اندیشکده مطالعات راهبردی
رصدنامه فیزیک
۱ تیرماه ۱۴۰۴

واحد رصد علمی
کارگروه فلسفه فیزیک
اندیشکده مطالعات راهبردی بیّنات

رصدهایی پیرامون
مشاهده‌گر در فیزیک کوانتومی

کنفرانس‌های مؤسسه Rotman

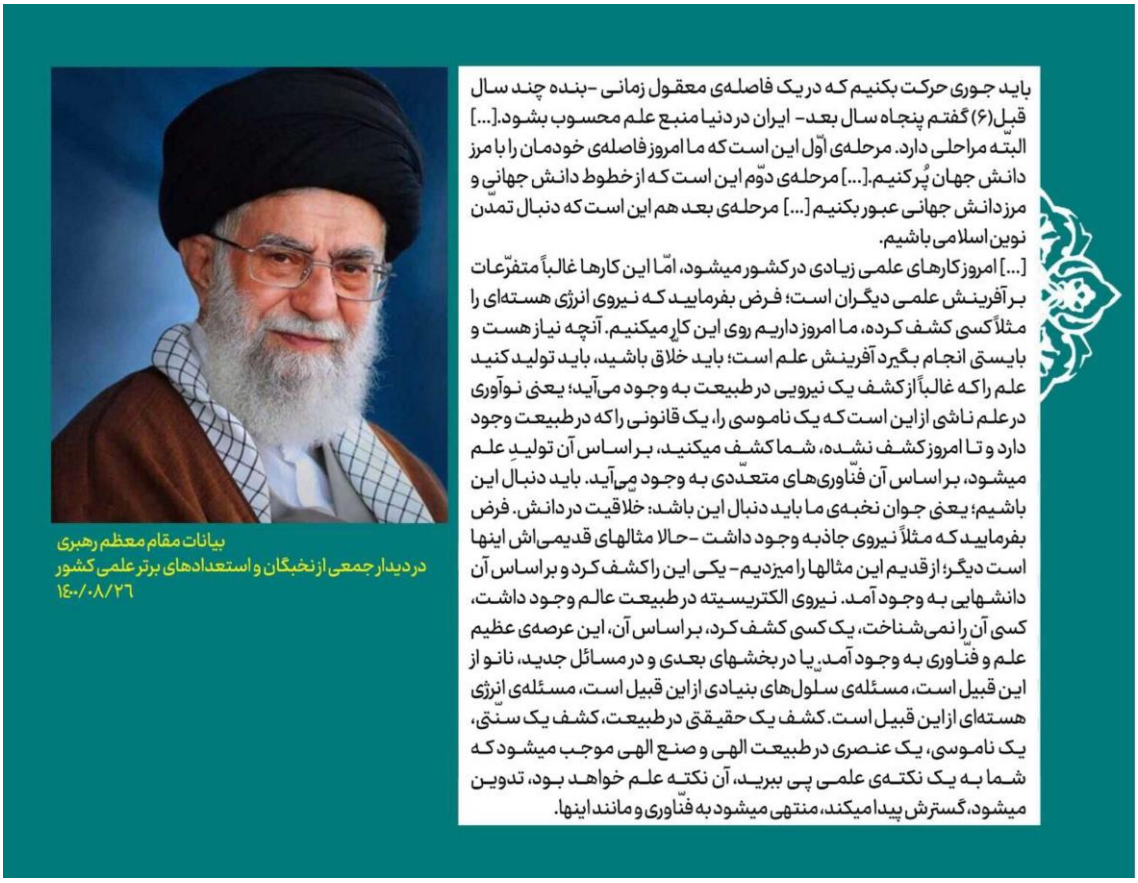
کنفرانس مبانی کوانتوم وین

آزمایشگاه هوش مصنوعی کوانتومی گوگل

نقش ناظر در تفسیرهای کوانتومی

اندازه‌گیری و فروپاشی تابع موج

حذف اثر مشاهده‌گر با آینه‌ها



بیانات مقام معظم رهبری
در دیدار جمعی از نخبگان و استعدادهای برتر علمی کشور
۱۴۰۰/۰۸/۲۶

واحد رصد علمی اندیشکده فلسفه فیزیک مرکز مطالعات راهبردی، در چارچوب وظایف پایش و تحلیل اخبار، گزارش‌ها و منابع پژوهشی، اقدام به تهیه رصدنامه علمی در حوزه‌های مطالعاتی اندیشکده نموده است. محور کنونی این گزارش، مسئله مشاهده‌گر در مکانیک کوانتومی است که همواره کانون گفتگوها و پژوهش‌های علمی بوده است.

گزارش حاضر شامل بررسی فعالیت‌های علمی دانشگاهیان و آثار پژوهشی مرتبط با این موضوع در بازه زمانی ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۵ میلادی است. در پایان هر بخش، جمع‌بندی تحلیلی، پرسش‌های کلیدی و عنوان‌های پژوهشی پیشنهادی جهت توسعه علمی این حوزه ارائه شده است.

مرکز مطالعات راهبردی از همکاری پژوهشگران و اساتید محترم در تهیه این گزارش سپاس‌گزاری می‌کند.

رصدنامه فیزیک ۱

تیرماه ۱۴۰۴
تهیه: محمد باقر درخشان‌پور
طراحی جلد و صفحه پردازی: علی فقیهی
واحد رصد علمی کارگروه فلسفه فیزیک
اندیشکده مطالعات راهبردی بیّنات

بسم الله الرحمن الرحیم

آثار داخلی

- «مبانی فلسفی اندازه‌گیری در مکانیک کوانتوم» (رساله دکتری)

(منصوری، ۱۳۹۱)

این رساله به تحلیل عمیق نقش مشاهده‌گر در مسئله اندازه‌گیری در مکانیک کوانتومی اختصاص دارد و تعابیر مختلف این حوزه را بررسی می‌کند. در تعبیر کپنهاگی، مشاهده‌گر به عنوان عامل فروریزش تابع موج در نظر گرفته می‌شود، در حالی که در دیدگاه فون نویمان و ویگنر، آگاهی مشاهده‌گر نقش کلیدی در این فرآیند ایفا می‌کند. تعبیر چندجهانی اورت، مشاهده‌گر را بخشی از سیستم کوانتومی می‌داند که در شاخه‌های مختلف جهان نتایج متفاوتی را تجربه می‌کند. نظریه متغیرهای نهان بوهم، نقش مشاهده‌گر را به یک ناظر کلاسیک تقلیل می‌دهد که صرفاً واقعیت از پیش موجود را آشکار می‌کند. مدل‌های تقلیل دینامیکی (GRW) فروریزش را مستقل از مشاهده‌گر و به‌صورت یک فرآیند تصادفی فیزیکی تعریف می‌کنند. منصوری همچنین مدل جدیدی به نام «سیگما» بر پایه متافیزیک صدرایی پیشنهاد می‌دهد که با در نظر گرفتن اجزای زمانی برای اشیاء کوانتومی، برهم‌نهی و فرآیند مشاهده را به شکلی نوین توضیح می‌دهد.

مقالات

- اشیاء کوانتومی: تعبیر سیگما برای مسأله اندازه گیری در مکانیک کوانتوم

(منصوری و همکاران، ۱۳۹۰)

این مقاله یک تعبیر جدید به نام «سیگما» را برای مکانیک کوانتوم پیشنهاد می‌کند که بر پایه یک هستی‌شناسی چهار بعدی برای اشیاء بنا شده است. طبق این دیدگاه، تجربه متعین مشاهده‌گر از یک نتیجه مشخص در اندازه‌گیری، ناشی از محدودیت ادراکی اوست. مشاهده‌گر تنها قادر است یک مقطع فرضی از یک واقعیت سیال و برهم‌نهی شده را در یک «آن» زمانی درک کند و این «برش» از واقعیت چهاربعدی، منجر به مشاهده یک نتیجه متعین می‌شود. بنابراین، تعین مشاهده‌شده یک ویژگی ذهنی ناشی از نسبت خاص مشاهده‌گر با سیستم است، نه یک فروپاشی فیزیکی در واقعیت.

- بررسی فیزیکی شعورمندی و اختیار در پدیده‌های کوانتومی از منظر حکمت سینوی

(امینی نژاد و همکاران، ۱٤۰۱)

این مقاله به بررسی ارتباط میان «اختیار» و «آگاهی» در پدیده‌های کوانتومی می‌پردازد و «تأثیر ناظر» را به عنوان یکی از اصول بنیادین کوانتوم معرفی می‌کند. نویسندگان، مدل‌های فیزیکی موجود (مانند اکلز–بک، پنرز–

همروف، هایزنبرگ–جیمز و بوهم) را در توجیه آزمایش‌های انتخاب تأخیری ویلر نقد کرده و در نهایت، مدلی ترکیبی به نام «ابن سینا–بوهم» را برای توضیح چگونگی تأثیر یک امر غیرمادی (نفس یا مشاهده‌گر) بر ذرات کوانتومی در مغز ارائه می‌دهند. این مدل بر اساس فلسفه ابن سینا استوار است که در آن، نفس از طریق «عقل فعال» بر مغز تأثیر می‌گذارد و آگاهی را شکل می‌دهد.

– مساله درهم تنیدگی کوانتومی؛ چالشی برای فیزکالیسم

(هاشمی و دیباجی، ۱٤۰۳)

این مقاله استدلال می‌کند که عمل مشاهده در مکانیک کوانتومی نقشی فعال در تعیین وضعیت سیستم‌های کوانتومی دارد و صرفاً یک ثبت غیرفعال از یک واقعیت از پیش موجود نیست. نویسندگان بیان می‌کنند که واقعیت مشاهده‌شده همواره نسبت به مشاهده‌گر تعریف می‌شود و یک حالت واحد و مطلق برای یک سیستم وجود ندارد که برای همه مشاهده‌گران یکسان باشد. مقاله به این موضوع می‌پردازد که آیا آگاهی در شکل‌دهی به واقعیت نقش دارد یا خیر، و اشاره می‌کند که برخی تفاسیر، آگاهی را برای فروپاشی تابع موج ضروری می‌دانند. این نقش فعال مشاهده‌گر، دیدگاه فیزیکالیستی را که بر وجود یک واقعیت عینی و مستقل از ذهن تأکید دارد، به چالش می‌کشد.

– تحلیل تلاقی الهیات و مکانیک کوانتوم: یک نگاه عمیق به ارتباط دو حوزه

(جلیلی فرد، ۱٤۰۱)

این مقاله، ضمن بررسی ارتباط میان الهیات و فیزیک کوانتوم، به تفصیل به نقش کلیدی مشاهده‌گر در پدیده‌های کوانتومی اشاره می‌کند. بر اساس این مقاله، در جهان کوانتومی، عمل مشاهده یا اندازه‌گیری، یک عامل تعیین‌کننده و غیرقابل اجتناب است. برخلاف فیزیک کلاسیک که در آن می‌توان یک سیستم را بدون تأثیرگذاری بر آن مشاهده کرد، در مکانیک کوانتومی، مشاهده حقیقت بدون تغییر آن امکان‌پذیر نیست. این مقاله بیان می‌کند که عمل مشاهده، سیستم کوانتومی را از یک وضعیت برهم‌نهی (superposition) که در آن ذره به‌طور همزمان در چندین حالت قرار دارد، به یک حالت مشخص و منفرد فرو می‌پاشاند. این پدیده، پرسش‌های عمیقی را درباره رابطه بین آگاهی، ذهن مشاهده‌گر و ساختار واقعیت مطرح کرده است.

– اختیار در ذرات از دیدگاه قرآن و فیزیک کوانتوم

(مفتح و موسوی الملکی، ۱۳۹٤)

این مقاله به بررسی مفهوم اختیار در ذرات از دو منظر دینی و علمی می‌پردازد. در بخش مربوط به فیزیک کوانتوم، نویسندگان با اشاره به نظریات کوانتومی و اصل عدم قطعیت هایزنبرگ، بیان می‌کنند که برخلاف فیزیک کلاسیک که بر جبری بودن رفتار ذرات تأکید داشت، مکانیک کوانتومی فضایی برای انتخاب و عدم

قطعیت در رفتار ذرات زیراتمی باز می‌کند. هرچند تمرکز اصلی مقاله بر «اختیار» است، اما به صورت ضمنی به نقش مشاهده‌گر در تعیین وضعیت نهایی ذره اشاره می‌کند.

- گفت وگوی علم و الهیات در مسئله جبر و اختیار

(ربانی گلپایگانی، ۱۳۹٤)

این مقاله ضمن بررسی رابطه اصل عدم قطعیت و مسئله جبر و اختیار، به نقش مشاهده‌گر در مکانیک کوانتومی می‌پردازد. بر اساس این متن، یک دیدگاه مطرح‌شده آن است که عدم قطعیت، ناشی از اختلال اجتناب‌ناپذیر سیستم توسط مشاهده‌گر است؛ به عنوان مثال، برای مشاهده الکترون باید به آن نور تابانده شود که این عمل، وضعیت آن را تغییر می‌دهد. دیدگاه دیگری که به هایزنبرگ نسبت داده شده، این است که مشاهده‌گر و شرایطی که فراهم می‌کند، در به فعلیت رساندن «قوّه» یا پتانسیل‌های موجود در طبیعت نقش دارد و «گذر از قوّه به فعل در طی عمل مشاهده انجام می‌گیرد». مقاله همچنین به نظرات متفکرانی چون ادینگتون و کومپتون اشاره می‌کند که اراده و ذهن انسان (مشاهده‌گر) را عاملی می‌دانند که می‌تواند یکی از نتایج ممکن برای رویدادهای کوانتومی در مغز را تعیین کند.

گزارش فعالیت‌های مرتبط با مسئله مشاهده‌گر در مکانیک کوانتومی (۲۰۲۰–۲۰۲۵)

این گزارش به صورت فشرده، فعالیت‌های علمی، نظری و تجربی پیرامون مسئله مشاهده‌گر در مکانیک کوانتومی طی سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۵ را مستند می‌کند. تمرکز این رصد و گزینش‌ها بر روی افراد، مقالات، اخبار و رویدادهای مهم و برجسته‌ای است که دیدگاه‌های جدیدی را در این مقوله مطرح کرده یا نتایج قابل توجهی را به دست آورده‌اند.

الف) تحولات نظری و مقالات کلیدی

در این دوره، چندین مقاله و چارچوب نظری جدید، بحث‌های موجود را به مسیرهای نوینی هدایت کردند:

۱. استنتاج فرمالیسم کوانتومی از مشاهدات:

-Deriving quantum formalism from measurement data
(Szańkowski, ۲۰۲۵)

گروهی به رهبری پیوتر شانکوفسکی در مقاله‌ای استدلال کردند که می‌توان کل فرمالیسم ریاضی مکانیک کوانتومی را مستقیماً از داده‌های تجربی و مشاهدات استنتاج کرد، بدون اینکه نیازی به فرض‌های اولیه در مورد ساختار نظریه باشد. این رویکرد نقش محوری عمل مشاهده را در شکل‌گیری قوانین فیزیکی برجسته می‌سازد.

۲. محدودیت‌های دانش مشاهده‌گر:

- On the observer's limited knowledge as the origin of the algebraic structure of quantum mechanics
(Poletti, 2025)

مارچلو پولتی (Marcello Poletti) نظریه‌ای را مطرح کرد که در آن، محدودیت‌های دانش یک مشاهده‌گر (به دلیل شکست زنجیره انتقال اطلاعات) مستقیماً به ساختار جبری مکانیک کوانتومی منجر می‌شود. این دیدگاه، ویژگی‌های کوانتومی را به محدودیت‌های معرفتی مشاهده‌گر گره می‌زند.

۳. چارچوب‌های رابطه‌ای جدید:

- Unauthored preprint on Relational Quantum Dynamics (RQD)
(مقاله پیش‌چاپ، ۲۰۲٤)

این مقاله پیش‌چاپ بلندپروازانه چارچوب نظری جدیدی به نام دینامیک کوانتومی رابطه‌ای (RQD) را معرفی کرد. در این مدل، مشاهده‌گران به عنوان سیستم‌هایی با "اطلاعات یکپارچه" بالا تعریف می‌شوند که از یک شبکه بنیادی‌تر از روابط کوانتومی "پدیدار" می‌شوند.

٤. چالش فلسفی با ساختارگرایی:

- If reality is structural, the observer cannot know it

(Stoica, 2025)
استویکا در مقاله‌اش یک چالش عمیق مطرح کرد و استدلال می‌کند که اگر واقعیت صرفاً یک ساختار ریاضی باشد، کسب دانش واقعی برای مشاهده‌گر غیرممکن است. برای معنادار بودن مشاهده، باید چیزی فراتر از ساختار (یک "هویت" ذاتی) وجود داشته باشد.

ب) پیشرفت‌های تجربی و اخبار مهم

جبهه تجربی نیز شاهد تحولات هیجان‌انگیزی بود که مستقیماً به مسئله مشاهده‌گر مربوط می‌شد:

۱. "حذف" اثر مشاهده‌گر با آینه‌ها:

در سال ۲۰۲۵، تیمی از فیزیکدانان در دانشگاه سوانزی به رهبری رافال گایفسکی (Rafał Gajewski) ، آزمایشی نوآورانه انجام دادند. آن‌ها با استفاده از آینه‌ها شرایطی را ایجاد کردند که اطلاعات مربوط به موقعیت یک ذره از نور پراکنده شده قابل استخراج نباشد. این کار عملاً "پس‌زدایی کوانتومی" یا اثر مشاهده‌گر را به حداقل رساند و راه را برای مطالعه حالت‌های کوانتومی در مقیاس‌های بزرگ‌تر هموار کرد.

۲. گزارش‌ها از آزمایشگاه هوش مصنوعی کوانتومی گوگل:

در سال ۲۰۲۵، گزارش‌های غیررسمی اما پر سر و صدایی منتشر شد مبنی بر اینکه تیم هوش مصنوعی کوانتومی گوگل به یک "شکست" (crack) در اثر مشاهده‌گر دست یافته‌اند. ادعا می‌شد که آن‌ها با استفاده از سیستم‌های درهم‌تنیده، راهی برای مشاهده رفتار کوانتومی بدون ایجاد فروریزش تابع موج پیدا کرده‌اند. هرچند این خبر به طور رسمی تأیید نشد، اما بحث‌های گسترده‌ای را برانگیخت.

۳. نقش سیاه‌چاله‌ها در فروریزش:

کارهای نظری در سال ۲۰۲۵ پیشنهاد کردند که سیاه‌چاله‌ها به عنوان "واهمدوس‌کننده‌های کامل" عمل می‌کنند. این ایده، که سیاه‌چاله‌ها حالت‌های کوانتومی را با حداکثر بازدهی ممکن فرومی‌پاشانند، گرانش را به عنوان یک عامل بالقوه در حل مسئله اندازه‌گیری مطرح می‌کند.

ج) افراد، نهادها و دیدگاه‌های برجسته

۱. کارلو روولی (Carlo Rovelli):

به عنوان بنیان‌گذار مکانیک کوانتومی رابطه‌ای (RQM) ، به طور مداوم بر این ایده تأکید کرد که توصیف واقعیت اساساً وابسته به مشاهده‌گر است و هیچ دیدگاه مطلقی وجود ندارد. این دیدگاه به طور مستقیم پارادوکس‌هایی مانند "دوست ویگنر" را حل می‌کند.

۲. کریستوفر فوکس (Christopher Fuchs):

به عنوان حامی اصلی تفسیر کیوبیسم (QBism) ، استدلال کرد که تابع موج بیانگر باورهای ذهنی یک عامل (مشاهده‌گر) است و فروریزش، چیزی جز به‌روزرسانی اطلاعات آن عامل نیست.

۳. راجر پنروز (Roger Penrose):

همچنان از ایده خود مبنی بر اینکه فروریزش تابع موج یک پدیده فیزیکی واقعی ناشی از گرانش است، دفاع کرد. این دیدگاه، مشاهده‌گر را از فرآیند حذف کرده و آن را به یک پدیده عینی فیزیکی تبدیل می‌کند.

٤. کاسلاو بروکنر (Časlav Brukner):

کارهای نظری او بر روی نسخه‌های پیچیده آزمایش "دوست ویگنر"، به تدوین قضایای "عدم امکان" (no-go theorems) کمک کرد که نشان می‌دهند مفروضات کلاسیک ما در مورد واقعیت (مانند مطلق بودن رویدادها) با پیش‌بینی‌های کوانتومی ناسازگارند.

۵. نهادهای کلیدی:

مؤسسه پریمتر (Perimeter Institute) در کانادا، مؤسسه IQOQI در وین، و مؤسسه روتمن (Rotman Institute) به عنوان مراکز اصلی برای این مباحثات عمل کردند و میزبان پژوهشگران و کنفرانس‌های مهم بودند.

د) رویدادها و کنفرانس‌های مهم

در رویدادهای علمی این دوره، بحث در مورد نقش مشاهده‌گر از حاشیه به متن اصلی منتقل شد:

۱. کنفرانس مبانی کوانتوم وین (VQF ۲۰۲٤):

این کنفرانس به صورت گسترده به مباحثی پرداخت که ماهیت مشاهده و واقعیت را مستقیماً به چالش می‌کشند. موضوعاتی مانند قضیه بل و سناریوهای پیچیده "دوست ویگنر" از محورهای اصلی گفتگوها بودند.
https://vqf.iqoqi.oeaw.ac.at/

۲. کنفرانس سالانه فلسفه فیزیک ۲۰۲۳: مبانی نظریه میدان‌های کوانتومی:

این کنفرانس چهار موضوع اصلی فلسفی در نظریه میدان‌های کوانتومی (QFT) را بررسی کرد. یکی از این چهار محور کلیدی، "بازنمایی اندازه‌گیری در QFT" بود که مسئله مشاهده‌گر را در چارچوب جدیدی از چالش‌های تفسیری و ریاضی مطرح می‌کند. هدف این رویداد، گردهم آوردن فیلسوفان و فیزیکدانان برای تسهیل همکاری و پیشرفت در مسائل بنیادین فیزیک بود.
https://www.rotman.uwo.ca/event/foundations-of-quantum-field-theory-۲۰۲۳-annual-philosophy-of-physics-conference/

۳. نتایج ریاضی در نظریه کوانتومی QMATH16

توضیحات: این کنفرانس که در سپتامبر ۲۰۲۵ در دانشگاه فنی مونیخ برگزار خواهد شد و پژوهشگران علاقه‌مند به نظریه ریاضی مکانیک کوانتومی را گرد هم می‌آورد. یکی از بخش‌های کلیدی این رویداد به "اطلاعات کوانتومی" اختصاص دارد که مستقیماً با جنبه‌های ریاضی و فرمال مسئله مشاهده‌گر و اندازه‌گیری در مکانیک کوانتومی مرتبط است.

https://sites.google.com/view/qmath۱۶/home

ه) جمع‌بندی و چشم‌انداز آینده

رصد جامع در مورد نقش مشاهده‌گر در مکانیک کوانتومی برای بازه زمانی ۲۰۲۰–۲۰۲۵، تصویری از یک حوزه علمی به شدت پویا و در حال تحولی سریع را به نمایش می‌گذارد.

۱. **ترکیب یافته‌ها:** ماهیت بحث در مورد مسئله مشاهده‌گر به بلوغ قابل توجهی رسیده است. تمرکز از تکرار پارادوکس‌ها به فرمول‌بندی دقیق ریاضی (no-go theorems) و طراحی آزمایش‌های قابل اجرا (مانند آزمایش آینه‌ها در سوانزی) تغییر کرده است. پیشرفت‌های نظری (مانند استنتاج فرمالیسم از مشاهدات) و گزارش‌های تجربی جسورانه (مانند شایعات مربوط به گوگل) نشان می‌دهند که این مسئله در خط مقدم علم قرار دارد.

۲. **روند اصلی؛ چرخش رابطه‌ای:** مهم‌ترین روند فکری، حرکت به سمت چارچوب‌های رابطه‌ای و اطلاعات–محور (RQM, QBism, RQD) است. این رویکردها با کنار گذاشتن فرض یک واقعیت مطلق و مستقل از مشاهده‌گر، پاسخی مستقیم به پارادوکس‌های منطقی ناشی از اعمال جهانی نظریه کوانتوم ارائه می‌دهند.

۳. **پرسش‌های باز و اساسی برای آینده:**

۱. **تمایز تجربی بین تفاسیر:** آیا پیشرفت در آزمایش‌های ماکروسکوپی سرانجام خواهد توانست بین دسته‌های اصلی تفاسیر تمایز قائل شود؟

۲. **آینده رویکردهای رابطه‌ای:** آیا یک رویکرد اطلاعات–محور به یک پارادایم غالب تبدیل خواهد شد؟

۳. **نقش گرانش کوانتومی:** وحدت نهایی مکانیک کوانتومی و نسبیت عام چه نقشی در حل مسئله اندازه‌گیری ایفا خواهد کرد؟

٤. **ماهیت نهایی مشاهده‌گر:** آیا مشاهده‌گر نهایتاً به یک الگوریتم پردازش اطلاعات پیچیده قابل تقلیل است یا نیازمند چیزی فراتر از ساختار فیزیکی–ریاضی است؟

پاسخ به این پرسش‌ها نه تنها آینده فیزیک بنیادی را شکل خواهد داد، بلکه درک ما از جایگاه خودمان را به عنوان موجوداتی که مشاهده می‌کنند و در ساختن تصویری از جهان مشارکت دارند، عمیقاً دگرگون خواهد

کرد. معمای مشاهده‌گر همچنان باز است و دهه‌های آینده، نویدبخش پیشرفت‌های هیجان‌انگیزتری در این سفر فکری خواهد بود.

گزارش مقالات در مورد اثر مشاهده‌گر در مکانیک کوانتومی

اثر ناظر یا مشاهده‌گر در مکانیک کوانتومی به پدیده‌ای اشاره دارد که در آن عمل مشاهده به‌طور مستقیم بر روی سیستم کوانتومی مورد مطالعه تأثیر می‌گذارد. این مفهوم یکی از مباحث اساسی در تفسیرهای مختلف مکانیک کوانتومی است و به‌ویژه در مسئله‌ی اندازه‌گیری (Measurement Problem) و فروپاشی تابع موج (Wavefunction Collapse) نقش محوری دارد.

آثار بین‌المللی

- Observation as Physication: A single-world unitary no-conspiracy interpretation of quantum mechanics
(Stoica, ۲۰۲٤)

این مقاله مشاهده را به عنوان فرآیندی به نام "فیزیک‌سازی" (Physication) تعریف می‌کند که در آن، معنا و تفسیر فیزیکی از طریق تجربه و مشاهده به عملگرهای کوانتومی نسبت داده می‌شود.

- Quantum Measurement Problem as Loss of Adiabatic Invariance
(Goldfain, 2024)

این مقاله پیشنهاد می‌کند که فروپاشی تابع موج یک فرآیند فیزیکی واقعی نیست، بلکه نتیجه‌ای از دست رفتن پایستگی بی‌دررو (Adiabatic Invariance) در مقیاس‌های زمانی بسیار کوتاه طی فرآیند اندازه‌گیری است.

- The observer effect in quantum: The case of classification
(Hoorn & Ho, 2024)

این مقاله توضیح می‌دهد که عمل مشاهده حالت کوانتومی یک سیستم را تغییر می‌دهد و ویژگی‌های مشاهده‌پذیر آن را دگرگون می‌سازد، که این همان اثر مشاهده‌گر است.

- Observer effect, quasi-probabilities and generalized Specker's boxes
(Onggadinata, Kaszlikowski, & Kurzyński, 2024)

این مقاله نشان می‌دهد که در سناریوهایی مانند "مثلث اسپکر"، انتخاب ناظر تأثیر شدیدی بر نتیجه اندازه‌گیری دارد. این اثر را می‌توان با استفاده از یک توصیف شبه‌احتمالی (Quasi-Probabilistic) که شامل احتمالات منفی است، مدل‌سازی کرد.

- Measurement and the Illusion of Quantum Collapse
(Ring, 2024)

این مقاله مدلی را ارائه می‌دهد که بر اساس آن، مشاهده‌گران (که خود تابع قوانین کوانتومی هستند) ممکن است به اشتباه تصور کنند که یک مکانیزم فیزیکی برای فروپاشی تابع موج وجود دارد، در حالی که این پدیده ممکن است یک توهم باشد.

- Experimental test of local observer-independence
(Proietti et al., 2019)

این مقاله یک آزمون تجربی را شرح می‌دهد که به بررسی ایده "استقلال مشاهده‌گر محلی" می‌پردازد و نشان می‌دهد پیش‌بینی‌های کوانتومی با این فرض کلاسیک که حقایق مستقل از مشاهده‌گر وجود دارند، در تضاد است.

- The role of the observer in the Everett interpretation
(Zeh, 2013)

این مقاله نقش مشاهده‌گر را در چارچوب تفسیر چندجهانی اورِت بررسی می‌کند. در این دیدگاه، مشاهده‌گر نیز همراه با سیستم در حالت‌های سوپرپوزیشن قرار می‌گیرد و هر شاخه از تابع موج یک نتیجه متفاوت را تجربه می‌کند.

- If physics is an information science, what is an observer?
(Fields, 2012)

این مقاله دیدگاهی اطلاعات–محور را مطرح می‌کند که در آن، مشاهده‌گر به عنوان یک سیستم فیزیکی تعریف می‌شود که اطلاعات را پردازش می‌کند. بر اساس این دیدگاه، خودِ این پردازش اطلاعات منجر به تغییر در سیستم کوانتومی می‌شود.

- Observer-dependent locality of quantum events
(Guérin, Brukner, & Dakic, 2018)

این مقاله به بررسی این ایده می‌پردازد که موضعی بودن (Locality) رویدادهای کوانتومی می‌تواند به مشاهده‌گر وابسته باشد، که این موضوع مفاهیم کلاسیک فضا–زمان و علیت را به چالش می‌کشد.

نتیجه‌گیری

– اثر ناظر نشان می‌دهد که مشاهده در مکانیک کوانتومی یک فرآیند فعال است، نه منفعل.

– این پدیده مرز بین دنیای کوانتومی و کلاسیک را به چالش می‌کشد و سؤالات عمیقی درباره‌ی واقعیت فیزیکی و نقش آگاهی در علم ایجاد می‌کند.

– برخی نظریه‌ها (مانند مدل‌های شبه‌احتمالی) پیشنهاد می‌کنند که ممکن است فروپاشی تابع موج یک توهم باشد و جایگزین‌های دیگری برای توصیف اندازه‌گیری وجود داشته باشد.

این موضوع همچنان یکی از حوزه‌های فعال پژوهشی در فیزیک نظری و فلسفه علم است.

منابع:

1. امینی نژاد, نجابت, زارع اردکانی, سخاوتیان, سید امیر. (۱٤۰۱). بررسی فیزیکی شعورمندی و اختیار در پدیده‌های کوانتومی از منظر حکمت سینوی. *فصلنامه علمی پژوهشی آیین حکمت*, ۱٤ (پاییز۱٤۰۱ مسلسل ۵۳), ۱٤۳-۱۷۲.
2. جلیلی فرد. (۱٤۰۱). تحلیل تلاقی الهیات و مکانیک کوانتوم: یک نگاه عمیق به ارتباط دو حوزه. *فصلنامه کلام اسلامی*, ۳۱(۱۲٤), ۸۵-۱۰٦.
۳. ربانی گلپایگانی, علی . (۱۳۹٤). گفت وگوی علم و الهیات در مسئله جبر و اختیار. *فصلنامه کلام اسلامی*, ۲٤ (۹۳), ۹-۲۸.
٤. هاشمی, دیباجی, سید محمدعلی. (۱٤۰۳). مساله درهم تنیدگی کوانتومی؛ چالشی برای فیزکالیسم. *کاوش‌های فلسفه و دین*, ۳ (۲), ٦۵-۸۳.
۵. مفتح, محمدهادی و موسوی الملکی, زینب . (۱۳۹٤). اختیار در ذرات از دیدگاه قرآن و فیزیک کوانتوم. *دوفصلنامه علمی تخصصی اندیشه های قرآنی متفکران معاصر*, ۲ (۱۱٦), ۵۵-۷۰.
٦. منصوری, علیرضا , گلشنی, مهدی و کرباسی زاده, امیراحسان . (۱۳۹۰). اشیاء کوانتومی: تعبیر سیگما برای مسألهٔ اندازه‌گیری در مکانیک کوانتوم. *متافیزیک*, ۳(۱۱), ۸۹-۱۱۲.
۷. منصوری، علیرضا (۱۳۹۱). *مبانی فلسفی اندازه‌گیری در مکانیک کوانتوم*. رساله دکتری، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی.

- Fields, C. (2012). If physics is an information science, what is an observer? Information, 3(1), 92-123.
- Goldfain, E. (2024). Quantum Measurement Problem as Loss of Adiabatic Invariance. arXiv preprint. arXiv:2407.03737.
- Guérin, P. A., Brukner, Č., & Dakic, B. (2018). Observer-dependent locality of quantum events. *New Journal of Physics*, 20(10), 103031.
- Hoorn, J. F., & Ho, J. K. W. (2024). The observer effect in quantum: The case of classification. arXiv preprint. arXiv:2406.08533.
- Onggadinata, K., Kaszlikowski, D., & Kurzyński, P. (2024). Observer effect, quasi-probabilities and generalized Specker's boxes. Proceedings of the Royal Society A, 480(2285).
- Poletti, M. (2025). On the observer's limited knowledge as the origin of the algebraic structure of quantum mechanics. arXiv preprint. arXiv:2507.00098.
- Proietti, M., Pickston, A., Graffitti, F., et al. (2019). Experimental test of local observer-independence. *Science Advances*, 5(9), eaaw9832.
- Ring, D. R. (2024). *Measurement and the Illusion of Quantum Collapse*. Preprints.org.
- Stapp, H. P. (2011). *Mindful universe: Quantum mechanics and the participating observer* (2nd ed.). Springer.
- Stoica, O. C. (2024). Observation as Physication: A single-world unitary no-conspiracy interpretation of quantum mechanics. arXiv preprint. arXiv:2412.09669.
- Stoica, O. C. (2025). *If reality is structural, the observer cannot know it*. arXiv preprint. arXiv:2503.12959.
- Szańkowski, P. (2025). *Deriving quantum formalism from measurement data*. arXiv preprint. arXiv:2507.04812.

- *Unauthored preprint on Relational Quantum Dynamics* (RQD). (2024). arXiv preprint. arXiv:2412.05979.

- Zeh, H. D. (2013). The role of the observer in the Everett interpretation. *NeuroQuantology*, 11(1), 97-105.