فلسفه‌ی زمان

جورج ماسِر

برگردان: سپهر یحیوی

پیش‌گفتار مترجم

در ماه سپتامبر سال ۲۰۰۲ میلادی (شهریورماه ۱۳۸۱ هجری خورشیدی)، مجله‌ی «علمی آمریکا» (Scientific American)، از قدیمی‌ترین و معتبرترین مجله‌های علمی آمریکا و جهان، شماره‌ی ویژه‌ای به «زمان» اختصاص داد. این مجله به‌طور معمول در هر سال، یکی دو شماره‌ی ویژه منتشر می‌کند و آن‌ها را به‌موضوعات علمی مختلف اختصاص می‌دهد. این شماره‌ی ویژه که «مساله‌ی زمان» یا «موضوع زمان» نام داشت، دربردارنده‌ی ده مقاله درباره‌ی زمان از دیدگاه علوم و فنون مختلف بود. موضوع این مقاله‌ها، شامل «معرفی»، «فیزیک»، «فلسفه»، «سفر زمانی»، «حقایقی درباره‌ی زمان»، «زیست‌شناسی»، «عصب‌شناسی»، «انسان‌شناسی»، «فن‌آوری» و «قطعات زمانی در آینده» بود. تا جایی که من می‌دانم، از میان این مقاله‌های پربار و باارزش تنها اولین مقاله که موضوعش «معرفی زمان» است به‌فارسی برگردانده شده و در روزنامه‌ی «همشهری» به‌چاپ رسیده است. این در حالی است که انتظار می‌رود با وجود متخصصان زبده و مترجمان خوب در ایران، تمامی این مقاله‌ها به‌فارسی برگردانده شود. من در همین جا از استادان گرامی و مترجمان اهل فن دعوت می‌کنم که هرکدام از این مقاله‌ها را در زمینه‌ی مورد مطالعه‌ی خود، ترجمه نمایند. برای نمونه از دکتر «محمود بهزاد»، پدر زیست‌شناسی ایران و مترجم برجسته‌ی زیست‌شناسی تقاضا می‌کنم، دو مقاله از این شماره را که موضوع آن‌ها زیست‌شناسی و عصب‌شناسی می‌باشد، به‌فارسی برگردانند. این حقیر در راستای این کار

دست به‌برگردان مقاله‌ی «حفره‌ای در قلب فیزیک»[1] که درباره‌ی «فلسفه‌ی زمان» است، زدم و عنوان آن را «فلسفه‌ی زمان» گذاشتم. نویسنده‌ی این مقاله «جورج ماسیر»، یکی از ویراستاران و نویسندگان مجله‌ی «ساینتیفیک امریکن» است. امیدوارم مقاله‌های «آن جریان مرموز» (درباره‌ی زمان در فیزیک) و نیز «چگونه می‌توان یک ماشین زمان ساخت» (درباره‌ی سفر در زمان) را در آینده تقدیم دوستداران فیزیک و به‌طور کلی علاقه‌مندان موضوع زمان نمایم. در ترجمه‌ی این مقاله از «فرهنگ اصطلاحات فلسفه» (انگلیسی - فارسی، گردآوری و تالیف «پرویز بابایی»، موسسه‌ی انتشارات «نگاه»، چاپ اول، ۱۳۷۴) استفاده‌ی بسیار نمودم. به‌گونه‌ای که بدون در اختیار داشتن این واژه‌نامه‌ی ارزشمند، ترجمه‌ی این مقاله غیرممکن می‌نمود. با این حال به‌عنوان یک مترجم نوجوان و تازه‌کار از خوانندگان فرهیخته‌ی نشریه‌ی وزین «دانش و مردم» به‌سبب ابهام‌ها و نارسایی‌های احتمالی در برگردان این مقاله پوزش می‌خواهم و مسوولیت تمامی کمبودها را فروتنانه برگردن می‌گیرم. جا دارد در همین جا از عموی بزرگوارم، مهندس مهدی یحیوی، به‌سبب خواندن این مقاله و ویرایش آن سپاسگزاری کنم و این ترجمه‌ی ناقابل را به‌ایشان تقدیم بدارم.

به‌نظر می‌رسد که فیزیک‌دانان قادر به‌پیدا کردن دقیق مفهوم زمان نیستند. آیا از فیلسوفان کاری ساخته است؟

برای بیش‌تر مردم، معمای بزرگ در مورد زمان این است که‌گویی هیچ‌گاه زمان کافی در اختیار ندارند. البته باید گفت که فیزیک‌دانان بیش‌تر از هرکس با این مشکل روبه‌رو هستند.بیش‌تر قانون‌های فیزیک دارای متغیر زمان هستند؛ بااین وجود فیزیک قادر به‌یافتن جنبه‌های کلیدی زمان، همانند جدایی گذشته و آینده نمی‌باشد. در حالی که پژوهش‌گران برای به‌ضابطه درآوردن قانون‌های بنیادین بیش‌تری تلاش می‌کنند، «زمان» به‌تدریج ناپدید می‌گردد. به‌ناچار بسیاری از فیزیک‌دانان از سرچشمه‌ی بیگانه‌ای، یعنی فیلسوفان، یاری می‌جویند.

فیلسوفان؟! برای بیش‌تر فیزیک‌دانان چنین کاری غریب است. نزدیک‌ترین راه ارتباطی بعضی‌ها با فلسفه، گفت‌وگویی دیروقت به‌هنگام نوشیدن نوشیدنی نشاط‌آور است. حتا آن‌هایی که فلسفه را به‌طور جدی مطالعه کرده‌اند، در مجموع به‌کارآمد بودن آن مطمئن نیستند؛ چه، پس

1. A Hole at the Heart of Physics

از خواندن یک دوجین صفحه از نوشته‌های «کانت»[1]، تازه فلسفه به‌نظر «نامفهومی» در پی «تعیین‌ناپذیرها» می‌آید. «ماکس تِگمارک»[2]، فیزیک‌دانی از دانشگاه «پنسیلوانیا»[3] می‌گوید: «راستش را بخواهید، من فکر می‌کنم بیش‌تر همکارانم از صحبت کردن با فیلسوفان هراس دارند؛ درست مثل بچه‌هایی که از رو شدن دستشان به‌هنگام بیرون آمدن از سالن سینمایی که از رفتن به‌آن منع شده‌اند می‌ترسند.»

اما همیشه این‌گونه نبوده است. فیلسوفان در انقلاب‌های علمی گذشته نقشی محوری ایفا نمودند، از جمله کمک به‌پیش‌رفت نظریه‌های «مکانیک کوانتومی»[4] و «نسبیت»[5] در اوایل سده‌ی بیستم میلادی. ولی امروزه انقلاب جدیدی در راه است، به‌طوری که فیزیک‌دانان می‌کوشند آن دو نظریه را برای دست‌یابی به‌یک نظریه‌ی «گرانش کوانتومی»[6] با یک‌دیگر تلفیق کنند؛ نظریه‌ای که باید دو دیدگاه متفاوت از فضا ـ زمان را با هم آشتی دهد. «کارلو رُوِلّی»[7] از دانشگاه «مارسی»[8] در فرانسه و یکی از پیشوایان این نظریه می‌گوید: «کمک‌های فیلسوفان برای دست‌یابی به‌درک جدیدی از فضا ـ زمان در نظریه‌ی گرانش کوانتومی بسیار با اهمیت خواهد بود».

دو نمونه‌ی زیر آشکار می‌سازد که فیزیک‌دانان و فیلسوفان چگونه تاکنون از منابع یک‌سانی استفاده کرده‌اند. نخستین نمونه مربوط به«مساله‌ی زمان منجمد»[9] یا به‌طور خلاصه «مساله‌ی زمان»[10] است. این مساله زمانی پدیدار می‌شود که نظریه‌پردازان می‌کوشند «نظریه نسبیت عام اینشتین»[11] را با استفاده از روشی به‌اسم «کوانتیده کردن کانونی»[12] به‌یک نظریه‌ی کوانتومی تبدیل نمایند. این روش هنگامی که برای نظریه‌ی «الکترومغناطیس»[13] به‌کار گرفته شد بسیار خوب جواب داد، اما در مورد نسبیت معادله‌ای فاقد متغیر زمان به‌دست آمد: معادله‌ی «ویلرِ ـ دِویت»[14]. به‌تعبیر ظاهری، این معادله نشان می‌دهد که جهان باید «منجمد در زمان»، یعنی تغییرناپذیر باشد.

«بیش از این زمان را از دست ندهید»

سرچشمه‌ی این نتیجه‌ی ناخوشایند شاید خدشه‌ای در روش کوانتیده کردن کانونی باشد، اما برخی فیزیک‌دانان و فیلسوفان استدلال می‌کنند که این مساله ریشه‌های عمیق‌تری دارد و

---

1. Kant
2. Max Tegmark
3. Pennsylvania
4. quantum mechanics
5. relativity
6. quantum gravity
7. Carlo Rovelli
8. Aix-Marseille
9. Problem of frozen time
10. problem of time
11. theory of relativity Einstein's general
12. canonical quantization
13. electromagnetism
14. Wheele-Dewitt

به‌یکی از اصول بنیادین نسبیت، یعنی «هم‌گردی عمومی»[1] منتهی می‌شود. این اصل بیانگر آن است که قوانین فیزیک برای همه‌ی مشاهده‌گران یکسان می‌باشد. فیزیک‌دانان به‌این اصل به‌صورت هندسی نگاه می‌کنند. دو مشاهده‌گر بسته به‌این که از دیدشان چه کسی در حال حرکت است و چه نیروهایی عمل می‌کنند، درک متفاوتی از شکل «مکان ـ زمان» دارند. به‌طوری که هر شکل در نظر یکی، برگردان خمیده‌شده‌ای از همان شکل در نظر دیگری است؛ همان‌طور که یک فنجان قهوه، یک «دونات»[2] تغییرشکل یافته است. هم‌گردی عمومی می‌گوید که این تفاوت معنای خاصی ندارد. بنابراین، هر دو شکلی از این قبیل از نظر فیزیکی هم‌ارزند.

در اواخر دهه‌ی ۱۹۸۰ میلادی، دو فیلسوف از دانشگاه پیتسبورگ[3] به‌نام‌های «جان ایرمان»[4] و «جان دی. نورتون»[5] استدلال کردند که هم‌گردی عمومی، برای یک پرسش قدیمی «فوق طبیعی»[6] دلالت‌های تکان‌دهنده‌ای دربر دارد: آیا فضا و زمان به‌طور مستقل از ستارگان، کهکشان‌ها و دیگر محتویات آن‌ها وجود دارند (موضعی معروف به«جوهرگرایی»[7]) یا آن‌ها تدبیری ساختگی برای توصیف چگونگی رابطه‌ی اشیای مادی‌اند («مکتب اصالت روابط یا «رابطه‌گرایی»[8])؟ به‌طوری که نورتون نوشته است: «آیا فضا و زمان مانند بومی هستند که یک نقاش بر روی آن نقاشی می‌کند؛ یعنی چه نقاش بر رویش نقاشی بکشد یا نکشد وجود دارند؟ یا آن‌که مشابه رابطه‌ی پدر و فرزندی هستند؛ یعنی تا وقتی که پدر و پسری وجود نداشته باشد، چنین رابطه‌ای وجود ندارد».

نورتون و ایرمان یک آزمایش خیالی اینشتین را که برای مدت زیادی به‌آن بی‌توجهی شده بود موردبازنگری قرار دادند. یک برش خالی از «مکان ـ زمان» را در نظر بگیرید. پراکندگی ماده در بیرون این حفره هندسه‌ی «فضا ـ زمان» را مطابق با معادله‌های نسبیت معین می‌کند اما درون حفره هم‌گردی عمومی به‌مکان و زمان اجازه می‌دهد که شکل‌های مختلف به‌خود بگیرند. از یک دیدگاه، مکان و زمان مانند یک چادر پارچه‌ای رفتار می‌کنند. تیرک‌های چادر که نمایانگر ماده‌اند، به‌پارچه نیرو وارد می‌کنند تا شکل معین بگیرد. اما اگر شما یک تیرک را بردارید ـ که هم‌ارز این است که حفره‌ای ایجاد کرده باشید ـ قسمتی از چادر می‌تواند خم شود، یا به‌عقب کشیده شود، و یا به‌طور غیرقابل پیش‌بینانه‌ای در باد موج‌دار شود.

با کنارگذاشتن تفاوت‌های جزیی، این آزمایش خیالی معمایی را مطرح می‌کند. اگر «پیرستار

---

1. general covariance

۲. doughnut (نوعی شیرینی حلقوی شکل) توضیح: این مسأله مربوط به‌توپولوژی (topology) است. ـ م.

3. pittsburgh
4. John Earman
5. John D. Norton
6. metaphysical
7. substuntivalism
8. relationism

مکان ـ زمان»[1] چیزی است برای خود (همان چیزی که جوهرگرایی بیان می‌کند)، پس نسبیت عام نمی‌تواند «علیت‌گرایانه»[2] باشد؛ یعنی توصیف آن از جهان باید دربر دارنده‌ی یک عنصر «تصادفی بودگی»[3] باشد. از طرفی برای این که علیت‌گرایانه باشد، «مکان ـ زمان» باید یک توهم محض باشد (همان چیزی که رابطه‌گرایی بیان می‌کند). در نگاه اول، این امر یک پیروزی برای رابطه‌گرایی به‌نظر می‌رسد. این که نظریه‌های دیگری، مانند الکترومغناطیس، بر پایه‌ی تقارن‌هایی هستند که مشابه رابطه‌گرایی است، نیز به‌این فرض کمک می‌کند.

اما رابطه‌گرایی هم عیب‌های خودش را دارد. به‌طوری که سرچشمه‌ی اصلی مساله‌ی «زمان منجمد» است: مکان شاید در طی زمان شکل بگیرد، اما اگر بسیاری از شکل‌هایش هم‌ارز باشند، در حقیقت هیچ‌گاه تغییر نمی‌کند. علاوه براین، رابطه‌گرایی با اساس «جوهر گرایی»[4] مکانیک کوانتومی برخورد دارد. اگر مکان و زمان هیچ مفهوم پایداری نداشته باشند، پس چگونه می‌توان مشاهده‌هایی را در مکان‌ها و لحظه‌های بخصوصی انجام داد، یعنی همان چیزی که مکانیک کوانتومی به‌آن نیاز دارد؟

راه حل‌های متفاوت این معما، ما را به‌سوی نظریه‌های بسیار مغایری از گرانش کوانتومی هدایت می‌کند. برخی فیزیک‌دانان، همانند رُوِللی و «جولیان باربر»[5] برداشت رابطه گرایانه‌ای را ترجیح می‌دهند؛ آن‌ها می‌اندیشند که زمان وجود ندارد و به‌دنبال راه‌هایی جهت تبیین دگرگونی به‌عنوان یک توهم هستند دیگران، شامل هواداران نظریه‌ی «ریسمان»[6]، به‌جوهرگرایی تمایل بیش‌تری دارند.

«کِریگ کَلِندِر»[7]، فیزیک‌دانی از دانشگاه «کالیفرنیا در سان‌دیه‌گو»[8] می‌گوید: «این مسئال خوبی‌از ارزشمندی فلسفه برای فیزیک است.» او اضافه می‌کند: «اگر فیزیک‌دانان بیندیشند که مساله‌ی زمان در گرانش کوانتومی کانونی تنها یک مساله‌ی کوانتومی است، به‌فهم خود از این مساله لطمه زده‌اند؛ زیرا که این مساله‌ای بسیار کلی است و از خیلی پیش‌تر با ما بوده است».

«درباره‌ی آنتروپی»

دومین نمونه‌ی یاری فیلسوفان به‌فیزیک‌دانان در رابطه با «جهت حرکت زمان» (پیکان زمان)[9] است؛ یعنی بی‌تقارنی گذشته و آینده. بسیاری از مردم گمان می‌کنند که این «جهت»

---

1. continuum
2. deterministic
3. randomness
4. substantivalist
5. Julian Barbour
6. string
7. Craig Callender
8. California at San Diego
9. arrow of time

به‌وسیله‌ی قانون دوم «گرماپویایی»[1] بیان شده است. این قانون بیان می‌دارد که آنتروپی ـ که به‌طور ناقص به‌صورت مقدار نابسامانی در یک «دستگاه» تعریف می‌شود ـ با گذشت زمان افزایش می‌یابد. اما هیچ‌کس به‌واقع نمی‌تواند قانون دوم را توضیح دهد.

تبیین نخست، که به‌وسیله‌ی فیزیک‌دان اتریشی سده نوزدهم میلادی «لودویگ بولتزمان»[2] پیش رو گذاشته شد، براساس حساب احتمال‌ها[3] است. مفهوم اساسی آن، این است که امکان‌های بیش‌تری برای نابسامان شدن یک دستگاه وجود دارد تا برای بسامان شدن آن. یعنی اگر در حال حاضر دستگاه به‌نسبت بسامان است، به‌احتمالی، لحظه‌ی بعد نابسامان‌تر خواهد بود. هم‌چنین به‌احتمال زیاد، این دستگاه لحظه‌ی قبل نابسامان‌تر بوده است. در هر حال این نتیجه‌گیری در زمان متقارن است. همان‌گونه که بولتزمان بازشناخت، تنها راه برای اطمینان پیدا کردن از این که آنتروپی در آینده افزایش خواهد یافت، این است که مطمئن شویم در گذشته با مقدار کمی شروع شده است. پس قانون دوم آن اندازه که یک اتفاق تاریخی است ـ اتفاقی که شاید با رویدادهای پیش آمده در «انفجار بزرگ»[4] مرتبط باشد، یک حقیقت بنیادین نمی‌باشد.

نظریه‌های دیگر نیز برای جهت حرکت زمان، به‌طور مشابه ناقص‌اند «هیوپرایس»[5]، فیلسوفی از دانشگاه «سیدنی»[6] استدلال می‌کند که به‌تقریب هر تلاشی برای تبیین بی‌تقارنی زمان از «استدلال دوره‌ای»[7] رنج می‌برد، هم‌چون برخی «پیش‌فرض‌های ناآشکار»[8] درباره‌ی بی‌تقارنی زمان، کار او نمونه‌ای است از این که چگونه فیلسوفان می‌توانند، به‌قول «ریچارد هیلی»[9]، فیلسوفی از دانشگاه «آریزونا»[10]، به‌عنوان «وجدان اندیشمند فیزیکدان حرفه‌ای» به‌کار آیند. به‌خصوص به‌دلیل آموختن دقت منطقی، فیلسوفان در یافتن پیش‌فرض‌های ظریف استادند.

هم‌چنان که ما اگر همواره به‌وجدانمان گوش فرا می‌دادیم زندگی برایمان خسته‌کننده می‌شد، فیزیک‌دانان هم اغلب هنگامی که به‌وجدان خود یعنی فیلسوفان بی‌توجهی کرده‌اند کارشان را بهتر انجام داده‌اند. امادر نبرد جاودانه‌ی خود بااین‌گونه «جهش‌های استدلالی»[11]، گاهی اوقات تنها وسیله‌ای که برای ادامه دادن در اختیار داریم وجدان یا همان فلسفه است.

---

1. thermodynamics
2. Ludwig Boltzmann
3. probabilistic
4. big bang (بهبانگ)
5. Huw Price
6. Sydney
7. circular reasoning (در اصطلاح فلسفی، «مصادره‌ی به‌مطلوب» نیز گفته می‌شود.)
8. hidden presumptions
9. Richard Healey
10. Arizona
11. leaps of logic