

تفسیر اطلاعات با استفاده از نظریه فیزیک کوانتومی (نظریه کوانتومی اطلاعات)

میترا پشوتنی زاده^۱

دکتری؛ علم اطلاعات و دانش‌شناسی
استادیار؛ دانشگاه اصفهان

مرتضی کوبی^۲

دکتری؛ علم اطلاعات و دانش‌شناسی
استاد؛ دانشگاه شهید چمران

دانشگاه
بیت‌اطلاعات

پدیرش: ۱۳۹۰/۰۵/۰۸

دریافت: ۱۳۸۸/۱۱/۲۰

فصلنامه علمی پژوهشی
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران
شاپا (چاپی) ۲۲۵۱-۸۲۲۳
شاپا (الکترونیکی) ۲۲۵۱-۸۲۲۱
نمایه در SCOPUS، LISA و ISC
<http://jimp.irandoc.ac.ir>
دوره ۲۹ | شماره ۳ | صص ۵۹۳-۶۱۲
بهار ۱۳۹۳

نوع مقاله: پژوهشی

چکیده: نظریه‌های متفاوتی همچون نظریه اطلاعات یا ارتباطات شانون، نظریه معناشناختی اطلاعات، نظریه سبیرنتیک، نظریه کوانتومی اطلاعات و نظریه اطلاعات کوانتومی در زمینه اطلاعات مطرح هستند و هر یک، از دیدگاهی به بررسی اطلاعات می‌پردازند. هدف از این مقاله آن است که دیدگاهی را که اصطلاحاً نظریه کوانتومی اطلاعات نامیده می‌شود با استفاده از مبانی و مفاهیم فیزیک کوانتومی، ماهیت اطلاعات و نقش آن در جریان‌های اطلاعاتی مورد بررسی قرار دهد. از جمله مفاهیم بنیادین در فیزیک کوانتومی می‌توان دوگانگی موجی / ذره‌ای، عدم قطعیت هایزنبرگ، تداخل، اثر تونل، اصل مکمیلت بور، گره‌بند شروودینگر و امثال آن را نام برد. هر یک از این مفاهیم به ترتیب توضیح داده شده و بعد از آن به تطبیق این مفاهیم با دنیای اطلاعات پرداخته شده است.

کلیدواژه‌ها: فیزیک کوانتوم؛ نظریه کوانتومی اطلاعات؛ نظریه اطلاعات کوانتومی

۱. پدیدآور رابط:

m.pashootanizade@edu.ac.ir
2. kokabi80@yahoo.com

۱. مقدمه

اگرچه دانش و ارتباطات، پدیده‌های اساسی در جامعه بشری هستند، ولی گسترش فناوری‌های اطلاعاتی و تأثیر جهانی آن است که یک جامعه اطلاعاتی را تعریف می‌کنند. برای رشته‌هایی مانند علم اطلاعات، یکی از اصول اساسی چگونگی تعریف مفاهیم و عبارت‌های پایه همچون «اطلاعات» است و در دیگر رشته‌ها نیز این سؤال که «چگونه می‌توان اطلاعات را تعریف کرد» هر روز بیشتر مطرح می‌گردد (Capurro & Hjørland 2003). به همین دلیل پژوهشگران تلاش کرده‌اند با تدوین نظریه‌های متعدد در رابطه با اطلاعات، قوانین حاکم بر جریان اطلاعات را شناسایی کنند، تعریفی جامع از اطلاعات و ماهیت آن ارائه دهند، و به تبیین و توصیف فرایند تبادل اطلاعات و نحوه عملکرد آن در شرایط زمانی و مکانی متفاوت بپردازند. نظریه اطلاعات یا ارتباطات شانون، نظریه درسک^۱، نظریه معناشناختی اطلاعات، نظریه سیبرنتیکی اطلاعات، نظریه کوانتومی اطلاعات و نظریه اطلاعات کوانتومی^۲ از جمله نظریه‌هایی هستند که در این حوزه مطرح‌اند. هر یک از این نظریه‌ها ضمن این که به شناخت کامل‌تر اطلاعات کمک می‌کنند و از زاویه‌ای این مقوله را مورد بررسی قرار می‌دهند، دارای نقاط ضعفی نیز هستند و پرسش‌های بسیاری را در خود نهفته دارند.

به اعتقاد «کاپورو» و «یورلند» مهم‌ترین تفاوت بین اطلاعات به‌عنوان یک چیز یا مفعول (مانند تعداد بیت‌ها) و اطلاعات به‌عنوان یک مفهوم فاعلی، آن است که عوامل شناخته‌شده، چگونه تفسیر می‌شوند (Capurro & Hjørland 2003). وقتی به مفهوم اطلاعات از دیدگاه مفعولی نگاه کنیم (مانند نظریه اطلاعات یا نظریه درسک^۳) با زمانی که به آن از دیدگاه فاعلی (مانند علم اطلاعات ناشی از هرمنوتیک، تحلیل دامنه و معناشناختی) نگریده می‌شود، تفاوت وجود دارد. بنابراین بر اساس ساختاری که اطلاعات قرار است با استفاده از آن تفسیر گردد، ماهیت و مفهوم آن متفاوت خواهد بود و با توجه به این که در

1. Drestke

2. Quantum Information Theory

۳. بر طبق این نظریه، اطلاعات همیشه به پیش‌زمینه علمی دریافت‌کننده بستگی دارد؛ یعنی چیزی که به دانش وابسته است.

این مقاله نظریه کوانتومی اطلاعات (که توضیحات لازم درباره تفاوت آن با نظریه اطلاعات کوانتومی در بخش بعدی ارائه می شود) مورد بررسی قرار خواهد گرفت، خواهیم دید که اطلاعات چگونه گاهی دارای نقش فاعلی و گاهی دارای نقش مفعولی می گردد.

۲. نظریه اطلاعات کوانتومی یا نظریه کوانتومی اطلاعات؟

نظریه ای به نام «نظریه کوانتوم» در فیزیک قرن بیستم وجود دارد که در فلسفه علم از اهمیت خاصی برخوردار است. دانشمندان سرشناسی همچون هایزنبرگ^۱، پلانک^۲، دوبروی^۳ و شرودینگر^۴ در رشد و تکامل این نظریه سهم به سزایی داشته اند. ظهور نظریه کوانتوم شروع فصلی تازه در مسائل فیزیک بود؛ زیرا بسیاری از اصول فیزیک کلاسیک را زیر سؤال برد و با آنها مغایر بود.

فیزیک دانان تا آخر سده نوزدهم میلادی توانستند برای بسیاری از پدیده های طبیعی توجیه های قانع کننده ای ارائه کنند. مجموعه این قوانین و نظریه ها را «فیزیک کلاسیک» می نامند که امروز هم در حل بسیاری از مسائل فیزیک و توجیه پدیده های طبیعی مورد استفاده قرار می گیرد. اما در سال های پایانی سده نوزدهم میلادی، دانشمندان پدیده هایی را مشاهده کردند که دیگر با فیزیک کلاسیک قابل توجیه نبودند. به مجموعه نظریه ها و قانون هایی که به توجیه این پدیده ها می پردازد، فیزیک جدید (نوین) می گویند. شالوده فیزیک جدید را نظریه های «نسبیت» و «کوانتوم» تشکیل می دهند.

در سال ۱۹۰۰ میلادی، پنج سال قبل از آن که انیشتین نظریه نسبیت را پیشنهاد کند، ماکس پلانک نظریه ای ارائه کرد که در آن زمان تأثیر شگرف آن بر تحولات بعدی چندان آشکار نبود. نظریه کوانتومی که توسط پلانک ارائه شد، نخستین نظریه از زنجیره نظریه هایی است که مبانی مکانیک کوانتومی را تشکیل می دهند. پلانک نظریه خود را برای توجیه نتیجه های تجربی مربوط به تابش موج های الکترومغناطیسی از اجسام ارائه کرد (دفتر برنامه ریزی و تألیف کتاب های درسی ۱۳۸۴).

-
1. Heisengberg
 2. Plank
 3. De Broglie
 4. Schrodinger

دنیای ذرات کوانتومی و نظریه کوانتومی از هر دو دیدگاه فلسفی و فیزیکی قابل بررسی است، همان‌طور که در بین بزرگان این حوزه نیز اختلافاتی در مورد استدلالات فیزیکدانان کوانتومی وجود دارد و آنان می‌گویند که مشخص نیست اصولی همچون عدم قطعیت و تعبیر احتمالی و ... صرفاً فیزیکی بوده یا دارای منشأ فلسفی باشند. نظری به نوشته‌های هایزنبرگ، بورن^۱ و ... کافی است تا نشان دهد که در بسیاری از موارد مهم، تصمیم‌گیری آنها صرفاً فلسفی بوده است (گلشنی ۱۳۸۵).

فیزیک کوانتومی به ذرات انفرادی توجه دارد و چگونگی شرایط زیستن و ادامه حیات را برای هر یک از آنان تعیین می‌کند. به‌علاوه این ذرات بنیادی دارای زندگی جمعی نیز می‌باشند و دارای روابط گوناگونی هستند. خلق و خوی ذره در زندگی خصوصی، کم‌وبیش با آنچه در زندگی جمعی دارد متفاوت است. بنابراین دو نوع قانون باید تدوین شود، یکی برای زندگی خصوصی و دیگری جمعی. مکانیک کوانتوم و مکانیک کوانتوم آماری به ترتیب قوانینی هستند که برای زندگی خصوصی و جمعی ذرات به‌وجود آمده‌اند (عضوامینیان ۱۳۶۶). با توجه به تأکیدی که در این نظریه بر ذرات ریزاتمی (چه به‌صورت انفرادی و چه به شکل جمعی) شده است، می‌توان از تطبیق آن با ذرات اطلاعاتی، برای تفسیر و توصیف بسیاری از جریان‌های اطلاعاتی و ماهیت اطلاعات بهره جست؛ یعنی با الگو قرار دادن نحوه رفتار ذرات با یکدیگر و با محیط پیرامون خود به تبیین‌هایی در دنیای اطلاعات نیز دست یافت. در صورتی که پژوهشگری از این روش استفاده کند و به تبیین و توصیف‌های متعدد از اطلاعات پردازد، نظریه ارائه‌شده را می‌توان همچون «حری» «نظریه کوانتومی اطلاعات» نامید، یعنی نظریه‌ای از جنس کوانتوم که به عرصه اطلاعات تعمیم یافته است (حری ۱۳۸۷).

در مقابل «نظریه کوانتومی اطلاعات»، «نظریه اطلاعات کوانتومی» قرار دارد که به اطلاعات از دیدگاه دیگری می‌نگرد. نظریه اطلاعات کوانتومی یک زمینه تحقیقاتی جدید بین رشته‌ای است که با مکانیک کوانتومی، علوم رایانه و ریاضی کاربردی در ارتباط است. این نظریه پارادایم جدیدی را با استفاده از اصول مکانیک کوانتومی برای پردازش اطلاعات به‌وجود آورده است. از سال ۱۹۹۲ که اولین ویروس شناخته‌شده

1. Born

رایانه‌ای به نام الک کلونر^۱، اطلاعات را از یک فلاپی به فلاپی دیگری انتقال می‌داد، فیزیکدانان با اطمینان بیان کردند که اطلاعات کوانتومی قابل کپی برداری نیست و پیشنهاد کردند که سیستم‌های کوانتومی جدیدی با استفاده از رایانه‌های کوانتومی ایجاد شوند. به مرور مدل‌های محاسباتی و الگوریتم‌های کوانتومی مختلفی نیز برای این سیستم‌ها مطرح شدند (Duan and et al 2006).

امروزه مفهوم کوانتوم به حدی پیشرفت کرده که در سیستم‌های رایانه‌ای و روش‌های ذخیره و بازیابی نیز تحولات شگرفی را موجب شده است. در رایانه‌های کلاسیک، وضعیت روشن و خاموش به معنای بیت‌های صفر و یک بود؛ ولی در سیستم‌های کوانتومی دو وضعیت $|1\rangle$ و $|0\rangle$ برای بیت‌های کوانتومی در نظر گرفته شده که به کیوبیت^۲ مشهور است. ترانزیستور در رایانه‌های کلاسیک تنها می‌توانست روشن یا خاموش باشد و حالت بینابین امکان‌پذیر نبود. همین تفاوت میان بیت و کیوبیت یک دلیل اساسی برای کارهایی است که رایانه کوانتومی قادر به انجام آن است. تصویر زیر بیانگر حالات بیت و کیوبیت می‌باشد (لام^۳، ۲۰۰۴: ۲۰۰).

$$\alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$$

تصویر شماره ۱. تفاوت بیت و کیوبیت

شکل سمت چپ در تصویر فوق نشان می‌دهد که رایانه‌های کلاسیک تنها دو حالت صفر و یک را می‌پذیرفتند، ولی در رایانه‌های کوانتومی (شکل سمت راست) حالت بینابین آنها نیز تعریف شده و محتمل است. رایانه‌های کوانتومی، بسیاری از کارهایی را که رایانه‌های کلاسیک قادر به انجام آن نبودند انجام می‌دهند. به علاوه، اطلاعات کوانتومی در این سیستم‌ها به شرطی که به خوبی رمز گذاری شوند، از خطا و خطر در امان می‌مانند (Childs, Preskill and Renes 2000). اطلاعات کوانتومی توسط ذرات ریز از فرستنده به گیرنده انتقال می‌یابد و در حقیقت

1. Elk Cloner
2. Qubit
3. Lam

تفاوت بین انتقال‌دهنده‌ها و کانال‌ها در اطلاعات کوانتومی و کلاسیک، اهمیت دارد. در این نظریه، اطلاعات کوانتومی نوع جدیدی از اطلاعات محسوب می‌شود (Key 2002) و در کنار انواع الگوریتم‌ها (همچون الگوریتم گروور^۱) و مفاهیمی همچون رمزنگاری^۲ و دوربری^۳، برهم‌نهی^۴، درهم‌تنیدگی^۵ و آنتروپی وان نیومن^۶، توانسته است در حفظ امنیت اطلاعات و تسهیل و تسریع در امر ذخیره و بازیابی تأثیر داشته باشد.

به اعتقاد کوهن^۷، علم اطلاعات کوانتومی آن‌قدر سابقه ندارد که قابل رقابت با دیگر رشته‌های علمی باشد و از سوی دیگر، آن‌قدر گسترده است که مسائل بسیاری را برای پرداختن توسط دانشمندان در خود نهفته دارد. «لوپز» در مقاله‌ای تلاش کرده است یکی از نظریات مشهور کوهن به نام «ساختار انقلاب‌های علمی»^۸ را با «علم اطلاعات کوانتومی» تطبیق دهد. وی دریافت که به‌غیر از دو مورد آخر از ۵ عامل مورد بررسی (درهم‌تنیدگی، حل مشکل، موضوعات آموزشی، تحول و تکامل بدون انقلاب و جذابیت)، هیچ یک برای مدل، مشکل آفرین نبودند. وی اشاره می‌کند که کوهن درباره تأثیراتی که یک موضوع خاص می‌تواند بر تکامل و موفقیت یک رشته داشته باشد، صحبتی نکرده و تنها به عوامل منطقی و عقلانی (نه روان‌شناسانه) توجه کرده که می‌تواند بر تمایلات دانشمندان و غیردانشمندان در یک رشته جذاب اثر بگذارد. به اعتقاد لوپز، موضوعاتی که دارای مباحث بدیع، نامتعارف، و استثنائات هستند در دنیای امروز بسیار بیشتر از گذشته از سوی جامعه‌شناسان، فلاسفه و مورخان علم مورد توجه قرار می‌گیرند. حتی می‌توان رشته‌های جدیدی همچون «علم اطلاعات کوانتومی» را یافت که خود از

1. Grover
2. Cryptography
3. teleportation
4. Superpositon
5. Entanglement
6. Von Neumann Entropies
7. Kuhn

۸ ساختار انقلاب‌های علمی یک نظریه مشهور در زمینه فلسفه علم است که توسط کوهن ارائه شده. طبق این نظریه، پیشرفت علمی از طریق انقلاب‌های علمی میسر می‌گردد و انقلاب‌ها نیز با به بحران رسیدن یک پارادایم و جایگزین شدن پارادایم جدید رخ می‌دهند. تغییر علمی از دیدگاه کوهن، یک فرایند انباشتی نیست.

یک پارادایم استخراج شده باشند (López 1996).
شایان ذکر است که تأثیر نظریه اطلاعات بر فیزیک قبل از تأثیر فیزیک بر اطلاعات بوده است. به عنوان مثال در حال حاضر مفاهیم اطلاعاتی برای رفع مشکلات فیزیکی مهمی همچون شیطانک ماکسول^۱، توصیف سیستم‌های سلسله‌مراتبی^۲، و تخمین همبستگی کوانتومی^۳ مورد استفاده قرار می‌گیرند (Allakhverdyan and Saakyan 1998).
توضیحات فوق‌گویی تفاوت موجود میان نظریه اطلاعات کوانتومی و نظریه کوانتومی اطلاعات است و از آنجا که امکان پرداختن به مبحث اطلاعات از هر دو دیدگاه در یک مقاله نمی‌گنجد، این مقاله به بررسی ماهیت و فرایند اطلاعات با استفاده از اصول فیزیک کوانتومی (نظریه کوانتومی اطلاعات) اختصاص یافته و پژوهشگران تلاش کرده‌اند در بیان اصول فیزیکی، شیوه اعتدال را در پیش گیرند و نه آن‌چنان به سمت فلسفه منحرف گردند که درک مباحث آنها دشوار گردد و نه جنبه فیزیکی را چنان پُررنگ کنند که بیان فرمول‌های پیچیده ریاضی اجتناب‌ناپذیر نماید. در ادامه پس از بیان تاریخچه‌ای کوتاه از فیزیک کوانتومی، هر یک از اصول متفاوت فیزیک کوانتومی تعریف شده و پس از بیان توضیحات لازم در هر مورد، مقایسه و تعمیم آن اصل با اطلاعات و فرایندهای مربوط به آن انجام می‌شود.

۳. تاریخچه فیزیک کوانتوم

فیزیک کلاسیک با کارهای گالیله و نیوتن تکوین یافت و با نظریه الکترومغناطیسی ماکسول، در نیمه دوم قرن ۱۹ میلادی به کمال رسید. اما در اواخر قرن ۱۹، توجیه بعضی پدیده‌ها در قالب فیزیک کلاسیک میسر نبود. نظریه نسبیت خاص که در سال ۱۹۰۵ توسط اینشتین ارائه شد و نظریه کوانتوم پلانک برخی از این مشکلات را حل کردند. زمانی که ماکس پلانک فرمول خود را برای توزیع انرژی بر حسب بسامد در تابش جسم سیاه منتشر کرد، از نظر تاریخ‌نویسان شروع نظریه کوانتوم محسوب می‌گردد (خدابخش و بانی سعید ۱۳۷۸). در آن زمان در همه جا احساس می‌شد که برای توجیه پدیده‌های جهان

1. Maxwell's Demon
2. Description of Hierarchical Systems
3. Estimation of Quantum Correlations

میکروفیزیک باید به قوانین جدیدی دست یافت. این قوانین جدید در سال‌های ۱۹۲۵-۱۹۲۷ توسط هایزنبرگ، شرودینگر، دیراک^۱ و همکارانش پایه‌گذاری شد و به فیزیک کوانتومی موسوم گشت و در سال ۱۹۲۷ بود که در پی کارهای بور^۲، هایزنبرگ و بورن، تعبیری برای فرمالیزم ریاضی جدید ارائه شد. این تعبیر که به تعبیر کپنهاگی^۳ موسوم است بسیاری از شالوده‌های فلسفی فیزیک کلاسیک را فرو ریخت (گلشنی ۱۳۸۵). به‌طور خلاصه، حرف فیزیک کلاسیک این بود که یک دنیای عینی خارج از ذهن ما وجود دارد و انسان قادر است تصویری مطابق با واقع از این جهان عینی به‌دست دهد. ولی فیزیک کوانتومی تمامی این مبانی فلسفی فیزیک کوانتومی را درهم ریخت و اساسی نو برای فیزیک میکروسکوپی بنیان گذاشت که به تعبیر کپنهاگی معروف است.

فیزیک کوانتومی جدید می‌گوید که وضعیت هر دستگاهی از ذرات، کاملاً با تابع موجش مشخص می‌شود؛ اما این تابع موج به جای آن که همانند فیزیک کلاسیک محل و سرعت دقیق هر ذره را مشخص سازد، تنها احتمال وقوع ذره در محل‌های خاص، و با سرعت‌های خاص را تعیین می‌کند. در کل، فیزیک کوانتومی بسیاری از باورهای ما را که بر اساس فیزیک کلاسیک شکل گرفته بود درهم شکست و نظریه‌ای جدید را بنیان گذاشت که در زیر به برخی از مفاهیم و قوانین آن خواهیم پرداخت.

۴. قوانین مهم فیزیک کوانتومی

همان‌طور که قبلاً نیز گفته شد در این بخش برخی از قوانین و اصول حاکم بر ذرات ریزاتمی در فیزیک کوانتومی مورد بررسی قرار می‌گیرد و به‌منظور درک بهتر مقایسات انجام‌شده بین دنیای کوانتوم و دنیای اطلاعات، در همان‌جا این مقایسات و تطبیق‌ها بیان خواهد شد.

۴-۱. دوگانگی موجی / ذره‌ای^۴

دوگانگی موج / ذره از جمله مفاهیم اساسی نظریه کوانتوم، و به این معنا است که

1. Dirac
2. Bohr
3. Copenhagen Interpretation
4. Wave/ Particle duality

هرگاه ذرات مشاهده شوند، در حالت ذره هستند و هرگاه مشاهده نشوند در حالت موجی قرار دارند. بنابراین ماده هم می‌تواند مانند موج باشد و هم مانند ذره رفتار کند و این امر بستگی به این دارد که در چه وضعیتی قرار گیرد. بور در عین آنکه منکر واقعیت بیرونی نیست، این وجود عینی را متأثر از ابزارهای مشاهده می‌داند. به نظر وی آنچه را که واقعیت می‌پنداریم، پدیداری است که در غیاب مشاهده وجود ندارد (حری ۱۳۸۷).

این دید موجی / ذره‌ای در فیزیک کوانتوم را می‌توان به شناخت‌هایی تشبیه کرد که در ذهن افراد ایجاد می‌شوند. این شناخت‌ها هیچ‌گاه پایدار نیستند و دائماً با افزایش تجربه و آگاهی دگرگون می‌شوند. یعنی می‌توان این‌گونه تفسیر کرد که این شناخت‌ها در حالت ثبات و ایستایی مانند ذراتی هستند که قابل مشاهده بوده و حدود آنها مشخص است، ولی هنگامی که با اطلاعات و تجارب جدید روبه‌رو شوند در حالت دگرگونی و تغییر هستند و مانند موج می‌مانند. «نشاط» معتقد است که حتی شناخت‌هایی که بر قطعیت نظر دارند و بدیهی و مسلم فرض شده‌اند، می‌توانند تحت فشار شناخت‌های جدید از هم گسیخته شوند و بر اساس آن، شناخت‌های بدیهی تازه‌ای شکل گیرد (نشاط ۱۳۸۶).

تفسیر دیگری که از اصل دوگانگی موجی / ذره‌ای در محیط اطلاعاتی می‌توان داشت این است که اطلاعات نیز مانند موج / ذره پدیده‌ای دو نقشی است که هم دارای نقش موج (اطلاعات بالقوه) و هم نقش ذره‌ای (اطلاعات بالفعل) است. پیرامون ما انباشته از اطلاعات بالقوه است، ولی ما به تناسب مواجهه آگاهانه با آن، به بخشی از آن فعلیت می‌بخشیم و اطلاعات بالقوه متناسب با هدف و اراده ما، تبدیل به اطلاعات فعال می‌شود (حری ۱۳۸۷). در واقع زمانی که ما اقدام به شناخت اطلاعات بالقوه کنیم و آن‌ها را مورد مشاهده، اندازه‌گیری و سنجش قرار دهیم، آن‌ها را به اطلاعات بالفعل و قابل شناخت تبدیل نموده‌ایم - هر چند که ممکن است در این فرایند دچار اشتباه شویم، سنجش را به‌درستی انجام ندهیم و در نهایت اطلاعات بالفعل نادرستی را ایجاد نماییم. حتی ممکن است که افراد مختلف از اطلاعات بالقوه واحد، اطلاعات بالفعل متفاوتی را با توجه به دیدگاه‌شان ایجاد کنند؛ اما به هر حال ما بر مبنای پاره‌ای اطلاعات بالقوه این کار را انجام داده‌ایم.

۴-۲. مسئله اندازه‌گیری: بور و شرودینگر

اولین فرمول‌های اندازه‌گیری در نظریه کوانتوم توسط لاندau^۱ و پیرلز^۲ در سال ۱۹۳۱ و سپس توسط وان نیومن در سال ۱۹۳۲ ابداع شدند. وان نیومن معتقد بود که تمامی اندازه‌گیری‌ها به صورت آرمانی انجام می‌گیرند. پس از او، پائولی^۳ اندازه‌گیری را از دیدگاه فیزیکی مورد بررسی قرار داد و بیان کرد که همه اندازه‌گیری‌ها، آرمانی نیستند (Stenholm 2000). نیلز بور، فیزیکدانی دانمارکی است که نظریات او در حوزه مسائل بنیادین فیزیک کوانتومی در سطح عام پذیرفته شده است. از آنجا که اکثر کارهای او در کپنهاگ انجام شده، ایده‌های او را با عنوان «تعبیر کپنهاگی» می‌شناسند. نکته اصلی تعبیر کپنهاگی، تمایز بین جهان میکروسکوپی کوانتومی و دستگاه‌های ماکروسکوپی است که در اندازه‌گیری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. بور معتقد بود که تنها راه به دست آوردن اطلاعات از سیستم‌های کوانتومی، اندازه‌گیری است که همیشه روی سیستم مورد اندازه‌گیری تأثیر می‌گذارد. بنابراین نسبت دادن خواصی به سیستم کوانتومی منزوی که هیچ اندازه‌گیری بر روی آن انجام نشده، بی‌معنا است؛ چون هرگز نمی‌توان فهمید که این خواص چه هستند (گومشی نویری ۱۳۷۴).

بور در اصل مکملیت^۴ خود می‌گوید که اندازه‌گیری خاصیتی از یک سیستم، عموماً اطلاعات ما را درباره دیگر خواص آن سیستم از بین می‌برد. اندازه‌گیری دقیق همزمان مکان و تکانه یک الکترون ناممکن است. یعنی اندازه‌گیری یکی از این کمیت‌ها الزاماً اندازه‌گیری دقیق کمیت دیگر را ناممکن می‌سازد. تعبیر کپنهاگی در این مورد می‌گوید که تصور مکان و تکانه معین برای یک الکترون، بی‌معنا است مگر اینکه این کمیت‌ها اندازه‌گیری شوند. به عنوان مثال اگر تکانه الکترون اندازه‌گیری شود، بیان اینکه این ذره در جای به خصوصی قرار دارد بی‌معنا است. در صورتی که هیچ نوع اندازه‌گیری انجام نگرفته باشد، آیا اساساً می‌توان پی به وجود یک شیء کوانتومی برد؟ جواب این سؤال منفی است. قبل از اندازه‌گیری خواصی از یک سیستم، صحبت کردن درباره آن بی‌معنا

1. Landau
2. Peierls
3. Pauli
4. Complementarity

است. ولی وقتی بعضی از خواص آن سیستم اندازه‌گیری شد، می‌توان گفت که شیئی با چنین خواصی وجود دارد. اینجا مفهوم اصلی تعبیر کپنهاگی ظاهر می‌شود. خواص واقعی یک سیستم کوانتومی را می‌توان با آزمایشگری که وضع دستگاه خود را تغییر می‌دهد، عوض کرد. همان‌طور که بور می‌گوید، مسئله اساسی در اینجا اثر گذاری بر آن شرایطی است که معرف انواع پیامدهای مربوط به رفتار آینده سیستم هستند (گومشی نوبری ۱۳۷۴).

گرچه شرودینگر یکی دیگر از نظریه‌هایی است که به بررسی اثرات اندازه‌گیری بر سیستم‌های کوانتومی پرداخته است. داخل جعبه بزرگی یک منبع نور، یک پلاریزور و یک آشکارساز، یک هفت‌تیر پُر، و یک گریه وجود دارد. به‌علاوه عقربه آشکارساز به‌طریقی به ماشه هفت‌تیر پُر وصل شده که اگر فوتون خروجی از پلاریزور، قطبیده عمودی باشد، هفت‌تیر شلیک می‌شود و گریه را می‌کشد و اگر فوتون، قطبیده افقی باشد تأثیری روی هفت‌تیر ندارد و گریه زنده می‌ماند. حال می‌پرسیم که اگر یک فوتون از منبع نور گسیل شود، چه اتفاقی می‌افتد. اگر گریه را در دستگاه، مورد اندازه‌گیری بدانیم، جواب آشکار است. اگر فوتون قطبیده شده عمودی باشد، گریه کشته خواهد شد و اگر قطبیده افقی باشد، زنده خواهد ماند. ولی ناظری که خارج جعبه است و تعبیر کپنهاگی را قبول دارد، چه خواهد گفت؟ احتمالاً او بدون اندازه‌گیری سیستم نمی‌تواند نتیجه‌ای بگیرد. از نظر او این اندازه‌گیری با باز شدن در جعبه و مشاهده حالت مرده یا زنده بودن گریه انجام می‌گیرد. علاوه بر این، ناظر نتیجه می‌گیرد که تا قبل از انجام این مشاهده اصولاً یک حالت دیگر نیز امکان‌پذیر است که در آن، حالت اولیه جعبه و محتوای آن تغییر نمی‌کند و بنابراین نمی‌توان گفت که سیستم تغییر کرده: یعنی فوتون، همچنان قطبیده ۴۵ درجه خود را حفظ می‌کند و گریه تا انجام عمل مشاهده، در حالت زنده و نه مرده باقی می‌ماند (گومشی نوبری ۱۳۷۴).

در دنیای اطلاعات نیز می‌توان وضعیت مشابهی را یافت. هنگامی که برای جمع‌آوری داده‌ها از ابزارهای مشاهده، مصاحبه، پرسشنامه، و ... استفاده می‌کنیم در واقع قصد اندازه‌گیری متغیری را در نمونه مورد نظر داریم. اما همین که فرایند اندازه‌گیری آغاز می‌گردد و آزمودنی‌ها مورد آزمون واقع می‌شوند، احتمال این که داده‌های حقیقی گردآوری نشود بسیار است. به‌عنوان مثال، در مصاحبه امکان دارد که آزمودنی‌ها از گفتن

واقعیت‌ها به دلایل مختلف (خجالت، محرمانه بودن اطلاعات، ناتوانی در بیان، و ...) صرف نظر کنند. ابزار پرسشنامه نیز (بسته به آن که در آن از پرسش‌های باز یا بسته استفاده شود) محدودیت‌هایی را در پاسخگویی ایجاد می‌کند. به علاوه، شرایط و وضعیت روحی پاسخگویان و اهمیت موضوع مورد بررسی برای آنان نیز یکی از دیگر عوامل اثرگذار بر صحت داده‌ها می‌باشد. مشاهده نیز دارای مشکلات خاص خود (از جمله ورود به حریم شخصی افراد) است. یا به عنوان مثال، مطلع بودن آزمودنی‌های مورد مشاهده یا عدم اطلاع آنان می‌تواند موجب تغییر در رفتار مشاهده‌شونده‌ها و متعاقباً حصول داده‌های مختلفی شود. ابزارهای مورد استفاده برای مشاهده نیز هر یک مزایا و معایب بالقوه‌ای دارند. علاوه بر تمام موارد گفته‌شده، فرد پژوهشگر خود در معرض انواع سوگیری‌ها قرار دارد که برای پژوهش از هر چیز دیگری خطرناک‌تر است. بنابراین ابزارهای اندازه‌گیری و جمع‌آوری اطلاعات نیز مانند ابزارهای اندازه‌گیری در دنیای کوانتومی، بر مقوله مورد بررسی اثر می‌گذارند و نمی‌توانند به سنجش دقیق آن‌ها بپردازند.

همچنین در پژوهش‌هایی که از این ابزارها برای گردآوری داده‌ها استفاده می‌شود، در مواردی پژوهشگر تلاش می‌کند با تغییر یک متغیر و ثابت نگه‌داشتن دیگر متغیرها، تنها به بررسی یک عامل بپردازد و از تأثیر دیگر متغیرها جلوگیری کند. ثابت نگه‌داشتن متغیرها باعث تغییر در شرایط عادی می‌شود و اندازه‌گیری متغیر مورد نظر را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به علاوه در این روش اندازه‌گیری، یک متغیر مانع اندازه‌گیری متغیرهای دیگر می‌شود، که منطبق با اصل مکملیت بور است.

تطبیق گریه شروینگر با محیط‌های اطلاعاتی را می‌توان در کار اشاعه‌دهندگان و ارائه‌دهندگان اطلاعات مشاهده کرد. این گروه از افراد سعی می‌کنند مرتبط‌ترین و مفیدترین اطلاعات را برای فرد متقاضی - با توجه به نیاز اطلاعاتی و ویژگی‌های او - فراهم نمایند. ولی تا وقتی که از خود فرد، پس از استفاده از اطلاعات بازبایی شده، درباره کیفیت منابع ارائه‌شده سؤال نشود، با قطعیت نمی‌توان درباره مفید بودن اطلاعات اظهار نظر کرد. تا قبل از پرسش، اطلاعات می‌تواند مفید، غیرمفید، یا دارای هر دو حالت باشد. تنها پس از پرسش از کاربر است که وضعیت معلوم، و مشخص می‌گردد که گریه مرده است یا زنده.

۳-۴. کل انگاری^۱

از ابتدای تکوین فیزیک جدید، این نظریه رایج شد که برای فهم یک پدیده کافی است آن را به اجزایش تجزیه کنیم. به این معنا که قوانین حاکم بر کل، نتیجه قوانین حاکم بر اجزا است و کل، واقعیتی مازاد بر اجزایش ندارد. این دیدگاه به تحویل گرایی یا خردگرایی^۲ یا وحدت علم موسوم است. مثال عینی آن اتمیسم است که می‌کوشد خواص مواد را از روی اتم‌های آن توضیح دهد. تحویل گرایی اندیشه مورد قبول دانشمندان قرن ۱۷، ۱۸ و ۱۹ بود. اصل پائولی^۳، قضیه بل^۴ و قضیه ناتمامیت گودل^۵ (کل ریاضی بیش از جمع اجزا است)، نشانه‌هایی از نقص نظریه تحویل گرایی هستند. این بینش به مرور جایش را به کل انگاری سپرد. بر اساس این نظریه، سرشت کل را نمی‌شود از سرشت اجزا فهمید، بلکه این کل است که سرشت اجزا را بر ملا می‌سازد (گلشنی ۱۳۸۵). از منظر کل گرایی، هر کل برابر مجموع اجزای آن نیست و به همین ترتیب مجموع اجزا نیز کل را تبیین نمی‌کند. بنابراین نه می‌توان با شناخت اجزا به شناخت کل نائل آمد و نه شناخت کل، ما را از شناخت اجزا بی‌نیاز می‌گرداند (حری ۱۳۸۷). به‌عنوان نمونه، هیچ‌گاه نمی‌توان با شناخت آرد، شکر، شیر و ... پی به طعم و مزه یک کیک برد؛ زیرا چیزی که باعث به‌وجود آمدن کیک می‌شود عنصر دیگری به نام هنر آشپزی در کنار اجزای سازنده کیک است. یا به‌عنوان مثال در دنیای اطلاعات، خواندن یا شنیدن یک رشته کلمات جداگانه، اطلاعاتی را به ما ارائه نخواهد کرد؛ در حالی که با لحاظ کردن هنر نویسندگی و ایجاد نظم در این واژگان می‌توان جملات، پاراگراف‌ها و کتاب‌های بی‌شماری را با صدها بار اطلاعاتی تدوین نمود.

همچنین اطلاعاتی که افراد از محیط پیرامون خود دریافت می‌کنند، تنها منبع

1. Holism

2. Reductionism

۳. اصل پائولی (اصل انحصار) می‌گوید که در هیچ اتمی، هیچ دو الکترونی نمی‌توانند از همه نظر یکسان باشند و در اثر ترکیب اجزا همیشه حالت جدیدی پیدا می‌شود که مربوط به کل است و به اجزا قابل تحویل نیست (صمدی ۱۳۸۰).

4. Bell's Theorem

5. Godel's Incompleteness Theorem

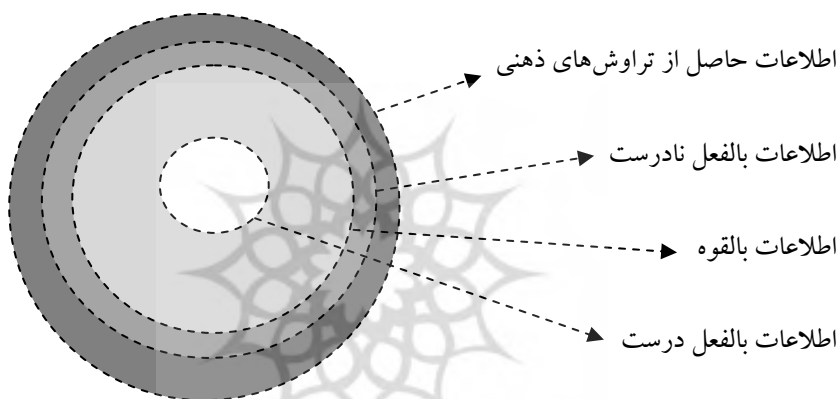
شناخت و آگاهی آنها نیست، بلکه انسان‌ها همواره اطلاعات رسیده را همراه با پاره‌ای از تفاسیر و تجزیه و تحلیل‌ها به ذهن خود می‌سپارند که این آگاهی نیز دائماً با رسیدن اطلاعات جدید در معرض تغییر و تکامل قرار می‌گیرد. بنابراین با شناخت اطلاعات ورودی به ذهن، نمی‌توان میزان آگاهی ذهنی افراد را مشخص نمود.

اطلاعات کل جهان نیز چیزی بیش از اطلاعات بالقوه به‌علاوه اطلاعات بالفعل نادرست (به قسمت دوگانگی موجی / ذره‌ای رجوع شود) است و این ارزش افزوده، حاصل تراوش‌های ذهنی انسان‌ها در برخورد با اطلاعات بالقوه و بالفعل است^۱. به‌عنوان مثال انسان با استفاده از نظریه‌های فیزیک هسته‌ای توانسته است اقدام به توسعه، ساخت و انفجار بمب هسته‌ای نماید. همچنین بیماری‌هایی مانند ایدز نیز قبلاً وجود نداشت، ولی اکنون بر اثر فعالیت‌های انسانی به وجود آمده و پزشکان نیز در صدد کشف داروهای آن هستند.

به‌علاوه پوپر معتقد است که ۳ جهان وجود دارد و جهان سوم را به‌صورت «محصولات ذهن انسان» تعریف می‌کند؛ مانند داستان‌ها، افسانه‌ها، قطعات موسیقی، قضایای ریاضی، نظریه‌های علمی و ... یک قطعه موسیقی صرفاً کاغذ و جوهر و محلی که بر روی آن ضبط شده است، نمی‌باشد، بلکه همگی این اشیای فیزیکی به‌واسطه این قطعه موسیقی موجودیت پیدا کرده‌اند (گومشی نوبری ۱۳۷۴). جهان را اطلاعات بالقوه احاطه کرده است و انسان‌ها با شناخت آنها، اطلاعات بالقوه را به اطلاعات بالفعل تبدیل می‌نمایند؛ ولی در موارد دیگر همین اطلاعات بالقوه و بالفعل در کنار فعالیت‌ها و نیروهای ذهنی (مانند توانایی تحلیل بالا یا خلاقیت) و استعدادها و ویژه (مانند استعداد هنری) منجر به ایجاد پدیده‌ای کاملاً جدید می‌شوند. به‌علت همین توانایی‌های انسانی است که کل اطلاعات جهان چیزی ورای اطلاعات بالقوه و بالفعل است و مادامی که این توانایی‌ها وجود داشته باشند (حتی اگر تمام اطلاعات بالقوه به بالفعل تبدیل شوند)، حجم اطلاعات جهان متغیر خواهد ماند. شایان ذکر است که انسان‌ها همیشه باعث افزایش حجم اطلاعات نمی‌گردند و گاه خواسته یا ناخواسته از حجم اطلاعات نیز می‌کاهند. زمانی که آثاری

۱. به این دلیل که اطلاعات بالفعل صحیح در واقع بازنمونی حقیقی از اطلاعات بالقوه هستند در این تعریف لحاظ نشده‌اند.

باستانی نبود یا تخریب می‌شود، کتابخانه‌ای از آثار نفیس و خطی یا موزه‌ای آتش می‌گیرد، و ویروسی تمام اطلاعات الکترونیکی را پاک می‌کند، حفاظت از محیط زیست و منابع طبیعی نادیده انگاشته می‌شود، مهارت و دانش خاصی در انحصار افرادی باقی مانده و با مرگشان نابود می‌شود، و ... همگی در زمره پدیده‌هایی هستند که منجر به از بین رفتن گروهی از اطلاعات می‌گردند. تصویر شماره ۲ نمایی از کل اطلاعات جهان است و به این علت که هر یک از این قسمت‌های دایره‌ای، قابلیت افزایش یا کاهش دارند، تمامی خطوط به صورت خط چین نمایش داده شده‌اند. به صورت خط چین نمایش داده شده است.



تصویر شماره ۲. نمایی از کل اطلاعات جهان

بنابراین برای شناخت اطلاعات باید دائماً روابط آن با دیگر پدیده‌ها را در نظر داشت و هیچ‌گاه نمی‌توان آن را خارج از محدوده‌ای که در آن جریان دارد در نظر گرفت.

۵. بحث و بررسی

دیراک بر این باور است که هدف اصلی علم فیزیک این نیست که تصویر ارائه دهد، بلکه آن است که قوانین حاکم بر پدیده‌ها را فرمول‌بندی کند و آنها را برای کشف پدیده‌های جدید به کار ببرد (گلشنی ۱۳۸۵). اگر ما نیز بتوانیم به ابداع چنین قوانینی در دنیای اطلاعات پردازیم یا حداقل از این قوانین فیزیکی در راستای تعمیم و تطبیق با دنیای اطلاعات استفاده کنیم، توانسته‌ایم قدم بزرگی در این عرصه برداریم. اگر قادر به درک

قوانین حاکم بر ذرات اطلاعات باشیم، توصیف آنها چندان اهمیتی نخواهد داشت؛ زیرا هدفمان از توصیف، درک این پدیده‌ها است که قوانین، این کار را به نحو بهتر و کامل‌تری انجام می‌دهند. در همین راستا پژوهشگران حاضر تلاش نموده‌اند با استفاده از قوانین فیزیک کوانتوم و تعمیم آنها به وادی اطلاعات، برخی ویژگی‌های ذرات اطلاعاتی و نحوه رفتار آنها را توصیف و توجیه کند تا با آشنایی با آنها به بهبود و پیشرفت عرصه‌هایی که با اطلاعات سروکار دارند کمک شود. با تمامی این تفاسیر، هنوز سؤالات بسیاری باقی است؛ از جمله آن که آیا هنگامی که یک موسیقی یا تابلوی نقاشی تکراری را می‌شنویم یا می‌بینیم، به سطح آگاهی ما افزوده می‌شود؟ یا اصلاً اینها دارای بار اطلاعاتی هستند؟

با این حال، هایزنبرگ معتقد است که: «بسیار مشکل است که زبانمان را طوری اصلاح کنیم که قادر به توصیف فرایندهای اتمی باشد، زیرا واژه‌ها تنها می‌توانند چیزهایی را توصیف کنند که ما بتوانیم تصاویر ذهنی از آنها بسازیم و این توانایی نیز ناشی از تجارب روزمره است. خوشبختانه ریاضیات این محدودیت را ندارد و این امکان به دست آمده است که یک طرح ریاضی - نظریه کوانتوم - ابداع کنیم که به نظر می‌رسد برای بررسی فرایندهای اتمی کفایت کند» (گلشنی ۱۳۸۵). شاید برای توصیف فرایندهای اطلاعاتی و ماهیت خود اطلاعات نیز لازم باشد یا حتی بهتر باشد که از فرمول‌های ریاضی استفاده کنیم، یا از همین فرمول‌های ریاضی موجود در نظریه‌هایی مانند فیزیک کوانتومی بهره گیریم.

مسئله اندازه‌گیری، یکی از موضوعات اساسی در فیزیک کوانتومی است و زمانی خودنمایی می‌کند که دستگاه اندازه‌گیری، یک سیستم کوانتومی تلقی گردد. وقتی به آشکارساز فوتونی با دید تجربی نگاه کنیم، می‌بینیم که این دستگاه یا عبور فوتونی را ثبت می‌کند یا نمی‌کند. وقتی در جعبه را باز کرده و به جعبه نگاه کنیم، می‌بینیم که گربه یا زنده است یا مرده و هرگز آن را در حالت بینابین - یعنی کیفیتی که فیزیک کوانتومی تا زمان قبل از مشاهده، پیش‌بینی می‌کند - نخواهیم دید. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که انسان باید به‌عنوان آخرین دستگاه اندازه‌گیری به حساب آید. صفتی که انسان را از اشیای دیگر جهان متمایز می‌سازد، آگاهی او است و اگر این نکته را در مسئله اندازه‌گیری کوانتومی دخالت دهیم، آگاهی بیش از آنچه قبلاً فکرش را می‌کردیم در فیزیک جهان

نقش بازی خواهد کرد (گومشی نوبری ۱۳۷۴). تأکید بر نقش انسان و آگاهی او در این نظریه شایان توجه است، زیرا وقتی در نظریه‌ای کاملاً فیزیکی به این صراحت از انسان به عنوان آخرین و کامل ترین دستگاه اندازه گیری یاد می‌شود، در نظریه‌های اطلاعاتی که ارتباطی تنگاتنگ با انسان دارد نمی‌توان انسان را جزئی کم‌اهمیت در نظر گرفت و باید در تمامی فرایندها مرکز توجه را بر این موجود آگاه قرار داد و هر حرکتی را با توجه به او و شرایط و ویژگی‌هایش تفسیر کرد.

به اعتقاد «کاپورو» و «یورلند» مفهوم اطلاعات را نباید جدا از مفاهیم دیگر همچون مدارک، رسانه، محیط و ... در نظر گرفت (Capurro & Hjørland 2003) و همان‌طور که در این مقاله مشاهده می‌شود، پژوهشگران تلاش کردند تا تمامی جوانب و متغیرهای اثرگذار بر اطلاعات را مورد توجه قرار دهند. اگرچه نظریه کوانتوم با ظهور خود بسیاری از ابهامات و سؤالات گذشته را پاسخ داد، ولی به علت ناکامل بودن آن همچنان سؤالات بی‌شماری بی‌جواب مانده است. به سبب فقدان یک قانون همگانی فراگیر، برخی همچون اینشتین، پلانک و دوبروی استدلال کرده‌اند که باید یک نظریه میدان واحد (یعنی نظریه‌ای از سنخ قانون همگانی) وجود داشته باشد که ممکن است نوابغی در آینده آن را صورت‌بندی کنند (حقی ۱۳۷۷).

۶. جمع‌بندی نهایی

در این نوشته پس از معرفی برخی از اساسی‌ترین اصول فیزیک کوانتوم، به تطبیق این اصول با دنیای اطلاعات و ذرات اطلاعاتی پرداخته شده است. یکی از این اصول، اصل دوگانگی موجی/ذره‌ای است که با استفاده از آن می‌توان دو برداشت را برای ذرات اطلاعاتی ارائه نمود. یک آن که می‌توان شناخت‌هایی را که در ذهن افراد دائماً شکل می‌گیرند و با افزایش تجربه و آگاهی دگرگون و کامل‌تر می‌شوند را به حالت‌های ذره‌ای و موجی در فیزیک کوانتوم تشبیه کرد و دیگر آنکه می‌توان برای اطلاعات نیز دو نقش موجی (اطلاعات بالقوه) و نقش ذره‌ای (اطلاعات بالفعل) در نظر گرفت. در واقع آنچه در اطراف ما قرار دارد اطلاعات بالقوه بوده و زمانی که اقدام به شناخت آنها می‌کنیم، اطلاعات بالقوه را به بالفعل تبدیل نموده‌ایم.

طبق اصل موجی بودن، وقتی اطلاعات را نیز به مکانی محدود کنیم، قدرت زایش و

افزونگی آن در حد معینی خواهد بود و قدرت ایجاد اطلاعات جدید را از دست خواهد داد، زیرا که با اطلاعات دیگر در ارتباط نیست- مانند تجارب یک فرد که به دیگران منتقل نشود.

در مورد اندازه گیری در فیزیک کوانتومی مباحث زیادی مطرح است که از جمله مشهورترین آنها اصل مکملیت بور و گریه شرودینگر هستند. تطبیق اصل مکملیت در مبحث اطلاعات، در زمینه ابزارهای پژوهش همچون مصاحبه، مشاهده و پرسشنامه و زمانی که متغیرهای خاصی را تحت کنترل در آورده تا متغیر دیگری را تحت بررسی در آوریم، قابل مشاهده است. همچنین زمانی که ارائه دهندگان و اشاعه دهندگان اطلاعات به دنبال ارائه مرتبط ترین اطلاعات برای کاربران خود هستند و معیاری جز نظر خود کاربر برای تعیین میزان مفید بودن اطلاعات ندارند، شرایطی همچون گریه درون جعبه شرودینگر برای ارائه دهندگان اطلاعات رخ می دهد و مشخص نیست که اطلاعات یافته شده توسط آنان، مفید، غیر مفید، یا- در شرایطی- بینابین این دو باشد.

همچنین با استفاده از اصل کل انگاری- به معنای آن که جمع کل چیزی، بیش از مجموع اجزا است و با شناخت اجزا نمی توان به شناخت کل نائل آمد- تفاسیری در رابطه با اطلاعات کل جهان و اطلاعات اندوخته در ذهن افراد ارائه شد و مشخص گردید که اطلاعاتی که افراد از محیط پیرامون خود دریافت می کنند، تنها منبع شناخت و آگاهی آنها نیست؛ بلکه انسان ها همواره اطلاعات رسیده را به همراه پاره ای از تفاسیر و تجزیه و تحلیل ها به ذهن خود می سپارند. به علاوه اطلاعات کل جهان نیز چیزی بیش از «اطلاعات بالقوه به علاوه اطلاعات بالفعل نادرست» است و این ارزش افزوده، حاصل تراوش های ذهنی انسان ها در برخورد با اطلاعات بالقوه و بالفعل است.

تمامی اینها تفاسیری از اطلاعات با استفاده از اصول اساسی فیزیک کوانتومی بوده و با استفاده از آنها تلاش شد تا ویژگی های اطلاعات در شرایط و موقعیت های مختلف مورد بررسی قرار گیرد. گفتنی است هر چه تلاش ما برای شناخت کامل تر ذرات اطلاعات و نحوه برخورد و تعامل آنها با محیط پیرامون خود بیشتر باشد، به نحو مطلوب تری خواهیم توانست به امور ذخیره و بازیابی اطلاعات و تحلیل فرایندهای اطلاعاتی پردازیم که یکی از این راهکارها، استفاده از اصول فیزیک کوانتومی است. البته آنچه که باید مورد توجه قرار دهیم آن است که همیشه از خود پرسیم که به چه چیزهایی

در رابطه با مفهوم اطلاعات نیازمندیم تا بتوانیم به صورت هدفمند به پیشرفت علم اطلاعات کمک کنیم.

۷. منابع

حری، عباس. ۱۳۸۷. *درآمدی بر اطلاع‌شناسی: کارکردها و کاربردها*. تهران: انتشارات دما: کتابدار.
حری، عباس. ۱۳۸۰. مروری بر مفاهیم و نظریه‌ها در قلمرو اطلاع‌شناسی. *مجله روان‌شناسی و علوم تربیتی*.
سال ۳۱، شماره ۲، صص. ۵۱-۷۷.
دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی. ۱۳۸۴. *فیزیک ۱ و ۲ دوره پیش‌دانشگاهی رشته علوم تجربی*.
تهران: وزارت آموزش و پرورش.

خدابخش، رسول و سپیده بانی سعید، مترجم. ۱۳۷۸. *مکانیک کوانتوم*. نوشته پل سی. وی دیویس و دیوید
اس بتس. ارومیه: دانشگاه ارومیه.

گوشی نویری، محمدعلی، مترجم. ۱۳۷۴. *فیزیک کوانتومی: خیال یا واقعیت؟*. نوشته الستر ری. ویراستاری
محسن سربیشه‌ای، محمدابراهیم ابوکاظمی، ماندانا فرهادیان. تهران: انجمن فیزیک ایران: فاطمی.
صمدی، عباس. ۱۳۸۰. تأثیر مبانی فکری و فلسفی مکانیک کوانتوم بر تئوری‌های سازمان و مدیریت. *دانش
مدیریت*. ۵۳ (۱۴): ۴۱-۵۶.

عضوامینیان، کاظم. ۱۳۶۶. *کوانتوم مکانیک و کوانتوم مکانیک آماری*. تهران: جیران.

فیشر، کرن، اردلز، ساندر و مک کچنی، لین (۱۳۸۷). *نظریه‌های رفتارهای اطلاعاتی*. ترجمه فیروزه زارع
فراشندی، محسن حاجی زین‌العابدینی، غلام حیدری و لیلا مکتبی فرد. ویراسته زاهد بیگدلی. تهران:
کتابدار

حقی، علی، مترجم. ۱۳۷۷. *فلسفه علم*. نوشته نیکلاس کاپالدی. تهران: سروش.

گلشنی، مهدی. ۱۳۸۵. *تحلیلی از دیدگاه‌های فلسفی فیزیکدانان معاصر*. تهران: پژوهشگاه علوم انسانی و
مطالعات فرهنگی.

نشاط، نرگس. ۱۳۸۶. از شناخت تا ایده: جنبه‌های معرفتی اطلاعات و اطلاع‌رسانی. تهران: انتشارات دما.

هی، آنتونی و والترز، پاتریک (۱۳۸۲). *جهان کوانتومی: دنیای ذره‌ها و موج‌ها*. مترجم محمدقلی محمدی.
تهران: پیام متن

Allakhverdyan, A. E. & D. B Saakyan. 1998. Multiaccess Channels in Quantum Information Theory. *Theoretical and Mathematical Physics* 117 (3): 1434-1450.

Capurro, R. & Birger Hjørland. 2003. Theorizing Information and Information Use. *Annual Review of Information Science and Technology* 37 (1): 343-411.

- Childs, Andrew M., John Preskill, & Joseph Renes. 2000. Quantum Information and Precision Measurement. *Journal of Modern Optics* 47 (2, 3): 155-176.
- Duan, Run-Yao, Zheng-Feng Ji, Yuan Feng, & Ming-Sheng Ying. 2006. Some Issues in Quantum Information Theory. *Journal of Computer Science & Technology* 21 (5): 776-789.
- Key, Michael. 2002. Fundamentals of Quantum Information Theory. *Physics Reports*. 369: 431-548.
- Lam, C.S. 2004. *Invitation to Contemporary Physics*. 2nd ed. Singapore: World Scientific Publishing Co.
- López, Jose Ramón Marcaida. 1996. Kuhn and Quantum Information Science. Available at: www3.imperial.ac.uk/pls/portallive/docs/1/4461911.PDF, pp.1-18.
- Stenholm, Stig. 2000. Observations & Quantum Information. *Journal of Modern Optics* 47 (2/3): 311-324.



Interpreting Information Based on Quantum Theory of Physics (Quantum Theory of Information)

Mitra Pashootanzadeh¹

Ph.D in Knowledge and Information Science
Assistant of Isfahan University; Iran

Mortaza Kokabi²

Ph.D in Knowledge and Information Science
Professor of Shihid Chamran University; Iran

Iranian Journal of
**Information
Processing &
Management**

Abstract: There are different theories on information as Shannon's Information or Communication Theory, Semantic Theory of Information, Cybernetics Theory, Quantum Theory of Information and Quantum Information Theory, each one viewing information from a different point. In this paper researchers used the fundamental concepts of quantum physics such as Wave/Particle duality, Complementarity, Uncertainty principle, Schrödinger's cat & so on to explain the nature of information and its role in information environments & flows. These concepts were introduced sequentially and Quantum Theory of Information was interpreted eventually.

Keywords: Quantum physics, Quantum Theory of Information, Quantum Information Theory

Iranian Research Institute Iranian
for Science and Technology

ISSN 2251-8223

eISSN 2251-8231

Indexed in LISA, SCOPUS & ISC

Vol.29 | No.3 | pp: 593-612

Spring 2014

1. Corresponding Author:
m.pashootanzade@edu.ac.ir
2. kokabi80@yahoo.com