

# مبانی تفکر در علوم فیزیکی

رضا منصوری

پاییز ۱۳۹۶

درس اول - ویراست ۰,۷

اول بار این درس را در شورای دانشکده فیزیک خودمان در شریف مطرح کردم. چون استقبالی ندیدم از پیگیری آن منصرف شدم. در دورانی که خودم را برای موضوع «تحول در دانشگاه» به دانشگاه کاشان مأمور کردم فرصتی پیش آمد این درس در آن دانشگاه ارائه بشود. بار اول در سال ۱۳۹۴ و بار دیگر در سال ۱۳۹۵ این درس در دانشگاه کاشان در دانشکده فیزیک تدریس شد. بار اول از دانشجویان خواسته بودم به عنوان بخشی از امتحان مقاله‌ای در یک مورد مرتبط با درس بنویسند. این تجربه چندان موفق نبود. بار دوم تصمیم گرفتم به جای تعیین موضوع‌های متفرقه از دانشجویان بخواهم هر کدام یک درس را از روی اسلایدهای کلاس و نیز فایل صوتی سال قبل از آن و حضور در کلاس درس بنویسند. این تجربه هم چندان موفق نبود. به وضوح دیده می‌شد که دانشجویان ما با منطق نوشتار آشنا نیستند؛ مشکلی که در فرهنگ کنونی ما بسیار چشم‌گیر است. چون این مشکل را عمیق می‌دیدم اصرار بر این پیشنهاد کردم و توجهم بیشتر به این معطوف شد که دانشجویان با ساختار نوشتار و منطق نوشتار آشنا بشوند. تقریباً تمام وقتی که برای تصحیح نوشته‌های دانشجویان صرف شد پیرامون تصحیح ساختار بود و نه محتوای آن. نمونه‌هایی از محتوا را در بعضی موردها فرصت شد اصلاح بکنم که در اکثر موردها فقط درآمد درس و شاید یک بخش بیشتر نبود. اکنون با کمی اصلاحات همین نوشتارها رابه هم پیوسته‌ام و برای کمک به درس در دانشگاه شریف آماده کرده‌ام و امیدوارم فرصتی بشود به مرور آن را تصحیح کنم.

از همه دانشجویان درس در دانشگاه کاشان صمیمانه تشکر می‌کنم که زحمت کشیدند تا این متن تا به اینجا آماده شود. همچنین از دانشکده فیزیک دانشگاه کاشان که از ارائه این درس استقبال کردند. دستشان درد نکند.

از دانشجویان زیر تشکر ویژه دارم: زهره بختیاری (درس ۱)، حمید رضا تولا (درس ۲)، زهرا قیانی (درس ۳)، علی اسماعیلی (درس ۴)، فائزه کمال پور (درس ۵)، فروغ علی حلویی (درس ۶)، مهدیه دادخواه (درس ۷)، سحر خسروی (درس ۸)، عرفان تاجمیر ریاحی (درس ۹)، فاطمه حق بین (درس ۱۰)، زهرا گلشهری (درس ۱۱).

این متن را به عنوان ویراست ۰٫۱ متن کامل این درس شروع می‌کنم. نمی‌دانم تا انتهای درس در دی ماه ۱۳۹۶ تا چه اندازه بتوانم پیش بروم. اسلایدها اما به روز می‌شود.

## فهرست

۱. درس اول: چرا این درس؛
۲. درس دوم: آموزش و تفکر؛
۳. درس سوم: مفهوم علم؛
۴. درس چهارم: تفکر کلامی؛
۵. درس پنجم: مفهوم سازی؛
۶. درس ششم: مدل در زبان عامه؛
۷. درس هفتم: مدل در فیزیک؛
۸. درس هشتم: تعریف عملیاتی؛
۹. درس نهم: فروکاست گرایی؛
۱۰. درس دهم: تفکر ابزاری؛
۱۱. درس یازدهم: قرارداد دیگری.

# مبانی تفکر در علوم فیزیکی - درس ۱

## چرا این درس؟

### ۱-۱ درآمد

تحولات فکری بشر در ۳۰۰ سال گذشته تغییری چشمگیر در تمدن و رفتارهای مدنی ما گذاشته است. در این میان فیزیک و علوم فیزیکی نقشی بی‌بدیل در این میان داشته است. وجه تمایز این علوم در عصر جدید با پیش از آن چیست؟ چه اتفاق بنیادی در نوع تفکر بشر افتاده است که چنین تحولاتی را در پیش داشته است؟ این گونه سئوال‌ها از جنس تاریخ علم نیست بلکه از جنس درک تحول فکری است که ما در خود علوم فیزیکی کمتر به آن توجه داریم. به نظر می‌رسد انسان توانسته است در چند قرن اخیر به ابزاری برای تفکر دست یابد که پیشینیان ما نداشته‌اند. طبیعی است که وضعیت فرهنگی انسان‌ها هم در این تکامل نقش داشته و هم از آن نقش پذیرفته است. پس صحبت در مورد شناخت عنصرهای این تکامل یا گسست در نوع تفکر بشر هدف من است.

سابقه علمی و فرهنگی ما ایرانیان کاملاً با غرب که در آن این تحولات علمی رخ داده، متفاوت است. این فرایند طولانی مدت در اروپا باعث شده که فرهنگی شکل بگیرد مبتنی بر نوع تفکر در علم نوین. ایران اما به دلایل تاریخی از این تحولات به دور بوده است و در دوران کوتاه‌اشنایی با علم مدرن هنوز فرصت عمق بخشیدن به درک جدید و سازگاری فرهنگی برای ما دست نداده است. به همین دلیل آموزش ما در رشته‌های علوم فیزیکی بدون توجه به این تفاوت‌ها نمی‌تواند ما را به درک لازم از مدرنیته و روش‌های توسعه و جایگاه منطقی علم در جامعه برساند؛ به ویژه که توسعه‌یافتگی ما در دوران طلایی اسلام و عصر روشنگری اسلامی در قرن چهارم و پنجم هجری مانعی روانی برای درک این عقب ماندگی است (ر.ک. کتاب *مسلمانان در قرون وسطی و نیز ایران ۱۴۲۷*).

### ۱-۲ مصداق‌های ناسازگاری در فکر ما

برای درک بهتر ناسازگاری مبانی فکری علوم فیزیکی با فرهنگ غالب ما ایرانیان، حتی میان دانشگاهیان این رشته، چند نمونه ذکر می‌کنم.

- ارقام بامعنی در فیزیک

ما در رشته فیزیک در همان هفته‌های اول درس فیزیک ۱ موضوع ارقام با معنی را مطرح می‌کنیم. اما در همان درس به دانشجویان با دو رقم اعشار نمره می‌دهیم. چرا؟ به رساله دانشجوی دکتری در دفاع نمره ۱۸,۹۹ می‌دهیم که بسیار بی‌معنی است؟ چرا؟ چگونه این رفتار متناقض را می‌شود توجیه کرد؟

- بودجه‌های پژوهشی کشور

چرا کشور ما نزدیک به سال برنامه‌ریزی اقتصادی و شش برنامه پنج ساله برای افزایش بودجه‌های تحقیقاتی هنوز به هدف برنامه اول پنج ساله نرسیده است؟ چرا؟ این «بی-برنامه‌ریزی» را در ایران چطور باید درک کرد؟

- انتحال و رواج آن

چرا موضوع انتحال در ایران، فروش انواع پایان نامه‌ها و مقاله‌های فروشی و عدد سازی در نوشتارهای علمی، این قدر رایج است و قبیح به نظر نمی‌رسد؟

مثال‌های بسیار می‌توان به این مصداق‌ها اضافه کرد که بیانگر انحراف از معیارهایی است که بر آن تأکید می‌شود اما کسی نگران این تناقض‌ها در پیامدهای اجرایی نیست.

### ۱-۳ سندرم دوره نقل



دوره نقل اصطلاحی است که من برای دوره کنونی از تحولات تاریخی ایران با توجه به وضعیت علم نوین در ایران به کار می‌برم. به این توجه کنیم که در ۲۰۰ سال گذشته با پیشرفت‌های تمدنی مدرن آشنا شدیم، دو انقلاب مشروطه و اسلامی را پشت سر گذاشته‌ایم، نهادهای مدنی مدرن را کم و بیش بر پا کرده‌ایم، اما هنوز با مدرنیت کنار نیامده‌ایم و لابد به درستی آن را درک نکرده‌ایم. مبانی تفکر در علوم فیزیکی سهم زیادی در مبانی تفکر مدرن دارد. به این نکته باید توجه داشته باشیم که تا به درک این نوع تفکر مبنایی نرسیده باشیم نقد آن بی‌معنی است. هدف از این درس شناخت مبانی این تفکر نوین است. پس از این درک خواهیم دید که نقد این تفکر چگونه ممکن است و فرایند آن در دنیای پر تحول کنونی چیست؟ تا به این درک نرسیده باشیم هنوز در یک دوران گذار هستیم، گذار به مدرنیت. اکنون در این دوره گذار خواهیم دید که کار ما در علم و آموزش مبتنی است بر نقل دانشی که در جهان صنعتی در انتهای یک فرایند پیچیده علمی به دست آمده است. مفهوم دوره نقل بیان این وضعیت است در سپهر علم ایران.

سندرم مفهومی است که ابتدا در پزشکی مطرح شده و پس از آن به جامعه‌شناسی هم وارد شده است. منظور از آن مجموعه‌ای است از ناهنجاری‌ها که یک علت مشخص ندارد و از این جهت از بیماری متمایز می‌شود. منظور من از سندرم دوره نقل مجموعه ناهنجاری‌های اجتماعی در سپهر علم ایران است که در این دوره گذار به مدرنیت به وجود آمده و باید در این چارچوب به آن نگریست. پس بافتار این ناهنجاری‌ها همان دوره تاریخی ایران ما است و نباید این ناهنجاری‌ها را مثلاً در بافتار یک کشور صنعتی دید و توجیه یا تفسیر کرد. واقع شدن به این واقعیت تاریخی راه‌های روشن و البته نامستقیمی برای رفع این ناهنجاری‌ها به ما نشان خواهد داد.

### ۱-۴ آموزش و تفکر

شناخت علم در ایران، و شناخت موقعیت تاریخی ما برای برنامه‌ریزی آینده کشور، بدون شناخت تمایز آموزش علم مدرن و مبانی تفکر در علم مدرن ممکن نیست. ما در آموزش علوم در ایران به این تمایز بی‌توجهیم. شاید علت آن گریز برداری از آموزش در کشورهای صنعتی باشد. به این معنی که مثلاً در آموزش فیزیک به درس‌هایی که از دید ما برای فیزیک مهم است و در دانشگاه‌های معتبر دنیا تدریس می‌شود توجه می‌کنیم و صرفاً به آموزش آن درس‌ها اکتفا می‌کنیم. غافل از اینکه فضای دانشگاهی و فضای فرهنگی این کشورها بسیار متفاوت است. جوانان در این کشورها به روش‌های مختلف و از راه‌های بسیار متنوع در معرض تراوش‌های فرهنگی قرار می‌گیرند متناسب با چالش‌های ذهنی موجود در جامعه. این در حالی است که در خود آموزش دانشگاهی در این کشورها به علوم انسانی و هنر توجه ویژه می‌شود و در بسیاری موارد دانشجو حتی موظف است به گرفتن درس‌هایی در ورای فیزیک یا علوم. از این جهت داشتن درسی در این مورد در ایران بسیار واجب‌تر است و اولی‌تر تا در جامعه‌ای که به علوم انسانی و به مبانی تفکر توجه مستمر می‌شود. علاوه بر این باید توجه داشت که دانشگاه نوعی همگام با آموزش درگیر حل مسئله‌های مختلفی است که از راه‌های مختلف در دانشگاه مطرح می‌شود و دانشگران و پژوهشگران دانشگاهی درگیرها آنها می‌شوند. این درگیری پژوهشی تأثیر بسیار عمیقی بر آموزش می‌گذارد، چه صریح و چه ضمنی؛ این وجه آموزش مبتنی بر پژوهش به طور کامل در ایران تعطیل است و همین است که دانشگاه‌های ما را در بهترین شرایط هیچگاه از حد یک آموزشگاه عالی (کالج) به سطح مطلوب یک دانشگاه بر نکشیده است.

آموزش فرهنگی در کشور ما متأسفانه کم و بیش فروکاهیده شده است به آموزش‌های اعتقادی. در این میان حتی تاریخ هم کم و بیش به رنگ آموزه‌های اعتقادی درآمده است؛ به این معنی که آن دسته از رویدادهای تاریخی ارزش آموزشی پیدا کرده است که جنبه اعتقادی داشته باشد. این باعث شده نسل جدید ما بی‌تاریخ بار بیاید و ارزش را یا در فناوری ببیند، یا اقتصاد آن هم اقتصاد فروکاهیده به تجارت، یا ارزش‌های اعتقادی؛ در این میان تفکر و هر آنچه به آن مرتبط است یا فراموش می‌شود یا در چارچوب ارزش‌های مادی یا اعتقادی متصلب می‌شود. همین گونه است مفهوم حقیقت در عرف آموزشی ما: حقیقت فروکاهیده شده به واقعیت‌های باارزش اعتقادی. بدیهی است که واقعیت‌های ارزشی دور از حقیقت‌اند.

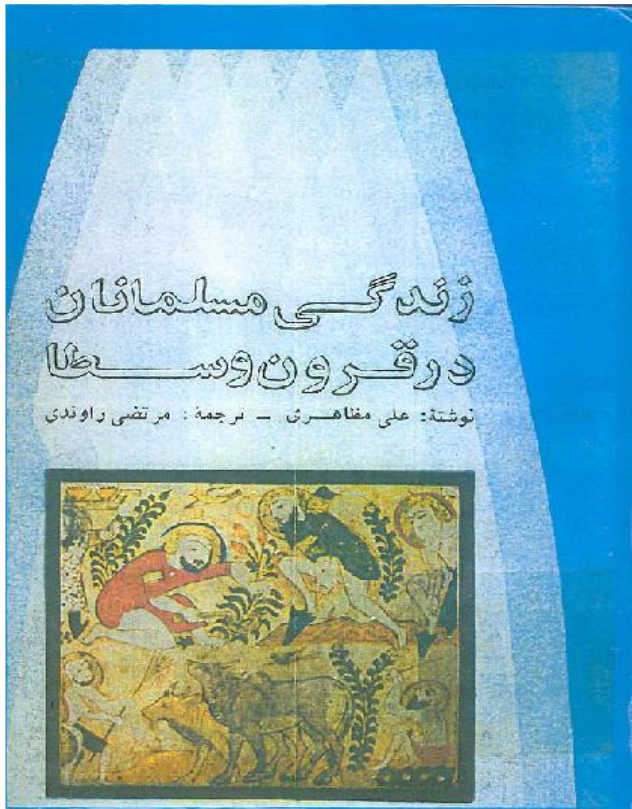
برخی از این گزاره‌ها را ما می‌توانیم به عدد و رقم تبدیل کنیم. هم اکنون در ایران سالی حدود هفتاد هزار عنوان کتاب چاپ می‌شود. دست‌کم ۲۰,۰۰۰ از این عنوان‌ها برای جمع دانشگاهی قابل خواندن‌اند. انتظار این است که دانش‌آموختگان دانشگاهی سالی یک درصد از این کتاب‌ها را بخوانند. اما به طور قطع می‌توان گفت که حتی سالی یک در هزار هم خوانده نمی‌شود. من از این صحبت نکردم که چند عنوان کتاب دست‌کم به زبان انگلیسی در دنیا چاپ می‌شود و چند عنوان کتاب به زبان اصلی توسط ما خوانده می‌شود. همین انتظار، یعنی خواندن و آشنا شدن با ۲۰۰ عنوان کتاب در سال توسط دانش‌آموخته‌ای در انگلیس یا آمریکا یا ژاپن امری عادی است. همین عدد و رقم به خوبی نشان می‌دهد تا چه اندازه آموزش ما در ایران متصلب و سوگیرانه است. به این توجه کنید که دانش‌آموز مدرسه‌ای ما شاید صدها کتاب کمک آموزشی برای تست‌های مختلف می‌خرد و به کار می‌برد اما به ندرت یک کتاب غیردرسی در سال می‌خواند. مقایسه این مورد با دانش‌آموزان کشورهای صنعتی بسیار ناامیدکننده است.

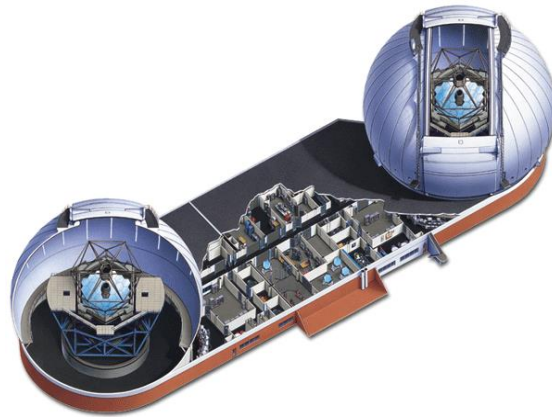
## ۱-۵ تفاوت میان دوران آل بویه و دوران اخیر: هشتصد سال فاصله

برای شناخت بهتر شرایط کنونی تفکر در ایران لازم است تحولات فکری را در ایران و در کشورهای اسلامی در قرن‌های گذشته بررسی کنیم. کلیشه‌هایی مانند اینکه «مسلمانان سرآمد علم دنیا بوده‌اند»، یا اینکه «ما ایرانیان نقش عمده‌ای در علم دوره اسلامی یا در علم مدرن داشته‌ایم» کمکی به شناخت تحولات تاریخی یا مشکلات ما در درک توسعه نمی‌کند. برداشت من از تحولات فکری در دوران اسلامی را می‌توانید در کتاب *ایران ۱۴۲۷* ببینید؛ در جای جای این درس به آن خواهیم پرداخت. اما همین قدر خوب است همین جا گفته شود که دوران آل بویه از حیث آزاداندیشی و حمایت از فکر در ایران و در کشورهای اسلامی بی‌نظیر است.<sup>۱</sup> با ظهور سلجوقیان در سال ۴۵۶ هجری و وزارت خواجه نظام الملک، و برکشیدن افکار تعصب‌آلودی که نوشته‌های ابن سینا را «الکفر الصریح» می‌خواند، آزاداندیشی و حضور دربارهایی که در فراهم آوردن امکانات علمی از یکدیگر سبقت می‌گرفتند به قعر تاریخ سپرده شد و انحطاط جوامع اسلامی شروع شد. درخشش دوران خردگرایی و آزاداندیشی اسلامی به حدی بود که تا چند قرن آثار آن هنوز هویدا بود. کتاب *مسلمانان در قرون وسطی* به روشنی این درخشش را با مستندات بی‌بدیل تاریخی نشان می‌دهد. خواندن این کتاب تصویر بسیار گویایی از وضعیت خود ما در قرن‌های گذشته و در قرون وسطای اروپا را نشان می‌دهد. در همین دوران افول هنوز شاهد جرقه‌هایی مانند رصدخانه مراغه و اهمیت بین‌المللی آن هستیم. اما کافی است به تصویر «رصد بستن خواجه نصیر الدین طوسی» نگاهی بیندازیم و آن را مثلاً با تصویر رصدخانه‌های دو قلوبی یک در هاوایی مقایسه کنیم تا تفاوت هفتصد سال رکود اجتماعی جلوی چشم ما متصور شود. در زمینه چگونگی شروع خردگرایی در غرب و برون رفت از قرون وسطا کتاب‌ها نوشته شده است. نقل قول زیر از آدلارد بائی متوفی به سال ۱۱۵۲/۵۴۸، یعنی هم عصر با سلجوقیان و کمتر از نیم قرن بعد از غزالی، بسیار آموزنده است. در این نقل قول به وضوح تأثیر خردگرایی اسلامی دوران آل بویه و عصر پیشاسلجوقی در مقابل تحجر فکری مسیحیت روز دیده می‌شود:

«من از استادان عربیم (استادان مسلمانم) آموختم که عقل را راهنمای خود قرار دهیم، حال آنکه شما بدین خرسندید که مثل یک اسیر، زنجیر یک مرجع اخلاقی را به گردن داشته باشید.»

<sup>۱</sup> جونل ل. کرمر، *احیای فرهنگی در عهد آل بویه، انسان‌گرایی در عصر رنسانس اسلامی*، مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ۱۳۷۵.





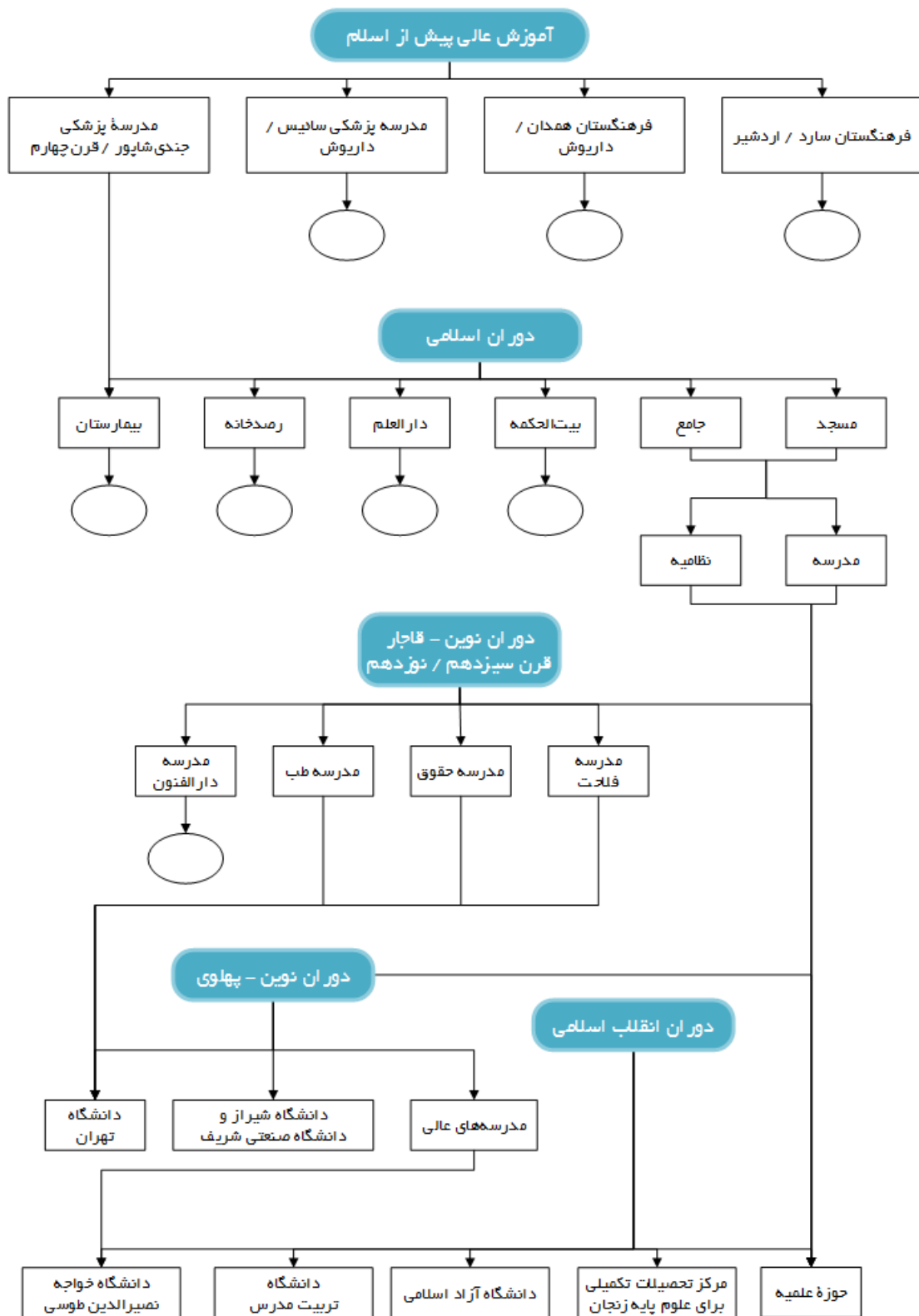
## ۱-۶ انحطاط و خردگرایی

یادگیری فیزیک به معنی خردگرایی نیست. آموزش در جامعه‌ای که در آن خردگرایی بخشی جداناپذیر از فرهنگ عموم است یک جور است و در جامعه‌ای مانند ما که هنوز گذشته‌گرا است و فرهنگ متصلب پساسلجوقی و پساخردگرایی اسلامی در آن حاکم است جور دیگر. در هياهو و در تحولات دوران اخیر خودمان، پیش و پس از انقلاب، هنوز فرصت کافی نیافته‌ایم دوران اسلامی خود را تحلیل کنیم. از همین‌رو، گاهی دوران انحطاط خودمان را که با سلجوقیان و امپراتوری بسیار وسیع آنها شروع شد، و به حضيض تمدنی در دوران قاجار رسید، بخشی از افتخارات دوران اسلامی می‌دانیم و فراموش می‌کنیم که دوران طلایی اسلامی ما با اوج گرفتن سلجوقیان پایان یافت و نه اینکه شروع شد. بی‌توجهی به این رویدادهای تاریخی مانعی روحی و روانی جدی در درک عمیق خرد نوین در ما مسلمانان به ویژه ایرانیان ایجاد کرده است. رشد علمی و توسعه ما بدون درک این نوع خرد و ابعاد آن امکان‌پذیر نیست. آموزش فیزیک هم از این قاعده مستثنی نیست. ما معمولاً آموزش فیزیک را مترادف با خواندن کتاب و در بهترین شرایط حل مسئله می‌دانیم. در این میان متوجه نمی‌شویم فرایند علم مدرن چگونه به مفاهیم جدید می‌رسد و نقش این مفاهیم در توسعه علم کجا است. آموزش ما در بهترین شرایط آموزاندن مفاهیمی است که در فرهنگ دیگر و با شرایط خردگرایی دیگر ابداع شده است که این ابداع مهم‌ترین بخش فرایند علم است و ما از آن بی‌خبریم و نوع و روش آموزش ما به گونه‌ای است که نسل بعدی را هم از آن بی‌خبر نگاه می‌دارد.

## ۱-۷ یادگیری و درک

در آموزشگاه‌های ما، در تمام سطوح، آموزش خوب با یادگرفتن خوب توأم تلقی می‌شود. یاد گرفتن هم مترادف است با حفظ کردن نوشته‌ها، از جمله حفظ کردن صورت مفهوم‌ها و شاید کاربرد آنها. مفهوم‌ها کلمه‌های صلب از پیش‌داده‌ای تلقی می‌شود که دانستن آنها عین باعلم بودن تلقی می‌شود. این امری است ناشی از نوع تفکر رایج در نظامیه‌ها و مدرسه‌های پسا-نظامیه‌ای که به مدرسه‌های نوین و دانشگاه‌های ما نیز منتقل شده است. این نوع یادگیری منجر به درک موضوع‌های علمی نمی‌شود. برای درک باید هم به فرایند مفهوم‌سازی و ارتباط آنها در مدل‌ها توجه کرد که معمولاً در سطح بنیادی علم اتفاق می‌افتد، هم به کاربرد مفاهیم در شرایط طبیعی مختلف توجه کرد که آن را علم کاربردی در عرف جهان صنعتی می‌نامند؛ آموزش کاربردی هر دو علم بنیادی و کاربردی، که در عرف جهانی به آن توسعه تجربی (علم) می‌گویند، معمولاً در سطح کارورزی است و آموزش‌های حرفه‌ای آن را به عهده دارند و نه دانشگاه‌ها؛ این نوع دانش را متأسفانه در ایران آموزش علم کاربردی می‌نامند که با مفاهیم جهان صنعتی در تعارض است و تفاهم بین‌المللی را برای ما مشکل کرده است. این نوع آموزش صلب مفهوم‌ها و مدل‌های از پیش داده شده، بی‌توجه به فرایندهای آفریننده آنها، مطلوب روش آموزش نظامیه‌ای است و مانع رشد خلاقیت؛ همین روش‌های آموزشی در آموزشگاه‌های عالی ما است که نیاز تبدیل آنها را به دانشگاه بی‌رمق می‌کند و نیاز به درک را سرکوفت می‌زند.





دوره طلایی اسلام (قرن ۶-۹)  
دوره انحطاط (قرن ۹-۱۴)  
دوره سیزدهم - نهم - قاجار (قرن ۱۳-۱۹)  
دوره ۲۰ام (قرن ۲۰)

## پرسش‌های درس اول

۱. تخمین بزنید چند رساله ارشد و دکتری در سال در ایران خرید و فروش می‌شود؟
۲. چند مثال بزنید از روش‌های متصلب آموزش یا پیامدهای آن که مانع رشد خلاقیت است.
۳. چه دلیلی می‌توانید ذکر کنید برای اینکه آموزش علوم در ایران مبتنی بر اعتقاد است، مانند آموزش علوم دینی؟
۴. آیا تاکنون به موردی از رفتارهای دانشگاهی برخورده‌اید که در تناقض با آموزه‌هایمان باشد؟
۵. از دید شما دانشگاه در ایران به چه کار می‌آید؟
۶. از دید شما چرا جامعه باید برای علم هزینه کند؟