



پژوهش زیربنای آموزش

دکتر احمد شیخی

استاد و رئیس گروه اخترفیزیک و کیهان شناسی دانشگاه شیراز

عضو وابسته گروه علوم پایه فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران

ما برای آموزش به دانش آموزان در مدارس و دانشجویان در دانشگاهها معمولاً از کتاب استفاده می‌کنیم. کتاب، خود محصول پژوهش است. عصاره پژوهش‌های دانشمندان و اندیشمندان در نهایت بصورت کتاب در دسترس جویندگان دانش و معرفت قرار می‌گیرد. هرچه پژوهش‌ها با کیفیت‌تر باشند محصول آن که کتاب و فناوری است نیز از کیفیت بالاتری برخوردار خواهد بود. در نتیجه کیفیت آموزش و سطح رفاه و سلامت جامعه افزایش می‌یابد.

آموزش و پژوهش دو رکن اساسی، دو بال پرواز و دو فلسفه وجودی دانشگاه هستند. ساختارهای دیگر دانشگاه همگی باید در خدمت این دو رکن اساسی باشند و فلسفه وجودی آنها برای خدمت به این دو رکن است. ما با آموزش، نیروی انسانی متخصص برای سایر بخش‌های جامعه و صنعت تربیت می‌کنیم و با پژوهش سعی می‌کنیم که مشکلات و چالش‌های پیش روی جامعه و صنعت را برطرف سازیم. پژوهش کارکردهای دیگری نیز دارد. پژوهش در بیشتر وقت‌ها منجر به تولید فناوری‌هایی می‌شود که سطح رفاه و سلامت جامعه را افزایش می‌دهد مانند تلفن همراه که امروزه هر فردی در دست دارد و از آن در طول شبانه روز فراوان استفاده می‌کند. تلفن همراه محصول پژوهش است. پژوهش‌هایی که فیزیکدان‌ها در قرن بیستم انجام داده‌اند و توانستند نظریه‌های کارکرد ترانزیستورها و دیودها را کشف و فرمول بندی کنند و در نهایت مهندسان وارد کار شدند و در اواخر قرن بیستم تکنولوژی تلفن همراه به تولید انبوه رسید و در دسترس همه افراد قرار گرفت.

انواع روش‌های تصویربرداری که امروزه در پزشکی استفاده می‌شود، محصول پژوهش است. در حقیقت این اختر فیزیکدان‌ها بودند که سعی می‌کردند اعماق کهکشان‌ها و کیهان با شکوه را با روش‌های دقیق تصویربرداری کنند و آن روش‌های تصویربرداری بعدها وارد علم پزشکی شد و برای تشخیص بیماری‌ها مورد استفاده قرار گرفت مانند روش تداخل سنجی یا روش اپتیک تطبیقی که باعث وضوح بالای تصاویر می‌شود.

انواع دارو و واکسن‌هایی که امروزه که سطح سلامت جامعه را بالا برده و به کنترل بیماری‌ها کمک کرده است نیز همگی محصول پژوهش هستند. از یک منظر حتی می‌توانیم پژوهش زیربنای آموزش است. این ادعا گزافه نیست، زیرا ما برای آموزش از کتاب استفاده می‌کنیم. برای اینکه به دانش‌آموزان و دانشجویان مان مطلبی را یاد دهیم از کتاب استفاده می‌کنیم. کتاب خودش محصول پژوهش است، زیرا پژوهش باعث تولید مقالات، پایان‌نامه‌ها و در پاره‌ای مواقع مستقیماً کتاب می‌شود.

در گذشته که نگارش مقاله مرسوم نبود، دانشمندان و پژوهشگران بیشتر دست به تالیف کتاب می‌زدند مثلاً وقتی تاریخ را ورق می‌زنیم با کتاب‌های دانشمندان مانند افلاطون، ارسطو، ابوعلی سینا، زکریای رازی، کپلر، نیوتن، داروین و دیگران مواجه می‌شویم. طی صد سال اخیر نوشتن مقاله مرسوم شده و دانشمندان نتایج پژوهش‌هایشان را به صورت مقاله منتشر می‌کنند. عصاره مقاله‌ها نیز در نهایت بصورت کتاب منتشر می‌شود. برخی از این کتاب‌های تخصصی بعنوان مرجع کتاب‌های درسی در دانشگاه‌ها تدریس می‌شود. به‌علاوه از مطالب آنها استفاده و کتب درسی مناسب دانش‌آموزان تهیه و برای آموزش بکار گرفته می‌شوند.

بعنوان نمونه دانش‌آموزان در کتب درسی دبیرستان و دانشجویان بیشتر رشته‌های علوم و مهندسی در سال اول دانشگاه، قوانین نیوتن در حرکت را در کتاب درسی فیزیک می‌خوانند. قوانین نیوتن در حرکت، اولین بار در کتاب *اصول ریاضی فلسفی طبیعی نیوتن* آورده شده است. نیوتن عصاره پژوهش‌های خود را بعد از سال‌ها در یک کتاب آورده است. کتاب نیوتن از مهمترین و مشهورترین کتاب‌های نوشته شده در تاریخ علم است. نیوتن همچنین در این کتاب حساب دیفرانسیل و انتگرال را ابداع کرد که امروزه کاربرد وسیعی در شاخه‌های گوناگون علوم طبیعی، علوم مهندسی و حتی علوم انسانی دارد. اهمیت این کتاب به اندازه ای است که برخی تاریخ علم را به دو دوران پیش از نگارش کتاب نیوتن و پس از نگارش آن تقسیم بندی می‌کنند. چرا که نیوتن در این کتاب ثابت کرد که قوانین علمی حاکم بر آسمانها و قوانین علمی حاکم بر روی زمین یکسان است. همان عاملی که باعث سقوط سیب از درخت می‌شود، باعث چرخش زمین به دور خورشید و چرخش ماه به دور زمین می‌گردد. تا قبل از نیوتن بیشتر مردم فکر می‌کردند که قوانین دو دسته اند و قوانین حاکم بر آسمانها با قوانین حاکم بر پدیده‌های روی زمین فرق دارند. بخش‌های زیادی از کتاب *اصول ریاضی فلسفه طبیعی نیوتن* در کتاب‌های درسی مدارس و دانشگاه‌های سرتاسر دنیا تدریس می‌شود. بقیه شاخه‌های علمی هم کم و بیش به همین صورت هستند. بنابراین پژوهش از این دیدگاه زیربنای آموزش است یعنی محصول پژوهش که کتاب است و در آموزش به کار گرفته می‌شود.

هرچه کیفیت پژوهش بالاتر باشد و برای آن بیشتر سرمایه گذاری کنیم محصول پژوهش هم که کتاب یا فناوری است کیفیت بالاتری پیدا می کند و سطح رفاه و سلامت جامعه و کیفیت آموزش را در جامعه افزایش می دهد.

از یک دیدگاه می توانیم علوم طبیعی را به دو بخش کلی علوم پایه و علوم غیر پایه تقسیم بندی کنیم. علوم پایه همانطور که از اسم شان هم برمی آید نقش زیربنایی برای سایر علوم بازی می کنند. اگر علم و فناوری را به یک درخت تنومند تشبیه کنیم. علوم پایه به مثابه ریشه و تنه این درخت است. علوم فنی و مهندسی شاخه ها و برگ های این درخت را تشکیل می دهند و فناوری های گوناگون که ما داریم در زندگی از آن استفاده می کنیم نیز میوه های درخت علم و فناوری هستند. سرمایه گذاری در علوم پایه مانند این است که ما ریشه های درخت علم و فناوری را تقویت کنیم. هیچکس انتظار ندارد که تنه درخت یا ریشه درخت میوه بدهد، پس نباید انتظار داشته باشیم که سرمایه گذاری در علوم پایه مستقیماً و در کوتاه مدت منجر به یک محصول و فناوری شود. همه این ها تنه و ریشه درخت هستند و باید باشند تا درخت سرپا بماند و میوه دهد. دانشمندان علوم پایه باید قوانین حاکم بر طبیعت را کشف کنند تا شاخه و برگ ها بتوانند از این قوانین استفاده کنند و فناوری که همان میوه این درخت تنومند است را به بشریت عرضه کند. بعنوان نمونه قانون القای الکترومغناطیسی را در نظر بگیرید. این قانون در نیمه نخست قرن نوزدهم میلادی (سال ۱۸۳۱ میلادی) توسط فیزیکدان تجربه گرا مایکل فارادی کشف شد. او پی برد که اگر یک آهن ربا را از وسط یک حلقه سیمی عبور دهد، جریان الکتریکی در سیم پدید می آید. قانون القای فارادی اساس کار موتورهای الکتریکی و ژنراتورهای تولید برق است که امروزه بطور گسترده در انواع مصارف خانگی در زندگی روزمره و صنعت مورد استفاده قرار می گیرند. در واقع کمتر خانه ای است که در آن یک موتور الکتریکی وجود نداشته باشد.

سرمایه گذاری در علوم پایه در بیشتر کشورها به وسیله دولت ها انجام می گیرد. دولت ها به دلیل اهمیت درخت علم و فناوری مستقیماً در علوم پایه سرمایه گذاری می کنند، درست مانند باغبانی که می خواهد از درختان باغ، میوه خوب به عمل آورد. باغبان سعی می کند به درختانش کود دهد، به موقع آب برساند، شاخه های آن ها را هرس کند و از درختان خوب مراقبت کند. دولت ها نیز نقش آن باغبان را دارند. آن ها با تزریق به موقع بودجه و در اختیار قرار دادن اعتبارات مناسب سعی می کنند که ریشه ها و تنه درخت علم و فناوری هرچه بیشتر قوی تر شود، تا بتواند محصول فناوری بهتری دهد.

مثلاً حدود دو سال پیش سازمان فضایی آمریکا به کمک سازمان فضایی اروپا، تلسکوپ جمیز وب را به فضا پرتاب کردند. تلسکوپ که نزدیک به بیست و پنج سال ساخت و راه اندازی اش طول کشید و بودجه ای بالغ بر ده میلیارد دلار صرف ساخت آن شد. هدف از پرتاب این تلسکوپ نیز کشف اعماق کیهان باشکوه و درک چگونگی تشکیل اولین کهکشان ها و ساختارهای کیهانی بوده است. چرا این دولت ها چنین سرمایه گذاری می کنند؟ بودجه لازم برای ساخت و پرتاب این تلسکوپ مستقیماً به وسیله دولت ها تامین شده است، زیرا آن ها

می‌دانند این علم پایه است و در واقع یک سرمایه‌گذاری بلندمدت انجام می‌دهند. برخی فنآوری‌هایی که در تلسکوپ جمیز وب برای تصویربرداری استفاده شده، بی‌شک در آینده روش‌های تصویربرداری و تشخیص بیماری‌ها را در پزشکی متحول خواهد کرد. تلسکوپ جمیز وب، مرزهای فنآوری را جا به جا کرده است. بسیاری از فنآوری‌های گوناگون دیگر که در ساخت و پرتاب این تلسکوپ استفاده شده است به تدریج وارد عرصه‌های گوناگون زندگی بشر می‌گردد. بنابراین هرچقدر در علوم پایه سرمایه‌گذاری شود در درازمدت سود آن به جامعه برمی‌گردد.

سرمایه‌گذاری در این حوزه از علم در بسیاری اوقات دیربازده و در عین حال بسیار زیربنایی و هنگفت است. اغلب دولت‌ها این سرمایه‌گذاری را تقبل و برعهده می‌گیرند چرا که شرکت‌های خصوصی یا صنایع کوچک توان سرمایه‌گذاری هنگفت و دیربازده را ندارند. هرچند در بعضی از شاخه‌های علوم پایه طرح‌های پژوهشی برای حل مشکلات جامعه و صنعت تعریف و اجرا می‌شود، اما در برخی رشته‌های زیربنایی مانند ریاضی و فیزیک نظری پژوهش‌ها بنیادی است. بعنوان نمونه ریاضی دانان با ابداع روش‌های مختلف سعی می‌کنند ابزارهای لازم برای توصیف طبیعت را در اختیار فیزیکدانان قرار دهند. در واقع ریاضیات زبان توصیف منطقی و متقن طبیعت است. به همین دلیل فیزیکدانان برای بیان قوانین حاکم بر طبیعت از ریاضی استفاده می‌کنند. اهمیت این نگرش یعنی استفاده از ابزار ریاضی برای توصیف طبیعت و درک پدیده‌های آن به اندازه‌ای است که برخی معتقدند یکی از دلایل انقلاب علمی در قرن ۱۶ میلادی همین موضوع بوده است. در واقع گالیله که از پیشگامان رنسانس علمی است، باور داشت که بدون ابزار شناخت علمی، نمی‌توان به علم دست یافت. او معتقد بود که برای شناخت قوانین حاکم بر طبیعت، به‌جای گمانه‌زنی و خیال‌پردازی باید اندازه‌گیری کرد. به باور گالیله آن‌چه را که نمی‌توان اندازه گرفت، باید به گونه‌ای تغییر داد که قابل اندازه‌گیری شود. از دیدگاه گالیله قوانین حاکم بر طبیعت به زبان ریاضیات نوشته شده‌است. کاری که علم فیزیک انجام می‌دهد آن است که این قوانین را کشف و به شکل روابط ریاضی بیان می‌نماید. روش علمی درک طبیعت مبتنی بر اندازه‌گیری و استفاده از ابزار ریاضی، نخستین گام اساسی بشر به سوی کشف یک دنیای تازه بود و راه را برای انقلاب علمی و صنعتی و انواع اختراعات هموار نمود. بعد از کشف قوانین حاکم بر طبیعت، گاهی سالها می‌گذشت تا بشر بتواند بر اساس آن قوانین کشف شده، فنآوری تولید کند که در صنعت، پزشکی یا زندگی روزمره مورد استفاده عموم قرار گیرد و سطح رفاه و سلامت جامعه را افزایش دهد. بنابراین اهمیت و کاربرد رشته‌های علوم پایه با گذشت زمان بیشتر مشخص می‌شود.