



احمد نصیری^۱

جهانگیر مسعودی^۲

منطق فازی و مبانی مکانیک کوانتومی*

چکیده

منطق فازی، یک منطق مقداری است و در مقابل منطق ارسطویی که یک منطق دو ارزشی محسوب می‌گردد، منطقی چند ارزشی است. به عبارت دیگر نگرش منطق فازی به پدیده‌ها نگاهی قاطع با درجه ارزشی صفر یا یک نیست، بلکه از دیدگاه منطق فازی درجه ارزشی رخدادها می‌تواند از بی‌نهایت مقادیر مابین صفر یا یک تعیین گردد. لذا از منظر منطق فازی تغییرات در عالم هستی پیوسته و تدریجی است و این تغییرات در پارامترهای هستی، دارای خطوط واضح و مرزبندی مشخص نیستند.

در مقابل منطق فازی، دیدگاه مکانیک کوانتومی در خصوص تغییرات در عالم هستی یک دیدگاه پلکانی و جهشی است. سطوح انرژی و همچنین تمام پارامترهای وابسته به انرژی در این نگرش، کوانتومی بوده و اساساً مفهوم فوتون به عنوان بسته‌هایی از انرژی دربرگیرنده پلکانی بودن تغییرات در مکانیک کوانتومی می‌باشد. در این میان مکانیک آماری با نگاهی میانه، تغییرات در سطوح ذره‌ای را پلکانی و کوانتیزه، اما در سطوح ماکروسکوپی پیوسته و تدریجی می‌انگارد. در واقع از این منظر یک تغییر ماکروسکوپی حاصل معدل بی‌نهایت تغییر میکروسکوپی است که برخلاف کوانتیده بودن تغییرات ذرات در سطح میکروسکوپی می‌تواند نمودی تدریجی و پیوسته در تغییرات ماکروسکوپی داشته باشد.

در این مقاله سعی شده است، از دیدگاه معرفت‌شناختی تأثیر این نظریات در متدولوژی شناخت عالم مورد بررسی قرار گیرد.

واژگان کلیدی: منطق فازی، مکانیک کوانتومی، مکانیک آماری، معرفت‌شناسی کوانتومی یا فازی.

* تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۵/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۴/۲۰

۱- دکترای فلسفه اسلامی (نویسنده مسئول) ahmadnasiri74@yahoo.com

۲- عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد.

مقدمه

منطق فازی، در مقابل منطق ارسطویی (که یک منطق دوارزشی محسوب می‌گردد) منطقی چندارزشی است. به دیگر بیان منطق فازی با یک نگاه قاطع با درجه ارزشی صفر یا یک به پدیده‌ها نمی‌نگرد، بلکه از دیدگاه منطق فازی درجه ارزشی بخش عظیمی از رخداد‌های عالم می‌تواند از بی‌نهایت مقادیر مابین صفر تا یک تعیین گردد. بنابراین از دیدگاه منطق فازی، تغییرات در این بخش از عالم هستی پیوسته و تدریجی است و این تغییرات در پارامترهای هستی، دارای خطوط واضح و مرزبندی مشخص نیستند.

با نگاه از دریچه منطق فازی به جهان کمیت‌های فیزیکی چون دما، انرژی، جرم، اندازه حرکت و غیره چنین برداشت می‌شود که تغییر و تدریج پیوسته از خصوصیات این کمیت‌های فیزیکی است و منطق فازی، منطق حاکم بر جهان کمیت‌های فیزیکی است و اتفاقاً همین امر زمینه‌های به‌کارگیری وسیع رویکرد فازی در حوزه مهندسی و تکنولوژی را فراهم آورده است. اما در مقابل منطق فازی، دیدگاه مکانیک کوانتومی در خصوص تغییرات در کمیت‌های فیزیکی چون انرژی و سایر کمیت‌های وابسته، یک دیدگاه پلکانی و جهشی است. سطوح انرژی و همچنین تمام پارامترهای وابسته به انرژی در این نگرش، کوانتومی است. اساساً مفهوم فوتون به عنوان بسته‌هایی از انرژی مستلزم پلکانی بودن تغییرات در مکانیک کوانتومی می‌باشد.

پس به نظر می‌رسد تناقضی نازدودنی میان نگاه کوانتومی با نگاه فازی در عرصه کمیت‌های فیزیکی مزبور وجود دارد. اما آیا واقعاً چنین است؟

در این نوشتار تلاش می‌کنیم با کمک دیدگاه‌های نوینی که در فیزیک مدرن پدید آمده است، پاسخی مناسب به این پرسش ارائه دهیم. به این ترتیب دامنه پژوهش در نوشتار حاضر به طور مشخص پدیده‌ها و کمیت‌های فیزیکی چون انرژی و اندازه حرکت در برمی‌گیرد و راه حل مشکل نیز کاملاً ماهیت فیزیکی دارد. اما در عین حال، رویکرد نگارندگان در مقاله می‌تواند به لحاظ روش شناختی به سایر محیط‌هایی که منطق فازی و ارسطویی اعمال و به‌کارگیری می‌شود، تعمیم یابد و در واقع استنباط این رویکرد روش شناختی و طرح آن، ماهیت و وجه فلسفی مقاله را تشکیل می‌دهد.

با کنکاش در حل مسأله تعارض میان منطق فازی و نگاه کوانتومی در جهان کمیت‌های فیزیکی به محلی به نام مکانیک آماری برمی‌خوریم که با نگاهی میانه، تغییرات در سطوح ذره‌ای را پلکانی و کوانتیزه دانسته، لکن در سطوح ماکروسکوپی این تغییرات را پیوسته و تدریجی می‌انگارد. در واقع از این منظر یک تغییر ماکروسکوپی حاصل معدل بی‌نهایت تغییر میکروسکوپی است که برخلاف کوانتیده بودن تغییرات ذرات در سطح میکروسکوپی



می‌تواند نمودی تدریجی و پیوسته در ساحت تغییرات ماکروسکوپی داشته باشد. البته این نگاه مکانیک آماری مسبوق به سوابق دیگری نیز می‌باشد. یکی از مهم‌ترین آن سوابق بی‌نظمی و پیش‌بینی‌ناپذیر بودن رفتار یک ذره در حرکات درون سیستم خود است و مکانیک آماری با سیستمی متشکل از بی‌نهایت از این ذرات نامنظم و پیش‌بینی‌ناپذیر سروکار دارد اما در نهایت با قوانینی مشخص رفتارهای جمعی این ذرات را در قالبی منظم و پیش‌بینی‌پذیر تبیین می‌کند. در این مقاله سعی شده است، از دیدگاه معرفت‌شناختی تأثیر این نظریات در متدولوژی شناخت عالم مورد بررسی قرار گیرد.

۱- منطق فازی^۱

منطق فازی در سال ۱۹۶۵ میلادی توسط پروفسور لطفعلی عسکرزاده اردبیلی (متولد ۱۲۹۹ ه.ش) استاد ایرانی الاصل دانشگاه برکلی و با انتشار مقاله «مجموعه‌های فازی» در نشریه اطلاعات و کنترل متولد شد. این مقاله گویا دو سال قبل از چاپ و انتشارش تدوین و تکمیل شده بود، اما از آن‌جا که نظریات بدیع و اندیشه‌های اساسی و متفاوتی را دربرمی‌گرفت، هیچ نشریه علمی- پژوهشی جرأت پذیرش و چاپ آن را نداشت. تنها مجله اطلاعات و کنترل که سردبیر آن خود لطفی‌زاده بود، به چاپ این مقاله مبادرت نمود.

چندی بعد او اندیشه الگوریتم فازی، مجموعه‌های فازی، اعداد فازی و اساساً فازی‌سازی را وارد مفاهیم علوم ریاضیات و مهندسی نمود.^۲

در دهه‌های اخیر به دلیل بکارگیری منطق فازی در ساخت محصولات صنعتی، این منطق به عنوان یک مفهوم علمی- کاربردی با اقبال دانشگاهیان و صنعت‌گران مواجه شده است. طی چند سال اخیر تنها دانشمندان و صنعتگران ژاپنی متجاوز از ۱۰۰۰ فن‌آوری مبتنی بر منطق فازی را به ثبت رسانیده‌اند (Tanaka. K., 1996: 2-6).

پروفسور لطفی‌زاده با ادغام منطق چند ارزشی لوکاسه‌ویچ^۳ (۱۹۳۰ م) منطق دان لهستانی و نظریه مجموعه‌های جرج کانتور^۴ (۱۹۱۸-۱۸۴۵ م) ریاضیدان معروف آلمانی، موفق به تبیین منطق فازی به عنوان یکی از نظام‌های منطقی جدید که به واقعیت‌ها و مفاهیم مبهم و غیردقیق توجه دارد، گردید.

منشأ این ابهام در برخی مفاهیم و حقایق، گاهی مؤلفه نسبت است و گاهی مؤلفه شدت یا ضعف و این نسبت یا شدت و ضعف سبب می‌گردد که صدق یا کذب حقیقت یا مفهوم مورد نظر کاملاً معین و مشخص نباشد. (مرکز تحقیقات و فن‌آوری اتوماسیون صنعتی ایران، ۱۳۹۰: ۱-۱۵).

منطق فازی را در برابر منطق دوازده‌گانه ارسطویی، یک منطق بی‌نهایت ارزشی می‌دانند. در منطق ارسطویی صدق یک گزاره تابع دوازده‌گانه یا سلب است، لیکن در منطق فازی چون با امور تشکیکی و نسبی سروکار داریم، صدق یک گزاره می‌تواند تابع بی‌نهایت ارزشی باشد. ما در زندگی روزمره بارها از منطق فازی بهره می‌گیریم. واقعیت این است که در دنیای واقعی، پدیده‌های صفر و یک، اموری نادر و در برخی مواضع اموری فرضی به شمار می‌آیند. به ندرت پیش می‌آید که در واقعیت، موضوعی صد درصد درست یا صد درصد نادرست باشد. همچنین باید توجه داشت که بنیاد منطق فازی برشالوده‌نظریه مجموعه‌های فازی استوار است. این نظریه تعمیمی از نظریه کلاسیک مجموعه‌ها در علم ریاضیات است. در تئوری کلاسیک مجموعه‌ها، یک عنصر، یا عضو مجموعه مورد نظر هست یا نیست. در حقیقت عضویت عناصر در یک مجموعه از یک الگوی دوازده‌گانه (صفر یا یک) تبعیت می‌کند. اما نظریه مجموعه‌های فازی این مفهوم را بسط می‌دهد و عضویت درجه‌بندی شده را جایگزین آن می‌سازد. به این ترتیب یک عنصر می‌تواند با درجات مختلف عضویت در یک مجموعه باشد. در این اندیشه، عضویت اعضای یک مجموعه از طریق تابع $U(x)$ مشخص می‌شود که x نمایان‌گر یک عضو مشخص و U تابعی فازی است که درجه عضویت x را در مجموعه مورد نظر تعیین می‌نماید و مقدار آن بین صفر و یک متغیر است. (Dubios. D and Prade. H, 1980: 567-576)

به بیان دیگر، $U(x)$ نگاهی از مقادیر x به مقادیر عددی ممکن بین صفر و یک را می‌سازد. در منطق فازی تابع $U(x)$ یک تابع پیوسته است (و نه گسسته). وقتی مجموع مقادیر U پیوسته باشند، مفهوم آن تغییرات تدریجی در درجه ارزشی اعضای مختلف یک مجموعه است. این مقادیر پیوسته U ، یک منحنی پیوسته (و نه پلکانی) از اعداد اعشاری مابین صفر و یک را تشکیل می‌دهند که توجیه‌کننده درجه ارزشی عضویت هر یک از اعضای مجموعه (x) می‌باشد. به عبارت دیگر منطق فازی تابع تغییرات در جهان واقعی را تابعی پیوسته و تدریجی همانند $U(x)$ می‌داند و مکانیسم تغییر در هر فرآیند واقعی را در مسیری پیوسته و تدریجی ترسیم می‌کند. (Ibid)

یکی از مباحث بسیار مهم در منطق فازی، تمیز دادن آن از نظریه احتمالات در علم ریاضیات کلاسیک است. در حالی که این دو مفهوم کاملاً یکدیگر متفاوت هستند، اما غالباً منطق فازی با نظریه احتمالات اشتباه گرفته می‌شود. این موضوع به قدری مهم است که حتی برخی از دانشمندان بزرگ علم ریاضیات در دنیای امروز با یکدیگر در این خصوص بحث و جدل دارند و جالب آن‌که هنوز هم ریاضیدانانی وجود دارند که با منطق فازی مخالف هستند و آن را یک سوء تعبیر از نظریه احتمالات می‌دانند. (Ibid)



از نگاه این ریاضیدانان، منطق فازی چیزی نیست جز یک برداشت نادرست از نظریه احتمالات که به گونه‌ای غیرقابل قبول، مقادیر و اندازه‌گیری‌های نادقیق را وارد علوم ریاضیات، مهندسی و کنترل کرده است. برخی نیز اعتقاد دارند فقط یک نوع توصیف از مفهوم عدم قطعیت در علم ریاضیات کافی است و چون علم آمار و احتمالات وجود دارد، نیازی به طرح منطق فازی نیست.

با این حال اکثریت طرفداران منطق فازی، کارشناسان و متخصصانی هستند که به طور مستقیم یا غیرمستقیم با علم مهندسی کنترل سروکار دارند. حتی تعدادی از پیروان منطق فازی تا آن جا پیش می‌روند که احتمالات را شاخه و زیرمجموعه‌ای از منطق فازی می‌دانند. (Tanaka. K., 1996: 2-6)

البته توضیح تفاوت میان این دو نظریه کارچندان دشواری نیست. منطق فازی با حقایق نادقیق سروکار دارد و به حدود و درجات یک واقعیت اشاره می‌کند. در حالی که نظریه احتمالات برشالوده مجموعه حالات تصادفی یک پدیده استوار است و درباره شانس وقوع یک حالت خاص صحبت می‌کند. حالتی که وقتی اتفاق بیفتد، دقیق و قطعی فرض می‌شود. (Dubios. D and Prade. H, 1980: 567-576)

شاید ذکر یک مثال بتواند بهتر موضوع را روشن کند. فرض کنید در حال رانندگی در خیابان هستید. اتفاقاً متوجه می‌شوید که کودکی در اتومبیل دیگری که به موازات شما در حرکت است، نشسته و سرو یک دست خود را از پنجره ماشین بیرون آورده و در حال بازیگوشی است. این یک وضعیت واقعی است و نمی‌توان گفت احتمال این که بدن این کودک بیرون اتومبیل باشد، چقدر است، چون بخشی از بدن او واقعاً بیرون از ماشین است. لذا تئوری احتمالات در این جا کاربردی ندارد، چون ما نمی‌توانیم از احتمال خارج بودن بدن کودک از اتومبیل صحبت کنیم، اما می‌توانیم از احتمال وقوع حادثه صحبت نماییم. مثلاً هر چه بدن کودک بیشتر بیرون باشد، احتمال این که در اثر برخورد با بدنه یک اتومبیل در حال حرکت دچار آسیب شود، بیشتر می‌شود. این حادثه هنوز اتفاق نیفتاده است، ولی می‌توانیم از احتمال وقوع آن صحبت کنیم. اما بیرون بودن تن کودک از اتومبیل هم اینک به واقعیت تبدیل شده است و فقط می‌توانیم از میزان و درجات آن صحبت کنیم. (مرکز تحقیقات و

فن‌آوری اتوماسیون صنعتی ایران، ۱۳۹۰، 1-15؛ Dubios. D and Prade. H, 1980: 567-576)

تفاوت ظریف و در عین حال پرنرنگی میان نظریه احتمالات و منطق فازی وجود دارد که اگر دقت نکنیم، دچار اشتباه خواهیم شد. زیرا این دو نظریه معمولاً در کنار یکدیگر و در مورد اشیاء یا رخدادهاى مختلف هم‌زمان مصداق‌هایی پیدا می‌کنند. در واقع هنگامی که به یک پدیده می‌نگریم، نوع نگاه ما به آن پدیده می‌تواند تعیین

کند که باید دربارهٔ احتمالات صحبت کنیم یا منطق فازی. در مثال مزبور، موضوع دغدغهٔ ما کودکی است که در حال بازیگوشی است. گاهی نگران این هستیم که تا چه اندازه خطری که هنوز به وقوع نپیوسته است، او را تهدید می‌کند و گاهی ممکن است نگران باشیم که بدن او، یعنی واقعیتی که هم‌اکنون به وقوع پیوسته است، به چه میزان بیرون از اتومبیل می‌باشد.

بحث دربارهٔ ابعاد فلسفی منطق فازی بسیار وسیع و گسترده است و متأسفانه مجال برای طرح گستردهٔ ابعاد فلسفی منطق فازی در این مقاله مهیا نیست. اما به اختصار یک نگرش دربارهٔ علت بحث و جدل علمی میان دانشمندان این است که برخی از ریاضی‌دانان اتکا به علم آمار و احتمال را کافی می‌دانند و منطق فازی را یک برداشت غیرکارآمد از جهان تلقی می‌نمایند (Dubios. D and Prade. H, 1980: 567-576). به عنوان مثال، اگر به مورد کودک و اتومبیل مراجعه کنیم، این پرسش مطرح می‌شود که اگر نگرانی و دغدغهٔ نهایی ما احتمال وقوع حادثه می‌باشد، دیگر چه نیازی است که دربارهٔ درجات بیرون بودن بدن کودک از اتومبیل صحبت کنیم؟ به هر حال منطق فازی به عنوان نظریه‌ای که مکانیسم تغییرات جهان را پیوسته و تدریجی می‌انگارد، توانسته است با ارائه عمل‌گرهای فازی، جایگاهی رفیع در دنیای علم و فن‌آوری امروز به دست آورد و کم‌کم در حال تبدیل شدن به یکی از پایه‌های اساسی پارادایم علمی امروز بشر باشد.

۲- مبانی مکانیک کوانتومی

مبانی مکانیک کوانتومی در اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم میلادی تدوین و تبیین گردید. ماکس پلانک^۵ (۱۹۴۷-۱۸۵۸ م) با طراحی آزمایش تابش جسم سیاه^۶ مفهوم جدید و بنیادینی را وارد علم فیزیک نمود. پیش از او دانشمندان بسیاری با مطالعهٔ طول موج تعداد زیادی از خطوط طیفی مشاهده نموده بودند که فواصل منظمی بین این خطوط طیفی موجود است. به عبارت دیگر خطوط طیفی، ناپیوسته هستند اما علت این ناپیوستگی در فیزیک کلاسیک قابل توجیه نبود (Atkins.P.W., 1991: 196- 203).

پلانک می‌دانست که اجسام معمولی در هر دمای بالاتر از صفر مطلق (273^oC-) خود به خود پرتوهای نورانی از خود ساطع می‌نمایند و همچنین قادر هستند قسمتی از پرتوهای نورانی را که بر آن‌ها می‌تابد، جذب کنند. او فرض کرد جسم ایده‌آلی که بتواند تمام پرتوهایی را که بر آن می‌تابد، جذب نماید، وجود داشته باشد و نام آن را جسم سیاه گذاشت. هر چند جسم سیاه کامل یک فرض ایده‌آل بود اما او توانست با کمک یک محفظه که



جداره داخلی آن کاملاً کدر بود و بنابراین هیچ پرتو نورانی نمی‌توانست از آن به بیرون تابش کند، به شرایط یک جسم سیاه نزدیک شود. پلانک منفذ بسیار کوچکی بر دیواره این محفظه ایجاد نمود تا نوری که از این منفذ خارج می‌گردد، معرف تابش جسم سیاه باشد. سپس او شروع به گرم کردن محفظه نمود و طول موج نورهای خروجی از منفذ مذکور را اندازه گرفت (زتیلی، ب، ۲۰۱۰: ۱۲-۱۸).

او همان ناپیوستگی طول موج طیف‌های نشری را که سایر فیزیک‌دانان مشاهده کرده بودند و قادر به توجیهش نبودند، ملاحظه نمود. پلانک در سال ۱۹۰۰ با پیشنهاد فرضیه‌ای که می‌توان آن را نقطه شروع مکانیک کوانتومی دانست، این تناقض را برطرف کرد. او پیشنهاد می‌کند که پرتو نورانی با فرکانس ν فقط به صورت بسته‌های «منفصل» یا «پیمانه‌هایی» با انرژی $h\nu$ می‌تواند با ماده تبادل انرژی کند. که در آن ضریب h به «ثابت پلانک» موسوم است (خوشخو، ۱۳۶۵: ۱۱-۱۴).

برای ساده شدن مسئله، پلانک فرض کرد که جسم سیاه متشکل از نوسان‌گرهای هارمونیک، یعنی ذرات بارداری است که ارتعاشات آن‌ها از قانون هوک تبعیت می‌کند (یعنی حرکت آن‌ها تحت تأثیر نیروی متناسب با تغییر فاصله با علامت منفی صورت می‌گیرد). طبق نظریه مکانیک کلاسیک این نوسان‌گرها همان فرکانس‌های طبیعی خود را جذب یا نشر می‌کنند و این جذب و نشر باید به صورت پیوسته صورت پذیرد، در حالی که یافته‌های تجربی وجود چنین پیوستگی در خطوط طیفی را تأیید نمی‌کرد (Alberty. R. A; Silbey. R. J, 1992: 547-556).

اما طبق نظریه کوانتومی پلانک این جذب و نشر پیوسته نیست و نوسان‌گرهای هارمونیک جسم سیاه به صورت کوانتیزه یا پلکانی پرتوهای نورانی را جذب و یا نشر می‌کنند و انرژی هر پیمانه (کوانتای انرژی) می‌تواند برابر $h\nu$ یا $2h\nu$ یا $3h\nu$ یا ... $nh\nu$ باشد. این بیان ضمن پاسخ‌گویی متقن به تناقض موجود در ناپیوستگی خطوط طیفی، مفهومی بنیادین را تبیین می‌کند که پایه و اساس مکانیک کوانتومی گردید و آن مفهوم کوانتیزه بودن سطوح انرژی ذرات در ساختارهای اتمی است (Hewitt. P. G., 2006: 816-827).

در تداوم تحولات علمی اواخر قرن نوزدهم، نیلز بور^۶ (۱۸۸۵-۱۹۶۲ م) در دهه نخست قرن بیستم، مدل کوانتومی اتم هیدروژن را ارائه نمود. مطابق نظری برای الکترون، مدارهای مجاز خاصی وجود دارد که الکترون تنها در آن‌ها حرکت می‌کند. این سطوح کوانتیزه یا پلکانی انرژی، توجیه‌کننده همه رفتارهای کوانتومی ذرات است. به عنوان مثال تابش اتمی در فرکانس‌های تابشی متناظر با فواصل انرژی‌های دو مدار مختلف صورت

می‌پذیرد. با طرح مدارهای پایدار الکترونی، بور نشان داد که گذر بین این مدارها به صورت "جهش‌های لحظه‌ای" رخ می‌دهد و انرژی تابشی در این فرآیند به طور ناپیوسته و به صورت مضاربی صحیح از بسته‌های انرژی $h\nu$ ظاهر می‌گردد (Blatt. F. J., 2005: 995-1002).

بررسی مبانی مکانیک کوانتومی آشکارا نشان می‌دهد که منطق کوانتومی بریک تغییر ناپیوسته و جهشی استوار است. بر این مبنا سطوح پلکانی انرژی که عامل همهٔ رخدادهای کوانتومی می‌باشند، سبب ایجاد مکانیزم‌های جهشی و ناپیوسته برای رفتارهای ذره‌ای می‌گردد. به عبارت دیگر از آن‌جاکه همهٔ رفتارهای مکانیکی ذرات حاصل تابع انرژی آن‌ها است و انرژی از دیدگاه مکانیک کوانتومی دارای ماهیت پیمانه‌ای و پلکانی است، پس تغییرات در سطوح ذره‌ای و از دیدگاه کوانتومی قطعاً جهشی و ناپیوسته خواهد بود. بر این اساس اگر از دیدگاه مکانیک کوانتومی (به عنوان یکی از اساسی‌ترین پایه‌های فیزیک نوین) به رخدادهای عالم بنگریم، باید رفتار پدیده‌ها را کوانتیزه و پلکانی تعبیر و تفسیر نماییم (Hewitt. P. G., 2006: 816-827).

۳- مکانیک آماری و ارائه نگرشی دوگانه

آنچه گذشت به وضوح تفاوت دیدگاه‌های منطق فازی با مکانیک کوانتومی را در توجیه و تبیین مکانیسم تغییرات و رخدادهای عالم نشان می‌دهد. در حالی که منطق فازی تابع تغییرات را تابعی پیوسته و تدریجی می‌داند، مکانیک کوانتومی بر مبنای رفتاری پیمانه‌ای و پلکانی (کوانتیده) در خصوص تحولات عالم پافشاری می‌نماید. اما به راستی از منظر معرفت‌شناختی کدام دیدگاه صحیح است؟

آنچه که در تجربیات روزمره و علمی مشهود است، مؤید دیدگاه منطق فازی است، لیکن قوانین موضوعه مکانیک کوانتومی که بر مبنای مشاهدات دقیق آزمایشگاهی و ریاضیات پیچیدهٔ ماتریسی اثبات گردیده است، تنها رفتار جهشی را موجه می‌داند.

در این میان مکانیک آماری نگرشی دوگانه دارد. مکانیک آماری در پی توجیه رفتار سیستم‌های بزرگ (ماکروسکوپی) از طریق نگرش ذره‌ای (میکروسکوپی) است. به عبارت دقیق‌تر دیدگاه مکانیک آماری نسبت به مکانیزم رخدادهای دیدگاهی ذره‌ای (میکروسکوپی) است. (Callen. H. B., 1990: 329-343) به این معنا که در این دیدگاه در هنگام بررسی یک تغییر تا حد امکان جزئیات ساختاری ذرات یک سیستم منظور نظر واقع می‌گردد. اما این بررسی تنها بر روی یک ذره محدود نمی‌گردد، بلکه جمعیتی از ذرات مورد مطالعه و نگرش واقع



می‌شوند و هنگامی که از تعداد بسیار ذرات سخن به میان می‌آید، قطعاً استفاده از روش‌های آمار و احتمال ضرورت پیدا می‌کند. (کسرایی، ۱۳۹۲: ۸۶-۹۱)

در واقع مکانیک آماری به صراحت بیان می‌کند که رفتار یک سیستم بزرگ (ماکروسکوپی) برآیند میلیاردها میلیارد رفتار ذره‌ای (میکروسکوپی) اجزاء تشکیل دهنده آن سیستم است.^۸ به عبارت دیگر برای تحلیل مکانیزم رخدادهای به وقوع پیوسته در یک سیستم بزرگ باید ضمن توجه به تغییرات جزئی رخ داده در سطح ذره‌ای با بهره‌گیری از روش‌های آماری و مطالعه جمعیتی رفتار ذرات به برآیند حاصل از این تغییرات جزئی ذره‌ای دست یافت (خبرگزاری فارس: ۹۱/۲/۳)، به عبارت ساده‌تر هر رخداد ماکروسکوپی برآیند تعداد بی‌شماری از رخدادهای میکروسکوپی است که تنها از طریق توسل به معادلات آمار و احتمال، قابل محاسبه و دستیابی است. (کسرایی، ۱۳۹۲: ۸۶-۹۱) در مکانیک آماری با طرح مفهوم آنسامبل^۹ به مثابه کوچکترین جزء یک سیستم بزرگ که واجد تمامی ویژگی‌های آن سیستم بزرگ می‌باشد، ارتباط میان تغییرات ماکروسکوپی و میکروسکوپی برقرار می‌گردد. در واقع از منظر مکانیک آماری اندازه پارامترهای ماکروسکوپی هر سیستم برابر با متوسط اندازه پارامترهای میکروسکوپی (آنسامبلی) آن است (خبرگزاری فارس: ۹۱/۲/۳).

با این دیدگاه می‌توان نگرشی دوگانه نسبت به تحولات عالم فراهم نمود. به بیان دیگر می‌توان رخدادهای جهان را از دو منظر معرفت‌شناختی مورد مطالعه قرار داد.

الف- دیدگاه ذره‌ای: که قطعاً در این مطالعات نگرشی کوانتومی ارجحیت دارد و همه تحولات پیمانه‌ای و پلکانی خواهد بود.

ب- دیدگاه ماکروسکوپی: که برآیند متوسطی از تعداد بی‌شمار رخدادهای ذره‌ای است و حاصل تحلیل آماری و احتمالی فرآیندهای آنسامبلی سیستم است. قطعاً این تحلیل آماری منجر به حصول نتیجه مقداری پیوسته‌ای خواهد بود که مؤید دیدگاه‌های منطق فازی در خصوص توجیه رفتاری رخدادهای عالم است.

به دیگر سخن، آن‌گاه که نگرش ما به رخدادهای جهان، نگرشی ذره‌ای است و این تغییرات در سطوح ذره‌ای مورد بررسی و تحلیل واقع می‌گردد، قطعاً قوانین مکانیک کوانتومی (که متکی به سطوح کوانتیزه ناپیوسته و پلکانی هستند) حاکم است و رفتاری کاملاً جهشی و پیمانه‌ای را توضیح و تفسیر می‌نماید. اما هنگامی که از منظری ماکروسکوپی به تغییرات رخ داده در یک سیستم بزرگ توجه می‌نماییم، قطعاً این تغییرات ماکروسکوپی برآیند معدلی میلیاردها تغییر میکروسکوپی است و از جمع آماری رفتارهای جهشی بی‌شمار ذرات، یقیناً مقادیر کمی



پیوسته‌ای حاصل می‌آید که علی‌رغم کوانتومی بودن رفتار ذرات، نشان‌گر روندی پیوسته و تدریجی در تغییرات حاصل از برآیند مقادیر کمی است.

مکانیک آماری با ارائه نگرشی دوگانه (ذره‌ای - آماری) با تفسیر آماری رفتار جمعیتی ذرات، ضمن تأیید کامل قوانین مکانیک کوانتومی در سطح ذره‌ای، دیدگاه‌های پیوسته و تدریجی منطق فازی در روند تغییرات ماکروسکوپی را در قالب مدلی آماری توجیه و تبیین می‌نماید.



نتیجه‌گیری

همان‌گونه که مشاهده گردید، لطفی‌زاده در منطق فازی با تبیین یک منطق چندارزشی (در مقابل منطق دو ارزشی ارسطویی) توانست تابعی پیوسته (مانند U) از درجه عضویت اعضای یک مجموعه (x ها) ارائه نماید که در نهایت به ارائه مکانیسمی تدریجی و پیوسته برای تغییرات رخ داده در عالم منجر گردید. هرچند این دیدگاه تفاوت آشکاری با استنباط احتمالی از رخدادهای جهان داشت اما به اشتباه، مورد نقد برخی ریاضی دانان واقع گردید.

در مقابل منطق فازی، مکانیک کوانتومی بر مبنای کاملاً پلکانی و کوانتیده استوار بود. یافته‌های ماکس پلانک در خصوص نردبانی بودن سطوح انرژی اتمی به سرعت برای توجیه گسستگی طیف‌های نشری به کار گرفته شد. با توجه به این که همه رخدادهای مکانیکی تابع انرژی است، قاعدتاً با پلکانی بودن سطوح انرژی بروز رفتار پیمانه‌ای و کوانتیزه ذرات در همه ابعاد فیزیکی اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. بور با ارائه مدلی برای اتم هیدروژن، ترازهای پلکانی حرکت الکترون‌ها را تبیین نمود که آشکارا در تناقض با پیوستگی رخدادهای عالم خواهد بود. در این میان مکانیک آماری با ارائه نگرش دوگانه، راه‌حلی اساسی ارائه می‌نماید. مکانیک آماری از یک سو تحولات را از منظر اجزاء و ذرات مورد بررسی و تحلیل دقیق قرار می‌دهد و از سوی دیگر با ارائه مدلی آماری، تمامی رخدادهای ماکروسکوپی را برآیند متوسطی از تغییرات میکروسکوپی می‌داند. در واقع با توجه به نگرش مکانیک آماری، از بُعد معرفت‌شناسی باید در بررسی و تحلیل حرکات ذرات به قوانین کوانتومی توجه نمود. اما در عین حال باید در نظر داشت که رخدادهای ماکروسکوپی حاصل معدل تعداد زیادی تغییرات میکروسکوپی است و به همین دلیل علی‌رغم جهشی بودن رفتار ذرات، تغییرات ماکروسکوپی تدریجی و پیوسته می‌نماید.

به طور کلی ما باید میان جهان میکروسکوپی و جهان ماکروسکوپی تفاوت قرار دهیم و توجه داشته باشیم که جهان واقعی‌ای که ما در آن زیست می‌کنیم یک جهان ماکروسکوپی است و لذا باید قوانین و اتفاقات آن را و نه اتفاقات و قوانین جهان میکروسکوپی را محور دآوری قرار دهیم. نباید از این‌که جهان ماکروسکوپی علی‌الظاهر برآیند و جمع جبری ذرات میکروسکوپی است، نتیجه گرفت که قوانین و اتفاقات این دو جهان یگانه است، زیرا اتفاقاً واقعیت‌های فیزیکی خلاف این را نشان می‌دهد و به کمک نمونه‌هایی چون مکانیک آماری می‌توانیم تفاوت‌های این دو جهان را به خوبی بر ملا ساخته و مسیر عبور معرفتی از یک ساحت را به ساحت دیگر تبیین نماییم. همچنین ضمناً نشان دهیم که این تفاوت در نهایت به تهافت و تناقض منطقی منجر نمی‌گردد بلکه صرفاً



نشان می‌دهد که در عالم طبیعی دو ساحت خُرد و کلان دارای ویژگی‌های مرتبه خود می‌باشند و نه فیزیکدانان و نه فیلسوفان حق ندارند با خلط این دو ساحت به تعمیم نابه‌جای قوانین و وضعیت‌های یک ساحت به ساحت دیگر مبادرت کنند (همان چیزی که به کرات در استفاده‌های نادرست برخی فیلسوفان از اتفاقات حاصل در جهان میکروسکوپی، در نفی برخی قوانین هستی‌شناختی صورت پذیرفته است، مانند سوء استفاده از اصل عدم قطعیت، که ساحت صدق آن جهان ذرات میکروسکوپی است، در نفی کلی اصل علیت). نمونه این تفاوت را در داستان مکانیک کوانتوم و مکانیک نیوتونی می‌یابیم که یکی در فضای میکروسکوپی برقرار است و دیگری در فضای ماکروسکوپی و نمونه دیگر آن را که در این مقاله تحلیل شد، در مورد منطق فازی و منطق کوانتومی دیدیم.



پی‌نوشت‌ها

1. Fuzzy Logic
2. Zade. L. A. "Fuzzy sets", Information and Control Journal, Vol. 8, 1965, pp: 338-353.
3. Jan Lukasiewicz.
4. Georg Ferdinand Ludwig Philipp Cantor.
5. Max Planck.
6. Black-body radiation.
7. Niels Bohr.

۸- از منظر مکانیک آماری هرگاه تعداد کل حالات میکروسکوپی مختلف را که ذرات مورد نظر می‌توانند اختیار کنند، با حرف Q نمایش دهیم، با توجه به اینکه هیچ یک از این حالات میکروسکوپی بردیگری ارجحیت ندارند، لذا احتمال اینکه در هر لحظه یکی از این حالات که مورد نظر است اتفاق بیفتد، برابر $Q/1$ است. اما Q تابع چه عواملی است؟ از نظر مکانیک آماری هر ← ← عاملی که سبب بی‌نظم‌تر شدن سیستم شود، قطعاً باعث افزایش تعداد کل حالات میکروسکوپی آن سیستم (یعنی Q) می‌گردد. لذا Q تابع بی‌نظمی است. یعنی هرچه که بی‌نظمی یا آنتروپی افزایش یابد، Q نیز بیشتر می‌شود. پس Q فاکتوری است که از روی آن می‌توان مقدار آنتروپی (میزان عدم اطلاع ما از حالات میکروسکوپی سیستم) و همچنین آنتروپی (مجموع انرژی داخلی و کار مکانیکی یک سیستم) را محاسبه کرد. لودویک بولتزمن در سال ۱۸۷۲ معادله اساسی مکانیک آماری را به شرح زیر معرفی نمود:

$$S = K \ln Q = 2.303 K \log Q$$

$$S = - H/T$$

$$H = - (2.303 K \log Q)/T$$

همان گونه که مشهود است در روابط بولتزمن Q تابعی از آنتروپی (S) و آنتالپی (H) یک سیستم است.

9. Ensemble.



منابع و مآخذ

۱. جولیانو، ب؛ جولیو، ک و جولیانو، آ (۲۰۰۷)، *مبانی محاسبات و اطلاعات کوانتومی*، ترجمه خواجهی. م، مشهد: انتشارات دانشگاه امام رضا (ع).
۲. خبرگزاری فارس، *فلسفه مکانیک آماری*، به نقل از گروه دیدگاه‌های حوزه حکمت و فلسفه، ۹۱/۲/۳.
۳. خوشخو، حسین (۱۳۶۵)، *شیمی کوانتومی*، تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی شریف.
۴. زتیلی، ب (۲۰۱۰)، *مکانیک کوانتومی*، مفاهیم و کاربردها، ترجمه یوسفی، ن و باقری، م، تهران: انتشارات آراکس.
۵. کسرانی، ع (۱۳۹۲)، «الگوهای تبیینی مکانیک آماری»، نشریه گروه فلسفه علم دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران: دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
۶. مرکز تحقیقات و فن‌آوری اتوماسیون صنعتی ایران (۱۳۹۰)، *منطق فازی چیست؟*، تهران: انتشارات وزارت صنعت، معدن و تجارت (صمت).
7. Alberty. R. A and Sil bey. R. J (1992), **Physical Chemistry**, New Jersey: John Wiley & Sons.
8. Atkins. P. W.(1991), **Physical Chemistry**, Oxford. Univ. Press.
9. Blatt. F. J.(2005), **Principles of Physics**, Third edition, Boston: Allyn and Bacon Press.
10. Callen. H. B.(1990), **Thermodynamics and an introduction to Thermostatistics**, second edition, New Jersey: John Wiley & Sons.
11. Dubios. D and Prade. H (1980), **Fuzzy sets Systems Theory and applications**, New York : Academic Press.
12. Hewitt. P. G. Conceptual (2006), **Physics, Thent edition**, Addison Wesley, Pearson Press.
13. Tanaka. K. (1996), **An introduction to Fuzzy Logic Practical Applications**, New York : Springer –Verlag.
14. Zade. L. A.(1965), “**Fuzzy Sets**”, Information and Control Journal, Vol. 8 , pp: 338-353.