*فلسفهٔ علم*، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
سال سوم، شمارهٔ دوم، پاییز و زمستان ۱۳۹۲، صص ۳۷-٤٦

# فیزیک کوانتومی و امکان «شعورمندی» ذرات فیزیکی

حبیب‌الله رزمی*
احمد بیگدلی**، عسگر دیرباز***

## چکیده

از قرن‌ها پیش، اندیشمندان و حکمای مسلمان با الهام از آیات نورانی *قرآن* کریم و با براهین متقن عقلی به اثبات سریان‌داشتن علم و آگاهی در میان اشیای مادی پرداخته بودند. دانشمندان علوم تجربی به امکان وجود نوعی شعور و آگاهی در برخی مواد و اشیای ظاهراً بی‌جان اشاره داشته‌اند. گستردگی «علم» در سراسر هستی حتی در ذرات مادی، فیزیک را نیز در این بحث سهیم می‌کند. در نظریهٔ کوانتوم، بعضی پدیده‌ها از جمله آزمایش انتخاب تأخیری ذرات مطرح می‌شود و چنین می‌نماید که ذرات از موقعیت پیرامون خود آگاهی دارند و رفتار مناسب با آن را انتخاب می‌کنند؛ همچنین، در بعضی از مدل‌های بدیل و رقیب نظریهٔ رایج کوانتوم (مدل بوهم ـ دوبروی)، موج راهنما یا میدان اطلاعات مطرح است که این‌ها اشاره‌ای بر امکان شعورمندی ذرات فیزیکی دارند.

**کلیدواژه‌ها:** معرفت، آگاهی، شعور ذرات، فیزیک کوانتومی، دوگانگی ذره‌ای ـ موجی.

## ۱. مقدمه

در مباحث فلسفی و عرفانی و در آیات و روایات، به‌وضوح از تسبیح و شعورمندی همهٔ موجودات و ذرات سخن به میان آمده و با ادلهٔ متقن، به اثبات این موضوع پرداخته‌اند و

* دانشیار گروه فیزیک دانشگاه قم razmi@qom.ac.ir و razmiha@hotmail.com
** کارشناس ارشد گروه فلسفهٔ دانشگاه قم bigdeli.ahmad@gmail.com و bigdeli.a@chmail.ir
*** دانشیار گروه فلسفهٔ دانشگاه قم a.dirbaz@qom.ac.ir
تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/٦/۱۷، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۹/۱۵

شواهد گوناگونی ارائه شده است.[۱] در این‌جا ما فارغ از این مباحث می‌خواهیم از نظرگاه فیزیک به این بحث بپردازیم. در فیزیک جدید (به طور خاص فیزیک کوانتومی)، طبیعت مورد مطالعهٔ انسان از آن حالت منفعل و دست‌بستهٔ قبلی (که در فیزیک کلاسیک مطرح بود) بیرون آمده و جلوه‌ای فعال و انتخاب‌گر می‌یابد. اگرچه در تبیین غالب، این انتخاب‌گری و هوشمندی را به ناظر نسبت می‌دهند، در عین حال برخی پدیده‌ها به گونه‌ای هستند که گویا نقش هوشمند و انتخاب‌گر ذرات را می‌توان در آن‌ها مشاهده کرد؛ آزمایش‌هایی مانند «آزمایش انتخاب تأخیری». در این مقاله، پس از معرفی بعضی از خواص مربوط به دنیای کوانتومی (مانند دوگانگی ذره‌ای ـ موجی) که برای پرداختن به آزمایش انتخاب تأخیری، مورد نیاز است، به بررسی این آزمایش خواهیم پرداخت. قصد ما جلب توجه به این نکته است که اشیا («ذرات») کوانتومی اگر بخواهند به هر علت معلوم یا نامعلوم قدرت انتخاب حالت‌های کوانتومی متفاوت بسته به موقعیت‌های گوناگون اطراف خود را داشته باشند، پس باید از محیط اطراف خود آگاهی داشته و بنابراین دارای نوعی شعور باشند.

## ۲. نظریهٔ کوانتوم و موفقیت‌های آن

انقلاب کوانتومی با کار پلانک (۱۹۰۰) روی توزیع انرژی تابش جسم سیاه آغاز شد و با ارائهٔ نظریات و کارهای دیگری از جمله نظریهٔ بور (۱۹۱۳) توسعه یافت. هایزنبرگ به شکل ماتریسی، و شرودینگر به صورت مکانیک موجی، در سال‌های ۱۹۲۵ و ۱۹۲۶، فرمول‌بندی نهایی ریاضی مکانیک کوانتومی را ارائه دادند. البته دو شکل ماتریسی و موجی ارائه شده برای مکانیک کوانتومی، دو فرمول‌بندی متفاوت ریاضی برای نمایش یک دینامیک واحد بودند. پیش‌بینی فرمول‌بندی ریاضی مکانیک کوانتومی در مورد پدیده‌های میکروفیزیکی در حوزه‌های فیزیک اتمی، حالت جامد، فیزیک هسته‌ای، و ... آن‌چنان موفق بوده است که از این فرمول‌بندی در ابتدای کار برای پیش‌بینی پدیده‌هایی با انرژی پایین و اکنون (البته به شکل نظریهٔ میدان) برای انرژی‌های بالا در مورد فیزیک کوارک‌ها و لپتون‌ها در مدل استاندارد ذرات بنیادی استفاده می‌شود. امروزه این فرمول‌بندی برای مباحث مربوط به جهان اولیه و ماورای مدل استاندارد، که با انرژی‌هایی حدود انرژی پلانک سروکار دارند، نیز به نحوی به‌کار گرفته می‌شود. این موفقیتی چشم‌گیر برای نظریه‌ای است که قوانین محاسباتی آن در محدوده ای وسیع کاربرد داشته باشد. از ۱۹۳۰ به بعد، بر اساس و به کمک نظریهٔ

کوانتوم، پیشرفت‌های علمی شایان توجهی در زمینهٔ اتم و ساختمان و ابعاد بسیار ریز آن، ساخت ترانزیستور، و مدار مجتمع حاصل شد. امروزه وقتی توجیه در سطح میکروسکوپی در فیزیک مطرح باشد، مکانیک کوانتومی مرجع مشخص موضوع مورد نظر است.

## ۳. دوگانگی ذره‌ای ـ موجی

در فیزیک به کمک برخی آزمایش‌ها برای بعضی از پدیده های ماکروسکوپی الگوی موجی و برای دیگر پدیده‌های ماکروسکوپی الگوی ذره‌ای ارائه می‌شود. برای نمونه، انتشار صوت بر حسب الگوی موجی و فشار گازها بر حسب الگوی ذره‌ای (نظریهٔ جنبشی) بیان می‌شود. موفقیت‌های ناشی از چنین الگوسازی و تعمیم‌های آن به پدیده‌های جدیدتر باعث شد تا با پیشرفت فیزیک طی چندین قرن (به خصوص بیش از دو قرن قبل از شکل‌گیری نظریهٔ کوانتوم در ربع اول قرن بیستم میلادی) بنا بر این شده بود که همه‌چیز یا ذره‌اند یا موج (مشتمل بر مفهوم میدان). با کاربردهای نظریهٔ موجی ماکسول برای تابش و کشف ذرات بنیادی ماده این موفقیت‌ها تا اوایل قرن بیستم میلادی ادامه یافت. از این رو، فیزیک کلاسیک امکان پذیرش این موضوع را نداشت که برای درک تابش در بعضی موارد نظیر «اثر فوتوالکتریک» و «اثر کامپتون» به الگوی ذره‌ای و در دیگر موارد مثل «پراش پرتوهای ایکس»، به الگوی موجی توسل جوید. شاید این واقعیت بیش‌تر جلب توجه کند که همین دوگانگی ذره‌ای ـ موجی، در مورد ماده و تابش به طور یک‌سان به‌کار می‌رود. نسبت بار به جرم الکترون و رد یونش ماده توسط اشعهٔ الکترونی (رشته‌ای از برخوردهای موضعی) الگوی ذره‌ای را مطرح می‌کند، در حالی که پراش الکترونی با الگوی موجی توجیه می‌شود.

اشیای کوانتومی را نمی‌توان به‌دقت تجسم کرد. به طور مثال رفتار فوتون چنان است که هیچ‌کس همانندش را ندیده است و هیچ تصویر و انگاره‌ای از آن نداریم و خلاصه به شیوه‌ای رفتار می‌کند که به شکل بنیادی شیئی کوانتومی است. در نگرش کلاسیک، فوتون‌ها ذرات متفاوتی از الکترون‌ها هستند اما در قلمرو مکانیک کوانتومی هر دوی آن ها و نیز همهٔ چیزهای کوانتومی به شیوه‌ای شگفت و یک‌سان رفتار می‌کنند؛ برای یک نمونه، رفتار موجی الکترون (در حدود ۱۹۲۸ میلادی) با یک رشته آزمایش‌های زیبای داویسون و جرمر در ایالات متحدهٔ امریکا (در تأیید نظریهٔ فیزیک‌دان فرانسوی دوبروی دال بر موجی عمل کردن ذرات مادی) و نیز آزمایش‌های جی. پی. تامسون نمایان شد در حالی که جی .جی. تامسون (پدر جی .پی. تامسون) در ۱۸۹۷ میلادی نسبت بار به جرم الکترون را اندازه گرفت و

الکترون را به عنوان ذرهٔ بنیادین نوی در طبیعت شناساند. اکنون، فیزیک‌دانان می‌دانند که مجبورند هر دو الگو را برای یک چیز به کار برند. ولی توجه به این امر بسیار مهم است که برای هر پدیدهٔ معین فقط یک الگو کاربرد دارد و هر دو الگو در شرایط یک‌سان به کار نمی‌روند. نیلز بور وضع فوق را در اصل مکملیت خود خلاصه کرد. الگوهای موجی و ذره‌ای مکمل یک‌دیگرند؛ اگر شدت موجی تابش یا ماده توسط یک اندازه‌گیری ثابت شود، آن وقت اثبات سرشت ذره‌ای به کمک همان اندازه‌گیری محال است، و بالعکس. نوع الگوی مورد استفاده را طبیعت اندازه‌گیری تعیین می کند. به علاوه، درک ما از تابش یا ماده نارساست، مگر آن‌که اندازه‌گیری‌هایی که وجوه موجی و نیز وجوه ذره‌ای را آشکار می‌سازند درنظر گرفته شوند؛ لذا تابش و ماده صرفاً نه موج‌اند و نه ذره. اگر بخواهیم به طور تجربی معین کنیم که، مثلاً تابش موج است یا ذره متوجه می شویم که آزمایشی که تابش را به آشکارساختن خصلت موجی خود وادار می کند خصلت ذره‌ای آن را قویاً پنهان می کند؛ اگر آزمایش را طوری تغییر دهیم که خصلت ذره ای را نمایان کند، خصلت موجی آن پنهان می‌شود؛ هرگز نمی‌توانیم تصاویر ذره‌ای و موجی را در اوضاع تجربی یک‌سان، رودررو قرار دهیم. واقعیت فیزیکی یا تمرکز نقطه‌ای دارد یا در فضا گسترده است؛ حالت اول را با الگوی ذره‌ای بیان می کنیم و حالت دوم را با الگوی موجی. ارتباط بین الگوی موجی و الگوی ذره‌ای به کمک تعبیر مبتنی بر احتمال دوگانگی ذره‌ای ـ موجی برقرار می‌شود. اصل عدم قطعیت، نتیجهٔ الزامی این دوگانگی است و این خود پایه ای است برای بحث پیرامون این موضع که «احتمال» در فیزیک کوانتومی نقشی بنیادی دارد. اصل عدم قطعیت همچنین روشن می‌کند که مکانیک دستگاه‌های کوانتومی باید الزاماً بر حسب احتمالات بیان شود.

## ۴. آزمایش دو شکاف یانگ: موجی‌بودن «ذرات» تشکیل‌دهندهٔ نور و آگاهی فوتون‌ها

در آزمایش یانگ، از یک منبع ریز نور و یک صفحه استفاده شده بود. یانگ، میان این دو شیء، یک مانع با دو شیار نازک عمودیِ موازی با یک‌دیگر قرار داد. یانگ می‌دانست در صورتی که نور فقط جریانی از ذرات ریز باشد، باید از هرکدام از شکاف‌ها گذشته و روی صفحهٔ پشت آن‌ها جمع شود. این دقیقاً همان چیزی بود که با پوشاندن یکی از شکاف‌ها و بازگذاشتن دیگری، اتفاق افتاد. یک نوار عمودی باریک از نور، روی صفحهٔ پشت سوراخ ظاهر شد. یانگ مسلماً انتظار داشت وقتی شکاف دیگر را هم باز کرد، دو نوار باریک نوری ببیند؛ اما این‌طور نشد. بیش‌تر بخش‌های صفحه را مجموعه‌ای از نوارهای عمودی روشن و

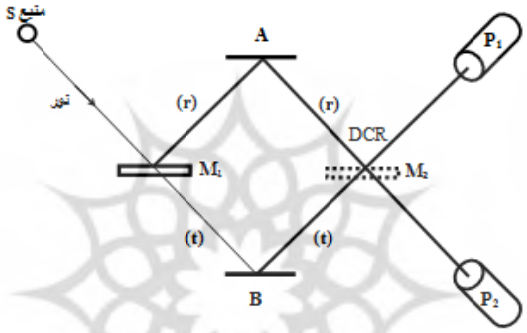
تاریک پر کرد. یانگ معنای این مشاهده را دریافت؛ نور، مثل یک موج عمل می‌کند و از هر دو شکاف می‌گذرد. بعد از گذشتن از میان شکاف‌ها، امواج به شکل نیم‌دایره پخش می‌شوند و با یک‌دیگر تداخل می‌کنند. به این ترتیب، وقتی دو قلهٔ موج با هم برخورد می‌کنند، باعث تقویت یک‌دیگر می‌شوند و وقتی یک قلهٔ موج و یک درهٔ موج با هم برخورد می‌کنند، یک‌دیگر را خنثی می‌کنند. در نتیجه، مجموعه‌ای از نوارهای روشن و تاریک روی صفحه دیده می‌شود. فیزیک‌دانان، این پدیده را الگوی تداخل می‌نامند، زیرا از تداخل امواج با یک‌دیگر حاصل می‌شود. پس، نور، در این آزمایش، بدون شک یک موج است. از طرف دیگر آزمایش‌هایی (مانند اثر فوتوالکتریک) وجود دارد که نشان می‌داد نور به صورت نوعی ذره (فوتون) حرکت می‌کند. در نهایت چنین نتیجه‌گیری شد که نور ماهیتی دوگانه دارد و به صورت موج و ذره عمل می‌کند. با این حال، هنوز این پرسش مطرح بود که اگر فوتون‌ها یکی یکی از دو شکاف گذرانده شوند، چه چیزی رخ خواهد داد. اگر چه دسترسی به تکنیکی که یک منبع نوری بتواند فوتون‌ها را تک تک تابش کند بسیار مشکل بلکه فعلاً غیر ممکن به‌نظر می‌رسد، اگر با کم‌کردن شدت تابش منبع، آزمایش دو شکاف یانگ را دوباره و چندباره (مثلاً بار اول شدت را نصف، بار دوم ربع و به همین ترتیب) انجام دهیم و البته به جای صفحهٔ عادی، از کاغذ عکاسی استفاده کنیم (زیرا با کم‌شدن شدت، تعداد فوتون‌ها کم‌تر شده و در عمل صفحهٔ عادی چیزی نشان نمی‌دهد)، باز هم الگوی تداخلی (موجی) را می‌بینیم با این تفاوت که شدت قله‌ها (با همان نسبت کم‌شدن شدت منبع) کم‌تر شده ممکن است با چشم عادی دیده نشوند ولی به هر حال با ظاهرکردن عکس، همان الگوی تداخل پیشین، مشاهده می‌شود. بنابراین، نتیجه این است که هریک از فوتون‌ها به صورت موجی عمل کرده، از هر دو شکاف عبور کرده‌اند و با خودشان تداخل داشته‌اند و فقط هنگامی که سرانجام با کاغذ عکاسی برخورد کرده‌اند، به صورت ذره‌ای در موقعیت خاص ظاهر شده‌اند! جالب توجه این که وقتی فیزیک‌دانان کنار شکاف‌ها ردیاب فوتون قرار دادند تا مسیر فوتون‌ها را آشکار کنند الگوی تداخل ناپدید شد و فقط دو خط باریک (پشت هر سوراخ یکی) روی صفحه ظاهر شد. ظاهراً فوتون‌ها «می‌دانستند» که در معرض مشاهده‌شدن قرار دارند و به همین دلیل، به جای این‌که به صورت موجی عمل کنند، رفتار ذره‌ای از خود نشان دادند. با تجربهٔ دیگری که ردیاب فوتون را طوری قرار دهند که با منبع نور فاصلهٔ بیش‌تری داشته باشد تا به این ترتیب فوتون فقط بعد از عبور از میان شکاف آشکار شود نیز تغییری در نتیجه حاصل نشد؛ باز

هم ظاهراً فوتون پیش از رسیدن به صفحه، «می‌دانست» در سمت دیگر آن یک ردیاب وجود دارد به همین دلیل پیش از عبور از شکاف‌ها، ذره‌ای عمل کرد.

سرانجام، دانشمندی به نام جان ویلر (در گردهمایی انجمن فیزیک امریکا در ۱۹۷۸) آزمایشی فکری پیشنهاد کرد که این‌چنین بود:

## ۵. آزمایش انتخاب تأخیری (Marlow, 1978; Cho, 2007)

وضعیت اندازه‌گیری زیر را در نظر بگیرید:




از یک منبع S با شدت خیلی کم، فوتون‌هایی به طور تک تک ساطع می‌شوند به طوری که زمان بین گسیل دو فوتون متوالی به اندازهٔ کافی است. نور پس از برخورد با آینهٔ نیمه‌شفاف $M_1$ به دو قسمت انعکاس‌یافتهٔ (r) و انتقالی (t) تقسیم می‌شود. قسمت (r) توسط آینهٔ بازتاب‌کنندهٔ A دوباره منعکس شده به سمت شمارش‌گر $p_2$ فرستاده می‌شود و قسمت (t) به وسیلهٔ آینهٔ تمام بازتاب‌کنندهٔ B منعکس شده به طرف شمارش‌گر $p_1$ فرستاده می‌شود. اگر هیچ وسیلهٔ اندازه‌گیری دیگری موجود نباشد، نتیجهٔ آزمایش این است که: هر فوتون به وسیلهٔ یکی از شمارش‌گرهای $p_1$ یا $p_2$ کشف می‌شود و هرگز این اتفاق که نصف یک فوتون به وسیلهٔ $p_1$ و نصف دیگر آن توسط $p_2$ کشف شود رخ نمی‌دهد. یعنی فوتون فقط یکی از مسیرهای tBt (اگر $p_1$ آن را کشف کند) یا rAr (اگر به وسیلهٔ $p_2$ کشف شود) را طی می‌کند و رفتار ذره‌ای دارد. به طور خلاصه اگر هیچ وسیلهٔ اندازه‌گیری در ناحیهٔ DCR نباشد، رفتار فوتون ذره‌ای است. حال آزمایش دیگری را درنظر بگیرید که در ناحیهٔ DCR یک آینهٔ نیمه‌شفاف $M_2$ قرار می‌گیرد. ضخامت آینهٔ $M_2$ تابعی از طول موج نور ساطع‌شده از منبع است و تابعیت آن طوری است که ترکیب قسمت انتقالی $r(r_t)$ و

قسمت منعکس‌شدهٔ $t(t_r)$ موجی با شدت صفر تولید می‌کند. بنابراین در $p_2$ هیچ‌چیز کشف نمی‌شود و فقط شمارش‌گر $p_1$ است که ورودی فوتون را کشف می‌کند. به عبارت دیگر آن‌چنان می‌توان ترتیب کار را داد که $(t_t+r_t)$ منجر به تداخل سازنده و $(t_r+r_t)$ منجر به تداخل تخریبی شوند. نتیجهٔ آزمایش این است که هر فوتون ضمن تداخل با خودش از هر دو مسیر گذشته و طرح تداخلی را به وجود می‌آورد (درواقع $p_2$ نقش فریز خاموش و $p_1$ نقش فریز روشن را در طرح تداخلی بازی می‌کند). حال فرض کنید که یک فوتون از منبع خارج شده هنوز به آینهٔ $M_1$ نرسیده باشد. اگر ما آینهٔ $M_2$ را در محل DCR قرار دهیم فوتون مزبور در اندرکنش خود با $M_1$ و پس از آن به عنوان موج عمل می‌کند ولی اگر $M_2$ را در محل DCR قرار ندهیم آن فوتون در اندرکنش خود با $M_1$ و بعد از آن به صورت ذره‌ای عمل خواهد کرد. یعنی خاصیت موجی یا ذره‌ای فوتون تولیدشده توسط منبع S در اندرکنش آن به آینهٔ $M_1$ به انتخاب ما در قرار دادن آینهٔ $M_2$ در محل DCR بستگی دارد و چون این انتخاب پس از آن اندرکنش انجام می‌گیرد لذا مثل این است که خاصیت فوتون مورد نظر با تأخیر مشخص شود و ظاهراً به‌نظر می‌رسد که معلول می‌تواند بر علت تقدم داشته باشد و به ادعای طرف‌داران این ایده، ما می‌توانیم در اتفاقات گذشته (حتی لحظات اولیهٔ پیدایش جهان) اثر بگذاریم.

همان‌طور که اشاره شد، طی این آزمایش، صفحه می‌توانست درست در آخرین لحظهٔ پیش از برخورد فوتون، با یک دستگاه ردیاب نوری جایگزین شود تا بتوان فهمید فوتون از کدام شکاف عبور کرده است. تصمیم دربارهٔ کنار کشیدن یا نکشیدن صفحه، باید بعد از عبور فوتون از میان شکاف گرفته می‌شد.

زمانی که ویلر این آزمایش را مطرح کرد، انجام آن از لحاظ فنی غیر ممکن بود. اما چند سال بعد، امکان انجام آزمایش به وجود آمد (Castelvecchi, 2008; Jacques et al, 2007: 966-968). نتیجهٔ آزمایش چنین بود: هنگامی که آینهٔ $M_2$ در جای خود قرار داشت، فوتون طبق الگوی تداخل رفتار می‌کرد، حال آن‌که اگر این آینه در لحظهٔ آخر برداشته می‌شد تا اطلاعات مربوط به این‌که از کدام شکاف عبور کرده به‌دست آید، فوتون طبق الگوی تداخل رفتار نمی‌کرد. گویا فوتون «می‌دانست» هنگام رسیدن به شکاف چگونه عمل کند، هرچند که تصمیم دربارهٔ برداشتن یا برنداشتن صفحه در لحظهٔ آخر گرفته می‌شد. ظاهراً یا فوتون «می‌توانست» آینده را پیش‌بینی کند یا این‌که تصمیم دربارهٔ قرارگیری صفحه، می‌توانست گذشته را تغییر دهد.

## ۶. نتیجه‌گیری

یکی از نتایجی که از مباحث مطرح در آزمایش‌های ذکرشده ممکن است به ذهن ما بیاید این است که از انتخاب آگاهانهٔ ذرات سخن بگوییم. ذرات می‌توانند با یک شعورمندی خاص و البته محدود در حد خود از پیرامون خود نوعی حساسیت و آگاهی داشته باشند و به تناسب شرایط پیرامونی، رفتار خاصی از خود بروز دهند (حالتی خاص و متناسب با محیط اطراف خود اختیار کنند) (Jay, 2007). این نکتهٔ جالب و عجیب که «ذرات» کوانتومی می توانند در گذشتهٔ خود اثر بگذارند در یک آزمایش جدید به نام «آزمایش پاک‌کنندهٔ کوانتومی» نیز دیده می‌شود که از محتوای بنیادی این آزمایش نیز می‌توان شعورمندی ذرات فیزیکی را نتیجه گرفت (برای جلوگیری از طولانی شدن این نوشته در صورت علاقه به جزئیات تکنیکی این آزمایش ← Scully and Drühl, 1982: 2208-2213; Kim et al, 2000: 1-5). شاید بتوانیم بگوییم ذرات کوانتومی نیز دارای «ذهنی» از خود هستند و برخلاف آن موجودات جمود و کاملاً تسلیم و مجبوری که در فیزیک کلاسیک مطرح‌اند، به نحوی (تا اندازه‌ای) مختار و دارای شعورند که برای خویش به اختیار، انتخاب می‌کنند. در پایان ذکر این نکته نیز ضروری است که در قوی‌ترین مدل جایگزین (رقیب) برای نظریهٔ کوانتوم رایج که این مقاله بر اساس آن نگاشته شده، یعنی مدل بوهم ـ دوبروی که از نظر مبانی فلسفی و به اصطلاح در سطح زیرین به شکل رئالیستی نوشته شده و در سطح بالایی با نظریهٔ رایج بر اساس معادلهٔ شرودینگر تطابق دارد (گلشنی، ۱۳۸۵)، نیز صحبت از موج راهنما و میدان اطلاعات می‌شود که این خود می‌تواند به نحوی مطلع‌بودن ذرهٔ کوانتومی از محیط اطراف خود و نوعی آگاهی و شعور را دربر داشته باشد. به طور خلاصه، در مدل بوهم، ذرهٔ کوانتومی (به عنوان مثال یک الکترون) یک ذره است که به وسیلهٔ یک میدان احاطه شده است. این میدان، «تابع موج» نامیده می‌شود و از معادلهٔ شرودینگر تبعیت می‌کند. اثر این میدان به شکل آن بستگی دارد، نه شدت آن. پس مثل یک موج آب که کشتی را حرکت می دهد نیست، بلکه مثل یک میدان اطلاعات عمل می‌کند. بوهم تابع موج را جنبهٔ ذهنی الکترون تلقی می‌کند. تابع موج محتوای اطلاعاتی الکترون را دربر دارد و سرنوشت آن را تعیین می‌کند. بوهم معتقد است که این ممکن است شبیه شعور باشد:

> «الکترون تا آن جا که در برابر یک معنا در محیط خود عکس‌العمل دارد، محیط را مشاهده **می‌کند**. آن دقیقاً کاری را **می‌کند** که انسان‌ها می‌کنند» (همان).

## پی‌نوشت

۱. در ساحت آیات و روایات، با وجود شعورمند زمین، آسمان و هر آن‌چه در این دو به سر می‌برند مواجه‌ایم. این‌ها گواه زندگی ما و رفتارهای ما هستند؛ در رفتار ما اثر می‌گذارند و به طور متقابل از اعمال ما اثر می‌پذیرند. در اثر رفتار خوبمان، برکات را از آسمان و زمین به روی ما گشایند (اعراف: ۹۶) و در اثر رفتار بد ما فساد در دریا و خشکی نمایان می‌شود (روم: ٤١). بنابراین بحث شعورمندی موجودات و سریان شعور در عوالم هستی در محضر *قرآن* کریم و روایات شریف، موضوع آشکاری است. *قرآن* کریم در بیش از ۵۰ آیه، از تسبیح و تقدیس، سجده و خضوع، تسلیم و قنوت و علم و شعور همهٔ موجودات در دعا و تسبیحشان خبر می‌دهد. طبق این تعالیم، همهٔ این موجودات بر اعمال ما در قیامت گواهی خواهند داد. بنابراین همان‌طور که برخی علمای دین تصریح کرده‌اند، موجودات گوناگون از جمله اعضای بدن انسان نه این‌که این‌جا علم به رفتار انسان ندارند، بلکه علم دارند ولی اذن ندارند؛ «قیامت ظرف حدوث آگاهی این موجودات نسبت به اعمال او نیست. بلکه ظرف اذن خدا در نطق و تکلم آنان نسبت به ادای شهادت است» (جوادی آملی، ۱۳۷۸: ۵/ ۲۲۸). در دعاهای معصومین (ع) (که منظومهٔ معرفتی، شعوری، و شهودی برای ما هستند) نجوای یک بندهٔ نیایش‌گر را با برخی مخلوقات خدای متعال شاهدیم. به گونه‌ای که گویا با یک موجود شعورمند سخن می‌گوید (← *صحیفهٔ سجادیه*: دعای رؤیت هلال (دعای ٤٣)). در عرفان و فلسفه هم «هر موجودی به قدر سعهٔ وجود خود، حی و مدرک و فعال است و از باب سریان علم و قدرت و اراده و سمع و بصر و حب و عشق در ذراری وجود، همهٔ حقایق، حی و زنده‌اند حتی مادیات و جمادات ...» (فیض کاشانی، ١٣٦٢: ۵۳).

## منابع


*قرآن* مجید.

*صحیفهٔ سجادیه*.

آشتیانی سید جلال‌الدین (۱۳۸۰). *شرح مقدمهٔ قیصری بر فصوص الحکم*، قم: بوستان کتاب.

جوادی آملی، عبدالله (۱۳۷۸). *تسنیم*، ج ۵، قم: اسرا.

صدرالدین شیرازی، محمد بن ابراهیم (١٣٨٦). *الشواهد الربوبیه فی المناهج السلوکیه*، به‌تصحیح سید جلال‌الدین آشتیانی، قم: بوستان کتاب.

فیض کاشانی، ملا محسن (١٣٦٢). *اصول المعارف*، مقدمهٔ سید جلال‌الدین آشتیانی، قم: دفتر تبلیغات اسلامی.

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

مصباح یزدی، محمدتقی (۱۳۷۵). *شرح اسفار*، ج ۱، قم: مؤسسهٔ آموزشی و پژوهشی امام خمینی (ره).

Castelvecchi, Davide (2008). ‘Tight Deadline; Photons: Decide What to do-and do it Yesterday’, May 23, *Science News Online*, https://www.sciencenews.org/article/tight-deadline.

Cho, Adrian (2007). ‘After a Short Delay, Quantum Mechanics Becomes Even Weirder’, *Science NOW Daily News*, 16 February 2007.

Jacques, Vincent, et al (2007). ‘Experimental Realization of Wheeler's Delayed-Choice Gedanken Experiment’, *Science*, Vol. 315.

Jay, Alfred (2007). ‘Conscious Particles, Fields and Waves’, In http://eziniearticles.com/?Conscious-Particles,-Fields-and-Waves&id=546242.

M. O. Scully and K. Drühl (1982). ‘Quantum Eraser-A Proposed Photon Correlation Experiment Concerning Observation and Delayed Choice’, In Quantum Mechanics, *Phys. Rev. A*, Vol. 25.

Marlow, A. R. (ed.) (1978). *Mathematical Foundations of Quantum Theory*, New York: Academic Press.

Y-H. Kim, R. Yu, S. P. Kulik, Y. H. Shih, and M. O. Scully (2000). ‘A Delayed Choice Quantum Eraser’, *Phys. Rev. Lett*, Vol. 84.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی