علم و جامعه

طبیعت دوگانه نور

خاستگاه چالش موج-ذره بودن نور

حسن فتاحی–کریمه بهاری

فیزیک کوانتومی علمی است که چگونگی رفتار مقادیر بسیار کوچک را توصیف می‌کند؛ مقادیری کوچک‌تر از یک‌میلیاردم متر. در مقیاس اتم‌ها، ذرات زیراتمی و طول‌موج نور. فیزیک کوانتومی نشان می‌دهد در این مقیاس‌های کوچک تا چه حد خواص فیزیکی کواننده‌ها‌ و بیشتر به واحدهایی مجزا تقسیم شده‌اند تا آنکه کمیت‌های مختلف پیوسته باشند. در دنیای روزمره ما تصور ویژگی‌های کشف‌شده در این دنیای ریزمقیاس –با تلفظ نه‌چندان درست میکروسکوپیک– دشوار است. برای مثال در این دنیای ریزمقیاس ذراتی مانند الکترون وجود دارند که بعد فیزیکی ندارند و نوع دیگری از آنها حتی جرم ندارند یا بسیار کم‌جرم هستند. عجیب‌تر از همه اینکه در دنیای کوانتوم، این نظریه وجود دارد که ذرات می‌توانند مانند موج رفتار کنند. امواج هم می‌توانند مانند ذرات رفتار کنند. این واقعیت ساده اما در حقیقت گیج‌کننده در فلب فیزیک کوانتومی نهفته است. بسیاری از آنچه در دنیای کوانتومی مشاهده می‌کنیم نتیجه این رفتار دوگانه است: دوگانه موج–ذره.

حال شاید اولین سؤالی که به ذهن افراد خطور می‌کند این پرسش مهم باشد که نور به‌راستی موج است یا ذره؟ اجازه دهید با خاصیت موجی نور شروع کنیم. نظریه کوانتومی ریشه در بحث‌های شدید و طولانی درباره ماهیت نور دارد. در اواخر قرن نوزدهم میلادی این سؤال که نور از ذرات ساخته‌شده یا از امواج؛ بر پیکره علم سایه انداخته بود. سال ۱۶۸۷ میلادی، یعنی قریب به ۳۵۰ سال قبل و مقارن با سلطنت پادشاه بی‌کفایت دودمان صفوی، «شاه سلطان حسین»، دانشمند نامور هلندی، «کریستیان هویگنس» این فرضیه را مطرح کرد که نور به‌صورت موج منتشر می‌شود. «هویگنس» بر اساس ایده‌هایی که بر استدلال‌های «رنه دکارت» فرانسوی استوار بود، به این نتیجه رسید. البته، امواج، از امواج کشسانی یا جزومه در آب دریا گرفته تا امواج صوتی در هوا همگی نیاز به یک محیط واسط یا اصطلاحا نیاز به یک محیط رسانه‌ای دارند. (در اینجا واژه «رسانه‌ای» به معنای محیطی است که قابلیت انتقال دارد). واضح است که امواج نور از هوا به‌عنوان محیط واسط برای انتشار استفاده نمی‌کنند. فضا (به‌معنای فضای میان‌ستاره‌ای، فضای میان‌کهکشانی و حتی فضای میان‌سیاره‌ای) محیطی فاقد هوا است و ما همچنان می‌توانیم نور ستارگان و خورشید و کهکشان‌های دوردست را ببینیم. برای توجیه این پدیده‌ها، «هویگنس» محیط واسط را در نظر گرفت و نام آن را «اتر شفاف» گذاشت. اگرچه او از توضیح دقیق درباره ماهیت این اتر شفاف ناتوان بود و از نوشتن درباره‌اش خودداری کرد. افزون بر آن اتر، بی‌وزن، نامرئی و ظاهرا در همه جا حضور داشت. جای تعجب نداشت که دانشمندان بسیاری که برجسته‌ترین و مهم‌ترین‌شان «آیزاک آسیموف» بود به نظریه موجی «هویگنس» اطمینان نداشتند. در مقابل آنها استدلال می‌کردند که نور باید از ذرات تشکیل شده باشد اما چه نوع ذره‌ای؟ بیانش باسخی درخور نداشتند.

حال سؤال مهم این بود: آیا نور ذره است؟ «آیزاک نیوتن»، فیزیک‌دان شاخص بریتانیایی، کسی که نامش با کرانش عجین شده است و از ستون‌های علم فیزیک بر شمار می‌رود، مدلی از نور را به‌صورت ذرات مجزا ارائه کرد که به مدل «ذره‌ای» معروف شد. این نظریه نه‌چندان با اساس در تقابل با نظریه موجی «هویگنس» بود، بلکه مبتنی بر دلایل و استدلال‌های مشاهده‌ای بود که برای «نیوتن» با اتاره به مسیر انعکاس یا بازتاب نور از یک آینه چنین استدلال کرد: امواج در خطوط مستقیم به حرکت به بازتابش نمی‌رفتند. حرکت نمی‌کنند اما ذرات این‌چنین هستند. از این گذشته «نیوتن» پدیده شکست نور یعنی خم‌شدن پرتو نور در برخی مواد مانند آب را تأثیر یک محیط در جذب ذرات نور و افزایش سرعت آنها فرض کرد. از منظر «نیوتن»، اگر در یک روز آفتابی قدم بزنید، خواهید دید که سایه شما صاف و تیز است؛ درحالی‌که اگر نور خورشید متشکل از امواج باشد لبه سایه شما مات و محو و مبهم خواهد بود. دیدگاه و مدل «نیوتن» نظریه بسیاری درباره ماهیت نور شد، اما موردقبول همه قرار نگرفت. رقیب «نیوتن»، «رابرت هوک» فیزیک‌دان و یکی از افراد بانفوذ در دنیای علم آن زمان همچنان نظریه موجی‌بودن نور را جالب‌توجه می‌دید. رویکرد موج‌بودن نور اندک‌اندک طرفدارانی پیدا کرد تا جایی که به سال ۱۸۰۱ مقارن با سلطنت «فتحعلی شاه» قاجار و مدت‌ها پس از مرگ «نیوتن»، این‌گونه به نظر می‌رسید که آزمایش دو شکافی نور خلاف رأی و دیدگاه او برای همیشه نظریه ذره‌ای‌بودن نور را رد کرده است. باوجود موفقیت نظریه ذره‌ای «نیوتن» در ابتدای کار، نظریه رقیب آن یعنی موجی بودن نور طرفدارانش را از دست نداد و در ابتدای قرن نوزدهم، فیزیک‌دان بریتانیایی، «توماس یانگ»، دیدگاه «نیوتن» را با آزمایشی معروف و مشهور رد کرد؛ آزمایشی که امروز هم در دبیرستان‌ها و دانشگاه‌ها آن را تکرار می‌کنند. آزمایش یانگ عبارت است از تابانش باریکه‌ای از نور به صفحه‌ای که دو شکاف باریک با فاصلهٔ اندک روی آن تعبیه شده است و در سوی دیگر پرده‌ای قرار دارد. وقتی نور از شکاف‌ها عبور می‌کند دو الگوی پراکندگی ایجاد می‌شود که با یکدیگر تداخل می‌کنند. جایی که در آن کمینه یک موج با بیشینه موج دیگر برخورد می‌کند، تداخل ویرانگر رخ می‌دهد و درنهایت روی پرده نوری تاریک ظاهر می‌شود. وقتی هم که دو موج تابع‌ها‌ی‌ماهر تداخل می‌دهند، روی پرده طرحی از نوارهای روشن می‌افتد. آزمایشی که فقط امواج می‌توانند چنین طرحی ایجاد کنند. «هویگنس» نتیجه گرفت نور موج است.

اما این پایان داستان نبود. از یک‌سو آزمایش «مایکلسون–مورلی» نشان داد که ماده‌ای آنزماننده در عالم وجود ندارد و از سوی دیگر فیزیک‌دان نامور اسکاتلندی، «مکسول» هم امواج الکترومغناطیسی را با فیزیک و ریاضیات حسابگان فرمول‌بندی کرده بود. نتیجه آنکه حالا دیگر فیزیک‌دانان می‌توانستند نور یک موج الکترومغناطیسی است. دانشمندان و در صدر آنها «ماکس پلانک» آلمانی بر حق تابش جسم سیاه بودند. اما باسخ در دستان نظریه کوانتومی بود. حل این معما ممکن نشد تا اینکه نظریه کوانتومی زاده شد. قرد بعدی که وارد داستان موج–ذره بودن نور شد، کسی نبود جز «آلبرت اینشتین». او با ارائه نظریه فوتوالکتریک بر دیگر نظریه ذره‌ای‌بودن نور را پیش کشید. پدیده فوتوالکتریک که حالا هم پشتوانه آزمایشگاهی داشت و هم پیشینه نظری قوی‌ای در دل فیزیک کوانتومی، یک فرض اساسی داشت: نور از ذرات کوانتیده‌ای تشکیل شده است که فوتون نام دارند. داستان موج–ذره ادامه دارد و دانشمندان پدیده‌اند‌ا‌ین نور گاهی رفتار موجی دارد و گاهی رفتار ذره‌ای. حتی در ادبیات علمی برای این پدیده نام نشان دهند هر دو حال وجود دارد. از ترکیب دو واژه موج و ذره particle و wave واژه ترکیبی wavicle را ساخته‌اند.

محمدرضا توکلی‌صابری*

نگاهی نو به دانشی کهن

درباره اهمیت و لزوم روزآمدکردن پزشکی سنتی در پرتو دانش جدید در مراکز پژوهشی و دانشگاهی

طب سنتی به مجموعه‌ای از داروها و روش‌های درمانی گفته می‌شود که در طی هزاران سال تجربه بشری شاخص شده است. این تجربیات بیشتر انفرادی و سازمان‌یافته بوده‌اند. طب سنتی فرهنگ‌های مختلف برای بیماری‌های گوناگون روش‌های درمانی متفاوتی دارد. تعاریف بیماری‌ها و نشانه‌شناسی آنها و داروهرمانی در این فرهنگ‌ها نیز متفاوت است. این داروها معمولا منشأ گیاهی، حیوانی و یا معدنی داشته‌اند و معمولا از همان محیط به دست می‌آمده‌اند. این روش‌ها و داروهای طب سنتی معمولا سینه‌به‌سینه از طریق نوشتن کتاب‌ها و یا آموزش به نسل بعدی انتقال می‌یافته است و پزشکان کار دارورهان را همزمان انجام می‌دادند. شیوه درمانی و نظر پزشکان معروف گذشته حکم قطعی و معتبر و مستند داشته است. بدون آنکه این شیوه‌ها و روش‌های درمانی ارزیابی شود. در گذشته به علت محدودیت دانش بشری دامنه طب سنتی بسیار محدود و شناخت طبیبان سنتی از ساختمان بدن و داروها شناختی ابتدایی بود. برای مثال، کسانی را که به مناطق بد آب‌وهوا می‌رفتند و دچار تب مالاریا می‌شدند، آن را به علت بدی هوا می‌دانستند. پزشکی نیز با شناخت چرخه این بیماری نشان داد که پشه آنوفل که ناقل انگل مالاریاست با کزیدن انسان بیماری را به وی منتقل می‌کند. اصول نظری آنها هم واقعی نبود. مفهوم امزاج اربعه یا طبایع گرم و سرد و خشک و تر و نیز چهار مزاج مرکب یعنی مزاج صفراوی، دموی، سوداوی و بلغمی مفاهیمی قدیمی و غیرعلمی هستند و دیگر در پزشکی امروزی کاربردی ندارند. چون با شیوه دانشورزانه نمی‌توان آن را اندازه‌گیری کرد و نشان داد که وجود دارند. از زمان بقراط، پدر طب حدود دو هزار و پانصد سال و از زمان رازی، پدر طب سنتی ایران حدود هزار و صد سال می‌گذرد. طب سنتی ایران نوعی پزشکی است که بر پایه آموزش‌های تاریخی پزشکان قرار دارد و بسیاری از نظریات و روش‌هایش از طب سنتی هند و یونان اقتباس شده است. این طب مبانی عقلانی و تجربی دارد و در اثر تجربه و آزمایش انسانی با خزومه در طول تاریخ به دست آمده است. پزشکانی مانند زکریای رازی و ابن‌سینا و دیگر پزشکان ایرانی در کتاب‌های خود به بقراط و جالینوس و دیگر پزشکان یونانی به‌وفور اشاره کرده‌اند. در این مدت طب سنتی کارکشای بیماران بوده است. چون بیماران چیز دیگری در دسترس نداشتند؛ اما امروزه چطور؟ طب سنتی هیچ دارویی برای درمان صدها بیماری کشف‌شده در پنجاه سال گذشته را ندارد، حتی دارویی که بتوان یک بخیه ساده زد و یا یک بیهوشی ساده ایجاد کرد و یا یک جراحی کوچک انجام داد. در طب سنتی نظریه عفونت ناشی از میکروب‌ها، سلول‌ها، گردش خون در بدن و بر از تلمبه زدن قلب و مرکز تفکر بودن مغز وجود ندارد. در این سده‌ها، پزشکان و داروسازان در سراسر جهان با پژوهش‌های خود پزشکی را پیش برده‌اند. کشف گردش خون، مکانیسم واوالت، کشف آنتی‌بیوتیک‌ها، کشف سلول‌ها، کشف میکروب‌ها و کشف ساختمان ژن‌ها و بسیاری اکتشافات دیگر قدرت بشر را به حدی رسانده که اکنون می‌توان قلب و یا کلیه را پیوند زد. شکم انسان را شکافت و بخشی از اندام‌ها یا همه آنها را برداشت و با اندامی دیگر جایگزین کرد. چنین کارهایی برای پزشکان گذشته حتی تا حد سال پیش ناممکن بود. این کارها با طب سنتی هم امکان ندارد و طبیبان سنتی به‌هیچ‌وجه نمی‌توانند چنین کارهای درمانی مهمی را انجام دهند. طب جدید با استفاده از روش علمی به دستاوردهای بسیار مهمی پس از جنگ جهانی دوم دست یافته است. روش‌ها و ابزارهای نوین مختلف به طب نوین کمک کرده است تا بسیاری از ادعاهای طب سنتی را مستند کرده و آنها را از حد ادعا به حیطه طب نوین وارد کند. این روش‌ها و ابزارها کارآمدی، کارایی و اثربخشی طب نوین را روشن می‌سازد. به‌طوری‌که دستاوردهای پزشکی پنجاه سال گذشته بیشتر و بهتر از دستاوردهای پزشکی دوهزار –۵۰۰ سال پیش از آن بوده است. عوامل زیادی در توجه عام به طب سنتی دخالت داشته‌اند. یکی آسان بودن مصرف و دسترسی داشتن به آن و استفاده راحت از آنها است. زیرا عطار یا طبیب سنتی هم طبابت می‌کند و هم داروش را می‌فروشد. رجوع بیمار به این عطاری‌ها و طبیبان سنتی آسان است. دفترچه بیمه و تعیین وقت قبلی و آزمایش‌های مختلف در آزمایشگاه‌ها و بیمارستان‌ها را ندارد و طبیب با یک کرد و یا گیاهان خشک‌شده وعده شفای همه بیماری‌ها را می‌دهد و توقع بیمار را برآورده می‌کند. داروهای طب سنتی، عموما خیلی ساده و معمولا خوراکی و گه‌گاه مالیدنی هستند و در موارد خیلی کمتری به شکل شیاف و تنقیه مصرف می‌شوند. ما اصلا داروی سنتی به شکل استنشاقی یا اسپری و یا آنوسل یا تزریقی نداریم. اگر داروهای شیمیایی عوارض دارند. تاثیر درمانی هم دارند و اثربخشی و کارایی آنها در مراحل بی‌شمار از سوی مراکز تحقیقاتی کشورهای مختلف از آمریکا تا ژاپن و فرانسه و انگلستان و آلمان و ده‌ها کشور دیگر طی آزمایش‌های متعدد و مراحل مختلف به ثبوت رسیده است. در مورد داروهای طب سنتی چنین پژوهش‌هایی انجام نشده یا نمی‌توانند انجام شود. تبلیغات بعضی سازمان‌های بهداشتی ایران و بعضی وارد‌کنندگان و فروشندگان داروهای طب سنتی، نسبت دادن این‌گونه طب به دو جهره آشنا یعنی ابوعلی سینا و زکریای رازی و اینکه بعضی افراد فکر می‌کنند هرچه قدیمی‌تر باشد، بهتر است، در ترویج طب سنتی مؤثر بوده‌اند. بعضی‌ها می‌گویند که داروهای سنتی در مقایسه با داروهای شیمیایی عوارض ندارند. چون طبیعی هستند. باید به این نکته توجه داشت که فقط داروهای شیمیایی عوارض جانبی ندارند، به کلی داروهای سنتی هم عوارض خطرناکی دارند. موادی مانند کوکرد، جیوه و سم عقرب که در طب سنتی به کار می‌رفته است، سمی و دارای عوارض شدید هستند، اما اکنون دیگر در طب سنتی هم مصرف نمی‌شود. داروهای گیاهی که شیمیایی دارویی دارند، هر گیاه خود یک کارخانه شیمیایی است و حاوی مواد شیمیایی گوناگونی است که بعضی از آنها برای انسان سمی است. گیاهی مانند علف چای یا هطوریقون که به‌طور وسیعی برای درمان افسردگی‌ها مصرف می‌شود، عوارض خطرناکی دارد. مانند تداخل اثر دارویی با داروهای دیگر و کاهش یا افزایش اثر آنها و آسیب‌های کبدی. گیاهی مانند زراوند موجب آسیب‌های شدید کلیوی و سرطان می‌شود. عصاره گیاه ریش نیز با افدرا دارویی ضد احتقان یبوده‌افدرین را از آن تهیه می‌کنند. تاکنون موجب مرگ چندین نفر شده است. اگر داروها و گیاهان طب سنتی چنین پژوهش‌هایی انجام نشده باشد، باید به این نکته توجه داشت که بسیاری از آنها برای درمان صدها بیماری کشف‌شده در پنجاه سال گذشته را ندارد، حتی دارویی که بتواند یک بخیه ساده زد و یا یک بیهوشی ساده ایجاد کرد و یا یک جراحی کوچک انجام داد. در طب سنتی نظریه عفونت ناشی از میکروب‌ها، سلول‌ها، گردش خون در بدن و بر از تلمبه زدن قلب و مرکز تفکر بودن مغز وجود ندارد. در این سده‌ها، پزشکان و داروسازان در سراسر جهان با پژوهش‌های خود پزشکی را پیش برده‌اند. کشف گردش خون، مکانیسم واوالت، کشف آنتی‌بیوتیک‌ها، کشف سلول‌ها، کشف میکروب‌ها و کشف ساختمان ژن‌ها و بسیاری اکتشافات دیگر قدرت بشر را به حدی رسانده که اکنون می‌توان قلب و یا کلیه را پیوند زد. شکم انسان را شکافت و بخشی از اندام‌ها یا همه آنها را برداشت و با اندامی دیگر جایگزین کرد. چنین کارهایی برای پزشکان گذشته حتی تا حد سال پیش ناممکن بود. این کارها با طب سنتی هم امکان ندارد و طبیبان سنتی به‌هیچ‌وجه نمی‌توانند چنین کارهای درمانی مهمی را انجام دهند. طب نوین با استفاده از روش علمی به دستاوردهای بسیار مهمی پس از جنگ جهانی دوم دست یافته است. روش‌ها و ابزارهای نوین مختلف به طب نوین کمک کرده است تا بسیاری از ادعاهای طب سنتی را مستند کرده و آنها را از حد ادعا به حیطه طب نوین وارد کند. این روش‌ها و ابزارها کارآمدی، کارایی و اثربخشی طب نوین را روشن می‌سازد. به‌طوری‌که دستاوردهای پزشکی پنجاه سال گذشته بیشتر و بهتر از دستاوردهای پزشکی دوهزار –۵۰۰ سال پیش از آن بوده است. عوامل زیادی در توجه عام به طب سنتی دخالت داشته‌اند. یکی آسان بودن مصرف و دسترسی داشتن به آن و استفاده راحت از آنها است. زیرا عطار یا طبیب سنتی هم طبابت می‌کند و هم داروش را می‌فروشد. رجوع بیمار به این عطاری‌ها و طبیبان سنتی آسان است. دفترچه بیمه و تعیین وقت قبلی و آزمایش‌های مختلف در آزمایشگاه‌ها و بیمارستان‌ها را ندارد و طبیب با یک کرد و یا گیاهان خشک‌شده وعده شفای همه بیماری‌ها را می‌دهد و توقع بیمار را برآورده می‌کند. داروهای طب سنتی، عموما خیلی ساده و معمولا خوراکی و گه‌گاه مالیدنی هستند و در موارد خیلی کمتری به شکل شیاف و تنقیه مصرف می‌شوند. ما اصلا داروی سنتی به شکل استنشاقی یا اسپری و یا آنوسل یا تزریقی نداریم. اگر داروهای شیمیایی عوارض دارند. تاثیر درمانی هم دارند و اثربخشی و کارایی آنها در مراحل بی‌شمار از سوی مراکز تحقیقاتی کشورهای مختلف از آمریکا تا ژاپن و فرانسه و انگلستان و آلمان و ده‌ها کشور دیگر طی آزمایش‌های متعدد و مراحل مختلف به ثبوت رسیده است. در مورد داروهای طب سنتی چنین پژوهش‌هایی انجام نشده یا نمی‌توانند انجام شود. تبلیغات بعضی سازمان‌های بهداشتی ایران و بعضی وارد‌کنندگان و فروشندگان داروهای طب سنتی، نسبت دادن این‌گونه طب به دو جهره آشنا یعنی ابوعلی سینا و زکریای رازی و اینکه بعضی افراد فکر می‌کنند هرچه قدیمی‌تر باشد، بهتر است، در ترویج طب سنتی مؤثر بوده‌اند. بعضی‌ها می‌گویند که داروهای سنتی در مقایسه با داروهای شیمیایی عوارض ندارند. چون طبیعی هستند. باید به این نکته توجه داشت که فقط داروهای شیمیایی عوارض جانبی ندارند، به کلی داروهای سنتی هم عوارض خطرناکی دارند. موادی مانند کوکرد، جیوه و سم عقرب که در طب سنتی به کار می‌رفته است، سمی و دارای عوارض شدید هستند، اما اکنون دیگر در طب سنتی هم مصرف نمی‌شود. داروهای گیاهی که شیمیایی دارویی دارند، در پژوهش‌های دقیق‌تری نسبت به بقیه مدل‌ها دارد. به‌عنوان‌مثال فیزیک‌دان‌ها می‌توانند درباره ابعاد ۱۰ به توان منهای ۱۰ متر (داخل اتم مدل بدهد) و یا با ساعت کوانتمی به اسم منطق در هر ۳۰۶۸ میلیارد سال یک ثانیه اشتباه دارد، کار کند. البته این بابی معنی نسبت به کمتر مدل‌ها می‌باشد. مدل‌های هواشناسی دارای دقت کمتری هستند. حال به شکل برگردیم. توجه داشته باشیم که شکل یک مدل‌ها به‌مفهومی را دقیقا مشخص نمی‌کند و قطع بیان می‌کند که مدل‌های متفاوتی با دقت‌های متفاوتی در شاخه‌های علمی وجود دارند. باوجوداین، فرض کنید که در شکل یک در مجل تقاطع دریف فیزیک با دریف C سنتون مدل کیهان‌شناسی را نشان بدهد و همچنین فرض کنید که محل تقاطع دریف‌ها با دریف B با دقت ۸۰ درصد مدل مکانیک کوانتمی را نشان بدهد. شکل یک به ما می‌گوید که با توجه به ارتفاع ستون، مدل کیهان‌شناسی دارای دقت کمتری از مکانیک کوانتمی دارد. به عنوان مثالی دیگر، مدل بیولوژی در ردیف A دقت‌ترین مدل در ردیف D است. یعنی در ردیف A، هر کدام خود یک کارخانه شیمیایی است و حاوی مواد شیمیایی گوناگونی است که بعضی از آنها برای انسان سمی است. کیاهی مانند علف چای یا هطوریقون که به‌طور وسیعی برای درمان افسردگی‌ها مصرف می‌شود، عوارض خطرناکی دارند. مانند تداخل اثر دارویی با داروهای دیگر و کاهش یا افزایش اثر آنها و آسیب‌های کبدی. گیاهی مانند زراوند موجب آسیب‌های شدید کلیوی و سرطان می‌شود. عصاره گیاه ریش نیز با افدرا دارویی ضد احتقان یبوده‌افدرین را از آن تهیه می‌کنند. تاکنون موجب مرگ چندین نفر شده است. اگر داروها و گیاهان طب سنتی چنین پژوهش‌هایی انجام نشده باشد،