



## ضرورت نگاه فلسفی به علم

پای صحبت دکتر عبدالرسول عمادی،

رئیس مرکز سنجش آموزش و پرورش

گفت و گو از نصرالله دادار

عکاس غلامرضا بهرامی

### اشاره

در شماره پیش با دکتر عبدالرسول عمادی رئیس مرکز سنجش آموزش و پرورش در مورد ارزشیابی صحبت کردیم. رشته تحصیلی آقای دکتر عمادی تاریخ علم است و ایشان در گروه تاریخ علم در پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی تحصیل کرده‌اند و اکنون در آنجا مشغول تدریس‌اند. چون شناخت چندانی از اهمیت تاریخ و فلسفه علم در آموزش و درک مطالب فیزیکی وجود ندارد، در این مورد هم با ایشان صحبت کردیم که آن را در ادامه ملاحظه خواهید کرد:

ه رهبر: خواهشمند است جهت آشنایی خوانندگان درباره رشته تحصیلی خود صحبت کنید.

ه عمادی: من لیسانس دبیری فیزیک از دانشگاه بوعلی همدان دارم، بعد از آن دبیر فیزیک بودم. در سال ۱۳۷۷ در آزمون کارشناسی ارشد دانشگاه شریف پذیرفته شدم، ولی چون مسئولیت اداری داشتم از سال ۱۳۷۹ با تأخیر وارد دانشگاه شدم. در سال ۱۳۸۰ فوق لیسانس فلسفه علم گرفتم و به بوشهر برگشتم. در سال ۱۳۸۴ برای خواندن دکترای تاریخ علم به تهران آمدم. در سال ۱۳۸۶ در این رشته پذیرفته و در سال ۱۳۹۱ فارغ‌التحصیل شدم. پس از آن در گروه تاریخ علم پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات

فرهنگی مشغول تدریس شدم. جزو اولین فارغ‌التحصیلان این رشته بودم. البته دو سه نفری مانند آقای دکتر حسین معصومی همدانی که در پاریس دکترایش را خوانده در این رشته تحصیل کرده‌اند. ایشان از شاگردان پروفیسور رشدی راشد هستند. استاد راهنمای من دکتر غلامحسین رحیمی شهریاف مقدس، رئیس گروه مکانیک دانشگاه تربیت مدرس هستند. پس از پایان تحصیل در همین پژوهشگاه که برای دوره دکتری دانشجویی می‌گرفت در درس متون تاریخ علم به زبان فارسی و عربی با دانشجویها کار کردم. در حال حاضر هم چند دانشجوی دارم که راهنمایی رساله آن‌ها در حوزه طبیعیات و تاریخ فیزیک با من است.

موضوع رساله دکترای من هم مقایسه میان نظریات ابن سینا و ابوالبرکات بغدادی درباره جسم، ماده، حرکت، زمان، مکان و چند کمیت فیزیکی دیگر بود. من این موضوع‌ها را در آثار ابن سینا و کتاب المعبر فی الحکمة ابوالبرکات بغدادی مقایسه کردم. ابوالبرکات یکی از منتقدان جدی ابن سینا در حوزه طبیعیات است و تاکنون خیلی اساسی روی این موضوع کار نشده است.

چون ابوالبرکات بغدادی یهودی بود، خیلی از مسلمانان توجهی به او نکردند. اما در دانشگاه اورشلیم خیلی روی ابوالبرکات کار شده است. موضوعی که درباره زندگی ایشان وجود دارد این است که ابوالبرکات مسلمان شده و کتابی را که نوشته است با بسم‌الله و صلوات بر پیغمبر شروع می‌کند، ولی یهودیان می‌گویند که او یهودی است و بیشتر روی آثار ایشان کار کرده‌اند.

به نظرم اولین کسی که روی ابوالبرکات یک کار جدی‌تر در حوزه طبیعیاتش انجام داد و نقدهای ایشان را بر روی ابوعلی سینا بررسی کرد من بودم. آقای دکتر حمید عبدی که چند سالی است مترجم شده‌اند، یک کاری بر روی مطالب ابوالبرکات انجام دادند که خیلی عمیق نبوده است.

ه خلیلی بروجنی: امکان دارد به‌طور خلاصه تمایز دیدگاه‌های ابن سینا و ابوالبرکات را بیان کنید؟

ه عمادی: ابوالبرکات تمایزها و نقدهای خیلی جزئی به ابن سینا وارد کرده است. مثلاً در بحث حرکت پرتابی در اینکه وقتی جسم را به طرف بالا پرتاب می‌کنیم، آیا در نقطه اوج متوقف می‌شود یا خیر؟ نقطه تمایزشان این است که ابوعلی سینا معتقد است که اگر جسم به صورت قائم پرتاب شود، در نقطه اوج برمی‌گردد. اما ابوالبرکات این را نقد کرده است. این دو در نکته‌های خیلی ریز و جزئی با هم اختلاف دارند.

باید بگویم که  
اگر به فلسفه  
علم و تاریخ  
علم بی توجه  
باشیم تفکری  
بر ذهن ما حاکم  
می شود که گویا  
آنچه در علم به  
دانش آموزان  
یاد می دهیم  
قطعی و  
صدر صد است  
و اصلاً امکان  
تغییر ندارد

جای شما در دانشگاه شریف نیست. چون شما یک سری بحث‌های فلسفی دارید باید به دانشگاه امام صادق بروید. چرا به دانشگاه صنعتی آمده‌اید؟ منتهی این مباحث بیشتر از اینکه وجه فلسفی داشته باشد علمی و برای پرداختن به مباحث حوزه علم است. چون علم یک سری مسائل فلسفی و تاریخی دارد و نباید به این‌ها بی توجه بود.

منتهی اینکه این موضوع‌ها چه نقشی بر فهم فیزیک دارد و دبیر فیزیک برای انتقال دانش فیزیک به دانش‌آموزان چه نیازی به زمینه‌های فلسفی و تاریخی علم دارد، باید بگویم که اگر به فلسفه علم و تاریخ علم بی توجه باشیم تفکری بر ذهن ما حاکم می‌شود که گویا آنچه در علم به دانش‌آموزان یاد می‌دهیم قطعی و صد در صد است و اصلاً امکان تغییر ندارد. در حالی که علم تجربی، دانش متواضعی است. دانش تجربی می‌گوید: در حال حاضر یافته‌هایم این است. اگر شما شواهدی در رد این‌ها دارید، ارائه کنید و من آن‌ها را تغییر می‌دهم.

ولی اگر من به‌عنوان معلم فکر کنم مطلبی که خواندم و به دانش‌آموزان منتقل می‌کنم به منزله وحی منزل است و دیگر تغییر نمی‌کند، راه کنجکاوی، پژوهش و پرسش را بر دانش‌آموزانم می‌بندم.

یادم هست وقتی دانشجوی فیزیک بودم، استادی داشتیم که وقتی بعد از توضیح‌های او می‌گفتم درسته. می‌گفت: «نگو درسته. بگو من فهمیدم. این مطلب خودش درست است». یعنی به قدری روی بحث خود متعصب بود که به من می‌گفت شما نگو درسته. درست بودن مطلب مربوط به شما نیست. بلکه مطلب از اساس درست بوده است.

باید بدانیم که گزاره‌های علمی چگونه شکل می‌گیرند و اثبات می‌شوند یا اینکه اصلاً اثبات می‌شوند یا خیر؟ آیا گزاره‌های علمی قابل ابطال هستند، آیا گزاره‌های علمی توسط شواهد تجربی تأیید یا اثبات می‌شوند؟ گاهی ما اثبات ریاضی داریم. مثل استقرای ریاضی، روش پیدا کردن یقین ریاضیاتی که مثلاً یک گزاره صحیح است. ولی آیا می‌توان درباره گزاره‌های دانش فیزیک هم مانند ریاضیات یقین پیدا کرد؟ برای اینکه نسبت به یک گزاره فیزیکی یقین پیدا کنیم، باید به شواهد مؤید در جهان بیرون یا مشاهده‌های خود مراجعه کنیم: آیا مشاهده‌های ما امکان اثبات گزاره‌های فیزیکی را دارند؟ یک گزاره کلی که در دانش فیزیک دارید، آیا این گزاره کلی را شواهد جزئی اثبات می‌کنند یا این شواهد جزئی فقط مؤید گزاره فیزیکی شما هستند؟ مثلاً فرض کنید آب در شرایط متعارف در ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به جوش می‌آید، شما از

رهبر: خیلی خوب است که روی این موضوع‌ها کار شود و اطلاعات کلی در اختیار عموم قرار بگیرد. چون که ما همیشه فقط صحبت می‌کنیم و می‌گوییم در علم حرف اول را می‌زنیم و کلی‌گویی می‌کنیم و هیچ‌کس واقعاً وارد این موضوع‌ها نمی‌شود که وقتی در زمان گذشته نقش مهمی در علم داشتیم، نقش ما چه بوده و چگونه بوده است؟

عمادی: اینان به صورت جزئی وارد موضوع شدند. مثلاً ابن‌سینا در آثارش مثل شفا، نجات، اشارات، دانشنامه علایی و ... بحث‌های فیزیکی خیلی دقیقی دارد. در ارتباط با همه موضوع‌های فیزیک این‌گونه است. مثلاً اگر دانشنامه علایی را، که برای علاءالدوله کافویه حاکم اصفهان نوشته بود و به همین دلیل نام آن را دانشنامه علایی گذاشت، بخوانید می‌بینید بحث‌های مفصلی درباره حرکت، نور، صوت و ... دارد. حاکم اصفهان گفته بود تمام کتاب‌های شما عربی است و ما متوجه نمی‌شویم که شما چه می‌گویید. حداقل یک کتاب به زبان فارسی بنویسید. ابن‌سینا دانشنامه علایی را نگارش کرد.

من در حال حاضر با دانشجویان تاریخ علم روی همین موضوع طبیعیات ابن‌سینا کار می‌کنم و مباحث خیلی مهم و مفیدی است و اگر بخواهید می‌توانم برخی از این موضوع‌ها را برای مجله ارسال کنم و درباره هر موضوعی یک مقاله کوتاه بنویسم.

معمودی: مثل اینکه کتاب دانشنامه علایی تنها کتاب فارسی ابن‌سیناست!

عمادی: کتاب رگ‌شناسی ابن‌سینا نیز به زبان فارسی است. تعدادی مقاله کوتاه هم هست که صحبت‌ها و سخنرانی‌های ابن‌سینا به زبان فارسی است.

احمدی: ما همیشه تردید داریم که تاریخ علم و فلسفه علم چقدر می‌تواند بر روی آموزش و درک مطالب فیزیک تأثیرگذار باشد؟ گاهی وقت‌ها در متن نویسی یا محتوانویسی که به این موارد می‌رسیم، می‌گوییم این موارد فلسفه است و باید کنار گذاشته شود. مثلاً تاریخ علم امروز کتاب‌ها را نگاه می‌کنیم، می‌بینیم نگاه تاریخ علم که در چند دهه قبل خیلی جدی ورود مباحث را نوشته بود کنار گذاشته شده است. چون شما هم دبیر بودید و الان در این قسمت پژوهشگر هستید، اگر بخواهید نقش تاریخ علم را در آموزش فیزیک بیان کنید چه می‌گویید؟

عمادی: زمانی که دانشجوی ارشد فلسفه علم بودم، بحثی با دانشجویان فیزیک داشتیم و آنان می‌گفتند: اصلاً

**اگر من به عنوان معلم فکر می‌کنم مطلبی که خواندم و به دانش‌آموزان منتقل می‌کنم به منزله وحی منزل است و دیگر نمی‌تواند تغییر کند، راه کنجکاوی، پژوهش و پرسش را بر دانش‌آموزانم می‌بندم**

کجا متوجه این مطلب شدید و به دانش‌آموزان می‌گویید که آب در شرایط خاص، فشار یک اتمسفر، اگر به دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد برسد شروع به جوشیدن می‌کند؟ آیا غیر از این است که می‌گویید آزمایش کرده‌اید و این‌گونه بوده است و در آزمایشگاه هم همین آزمایش را به دانش‌آموزان نشان می‌دهید و می‌گویید هر کجا این آزمایش را انجام دهید به همین نتیجه می‌رسید. آیا آزمایش‌های ما این گزاره را تأیید کرده است، یا اثبات کرده است؟

همین موضوع که می‌گوییم اثبات کرد یا تأیید کرد یک بحث فلسفی است و دبیر فیزیک به این بحث نیاز دارد. دبیر فیزیک نیاز دارد بداند که آیا این گزاره اثبات می‌شود یا تأیید می‌شود و آیا اصلاً امکان ابطال آن وجود دارد؟ چگونه ممکن است یک گزاره علمی ابطال شود؟

**ه رهبر: فیزیک‌دانان بزرگ بحث‌های زیادی از این نوع را داشته‌اند. مثال آن کتاب جزء و کل هاینبرگ است، تمرکز فیزیک‌دانان بزرگ بر این مطالب است.**

**ه عمادی:** در بحث تاریخ علم باید یک بحث تاریخی انجام داد که آیا به تاریخ نیاز داریم یا خیر؟ گاهی می‌گویید تاریخ یک گاهشمار است و رویدادهای هر سال را بیان می‌کنید و درباره‌اش توضیح می‌دهید، مانند تاریخ عمومی و تاریخ جهان. چه موقع یک پدیده، تاریخی می‌شود؟ زمانی یک پدیده تاریخی می‌شود که یک فاصله زمانی از آن پیدا می‌کنیم و روایت‌های تاریخی شکل می‌گیرد. اگر دانش تاریخ را به‌عنوان تقویم به شمار بیاورید، فقط یک تقویم است که به گاهشماری وقایع و رویدادها می‌پردازد. ولی اگر بپرسیم دانش تاریخ چیست؟ دانش تاریخ به صورت تحلیل وقایع تاریخی از منظر شواهد و قرائن و یافته‌ها، مستندات و کتاب‌های تاریخی درمی‌آید.

تاریخ علم به چه درد می‌خورد؟ به هر حال علم یک سیری را طی کرده، انباشته شده و به دست ما رسیده است و ما پالایش شده و منزه شده آن را در کتاب‌ها مطالعه می‌کنیم. آیا واقعاً نیاز است که برگردم و ببینم پشت سر هر کدام از آن‌ها چه داستانی بوده است؟ آیا وقتی فیزیک کلاسیک را از منظر متون دانشگاهی و مدرسه می‌خوانم، لازم است که بروم و کتاب اصول نیوتون را هم بخوانم؟ چه نیازی به خواندن کتاب اصول نیوتون وجود دارد؟ چون در این کتاب حرف‌های خوب و بد، درست و نادرست، قابل قبول و قابل رد است. چرا باید آن کتاب را بخوانم؟ من همین کتاب دانشگاهی را که نوشته شده است می‌خوانم.

به نظر من اهمیت تاریخ علم فرع بر مسئله فلسفه علم است. من فکر می‌کنم یک دانشمند یا معلم فیزیک بیش از نیازمند بودن به تاریخ علم، نیازمند داشتن نگاه فلسفی به علم

است. یعنی همان اثبات، تأیید، ابطال و ... که درباره‌اش سخن گفتیم. باید در ابتدا نگاه این چنینی داشته باشد. بعد از آن برای عمیق‌تر کردن نگاه باید بدانند در گذر زمان برای علم چه اتفاقی افتاده است.

به نظر من تاریخ علم دو وجه پیدا می‌کند. یک وجه آن این است که وقایع تاریخی علمی نقل شده و بررسی شود که واقعاً اتفاق افتاده‌اند یا خیر؟ باید آثار باستانی را بررسی و مشاهده کرد آنچه درباره نیوتون و دکارت گفته شده درست است یا خیر؟ آیا گفته‌ها واقعیت دارند؟ برای پاسخ به پرسش‌ها باید تمام شواهد تاریخی را مورد بررسی قرار دهیم و اسناد و منابع موجود را مطالعه کنیم و ماحصل آن را به‌عنوان شخصیت نیوتون و گفته‌های او در اختیار دیگران قرار دهیم.

بحث دیگر این است که از گذر تاریخ علم یعنی سیر تحولات صورت گرفته در تطور علم، شناختی از اثبات، تأیید و تغییر پارادایم در فلسفه علم به دست آید. وقتی از پارادایم فیزیک کلاسیک و فیزیک نیوتونی گذر کردیم و به فیزیک نسبیتی و کوانتومی رسیدیم، شناخت گذر و درک اینکه تحول پارادایم در فیزیک اتفاق می‌افتد، مستلزم آشنایی با تاریخ علم است. یعنی اول نگاه فلسفی پیدا می‌کنید و بعد برای اینکه نگاه فلسفی خود را عمیق و در درک آن مسئله پژوهش کنید نیازمند مراجعه به تاریخ علم هستید. آن وقت در تاریخ علم بررسی می‌کنید که چه اتفاقی افتاد که پس از ۲۰۰ یا ۳۰۰ سال که حرف‌های نیوتون در مورد نور پذیرفته شده بود، حرف او نقض شد و در حرکت و مطلق بودن زمان و مکان حرف ایشان منتفی و نسبی شد. در تمام این موارد نیازمند رجوع به تاریخ علم هستیم. به نظر من دبیران فیزیک نیازمند یک دوره فلسفه علم و یک دوره تاریخ علم هستند.

وقتی دانشجو بدم (در دوره کارشناسی) درس تاریخ علم اختیاری بود. فکر می‌کنم که این درس در دوره آموزشی باید حتماً هم برای معلمان و هم برای دانشجویان فیزیک الزامی باشد. به دلیل اینکه ما در دانش فیزیک به شدت با این خطر مواجه‌ایم که به مطلق‌اندیشی، ساینسیسم و تفکر «این است و جز این نیست» دچار شویم. بنابراین باید حتماً تاریخ علم و فلسفه علم خوانده شود.

**ه سجادی: نظام آموزش پیش از دانشگاه ما یک نظام آموزش عمومی است. در آموزش عمومی نباید کاملاً تخصصی فکر کنیم که قرار است حتماً مهندس، پزشک یا کارمند تربیت کنیم. ما در نظام آموزشی پیش از دانشگاه می‌خواهیم کسی را تربیت کنیم که شناختی کلی از این مباحث داشته باشد. ما باید بدانیم که کار ما در نظام پیش از دانشگاه یک کار نیمه‌تخصصی است.**

نظام آموزش  
پیش از  
دانشگاه ما  
یک نظام  
آموزش معمولی  
است. در نظام  
آموزشی پیش  
از دانشگاه  
می‌خواهیم  
کسی را تربیت  
کنیم که

شناختی کلی از  
مباحث داشته  
باشد



همراه و همپای آن به‌صورت استادانه در حاشیه آورده شوند. همان‌گونه که پزشک تیم هرگز برای پرتاپ توپ نمی‌رود، یک فیلسوف علم هم نمی‌رود گزاره‌های علمی را کم و زیاد کند. **ع‌ معتمدی:** در کتاب قبلی که برای دوره‌های دانشسرای عالی و دانشکده علوم نوشته می‌شد مثل کتاب صوت دکتر اسماعیل بیگی یا ترمودینامیک دکتر روشن، مقدمه تاریخی وجود داشت که برخی از مفاهیم فلسفی نیز داخل آن آورده شده بود. ضمن اینکه در دوره‌های تحصیلی دانشسرای عالی در دههٔ سی، هم درس به‌طور جدی تاریخ علم داشتیم و هم فلسفهٔ علم.

**ع‌ عمادی:** این درس‌ها برای دانشجویان بود. من معتقدم که این درس‌ها باید برای دانشجویان، اجباری و جزو درس‌های اصلی باشد. ولی برای دانش‌آموزان نمی‌توان این مطالب را جز به صورت پاورقی و مقدمه و حواشی مطرح کرد.

**ع‌ معتمدی:** اما فکر می‌کنم می‌توان آن‌ها را به صورتی گنجانده و معلمانی که مطالب خود را با مفاهیم تاریخی و فلسفی شروع می‌کنند از نظر جلب توجه دانش‌آموز خیلی موفق هستند.

**ع‌ عمادی:** تدریس یک مهارت است. شاید در تدریس از زبان‌شناسی، ادبیات و شعر استفاده کنید تا بتوانید مفهومی را به دانش‌آموز منتقل کنید. عرض من این است که مباحث فلسفی و تاریخی علم را نمی‌توانیم در متنی که به دانش‌آموز تدریس می‌کنیم بیاوریم. چون این‌ها از هدف درس دور می‌افتد.

**ع‌ خلیلی بروجنی:** البته ما یک تجربهٔ جدید در برنامهٔ درسی قبلی داشتیم. در مقطع دهم، یازدهم و اخیراً هم دوازدهم، مسیر تحول یک سری مفاهیم را در قالب تاریخی بررسی کردیم و تاریخ علم با زندگینامهٔ دانشمندان تفاوت دارد: مثلاً در قرن شانزدهم دعوی زیادی بود که **mv** درست است یا **mv/2**. در قرن هفدهم بیشتر

وقتی فرد وارد دانشگاه شود، کارش تخصصی می‌شود. شما از یک مهندس عمران یا مکانیک خیلی توقع فلسفی بودن ندارید، اما از دانشجوی فیزیک دارید، چون فیزیک مبنایی فلسفی دارد و یک دانش نظری است. اگر کسی می‌خواهد فیزیک بخواند (و اگر می‌خواهد معلم فیزیک بشود، بیشتر)، باید نظام فلسفی و تاریخی حاکم بر فیزیک را بشناسد. پرسش بعدی مربوط به تألیف کتاب‌های درسی است. تاکنون هرگاه می‌خواستیم تاریخ علم را وارد کتاب‌های درسی کنیم، زندگی یک دانشمند را به صورت پاورقی در صفحه‌ای می‌آوردیم و گاهی به برخی کارهای اشاره می‌کردیم. آیا می‌توان تاریخ علم را به شیوه‌ای دیگر در کتاب درسی گنجانده؟

**ع‌ عمادی:** اعتقاد من این است که ما نمی‌توانیم مباحث تاریخی را در کتاب‌های درسی بیاوریم. به نظر من مباحث تاریخی و فلسفی علم باید برای دانش‌آموزان به صورت تک‌مضراهایی در ذهنشان باشد و معلمان باید بحث‌های توضیحی و تشریحی در این مورد را در کلاس ارائه کنند. ولی ذهن دانش‌آموزان و زمان تدریس کتاب و انتقال محتوای مورد نظر، گنجایش ارائه تاریخ تفصیلی از دانش فیزیک به شاگردان را ندارد و با اهداف برنامهٔ درسی هم سازگاری ندارد. فرض کنید در هدف هر درس مشخص می‌کنند که کدام مفهوم و محاسبه را دانش‌آموز باید بفهمد و انجام دهد. یک معلم متخصص باید در خلال برنامهٔ درسی و هدف آن، درک تاریخی و فلسفی را به شاگردان منتقل کند. به نظر من نمی‌شود این مسائل را در متن درس گنجانده. فکر می‌کنم که در زمان حرکت کاروان علم باید همیشه دو اکیپ فلسفی و تاریخی آن کاروان را همراهی کنند. همان‌طور که کاروان ورزشی را همواره یک تیم پزشکی و تغذیه همراهی می‌کنند. به موازات حرکت کاروان علم، دو جریان فلسفی و تاریخی باید

روی  $mv^2$  تأکید داشتند و در قرن هجدهم برخی دیدند  $1/2$  کم دارد تا سرانجام رابطه انرژی جنبشی به صورت فعلی درآمد. یعنی رسیدن به  $mv^2$  یک سیر تحول  $40-30$  ساله را گذرانده است. یک سری بحث‌های این چینی را وارد کتاب‌های درسی کردیم. (علاوه بر آنچه به زندگینامه دانشمندان مربوط است)، تحول مفاهیم را هم در کتاب‌ها آوردیم.

**ع عمادی:** مفهوم علم را هم شما به معنی تاریخی‌اش در کتاب نمی‌آوردید، بلکه به گونه‌ای برای دانش‌آموزان بیان می‌کنید که آیا می‌تواند به صورت  $mv^2$  باشد یا چیزی کم دارد؟ بعد می‌گویید چیزی کسر دارد و باید  $1/2 mv^2$  باشد. نمی‌توانید به زمینه‌های شکل‌گیری  $mv$ ،  $mv^2$  و سرانجام  $1/2 mv^2$  به صورت تفصیلی بپردازید، بلکه باید آن را در حد کوتاهی در کتاب بیاورید تا ذهن دانش‌آموز را قلقلک دهد و اگر خواست به مطالعات بیشتر در این زمینه بپردازد.

**ع خلیلی بروجنی:** هدف ما این بود که دانش‌آموز بفهمد این رابطه، آسان به دست نیامده است، بلکه برخی روابط حدود  $200$  تا  $300$  سال بین دانشمندان دست به دست چرخیده‌اند تا به شکل فعلی درآمده‌اند. **ع عمادی:** اگر بتوانیم به دانش‌آموزان بفهمانیم آنچه را که به‌عنوان علم درس می‌دهیم، مسیر طولانی و پرفراز و نشیبی پشت سرش بوده است، کار خوبی کرده‌ایم.

«هر که او ارزان خرد، ارزان دهد»

گوهری طفلی به قرص نان دهد»

ممکن است شما در عرض نیم‌ساعت تمام قانون‌های نیوتون را به دانش‌آموز یاد بدهید و او فکر کند که این قانون‌ها خیلی ساده به‌دست آمده‌اند و همان‌گونه که من الان این‌ها را یاد گرفتم، نیوتون به آن‌ها رسیده است و متوجه نمی‌شود که پشت هر قانون نیوتون جریانی طولانی وجود دارد. معلم باید بتواند توضیح دهد که اگر نیرو وارد شود چه اتفاقی می‌افتد یا اگر نیرو وارد نشود، چه اتفاقی می‌افتد؟ اصلاً آیا نیرو یک مفهوم درونی است یا بیرونی؟ من با مطالعاتی که داشتم معتقدم یک وجه اصلی تفاوت فیزیک جدید و قدیم یا طبیعیات قدیم با فیزیک جدید این است که آنچه در طبیعیات قدیم اصالت داشت مفهوم ذاتی نیرو بود. یعنی نیرو را از درون جسم قابل اعمال می‌دانستند و می‌گفتند: وقتی نیرو وارد شود از درون است.

**ع خلیلی بروجنی:** در قدیم از لفظ نیرو استفاده نمی‌شد. **ع عمادی:** بله دو تا قوه در طبیعیات قدیم وجود داشت. یکی قوه طبیعت بود و دیگری قوه نفس. یعنی به‌طور کلی دو نیرو وجود داشت. این دو نیرو در طبیعیات قدیم اصالت

داشت. ما نیروی عرضی و قسری هم داشتیم. مثلاً اگر جسمی را با دست بالا می‌بریم آن نیرو، نیروی قسری است و می‌گفتند القسر و لایرون، یعنی نیروهای قسری دوام ندارند و اصلاً اهمیتی هم ندارند. اگر جسم را رها کنید تحت تأثیر نیروی طبیعت‌اش پایین می‌افتد. آنچه اصالت دارد، طبیعت نیرویی است که در ذاتش حرکت و سکون ایجاد می‌کند. چون طبیعت را منشأ ذاتی حرکت و سکون می‌دانستند، یعنی طبیعت است که در ذات جسم حرکت یا سکون ایجاد می‌کند. اگر جسم در مکان طبیعی خودش قرار گرفت، ساکن می‌ماند. اگر جسم در مکان طبیعی خودش قرار نگرفت، آن نیروی ذاتی آن را به حرکت درمی‌آورد و به مکان خودش می‌رساند و آن نیرویی که ما بر جسم وارد می‌کنیم یک نیروی قسری است که منتظر زایل شدن آن هستیم، و به محض اینکه انگشتانم را باز کنم، نیرو منتفی می‌شود و جسم با طبیعت خودش شروع به حرکت می‌کند.

در قدیم می‌گفتند نیروی طبیعت در یک راستا اثر می‌کند، یا بالاسو است یا پایین‌سو و این نیروی طبیعت است که مستقیم، بدون اراده و اجبار در ذات همه اشیا وجود دارد. نیروی دیگر نیروی نفس بود که می‌گفتند نفس نباتی، نفس حیوانی، نفس انسانی و نفس ملکی داریم. پس از آن نیروی ارادی بود که می‌توانست از درون باشد.

در فیزیک جدید می‌گوییم نیرو مفهومی است که حتماً بین دو جسم وجود دارد. یعنی جسمی که نیرو به آن وارد می‌شود و جسمی که نیرو را وارد می‌کند و مفهوم نیرو در فیزیک جدید اساساً یک مفهوم بیرونی است. اما اگر ما این‌گونه مفاهیم تاریخ علم را به دانشجوی دبیری فیزیک یا معلم فیزیک چنان منتقل کرده باشیم که بتواند در یک نگاه تفاوت حال و گذشته را به دانش‌آموز منتقل کند و رویکردهای متفاوت را بگوید به درک بهتر دانش‌آموز کمک کرده‌ایم.

به‌عنوان مثال، در نسبیت عام نیرو گرانشی به هندسه فضا تبدیل می‌شود. چرا؟ چون با کاری که اینشتین می‌کند و می‌گوید جرم، فضا-زمان را خمیده می‌کند، ذات‌گرایی نیوتونی منتفی می‌شود. چون وقتی نیوتون می‌گوید جاذبه‌ای میان این جرم و آن جرم وجود دارد، گویا از درون جسم کششی برای این کار وجود دارد و باز هم پای یک ذات‌گرایی و نیروی درونی به میان می‌آید. ولی نسبیت می‌آید و این حلقه را هم پاره می‌کند و می‌گوید خمیدگی در فضا-زمان وجود دارد. اگر به این موارد نگاه کنید مشاهده می‌کنید که فیزیک مدام از ذات‌گرایی جدا می‌شود و به این سمت می‌رود که نیرو را به جای اینکه منتسب به ذات جسم بدانند به محیط منتسب کند.

یک معلم  
متخصص  
باید در خلال  
برنامه درسی  
و هدف آن،  
درک تاریخی  
و فلسفی را  
به شاگردان  
منتقل کند. به  
نظرم نمی‌شود  
این مسائل را  
در متن درس  
گنجانند