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

میترا پشوتنی‌زاده[1] | دکتری علم اطلاعات و دانش‌شناسی؛ استادیار دانشگاه اصفهان

مرتضی کوکبی[2] | دکتری علم اطلاعات و دانش‌شناسی؛ استاد دانشگاه شهید چمران

دریافت: ۱۳۸۸/۱۱/۲۰ | پذیرش: ۱۳۹۰/۰۵/۰۸

فصلنامهٔ علمی پژوهشی
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران
شاپا (چاپی) ۸۲۲۳-۲۲۵۱
شاپا (الکترونیکی) ۸۲۳۱-۲۲۵۱
نمایه در LISA، ISC و SCOPUS
http://jipm.irandoc.ac.ir
دورهٔ ۲۹ | شمارهٔ ۳ | ص‌ص۵۹۳-۶۱۱
بهار ۱۳۹۳

نوع مقاله: مروری

چکیده: نظریه‌های متفاوتی همچون نظریهٔ اطلاعات یا ارتباطات شانون، نظریهٔ معناشناختی اطلاعات، نظریهٔ سیبرنتیکی، نظریهٔ کوانتومی اطلاعات و نظریهٔ 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 نظریهٔ 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، گربهٔ شرودینگر و امثال آن را نام برد. هر یک از این مفاهیم به‌ترتیب توضیح داده شده و بعد از آن به تطبیق این مفاهیم با دنیای اطلاعات پرداخته شده است.

کلیدواژه‌ها: فیزیک کوانتوم؛ نظریهٔ کوانتومی اطلاعات؛ نظریهٔ اطلاعات کوانتومی

۱. پدیدآور رابط
m.pashootanizade@edu.ac.ir
2. kokabi80@yahoo.com

۱. مقدمه

اگرچه دانش و ارتباطات، پدیده‌های اساسی در جامعهٔ بشری هستند، ولی گسترش فناوری‌های اطلاعاتی و تأثیر جهانی آن است که یک جامعهٔ 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 & Hjorland 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 نحوهٔ عملکرد آن در شرایط زمانی و مکانی متفاوت بپردازند. نظریهٔ اطلاعات یا ارتباطات شانون، نظریهٔ درسک[1]، نظریهٔ معناشناختی اطلاعات، نظریهٔ سیبرنتیکی اطلاعات، نظریهٔ کوانتومی اطلاعات و نظریهٔ اطلاعات کوانتومی[2] از جملهٔ 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 & Hjorland 2003). وقتی به مفهوم اطلاعات از دیدگاه مفعولی نگاه کنیم (مانند نظریهٔ اطلاعات یا نظریهٔ درسک[3]) با زمانی که به آن از دیدگاه فاعلی (مانند علم اطلاعات ناشی از هرمنوتیک، تحلیل دامنه و معناشناختی) نگریسته 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 این مقاله نظریهٔ کوانتومی اطلاعات (که توضیحات لازم دربارهٔ تفاوت آن با نظریهٔ

1. Drestke
2. Quantum Information Theory
۳. بر طبق این نظریه، اطلاعات همیشه به پیش‌زمینهٔ علمی دریافت‌کننده بستگی دارد؛ یعنی چیزی که به دانش وابسته است.

اطلاعات کوانتومی در بخش بعدی ارائه می‌شود) مورد بررسی قرار خواهد گرفت، خواهیم دید که اطلاعات چگونه گاهی دارای نقش فاعلی و گاهی دارای نقش مفعولی می‌گردد.

۲. نظریهٔ اطلاعات کوانتومی یا نظریهٔ کوانتومی اطلاعات؟

نظریه‌ای به نام «نظریهٔ کوانتوم» در فیزیک قرن بیستم وجود دارد که در فلسفهٔ علم از اهمیت خاصی برخوردار است. دانشمندان سرشناسی همچون هایزنبرگ[1]، پلانک[2]، دوبروی[3] و شرودینگر[4] در رشد و تکامل این نظریه سهم به‌سزایی داشته‌اند. ظهور نظریهٔ کوانتوم شروع فصلی تازه در مسائل فیزیک بود؛ زیرا بسیاری از اصول فیزیک کلاسیک را زیر سؤال برد و با آنها مغایر بود.

فیزیکدانان تا آخر سدهٔ نوزدهم میلادی توانستند برای بسیاری از پدیده‌های طبیعی توجیه‌های قانع‌کننده‌ای ارائه کنند. مجموعهٔ این قوانین و نظریه‌ها را «فیزیک کلاسیک» می‌نامند که امروز هم در حل بسیاری از مسائل فیزیک و توجیه پدیده‌های طبیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما در سال‌های پایانی سدهٔ نوزدهم میلادی، دانشمندان پدیده‌هایی را مشاهده کردند که دیگر با فیزیک کلاسیک قابل توجیه نبودند. به مجموعهٔ نظریه‌ها و قانون‌هایی که به توجیه این پدیده‌ها می‌پردازد، فیزیک جدید (نوین) می‌گویند. شالودهٔ فیزیک جدید را نظریه‌های «نسبیت» و «کوانتوم» تشکیل می‌دهند.

در سال ۱۹۰۰ میلادی، پنج سال قبل از آن که انیشتین نظریهٔ نسبیت را پیشنهاد کند، ماکس پلانک نظریه‌ای ارائه کرد که در آن زمان تأثیر شگرف آن بر تحولات بعدی چندان آشکار نبود. نظریهٔ کوانتومی که توسط پلانک ارائه شد، نخستین نظریهٔ از زنجیرهٔ نظریه‌هایی است که مبانی مکانیک کوانتومی را تشکیل می‌دهند. پلانک نظریهٔ خود را برای توجیه نتیجه‌های تجربی مربوط به تابش موج‌های الکترومغناطیسی از اجسام ارائه کرد (دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی ۱۳۸۴).

دنیای ذرات کوانتومی و نظریهٔ کوانتومی از هر دو دیدگاه فلسفی و فیزیکی قابل

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

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[1] و ... کافی است تا نشان دهد که در بسیاری از موارد مهم، تصمیم‌گیری آنها صرفاً فلسفی بوده است (گلشنی ۱۳۸۵).

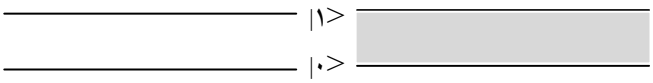
فیزیک کوانتومی به ذرات انفرادی توجه دارد و چگونگی شرایط زیستن و ادامه حیات را برای هر یک از آنان تعیین می‌کند. به‌علاوه این ذرات بنیادی دارای زندگی جمعی نیز می‌باشند و دارای روابط گوناگونی هستند. خلق و خوی ذره در زندگی خصوصی، کم‌وبیش با آنچه در زندگی جمعی دارد متفاوت است. بنابراین دو نوع قانون باید تدوین شود، یکی برای زندگی خصوصی و دیگری جمعی. مکانیک کوانتوم و مکانیک کوانتوم آماری به‌ترتیب 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 نحوهٔ 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 بپردازد، نظریهٔ ارائه‌شده را می‌توان همچون «حری» «نظریهٔ کوانتومی اطلاعات» نامید، یعنی نظریه‌ای از جنس کوانتوم که به عرصهٔ اطلاعات تعمیم یافته است (حری ۱۳۸۷).

در مقابل «نظریهٔ کوانتومی اطلاعات»، «نظریهٔ اطلاعات کوانتومی» قرار دارد که به اطلاعات از دیدگاه دیگری می‌نگرد. نظریهٔ اطلاعات کوانتومی یک زمینهٔ تحقیقاتی جدید بین رشته‌ای است که با مکانیک کوانتومی، علوم رایانه و ریاضی کاربردی در ارتباط است. این نظریهٔ پارادایم جدیدی را با استفاده از اصول مکانیک کوانتومی برای پردازش اطلاعات به‌وجود آورده است. از سال ۱۹۹۲ که اولین ویروس شناخته‌شدهٔ رایانه‌ای به نام الک کلونر[2]، اطلاعات را از یک فلاپی به فلاپی دیگری انتقال می‌داد،

1. Born
2. Elk Cloner

فیزیکدانان با اطمینان بیان کردند که اطلاعات کوانتومی قابل کپی‌برداری 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 $|1>$ و $|0>$ برای بیت‌های کوانتومی در نظر گرفته شده که به کیوبیت[1] 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 رایانهٔ کوانتومی قادر به انجام آن است. تصویر زیر بیانگر حالات بیت و کیوبیت می‌باشد (Lam 2004).



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 تعریف‌شده و محتمل است.

رایانه‌های کوانتومی، بسیاری از کارهایی را که رایانه‌های کلاسیک قادر به انجام آن نبودند انجام می‌دهند. به‌علاوه، اطلاعات کوانتومی در این سیستم‌ها به‌شرطی که به‌خوبی رمزگذاری 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 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

1. Qubit

در کنار انواع الگوریتم‌ها (همچون الگوریتم گرور[1]) و مفاهیمی همچون رمزنگاری[2] و دوربری[3]، برهم‌نهی[4]، درهم‌تنیدگی[5] و آنتروپی وان نیومن[6]، توانسته است در حفظ امنیت اطلاعات و تسهیل و تسریع در امر ذخیره و بازیابی تأثیر داشته باشد.

به اعتقاد کوهن[7]، 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»[8] را با «علم اطلاعات کوانتومی» تطبیق دهد. وی دریافت که به غیر از دو مورد آخر از ۵ عامل مورد بررسی (در هم‌تنیدگی، حل مشکل، موضوعات آموزشی، تحول و تکامل بدون انقلاب و جذابیت)، هیچ یک برای مدل، مشکل‌آفرین نبودند. وی اشاره می‌کند که کوهن دربارهٔ 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 رشتهٔ 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 یک پارادایم استخراج شده باشند (López 1996).

شایان ذکر است که تأثیر نظریهٔ اطلاعات بر فیزیک قبل از تأثیر فیزیک بر اطلاعات بوده است به‌عنوان مثال در حال حاضر مفاهیم اطلاعاتی برای رفع مشکلات فیزیکی مهمی

---

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

۸. ساختار انقلاب‌های علمی یک نظریهٔ مشهور در زمینهٔ فلسفهٔ 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 جایگزین‌شدن پارادایم جدید رخ می‌دهند. تغییر علمی از دیدگاه کوهن، یک فرایند انباشتی نیست.

همچون شیطانک ماکسول[1]، توصیف سیستم‌های سلسله‌مراتبی[2]، و تخمین همبستگی کوانتومی[3] مورد استفاده قرار می‌گیرند (Allakhverdyan and Saakyan 1998).

توضیحات فوق گویای تفاوت موجود میان نظریهٔ اطلاعات کوانتومی و نظریهٔ 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 (نظریهٔ کوانتومی اطلاعات) اختصاص یافته و پژوهشگران تلاش کرده‌اند در بیان اصول فیزیکی، شیوهٔ اعتدال را در پیش گیرند و نه آن‌چنان به سمت فلسفه منحرف گردند که درک مباحث آنها دشوار گردد و نه جنبهٔ فیزیکی را چنان پررنگ کنند که بیان فرمول‌های پیچیدهٔ ریاضی اجتناب‌ناپذیر نماید. در ادامهٔ 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. تاریخچهٔ فیزیک کوانتوم

فیزیک کلاسیک با کارهای گالیله و نیوتن تکوین یافت و با نظریهٔ الکترومغناطیسی ماکسول، در نیمهٔ دوم قرن ۱۹ میلادی به کمال رسید. اما در اواخر قرن ۱۹، توجیه بعضی پدیده‌ها در قالب فیزیک کلاسیک میسر نبود. نظریهٔ نسبیت خاص که در سال ۱۹۰۵ توسط انیشتین ارائه شد و نظریهٔ 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 نظریهٔ کوانتوم محسوب می‌گردد (خدابخش و بانی سعید ۱۳۷۸). در آن زمان در همه جا احساس می‌شد که برای توجیه پدیده‌های جهان میکروفیزیک باید به قوانین جدیدی دست یافت. این قوانین جدید در سال‌های ۱۹۲۵–۱۹۲۷ توسط هایزنبرگ، شرودینگر، دیراک[4] و همکارانش پایه‌گذاری شد و به فیزیک کوانتومی موسوم گشت و در سال ۱۹۲۷ بود که در پی کارهای بور[5]، هایزنبرگ و بورن،

1. Maxwell's Demon
2. Description of Hierarchical Systems
3. Estimation of Quantum Correlations
4. Dirac
5. Bohr

تعبیری برای فرمالیزم ریاضی جدید ارائه شد. این تعبیر که به تعبیر کپنهاگی[1] 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 در هم ریخت و اساسی نو برای فیزیک میکروسکپی بینان 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 در هم شکست و نظریه‌ای جدید را بنیان گذاشت که در زیر به برخی از مفاهیم و قوانین آن خواهیم پرداخت.

٤. 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 به منظور درک بهتر مقایسات انجام‌شده بین دنیای کوانتوم و دنیای اطلاعات، در همان جا این مقایسات و تطبیق‌ها بیان خواهد شد.

٤-١. دوگانگی موجی/ ذره‌ای[2]

دوگانگی موج/ ذره از جمله مفاهیم اساسی نظریهٔ کوانتوم، و به این معنا است که هر گاه ذرات مشاهده شوند، در حالت ذره هستند و هر گاه 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).

1. Copenhagen Interpretation
2. Wave/ Particle duality

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 مواجههٔ آگاهانه با آن، به بخشی از آن فعلیت می‌بخشیم و اطلاعات بالقوه متناسب با هدف و ارادهٔ 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 بالقوهٔ 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.

٤-٢. مسئلهٔ اندازه‌گیری: بور و شرودینگر

اولین فرمول‌های اندازه‌گیری در نظریهٔ کوانتوم توسط لاندا[1] و پیرلز[2] در سال ۱۹۳۱ و سپس توسط وان نیومن در سال ۱۹۳۲ ابداع شدند. وان نیومن معتقد بود که تمامی اندازه‌گیری‌ها به‌صورت آرمانی انجام می‌گیرند. پس از او، پائولی[3] اندازه‌گیری را از دیدگاه فیزیکی مورد بررسی قرار داد و بیان کرد که همهٔ اندازه‌گیری‌ها، آرمانی نیستند

1. Landau
2. Peierls
3. Pauli

(Stenholm 2000). نیلزبور، فیزیکدانی دانمارکی است که نظریات او در حوزهٔ 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. نکتهٔ 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 به‌دست آوردن اطلاعات از سیستم‌های کوانتومی، اندازه‌گیری است که همیشه روی سیستم مورد اندازه‌گیری تأثیر می‌گذارد. بنابراین نسبت‌دادن 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 نوبری ۱۳۷۴).

بور در اصل مکملیت[1] خود می‌گوید که اندازه‌گیری خاصیتی از یک سیستم، عموماً اطلاعات ما را دربارهٔ دیگر خواص آن سیستم از بین می‌برد. اندازه‌گیری دقیق همزمان مکان و تکانهٔ 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 تکانهٔ معین برای یک الکترون، بی‌معنا است مگر اینکه این کمیت‌ها اندازه‌گیری شوند. به‌عنوان مثال اگر تکانهٔ الکترون اندازه‌گیری شود، بیان اینکه این ذره در جای به‌خصوصی 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، صحبت‌کردن دربارهٔ آن بی‌معنا 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، مسئلهٔ اساسی در اینجا اثرگذاری بر آن شرایطی است که معرف انواع پیامدهای مربوط به رفتار آیندهٔ سیستم هستند (گومشی نوبری ۱۳۷۴).

گربهٔ شرودینگر یکی دیگر از نظریه‌هایی است که به بررسی اثرات اندازه‌گیری بر

1. Complementarity

سیستم‌های کوانتومی پرداخته است. داخل جعبهٔ بزرگی یک منبع نور، یک پلاریزور و یک آشکارساز، یک هفت‌تیر پر، و یک گربه وجود دارد. به‌علاوه عقربهٔ آشکارساز به طریقی به ماشهٔ هفت‌تیر پر وصل شده که اگر فوتون خروجی از پلاریزور، قطبیدهٔ عمودی باشد، هفت‌تیر شلیک می‌شود و گربه را می‌کشد و اگر فوتون، قطبیدهٔ افقی باشد تأثیری روی هفت‌تیر ندارد و گربه زنده می‌ماند. حال می‌پرسیم که اگر یک فوتون از منبع نور گسیل شود، چه اتفاقی می‌افتد. اگر گربه را در دستگاه، مورد اندازه‌گیری بدانیم، جواب آشکار است. اگر فوتون قطبیده‌شدهٔ عمودی باشد، گربه کشته خواهد شد و اگر قطبیدهٔ 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 مشاهدهٔ حالت مرده یا زنده‌بودن گربه 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 اولیهٔ جعبه و محتوای آن تغییر نمی‌کند و بنابراین نمی‌توان گفت که سیستم تغییر کرده: یعنی فوتون، همچنان قطبیدگی ۴۵ درجهٔ خود را حفظ می‌کند و گربه تا انجام عمل مشاهده، در حالت نه 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 نمونهٔ 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 به‌دلایل مختلف (خجالت، محرمانه‌بودن اطلاعات، ناتوانی در بیان، و ...) صرفنظر کنند. ابزار پرسشنامه نیز (بسته به آن که در آن از پرسش‌های باز یا بسته استفاده شود) محدودیت‌هایی را در پاسخگویی ایجاب می‌کند. به‌علاوه، 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 به‌عنوان مثال، مطلع‌بودن 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 مقولهٔ 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 موردنظر را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به‌علاوه در این روش اندازه‌گیری، یک متغیر مانع اندازه‌گیری متغیرهای دیگر می‌شود، که منطبق با اصل مکملیت بور است.

تطبیق گربهٔ شرودینگر 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 بازیابی‌شده، دربارهٔ کیفیت منابع ارائه‌شده سؤال نشود، با قطعیت نمی‌توان دربارهٔ 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 گربه مرده است یا زنده.

٤-٣. کل‌انگاری[1]

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، نتیجهٔ قوانین حاکم بر اجزا است و کل، واقعیتی مازاد بر اجزایش ندارد. این دیدگاه به تحویل‌گرایی یا خردگرایی[2] یا وحدت علم موسوم است. مثال عینی آن اتمیسم است که می‌کوشد خواص مواد را از روی اتم‌های آن توضیح دهد. تحویل‌گرایی اندیشهٔ مورد قبول دانشمندان قرن

1. Holism
2. Reductionism

۱۷، ۱۸ و ۱۹ بود. اصل پائولی[۱]، قضیهٔ بل[۲] و قضیهٔ ناتمامیت گودل[۳] (کل ریاضی بیش از جمع اجزا است)، نشانه‌هایی از نقص نظریهٔ تحویل‌گرایی هستند. این بینش به مرور جایش را به کل‌انگاری سپرد. بر اساس این نظریه، سرشت کل را نمی‌شود از سرشت اجزا فهمید، بلکه این کل است که سرشت اجزا را برملا می‌سازد (گلشنی ۱۳۸۵). از منظر کل‌گرایی، 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 مزهٔ یک کیک برد؛ زیرا چیزی که باعث به‌وجود آمدن کیک می‌شود عنصر دیگری به نام هنر آشپزی در کنار اجزای سازندهٔ 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 لحاظ‌کردن 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 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 به‌علاوهٔ 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[۴]. به‌عنوان

---

۱. 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).

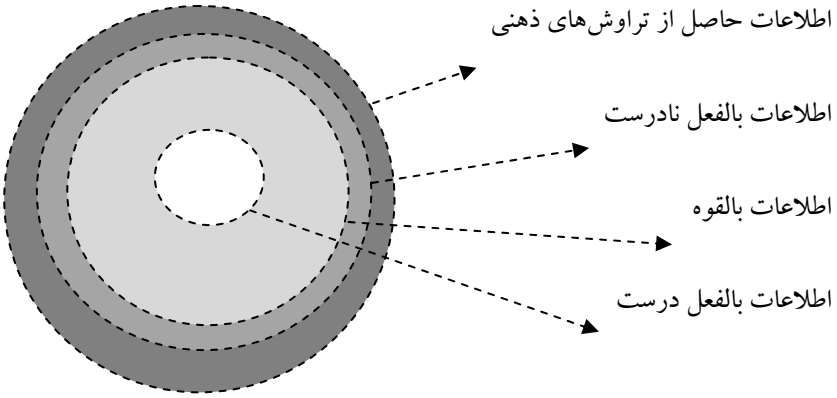
2. Bell's Theorem

3. Godel's Incompletenes Theorem

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

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 به‌وجود 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 به‌واسطهٔ 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 استعدادهای 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 باستانی نابود یا تخریب می‌شود، کتابخانه‌ای از آثار نفیس و خطی یا موزه‌ای آتش می‌گیرد، ویروسی تمام اطلاعات الکترونیکی را پاک می‌کند، حفاظت از محیط زیست و منابع طبیعی نادیده انگاشته می‌شود، مهارت و دانش خاصی در انحصار افرادی باقی‌مانده و با مرگشان نابود می‌شود، و ... همگی در زمرهٔ 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 به‌صورت خط‌چین نمایش داده شده‌اند.



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 به‌کار ببرد (گلشنی ۱۳۸۵). اگر ما نیز بتوانیم به ابداع چنین قوانینی در دنیای اطلاعات بپردازیم 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 نحوهٔ 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 به‌دست آمده است که یک طرح ریاضی ـ نظریهٔ کوانتوم ـ 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.

مسئلهٔ 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 فتونی 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 مسئلهٔ 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 به‌عنوان آخرین و کامل‌ترین دستگاه اندازه‌گیری 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 & Hjorland 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 نظریهٔ کوانتوم با ظهور خود بسیاری از ابهامات و سؤالات گذشته را پاسخ داد، ولی به‌علت ناکامل‌بودن آن همچنان سؤالات بی‌شماری بی‌جواب مانده است. به سبب فقدان یک قانون همگانی فراگیر، برخی همچون انیشتین، پلانک و دوبروی استدلال کرده‌اند که باید یک نظریهٔ میدان واحد (یعنی نظریه‌ای از سنخ قانون همگانی) وجود داشته باشد که ممکن است نوابغی در آینده آن را صورت‌بندی کنند (حقی ۱۳۷۷).

٦. 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 موجی‌بودن، 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 اندازه‌گیری در فیزیک کوانتومی مباحث زیادی مطرح است که از جمله مشهورترین آنها اصل مکملیت بور و گربهٔ شرودینگر هستند. تطبیق اصل مکملیت در مبحث اطلاعات، در زمینهٔ ابزارهای پژوهش همچون مصاحبه، مشاهده و پرسشنامه و زمانی که متغیرهای خاصی را تحت کنترل درآورده تا متغیر دیگری را تحت بررسی درآوریم،

قابل مشاهده است. همچنین زمانی که ارائه‌دهندگان و اشاعه‌دهندگان اطلاعات به‌دنبال ارائهٔ مرتبط‌ترین اطلاعات برای کاربران خود هستند و معیاری جز نظر خود کاربر برای تعیین میزان مفید بودن اطلاعات ندارند، شرایطی همچون گربهٔ درون جعبهٔ شرودینگر برای ارائه‌دهندگان اطلاعات رخ می‌دهد و مشخص نیست که اطلاعات یافته‌شده توسط آنان، مفید، غیرمفید، یا- در شرایطی- بینابین این دو باشد.

همچنین با استفاده از اصل کل‌انگاری- به معنای آن که جمع کل چیزی، بیش از مجموع اجزا است و با شناخت اجزا نمی‌توان 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 می‌کنند، تنها منبع شناخت و آگاهی آنها نیست؛ بلکه انسان‌ها همواره اطلاعات رسیده را به همراه پاره‌ای از تفاسیر و تجزیه و تحلیل‌ها به ذهن خود می‌سپارند. به‌علاوه اطلاعات کل جهان نیز چیزی بیش از «اطلاعات بالقوه به‌علاوهٔ اطلاعات بالفعل نادرست» است و این ارزش افزوده، حاصل تراوش‌های ذهنی انسان‌ها 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 ویژگی‌های اطلاعات در شرایط و موقعیت‌های مختلف مورد بررسی قرار گیرد. گفتنی است هر چه تلاش ما برای شناخت کامل‌تر ذرات اطلاعات و نحوهٔ برخورد و تعامل آنها با محیط پیرامون خود بیشتر باشد، به نحو مطلوب‌تری خواهیم توانست به امور ذخیره و بازیابی اطلاعات و تحلیل فرایندهای اطلاعاتی بپردازیم 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 بپرسیم که به چه چیزهایی در رابطه با مفهوم اطلاعات نیازمندیم تا بتوانیم به‌صورت هدفمند به پیشرفت علم اطلاعات کمک کنیم.

۷. منابع

حری، عباس. ۱۳۸۷. *درآمدی بر اطلاع‌شناسی: کارکردها و کاربردها*. تهران: انتشارات دما: کتابدار.

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

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

دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی. ۱۳۸۴. *فیزیک ۱ و ۲ دوره پیش‌دانشگاهی رشته علوم تجربی*. تهران: وزارت آموزش و پرورش.

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.

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

گومشی نوبری، محمدعلی، مترجم. ۱۳۷۴. *فیزیک کوانتومی: خیال یا واقعیت؟*. نوشته الستر ری. ویراستاری محسن سربیشه‌ای، محمدابراهیم ابوکاظمی، ماندانا فرهادیان. تهران: انجمن فیزیک ایران: فاطمی.

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

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

Capurro, R. & Birger Hjorland. 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 Pashootanizadeh[1]
Ph.D in Knowledge and Information Science
Assistant of Isfahan University; Iran

Mortaza Kokabi[2]
Ph.D in Knowledge and Information Science
Professor of Shihid Chamran University; Iran

Iranian Journal of Information Processing & Management

Iranian Research Institute for Science and Technology
ISSN 2251-8223
eISSN 2251-8231
Indexed in SCOPUS, ISC & LISA
Vol.29 | No.3 | pp: 593-611
Spring 2014

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 foundamental 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

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