرگذاری این رهیافت ها بر شکل گیری نظریه مکانیک کوانتومی است. با توجه به این دو جنبه، تصویری از رابطه فیزیک کوانتومی و فلسفه ارائه می شود.

۴-۱. سوالات پژوهش

۱-۴-۱. سوالات اصلی

(۱) رهیافت های متافیزیکی و معرفت شناختی موثر بر شکل گیری SQM کدام اند؟
(بررسی برخی از رهیافت های فلسفی موثر بر شکل گیری SQM)

(۲) فرآیند اثرگذاری این رهیافت های فلسفی بر شکل گیری SQM چگونه بوده است؟ (بررسی فرآیند اثرگذاری این رهیافت ها)

۲-۴-۱. سوالات فرعی

پرسش دوم، به این سه پرسش قابل تقلیل است:

³ theory-construction

⁴ normative

⁵ descriptive

۱،۲. کارکرد رهیافت های متافیزیکی و معرفت شناختی در شکل گیری SQM چه بوده است؟

۲،۲. مسیر اثرگذاری آموزه های متافیزیکی و معرفت شناختی بر شکل گیری SQM چگونه بوده است؟

۳،۲. رهیافت های متافیزیکی و معرفت شناختی، بر کدام جزء فرآیند شکل گیری فرمالیسم QM تا تثبیت و انتشار تعبیر کپنهاگی آن، اثرگذار بوده است؟

۵-۱. محدودیت های پژوهش

محدودیت های پژوهش در این حوزه لااقل از دو نوع هستند: محدودیت های ذاتی و محدودیت های امکاناتی. با توجه به نوع پژوهش، که مشخصاً تاثیر رهیافت های فلسفی بر فیزیک و فیزیکدانان را توصیف می کند، برای فهم و شناخت دقیقتر این وضعیت، نیازمند فهم لحظه هایی هستیم که رخداد شکل گیری نظریه در حال وقوع است. فهم این لحظات هم منوط به فهم هرمنوتیکی، و محدودیت های ناشی از آن است و هم منوط به داشتن برخی اطلاعات دیگر است که هرگز در دسترس همگان قرار نگرفته و عینیت نیافته است. این گونه محدودیت ها را می توان در زمره محدودیت های ذاتی قلمداد نمود. برخی دیگر از محدودیت ها، با توجه به روش پژوهش، به محدودیت دسترسی به منابع معتبر، و جو پژوهشی مناسب اینگونه پژوهش ها در ایران برمی گردد، که جزو محدودیت های عرضی و امکاناتی محسوب می شوند.

۶-۱. پیش فرضهای پژوهش

در این پژوهش برخی از این موارد زیر پیش فرض گرفته شده است:

(۱) فلسفه دانشی است که لااقل متافیزیک و معرفت شناسی را در بر دارد.

(۲) متافیزیک و هستی شناسی (آنتولوژی) مسامحتاً به یک معنی بکار گرفته شده اند.

(۳) روش شناسی به مثابه زیرمجموعه معرفت شناسی فرض شده است.

(۴) ارزش شناسی، هم می تواند به معرفت شناسی و هم به متافیزیک تعلق گیرد، بسته به اینکه

از منظر هستی شناختی به ارزش نگریسته شود و یا از منظر معرفت شناسی.

۵) خواننده این پژوهش، آشنایی مختصری، در حد فهم اصطلاحات، با فیزیک کلاسیک و فیزیک کوانتم دارد.

۶) تعبیر کپنهاگی با تعبیر استاندارد همسان گرفته شده اند.

۷) برخی اصطلاحات فلسفی، برای سهولت به زبان فیلسوفان فیزیک بکار برده شده است.

۷-۱. فرضیه های پژوهش

۱- برخی از رهیافت های فلسفی-متافیزیکی و معرفت شناختی- از جمله: رهیافت وحدت گرایانه، رهیافت تجربه گرایانه، رهیافت ضد واقعگرایانه، و رهیافت ضدموجوبیت گرایانه، بر شکل گیری مکانیک کوانتمی استاندارد اثرگذار بوده اند.

۲- رهیافت های متافیزیکی و معرفت شناختی، لاقلاً از دو مسیر، بر فیزیکدانان اثرگذار بوده است: از خلال پس زمینه ذهنی فلسفی فیزیکدان، و از خلال پس زمینه فلسفی نظریه های فیزیکی.

۳- رهیافت های متافیزیکی و معرفت شناختی، در فرآیند شکل گیری نظریه، لاقلاً دو کارکرد داشته است: رهیافت های فلسفی به مثابه چارچوب نظریه فیزیکی، و رهیافت های فلسفی به مثابه اصول راهنما در شکل گیری نظریه.

۴- رهیافت های متافیزیکی و معرفت شناختی، در فرایند گزینش و پذیرش فرضیه ها، تعبیر نظریه، تثبیت و انتشار آن اثرگذار بوده است.

۸-۱. تعریف اصطلاحات

فلسفه: تعریف تاریخی فلسفه به مفهوم دوستی دانش است و بر مجموعه دانش ها اطلاق می شد. مطابق تقسیم بندی ارسطویی از دانش، این اصطلاح، به دو حوزه کلی فلسفه عملی و فلسفه نظری تقسیم می شد و هر کدام از این حوزه ها، خود به زیربخش های دیگری تفکیک می شد. طبیعتاً (فیزیک قدیم) و متافیزیک دو شاخه از دانش متعلق به فلسفه نظری هستند. امروزه، اصطلاح فلسفه، صرفاً بر شاخه ای از دانش اطلاق می شود و لاقلاً شامل معرفت شناسی (و روش شناسی)، متافیزیک (یا هستی شناسی)، و ارزش شناسی است.

معرفت شناسی: شاخه ای از فلسفه است که به مطالعه شناخت انسان و جهان می پردازد و منابع شناخت، روش های شناخت و اعتبار شناخت را مورد بررسی قرار می دهد. دیدگاه سنتی در باب معرفت که توسط گتیه مورد چالش قرار گرفت، معرفت را باور صادق موجه می داند که از زمان فلاسفه یونان باستان به آن پرداخته شده است. نسبت بین معرفت و باور، معرفت و صدق، و معرفت و توجیه از موارد قابل بحث در معرفت شناسی بوده اند، اگرچه امروزه هر کدام به تفکیک مورد کاوش قرار می گیرند. به طور کلی، معرفت شناسی دانشی است که بر شاخه ای از فلسفه اطلاق می گردد که به کاوش پیرامون شناخت انسانی می پردازد. روش شناسی که امروزه به مثابه شاخه ای مهم و مستقل تلقی می شود، می تواند زیرمجموعه معرفت شناسی در نظر گرفته شود.

رهیافت معرفت شناختی: این رویافت در قالب تعهد به گزاره ها، اصول و آموزه های معرفت شناختی نمایان می شود.

متافیزیک: دانشی است که از وجود و احکام آن بحث می کند. صرفنظر از بار تاریخی واژه متافیزیک، اگرچه آن گاهی مترادف با هستی شناسی و برخی اوقات مترادف با کل فلسفه بکار گرفته می شود، اما امروزه "عموماً بر شاخه ای از فلسفه اطلاق می گردد که به مطالعه اساسی ترین اجزاء و ویژگیهای واقعیت^۶ (هستی شناسی^۷) می پردازد یا به مطالعه اساسی ترین اجزاء مورد استفاده در توصیف واقعیت می پردازد." (Bunnin&Yu,2004:429) هستی شناسی (آنتولوژی) در بسترهای فکری متفاوت-فلاسفه یونان باستان، هایدگر، کواین،...- معانی متفاوت یافته است. در برخی موارد همسان و مترادف با متافیزیک بکار گرفته شده است و در مواردی هم بر شاخه ای از متافیزیک اطلاق شده است. "استفاده از واژه آنتولوژی برای ارجاع به متافیزیک در فلسفه مدرن اولیه دیده می شود و هنوز هم با ماست. در واقع بسیاری از متافیزیک دانان، از رشته خود به عنوان آنتولوژی نام می برند." (ibid:491) به سبب همین ارتباط وثیق، در این مقاله، متافیزیک و هستی شناسی را مترادف با هم در نظر خواهیم گرفت.

رهیافت متافیزیکی: این رویافت در قالب تعهد به گزاره ها و چارچوب های متافیزیک نمودار می شود.

رهیافت فلسفی: اگر چه اصطلاح 'رهیافت فلسفی' حوزه گسترده ای را می تواند در برگیرد، اما در این پژوهش بر دیدگاههایی اطلاق می شود که می تواند در قالب تعهد به برخی گزاره ها و

⁶ reality

⁷ ontology

اصول متافیزیکی (و یا آنتولوژیکی)، و نیز معرفت‌شناختی (و روش‌شناختی) نمایان شوند. برخی از رهیافت‌هایی را که می‌توان، در حوزه رهیافت‌های فلسفی-متافیزیکی و معرفت‌شناختی-گنجانده، می‌توان اینگونه بر شمرد: رهیافت موجبیتی، رهیافت وحدت‌انگارانه، رهیافت واقع‌گرایانه، رهیافت تجربه‌گرایانه و؛ این رهیافت‌ها می‌توانند از دو وجهه نظر معرفت‌شناختی و متافیزیکی نگریسته شوند. مثلاً در حوزه متافیزیک، رهیافت موجبیت‌گرا، در قالب تعهد به اصل علیت عامه نمایان می‌شود؛ در حالیکه در حوزه معرفت‌شناسی در قالب تعهد به اصل پیش‌بینی‌پذیری علمی نظریه‌ها نمودار می‌شود.

مکانیک موجی: اسلوبی از نظریه کوانتم است که در ۱۹۲۶ به وسیله شرودینگر پیشنهاد شد و روی سرشت موجی سیستم‌های فیزیکی تأکید دارد.

مکانیک ماتریسی: اسلوبی از نظریه کوانتم است که در ۱۹۲۵ توسط هایزنبرگ ارائه شد و در آن هر کمیت قابل مشاهده را به وسیله یک ماتریس نمایش می‌دهند.

مکانیک کوانتمی: مکانیکی که جایگزین مکانیک نیوتنی شد و در پی ارائه توصیفی دقیق از رفتار سیستم‌های اتمی است. این مکانیک چند اسلوب متفاوت، اما هم‌ارز، همچون مکانیک موجی شرودینگر و مکانیک ماتریسی هایزنبرگ دارد.

تعبیر کپنهاگی: تعبیری از مکانیک کوانتمی است که در اواخر دهه ۲۰ ارائه به وسیله بور و همکارانش ارائه شد و بزودی به عنوان تعبیر استاندارد مکانیک کوانتمی در میان فیزیکدانان رواج یافت. این تعبیر یک دیدگاه واضح نیست، بلکه مشتمل بر مجموعه‌ای از مواضع است که بنیانگذاران این نظریه اتخاذ کردند (از قبیل مکملیت، عدم قطعیت، ...).

مکانیک کوانتمی استاندارد: فرمالیسم‌های مکانیک کوانتمی، و تعبیر کپنهاگی آن که از ۱۹۲۷ رایج شد، اصطلاحاً مکانیک کوانتمی استاندارد خوانده می‌شود.

نقش اساسی و اثرگذاری کارا: اگر یک عامل بر شکل‌گیری یک نظریه اثرگذاری کارا داشته باشد، اصطلاحاً می‌گوییم آن عامل نقشی اساسی در شکل‌گیری آن نظریه داشته است؛ به این مفهوم که با حذف آن عامل ممکن بود نظریه ساختار دیگری می‌یافت، یا مسیر آن تغییر می‌کرد، و یا لاقلاً زمان و موقعیت رسیدن به آن نظریه تغییر می‌کرد.

قسمت دوم: روش‌شناسی پژوهش

۱-۹. روش پژوهش

برای انجام این پژوهش از دو روش استفاده می‌شود: نخست، با تحلیل منابع دست اول با رویکردی فلسفی انجام می‌شود، که این منابع دست اول، بخشی از فرآیند شکل‌گیری مکانیک کوانتومی استاندارد در خلال سالهای ۱۹۲۷-۱۹۱۳ هستند. در این روش با رویکردی فلسفی، متن و ساختار مقالات و آثار فیزیکدانان بنیانگذار مکانیک کوانتومی-بور و هایزنبرگ-مورد تحلیل قرار می‌گیرند. این تحلیل صرفاً با نگاهی دقیقتر به متن و ساختار کارهای اصلی فیزیکدانان، در محدوده زمانی تحقیق، صورت می‌گیرد.

روش دوم، با ارجاع و تحلیل منابع دست دوم در باره این فیزیکدانان و برخی آثار اصلی آنان صورت می‌گیرد. در این روش به ویژه بر اظهار نظرهای خود فیزیکدانان پس از ۱۹۲۷ تأکید می‌شود. در این روش، یافته‌های حاصل از روش نخست، با توجه به تحلیل‌ها و اظهار نظرهای خود فیزیکدانان، و یا احیاناً فلاسفه فیزیک، فلاسفه علم، و تاریخ‌نگاران دیگر، به مثابه نگاهی درجه دوم، مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۱-۱۰. فرآیند اجرای پژوهش

برای انجام اینگونه پژوهش‌ها، دست کم می‌توان از سه روش استفاده نمود: تحلیل ساختاری نظریه‌های فیزیکی، تحلیل فلسفی آنها، و تحلیل تاریخ‌نگارانه آنها. در روش تحلیل ساختاری، به تحلیل تکنیکی و فنی اجزاء نظریه‌ها از جمله فرمالیسم و ساختار ریاضی آنها پرداخته می‌شود. در تحلیل فلسفی، اجزا و چارچوب نظری و مفهومی نظریه‌ها با توجیه عقلانی آنها مورد تحلیل قرار می‌گیرند، و در روش تاریخی، سیر شکل‌گیری نظریه‌ها، و مراحل آن، وقایع نگاریها و نامه نگاریها، بیوگرافی‌ها و اتوبیوگرافی‌ها مورد تحلیل قرار می‌گیرند. برای انجام این پژوهش، از شواهد تاریخی و تحلیل‌های فلسفی استفاده می‌شود. این پژوهش با تلفیقی از دو روش تحلیل فلسفی و ارجاعات تاریخی صورت می‌گیرد. دلیل انتخاب این رویکرد تناسب آن با موضوع پژوهش است که باید نتایج فلسفی آن با استنادات تاریخی تایید گردد. این روش‌ها با استناد به مراجع کتابخانه‌ای و اینترنتی شامل کتاب‌ها، مقالات، مصاحبه‌ها و نامه نگاریها صورت می‌گیرد.

برای انجام این پژوهش در گام نخست، به مطالعه کارهای صورت گرفته در حوزه نسبت فیزیک کوانتم و فلسفه پرداخته می شود و مبانی نظری و پیشینه این پژوهش نگاشته می شود.

در گام دوم، رهیافت های فلسفی مربوطه مورد مطالعه قرار می گیرند. در تشریح رهیافت ها، سعی می شود این آموزه ها حتی الامکان به آموزه های کلی تر تقلیل داده شوند. به عنوان مثال، رهیافت های کل گرایانه و وحدت گرایانه، با هم مورد بررسی قرار می گیرند؛ و یا رهیافت های احتمالاتی، علیتی، و جبرگرایانه، تحت عنوان رهیافت موجبیتی مورد ملاحظه قرار می گیرند؛ ضمن اینکه این رهیافت ها، خود از دو منظر متافیزیکی و معرفت شناختی مورد بررسی قرار می گیرد. همچنین، خود رهیافت ها در سطوح متفاوت مورد ملاحظه قرار می گیرند؛ مثلاً، رهیافت وحدت گرایانه در سه سطح: کل معرفت بشری، علم تجربی، و فیزیک قابل بررسی است.

در گام سوم، به بررسی و مطالعه برخی کتب تاریخ فیزیک کوانتم از جمله کتب ماکس یامر و مهرا پرداخته می شود. پس از مطالعه دوره مورد تحقیق از ۱۹۱۳ تا ۱۹۲۷، این سیر تاریخی در چند مرحله اصلی، و با تکیه بر آثار اصلی بور و هایزنبرگ، دسته بندی می شود.

در گام چهارم، به تحلیل فلسفی آثار اصلی این دو فیزیکدان در این دوره تاریخی پرداخته می شود و جنبه های فلسفی این آثار با تکیه بر تحلیل متون اصلی و با توجه به مقالات آنها استنباط می شود (روش تحلیل منابع دست اول). پس از این تحلیل سعی می شود رهیافت های فلسفی اثرگذار را صورتبندی نموده و همچنین در حد امکان به فرآیند اثرگذاری این رهیافت ها بر آثار آنها پرداخته شود.

در گام پنجم، یافته هایی که از تحلیل فلسفی استنباط شده اند، با اظهارنظرها و شواهد تاریخی مربوطه مورد بررسی قرار می گیرند. در این بخش بیشتر اظهارنظر خود فیزیکدانان بنیانگذار نظریه به مثابه یک نگاه درجه دوم مورد بررسی قرار می گیرد. در کنار این، در صورت لزوم به تحلیل های فلسفی فیلسوفان علم و تاریخنگاران فیزیک، و فلاسفه فیزیک هم پرداخته می شود (روش دوم، ارجاع به منابع دست دوم).

در گام ششم، با توجه به تحلیل فلسفی، و همچنین با توجه به اظهارنظرهای صورت گرفته در این زمینه، به ارائه رابطه ای میان فلسفه و فیزیکدانان کوانتمی، و همچنین فیزیک کوانتمی می پردازیم که در واقع نقش این رهیافت های فلسفی را در شکل گیری مکانیک کوانتمی توصیف می کند. در این توصیف سعی می شود به رهیافت ها و فرآیند اثرگذاری آن رهیافت ها پرداخته شود.

۱-۱۱. نمونه مورد بررسی

حوزه مورد بررسی را می توان از سه لحاظ در نظر گرفت:

الف) قلمرو مکانی: از نظر مکانی به تاریخ علم در اروپا، به ویژه کشورهای آلمان و دانمارک، مرتبط است.

ب) قلمرو زمانی: از نظر زمانی متعلق به سه دهه اول قرن بیستم میلادی از حوالی ۱۹۱۳ تا ۱۹۲۷ میلادی است.

ج) قلمرو موضوعی: در این پژوهش، عمدتاً به آثار بور و هایزنبرگ از حوالی ۱۹۱۳ تا ۱۹۲۷ پرداخته می شود و به موضوع مدل اتمی بور، اصل تطابق، مکملیت، فرآیند شکل گیری مکانیک ماتریسی و اصل عدم قطعیت پرداخته می شود.

۱-۱۲. ابزار جمع آوری داده ها

در روش تحقیق انتخاب شده، گردآوری اطلاعات و داده ها از راه مطالعه کتابخانه ای و استفاده از منابع و مراجع مرتبط صورت می گیرد.

۱-۱۳. روش تحلیل داده ها

پس از گردآوری اطلاعات از منابع تاریخی مربوط به فیزیک کوانتم، و مطالعه تحلیل های فلسفی مربوط به آن دوره مشخص تاریخی، و تحلیل متون اصلی مقالات، به تلخیص داده ها پرداخته و یافته هایی در زمینه موضوع پژوهش ارائه می گردد که با مراجعه به منابع دست اول از بنیانگذاران مکانیک کوانتمی و منابع دست دوم دیگر، و یافتن برخی شواهد، به تایید یا رد یافته های ارائه شده می پردازیم و به نتیجه گیری از پژوهش خواهیم پرداخت.