

# آموزش معلمان:

## چشم انداز ارایه شده در یکی از سندهای پروژه‌ی ۲۰۶۱

مترجمان: زهرا گویا، دانشگاه شهید بهشتی

نرگس مرتاضی مهربانی، کارشناس ارشد آموزش ریاضی و معلم ریاضی مقطع ابتدایی تهران

### اشاره

مقاله‌ی حاضر، قسمتی از پیش نویس سندی است با عنوان «پروژه‌ی ۲۰۶۱». این پروژه، ابتکاری بلندمدت است که به منظور اصلاحات آموزشی علوم پایه، اعم از علوم و ریاضی و تکنولوژی، از پیش دبستانی تا پایه‌ی دوازدهم در آمریکا طراحی شده است. در سال ۱۹۸۵ میلادی، زمانی که ستاره‌ی دنباله دار هالی از جو زمین عبور کرد، پدیدآورندگان پروژه‌ی ۲۰۶۱، حمایت‌هایی به منظور سوادآموزی علوم، ریاضیات و تکنولوژی فراهم آوردند. آنان معتقد بودند که تغییرات باید به گونه‌ای ایجاد و به طور مستمر طی ۷۶ سال به گونه‌ای جرح و تعدیل شوند که هنگام بازگشت مجدد ستاره‌ی هالی در سال ۲۰۶۱، دانش آموزانی که تحت این تغییرات آموزش دیده‌اند، به شهروندانی توانا تر تبدیل شده باشند. این پروژه، برای رسیدن به اهداف خود، دوازده موضوع ارزشیابی، تجارت و صنعت، ارتباطات برنامه‌ی درسی، انصاف، خانواده و جامعه، سرمایه‌گذاری، آموزش عالی، مواد و تکنولوژی، سیاست‌گذاری، تحقیقات، سازمان دهی مدارس و آموزش معلمان را مورد بررسی قرار داد. هم چنین، در مورد این که دانش آموزان پس از فارغ التحصیل شدن از دبیرستان، در علوم و ریاضیات و تکنولوژی، چه باید بدانند و قادر به انجام چه کارهایی باشند، توصیه‌هایی ارایه داده است. بسیاری از ایده‌ها و پیشنهادهای ارایه شده در این سند، با توجه به شرایط موجود و بازخوردهای گرفته شده از جامعه‌ی آموزشی کشور آمریکا می‌باشد؛ لیکن با توجه به وسعت و انعطاف این پیشنهادها، می‌توانند برای خوانندگان ایرانی نیز مفید باشند. برای اطلاعات بیشتر تر می‌توانید به آدرس‌های زیر، مراجعه کنید:

[www.project2061.org](http://www.project2061.org)

[www.project2061.org/publications/bfr/online/blipintro.htm](http://www.project2061.org/publications/bfr/online/blipintro.htm)

استانداردها، برنامه‌ریزی و ارزشیابی نیازمند است. مجهز کردن معلمان به گونه‌ای که بتوانند سوادآموزی علوم برای همه را محقق کنند، یک چالش روشنفکری و عملی است که دارای اهمیت زیاد اجتماعی است. بسیاری از دانشکده‌ها و دانشگاه‌ها، مبتنی بر دیدگاه‌ها و

آموزش معلمان، نقش مهمی در اصلاحات<sup>۱</sup> آموزش علوم دارد. برخی مصلحان<sup>۲</sup> آموزشی، تغییر در آموزش معلمان را اولین گام در جهت تغییرات چشم‌گیر در آموزش علوم می‌دانند. اما اصلاح همه‌جانبه‌ی نظام آموزش معلمان به تلاش‌های فوق‌العاده‌ی مشابهی برای اصلاح مؤلفه‌های دیگر از جمله

اصول گروه هولمز<sup>۳</sup> (۱۹۹۰)، در مقابل این چالش، واکنش نشان دادند. همکاری بین کالج‌ها و مدارس پیش دبستانی تا پایه ی ۱۲ (K-۱۲) در تشکیل مدارس توسعه‌ی حرفه‌ای، از لزوم تغییرات خیر می‌دهد. از دیگر ابتکارات امیدوارکننده، برنامه‌ی مشارکتی آموزش معلمان ریاضی و علوم<sup>۴</sup> می‌باشد که حاکی از نیاز به کار نظام‌وار و وسیع توسط آموزشگران معلمان، دانشمندان و مدارس است (بنیاد ملی علوم، ۱۹۹۵)<sup>۵</sup>. به هر حال، هنوز در اجرای مدل‌های کارا در هزاران برنامه‌ی آموزش معلمان در سطح کشور، راه طولانی را در پیش داریم. (نمودار ۱)

این مقاله، روش‌هایی را برای اصلاح آموزش معلمان آینده [قبل از خدمت] و نیز آموزش مستمر معلمان فعلی [ضمن خدمت] علوم، ریاضی و تکنولوژی، پیشنهاد می‌دهد. ما، شرایطی را بررسی می‌کنیم که تحت آن، معلمان شاغل، عمل خود را توسعه و انجام می‌دهند، و عواملی را که لازم است آموزشگران معلمان برای طراحی برنامه‌های بهتر لحاظ کنند، پیشنهاد می‌کنیم.

در ادامه، نخست برای دوباره‌سازی آموزش دوره‌ی کارشناسی، توصیه‌هایی در چهار حوزه داده شده است: آماده‌سازی معلمان در موضوعات درسی، آماده‌سازی معلمان برای دانش‌آموزان گوناگون، آماده کردن معلمان برای تدریس، و استخدام معلمان علوم. این توصیه‌ها با پیشنهادهایی برای بهبود (۱) تدریس توسط هیأت علمی دانشکده‌ها و (۲) آموزش مستمر معلمان علوم، دنبال می‌شود. بالاخره، برای آموزش حرفه‌ای معلمان، اصول و پیشنهادهایی رهنمون‌گر، ارائه می‌دهیم. اگرچه این مقاله بر آموزش معلمان تمرکز دارد، اما

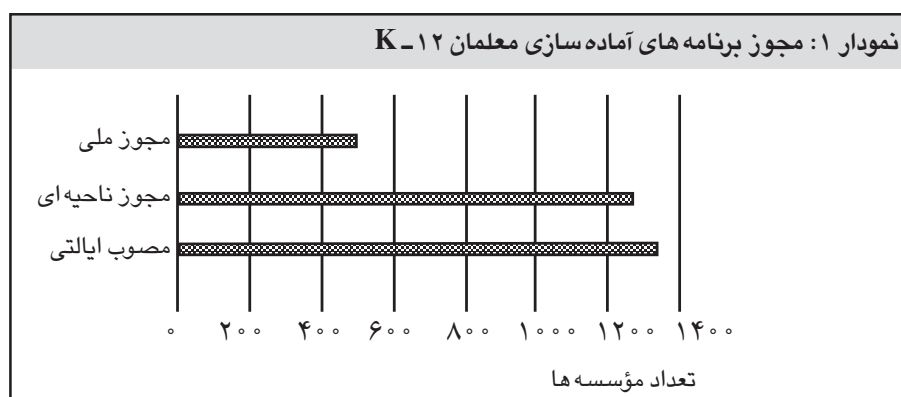
اهمیت آموزش مستمر مسئولان اجرایی نیز باید مورد توجه قرار گیرد. مطمئناً، اگر قرار باشد که مسئولان اجرایی، مدارس خود را بنا به تصورات مصلحان آموزش علوم اداره کنند، ناچار به تغییر نقش‌های خود خواهند بود.

### تغییرات لازم در آموزش معلمان در دوره‌ی کارشناسی

اگرچه در حال حاضر، نوع تدریسی که توسط مصلحان علوم توصیه شده، برای چندین دهه مورد حمایت قرار گرفته است، اما با این حال، به ندرت با موفقیت به کار گرفته شده‌اند. مؤسسه‌های آموزش معلمان باید راه‌هایی برای عرضه‌ی مبانی پایدار پیدا کنند تا معلمان بتوانند باورها<sup>۶</sup>، مهارت‌ها، و دانش مورد نیاز استانداردهای ملی آموزش علوم<sup>۷</sup> [استانداردها] (شورای ملی تحقیق ۱۹۹۶)<sup>۸</sup> و معیارهایی برای سوادآموزی علوم<sup>۹</sup> [معیارها] (اتحادیه‌ی آمریکایی برای اعتلای علوم، ۱۹۹۳)<sup>۱۰</sup> را کسب کنند. آموزشگران معلمان، در طراحی مجدد برنامه‌های آموزش معلمان باید چندین عامل را در نظر بگیرند؛ هم‌چنین، لازم است که در هر مرحله از تغییر، بدیل‌ها را ارزشیابی کنند. ارزشیابی وضعیت جاری آموزش معلمان در دوره‌ی کارشناسی- که به دنبال می‌آید- به منظور تهییج بحث درخصوص تغییرات مورد نیاز است.

### آماده‌سازی معلمان آینده در علوم

نشان دادن مفاهیم شخصی دانش‌آموزان از پدیده‌های علمی یکی از چالش‌های تدریس علوم است، زیرا این امر مستلزم دانش عالی علوم به همراه درک عمیقی از یادگیری علوم است. در واکنش به تجارب روزانه با پدیده‌های طبیعی، کودکان- از جمله معلمان آینده- برای تفسیر جهان اطرافشان،

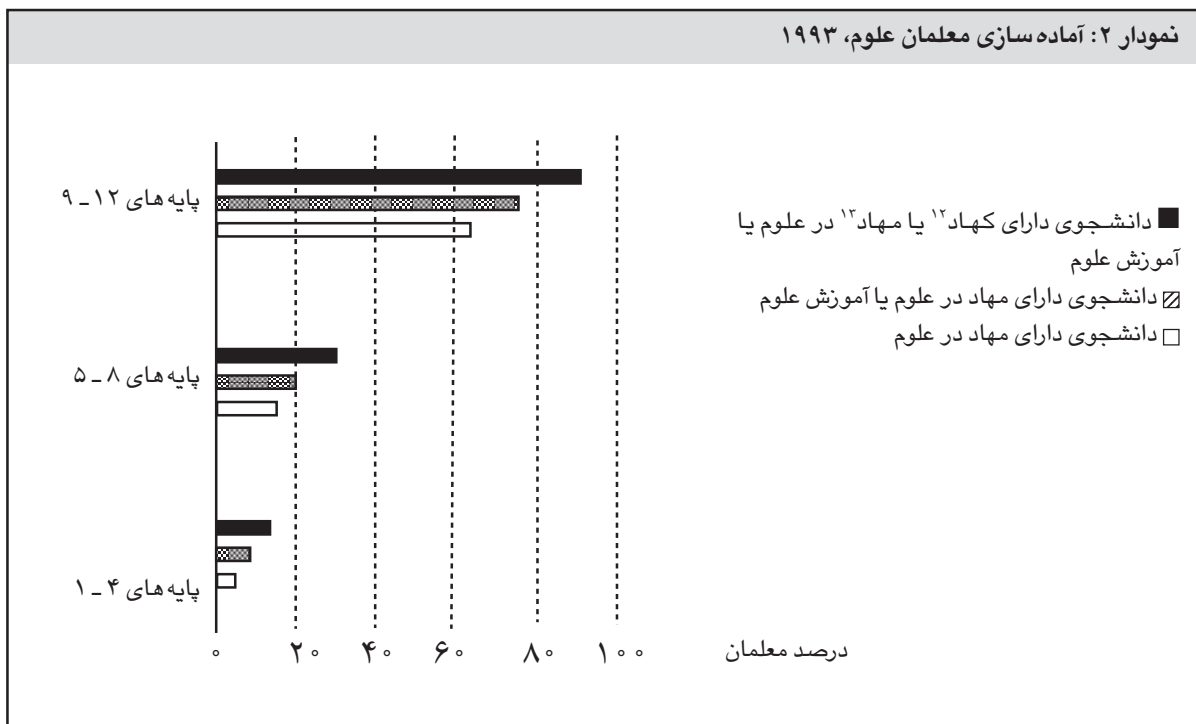


نظریه‌ها و توضیحات خودشان را می‌سازند. بعضی از این ساختن‌ها، فایده‌های محدودی دارند و می‌توانند با یادگیری درباره‌ی پدیده‌ی علمی، تداخل پیدا کنند. برای مثال، خیلی از مردم، تغییر فصل را نتیجه‌ی تغییر فاصله‌ی زمین تا خورشید می‌پندارند. از آن‌جا که ایده‌هایی از این دست، برای مشاهدات شخصی و اغلب برای توضیح پدیده‌های محلی (بومی) کفایت می‌کنند، بنابراین به سختی قابل تغییر هستند. هم‌چنین، چون سؤال‌های امتحان‌های سنتی، می‌توانند با پاسخ‌هایی مشابه این‌گونه ایده‌ها، پاسخ داده شوند، اغلب معلمان علوم چه در پیش‌دستانی تا پایه‌ی دوازدهم (K-۱۲) و چه در آموزش عالی، نمی‌توانند آن‌ها را شناسایی کنند. نتیجه این است که حتی باورهای غلط بعضی از دانش‌جویانی که در رشته‌های علوم تحصیل می‌کنند- برای مثال دلیل نادرست تغییر فصل- ادامه می‌یابد. بنابراین، برای مؤثر بودن، لازم است که بیش‌تر معلمان علوم، نسبت به اصول پیچیده و اغلب ضدشهودی<sup>۱۱</sup> علمی، درک عمیق‌تر و تعمیم‌یافته‌تری از آن‌چه که در حال حاضر دارند، کسب کنند.

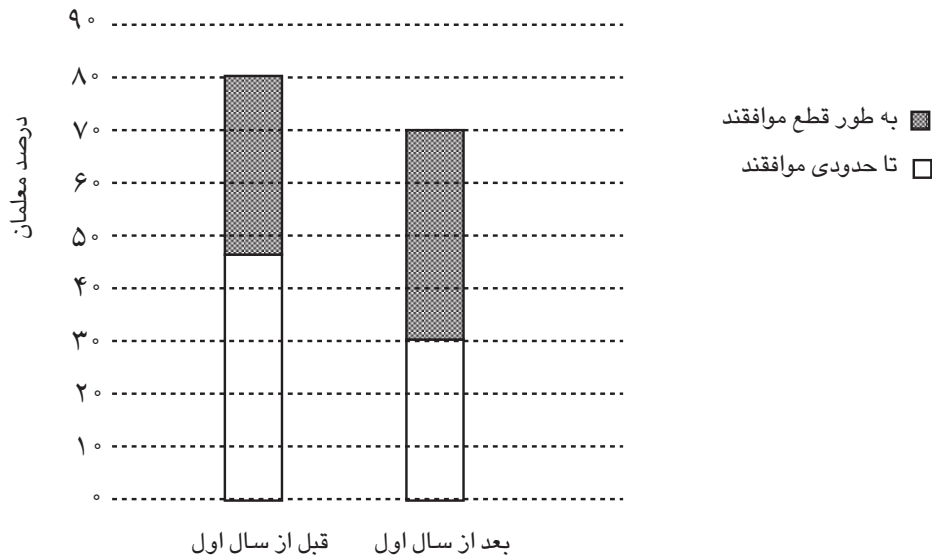
برای اجرای اهداف ارایه شده در «معیارها و استانداردها»، حیاتی است که تمام معلمان علوم، سواد کافی در زمینه‌ی علوم داشته باشند. مطالعه‌ی عمیق یک دیسیپلین، احتمال این را که

معلمان آینده قادر باشند تا علوم را در یک سطح عمیق و مفهومی درک کرده و بر ایده‌های مهم، نظریه‌ها و کاربردها بازتاب داشته باشند، افزایش می‌دهد. به این دلیل، اکثر آموزشگران اتفاق نظر دارند که تمام معلمان علوم دبیرستان- و احتمالاً معلمان پایه‌های راهنمایی نیز- باید در [یکی از] رشته [های] علوم، تخصص داشته باشند. (نمودار ۲)

قسمت اعظم علوم و ریاضیات در پایه‌های ابتدایی، به وسیله‌ی افراد غیرمتخصص که در رشته‌ی آموزش ابتدایی تحصیل کرده‌اند، تدریس می‌شود. اگرچه، پیشنهادهایی از این دست که تمام آموزش ریاضی و علوم در سطح مدارس ابتدایی توسط متخصصان تدریس شود غیر عملی و شاید غیرعقلانه باشد، با این حال تمام معلمان مدارس ابتدایی باید درک عمیقی از بعضی دیسیپلین‌ها همراه با آمادگی برای محتوای علوم داشته باشند. خبرگان (متخصصان)، در مورد این که چه آماده‌سازی محتوایی علوم برای معلمان دوره‌ی ابتدایی مناسب‌ترین است، توافق ندارند. جواب به این سؤال، ممکن است به این امر بستگی داشته باشد که آیا مدارس ابتدایی به شکل دیپارتمانی سازمان‌دهی شده‌اند یا این که به صورت کلاس‌های خودکفا<sup>۱۴</sup> هستند، [هم‌چنین]، به نقش متخصصان



نمودار ۳: معلمان جدیدی که احساس می‌کنند برای تدریس دانش‌آموزانی با زمینه‌های قومی گوناگون، خوب آماده شده‌اند



گروه‌های متفاوت و بدون برقراری ارتباط آن‌ها با تدریس کارا معرفی می‌کند، اغلب پیش‌داوری‌ها و قالب‌های نهفته را به جای کاهش، افزایش می‌دهد. بنابراین، معلمان آینده‌ی علوم باید با ادیاتی آشنا شوند که آن‌ها را در درک مسایل مختلفی که ممکن است در کلاس‌هایشان توسط اقلیت‌های جنسی یا نژادی یا مذهبی، کودکان دارای معلولیت، و دانش‌آموزان کم‌درآمد ایجاد شود، یاری رساند. آن‌ها باید در مدارسی کار کنند که جامعه‌ی دانش‌آموزی آن، بیانگر گوناگونی در حال رشد ملت است، نیز باید با معلمانی همکاری کنند که در کار با دانش‌آموزان با زمینه‌های متنوع، کارا هستند. (نمودار ۳)

علوم یا ریاضی از پیش‌دبستانی تا پایه‌ی ششم در مدارس نیز وابسته است. دانشکده‌ها و دانشگاه‌ها می‌توانند به طور تنگاتنگ، با مدارس کار کنند تا برنامه‌هایی در آموزش علوم و ریاضی تهیه نمایند که نیازهای موضوع درسی فارغ‌التحصیلان خود را برآورده سازد. برای مثال، یک ناحیه‌ی شهری یا حومه‌ی شهری، ممکن است برای برنامه‌ای مستعد باشد که به متخصصان پیش‌دبستانی تا پایه‌ی ۱۲ (K-۱۲) یا کسانی که کهدشان در علوم است، اجازه‌ی [عمل] دهد؛ در حالی که یک ناحیه‌ی شهری، ممکن است به دانش‌علوم وسیع‌تری نیاز داشته باشد.

### آماده‌سازی معلمان آینده برای تدریس

آموزش معلمان علوم باید دانشجو-معلمان را در بحث‌های مربوط به مسایل اساسی یاددهی و یادگیری که در ارتباط نزدیک با کار روزانه‌ی تدریس است، درگیر کند. از آن‌جایی که مدارس پیش‌دبستانی تا پایه‌ی دوازدهم (K-۱۲)، بهترین مکان برای عمل تدریس علوم هستند، لذا این کار [درگیر شدن با مسایل یاددهی و یادگیری] باید در همین مدارس صورت گیرد. برای کاستن از شکاف میان اصول عمومی تدریس که در کلاس‌های دانشگاه‌ها فراگرفته شده با موقعیت‌های خاص کلاس درس،

### آماده‌سازی معلمان آینده برای دانش‌آموزان گوناگون

معلمان کارا، دانش‌آموزان خود را به روش‌هایی غیر از روش‌های مورد تأکید برنامه‌های سنتی آموزش معلمان، درک می‌کنند. امروز، معلمان علوم، به طور فزاینده‌ای با جمعیت دانش‌آموزی گوناگون‌تری کار می‌کنند و به وسیله‌ی طرز تلقی و رفتار دانش‌آموزان-تقلب کردن، قدرت مطلقه برای پرسیدن<sup>۱۵</sup>، و بی‌علاقگی- به چالش خوانده می‌شوند که همگی، بازتاب مسایل اجتماعی بزرگ‌تری می‌باشند. آموزش معلمانی که فقط، معلمان علوم را با مشخصه‌های خلاصه‌شده‌ای از

برنامه‌های آموزش معلمان باید از مدارس توسعه‌ی حرفه‌ای، اصولی را اتخاذ کنند. این برنامه‌ی سراسری [در سطح کشوری]، کارهای درسی در آموزش معلمان را با فرصت‌هایی برای قبول مسئولیت‌های گوناگون کلاس‌های درس در سرتاسر برنامه‌ی آموزش معلمان، تلفیق می‌کند. این تجارب، نباید فقط [به‌عنوان یک تکلیف تدریس برای دانشجو-معلمان تمام وقت و به صورت متمرکز در آخر دوره‌ی آموزشی] ارائه شود.

برای تداوم بخشیدن به این برنامه‌ها، هیأت علمی دانشکده‌های علوم و علوم تربیتی، باید از طریق تحقیقات وسیع، مشاهده یا تدریس منظم-ارتباط نزدیک خود را با واقعیت‌های مدارس و کلاس‌هایی که دانشجو-معلمان در آن‌ها تدریس می‌کنند، حفظ نمایند. هم‌چنین، اعضای هیأت علمی علوم تربیتی باید در مورد استانداردهای حرفه‌ای معلمان برای برنامه‌های آموزش معلمان، به روز بمانند.

علاوه بر مفروضات، مقاصد و مباحث علمی، برنامه‌های آموزش معلمان باید دانش‌جویان خود را با نظام‌های باوری فرهنگی، بحث‌های مجادله‌ای در مورد ماهیت علوم، و تشریح مساعی در علوم از دیدگاه فمینیستی، رویارو کند. از این گذشته، دانش‌جویان می‌توانند از طریق دوره‌های طولانی مشاهده، قدردان دانش غیررسمی توسعه‌یافته به وسیله‌ی مردمی باشند که خارج از چارچوب آموزشی، زندگی یا کار می‌کنند. در آخر، معلمان می‌توانند رویکردهای [مختلف] به ایجاد توسعه و مشروعیت بخشیدن به دانش را مطالعه کنند و یاد بگیرند که چه چیز به‌عنوان یک ایده‌ی خوب به حساب می‌آید و برای ساختن دانش با معنی، چه شواهدی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

### تجربه‌ی میدانی

تجارب دست اول در مدارس، تجارب تدریس و معلمی و کار میدانی با دانشمندان باید از همان ابتدا در برنامه‌های آموزش معلمان گنجانده شود. این تجارب، هم معلمان آینده را برای محتوای درس‌های آموزشی خود آماده می‌کنند و هم به‌عنوان آزمایشگاهی فعال [و پویا] برای درس‌های رسمی، عمل می‌کنند. اگرچه اغلب معلمان آینده، تدریس را چه به صورت رسمی و چه غیررسمی، مشاهده کرده‌اند، اما آن‌ها به ندرت شاهد تلاش‌های خارق‌العاده‌ی معلمان [شاغل] برای آموزش

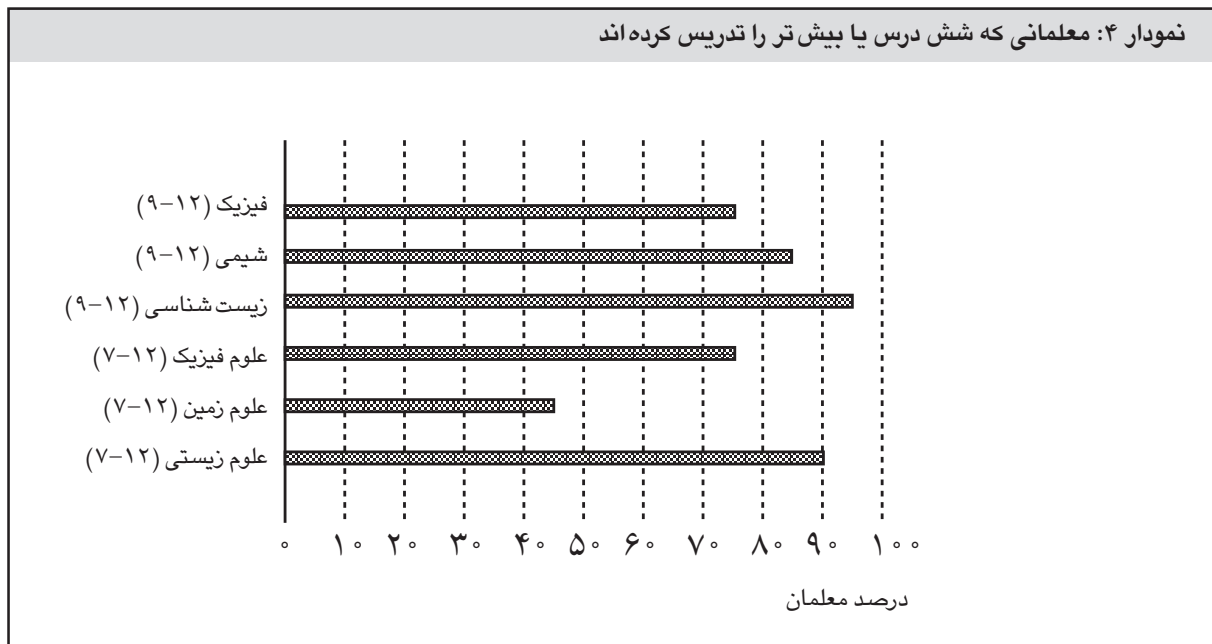
خودشان در موضوعات درسی که تدریس می‌کنند؛ توسعه‌ی استراتژی‌های کارا برای پرورش طرز تلقی‌ها، مهارت‌ها و دانش علوم در دانش‌آموزان خود؛ و ارزیابی موفقیت در تدریس خودشان و یادگیری دانش آموزانشان هستند. تجارب میدانی اجازه می‌دهد تا معلمان باتجربه، تصویر کاملی از تدریس را با معلمان مبتدی در میان بگذارند تا این «اعمال پنهانی» تدریس برای معلمان آینده، مرئی‌تر شوند. با ایجاد بحث‌های حرفه‌ای و حمایت از آن‌ها، آموزشگران معلمان می‌توانند به معلمان آینده‌ی علوم، بنیانی برای ایجاد عادت‌های تدریس‌بازتابی در خود، ارائه کنند.

### عمل تدریس

معلمان اغلب رابطه‌ای بین وقایعی که در کلاس‌های خود تجربه می‌کنند و تعمیم‌هایی که در مورد تدریس و یادگیری در دانشگاه‌ها به آن‌ها تدریس می‌شود، نمی‌بینند. خیلی از معلمان گزارش می‌کنند که تا زمانی که خودشان شروع به تدریس نکرده‌اند، چیز ارزشمندی در مورد تدریس یاد نگرفته‌اند. این یافته‌ها، برنامه‌های آموزش معلمان را به چالش خوانده است تا راه‌های کارتری را پیدا کنند که از طریق آن‌ها، معلمان باتجربه و معلمان آینده بتوانند بین اصول عمومی تدریس و یادگیری دانش‌جویان در مورد مسایل و وقایع خاص کلاس‌های درس، ارتباط و اتصال ایجاد کنند.

مدارس باید تدریس تیمی را تشویق کنند و هر یک از معلمان را به عنوان متخصصان در حوزه‌های گوناگون از جمله علوم، در نظر بگیرند. سازمان‌دهی جدول‌های زمانی روزانه به منظور فراهم آوردن زمان مناسب طی ساعت‌های تدریس مدرسه‌ای برای طراحی تیمی و توسعه‌ی حرفه‌ای، حیاتی است. در هر گروه، حداقل یک نفر با آمادگی بالا در علوم، می‌تواند گروه‌های مطالعه و طراحی درس علوم را سرپرستی کند، درس‌ها را شرح دهد و منابع خاص را آماده کند. این فعالیت‌ها، باور نسبت به ارزش افزایش کار تیمی و تعامل حرفه‌ای میان معلمان را ارتقا می‌بخشد. در چنین محیطی، معلمان می‌توانند در یادگیری مستمر علوم و ریاضیات، درگیر شوند. در مدل «متخصص تیمی»<sup>۱۶</sup> هر معلم ممکن است حداقل در یک حوزه، مانند آموزش علوم مقدماتی، و یک موضوع درسی، تخصص داشته باشد. رویکرد تیمی نسبت به خیلی از برنامه‌های غیر تخصصی دوره‌ی ابتدایی که دانش علمی کم

نمودار ۴: معلمانی که شش درس یا بیش تر را تدریس کرده اند



شود. [اما] به هر حال، بعضی الگوهای عمومی، واضح هستند. تعداد معلمان فیزیک عموماً کم است، در حالی که تعداد معلمان علوم زیستی در بعضی مواقع، بیش تر از شغل های موجود است. تعداد بسیار کمی از دانش جویان رنگین پوست، گرایش تحصیلی خود را در آموزش علوم و ریاضی انتخاب می کنند. معلمان ابتدایی به وفور موجود هستند، اما تعداد خیلی کمی از آن ها برای تدریس علوم و ریاضی آمادگی تخصصی قوی دارند. عدم قطعیت ها در مورد بودجه ی مدارس، محیط کاری منفی و حقوق های عمدتاً پایین، اغلب باعث می شود تا دانش جویان موفق علوم را از انتخاب تدریس علوم به عنوان یک حرفه، باز دارد.

برای تقویت و گسترش گروه معلمان علوم، لازم است که دانشگاه ها به طور متهورانه ای، دانش جویان توانمند و بسیار موفق در میان اقلیت ها را استخدام کرده و مورد حمایت قرار دهند تا معلمان علوم، ریاضی و تکنولوژی شوند. متخصصان علوم و افرادی که زمینه های قوی در علوم دارند نیز می توانند برای تدریس استخدام شوند به شرط آن که برنامه های دانشگاه ها با قابلیت ها و تجاربی که این افراد به همراه دارند، سازگار بوده و فرصت های تغییر شغلی نوآورانه و محتمل، در دسترس باشد. (نمودار ۵)

می توان برای گسترش فرصت های یادگیری علوم درون

معلمان را بهتر از نداشتن آن فرض می کند و هم چنین، نسبت به خیلی از برنامه های دوره ی متوسطه که به شدت، افتراقی و دیارتمانی هستند، بدعتی بزرگ محسوب می شود. (نمودار ۴)

معلمان مبتدی اغلب زیر بار تقاضاهای تدریس، خم می شوند. بدون داشتن فرصت هایی برای مشاهده کردن و مورد مشاهده قرار گرفتن و بحث و گفت و گو با همکاران یا یک مربی<sup>۱۷</sup>، معلمان در کوتاه مدت راه هایی را برای پاسخ گویی به این تقاضاها پیدا می کنند. این راه ها ممکن است شامل رویکردهایی برای وادار کردن دانش آموزان بر انجام «تکلیف» باشد که ممکن است ارتقا بخش نوع یادگیری پیشنهاد شده در «معیارها و استانداردها» نباشد. با تشکیل تیم های معلمان و دیگر فرصت های شبکه سازی و رهبری، مدیران مدارس می توانند به معلمان کمک کنند تا عادت های عمل بازتابی را در خود توسعه دهند، که این کار، منجر به افزایش درک و فهم آن ها نسبت به علوم، ریاضی، تکنولوژی و تدریس و یادگیری می شود.<sup>۱۸</sup>

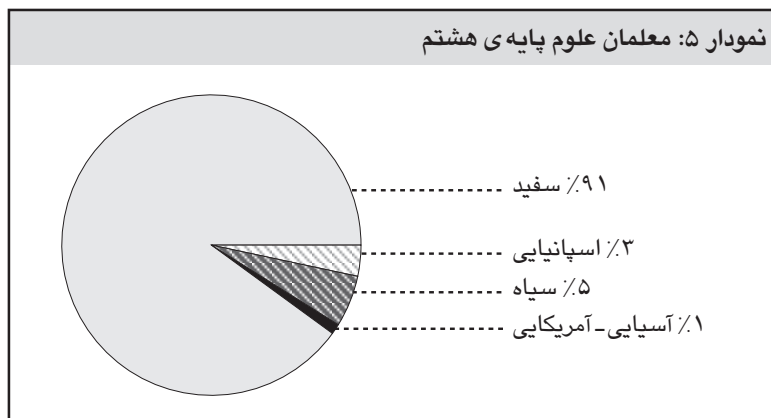
### استخدام معلمان جدید

از آن جا که تمام سطوح نظام آموزشی در ایالت متحده غیرمتمرکز است، تقریباً غیر ممکن است که شواهد محکمی برای چگونگی روند استخدام جدید معلمان علوم، جمع آوری

تعجب نیست که خیلی از معلمان علوم، بدون نوع یادگیری پیشنهاد شده توسط «معیارها و استانداردها»، وارد کلاس های درس می شوند. تدریس دروس علوم دوره ی کارشناسی باید نظام وارتر تغییر کند و با تأکید بر ایده های اساسی و موضوع های زیربنایی، به دانش جویان از جمله معلمان آینده، کمک کند تا اصول علمی را در حل مسایل واقعی به کار بندند. برنامه های درسی دانشکده ها باید رابطه ی

میان علوم، ریاضی، تکنولوژی و جامعه را نشان دهد. لازم نیست که تلفیق در هر درس و از طریق برنامه ی درسی اتفاق افتد، اما در عین حال، نمی تواند کاملاً رها شود و انتظار این باشد که دانش جویان، خودشان به آن دست یابند.

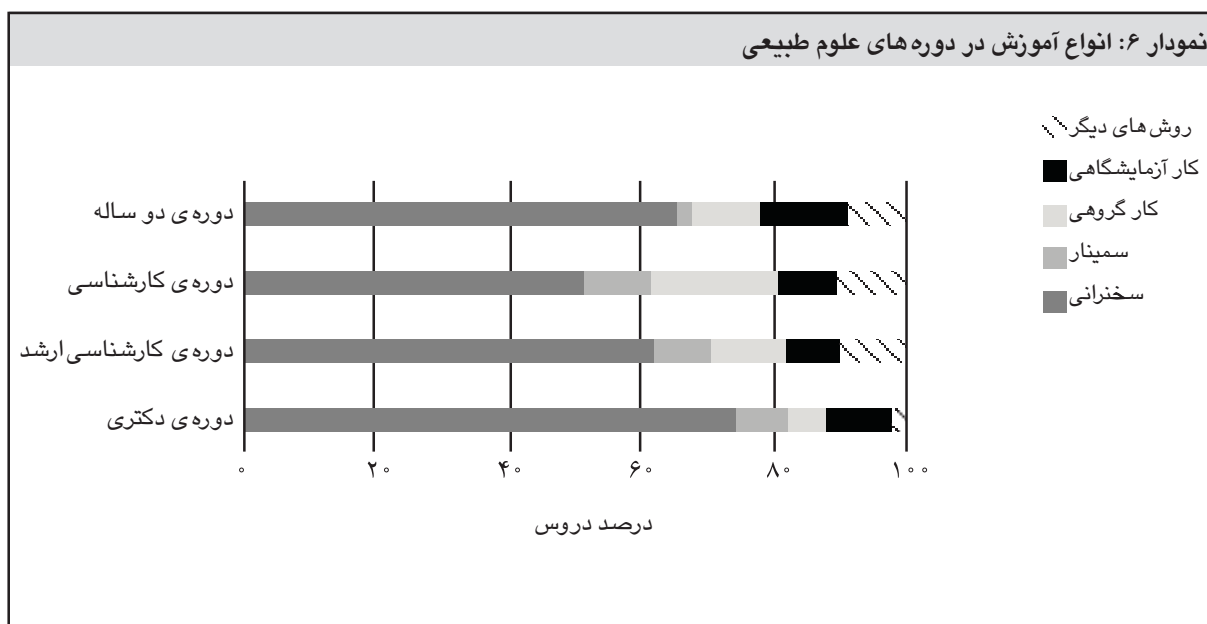
معلمان به روش های تدریسی که به عنوان یادگیرنده تجربه کرده اند خیلی بیش تر تکیه می کنند تا به نظریه یا حتی دانش عملی که در برنامه های آموزش معلمان با آن مواجه می شوند. از آن جا که تدریس ریاضی و علوم به روش سخنرانی، در دانشکده ها و دانشگاه ها متداول است، آموزش عالی باید به این واقعیت توجه کند. معلمان آینده ی دوره ی متوسطه که دانش جویان موفق در رشته های علوم هستند، در دانشکده ها روش های سخنرانی را تجربه می کنند و به این باور می رسند که



کلاس درس و فراتر از آن، اعضای جوامع علمی را برای مشارکت در آموزش پیش دبستانی تا پایه ی دوازدهم (K-۱۲) به عنوان مشاهده گر، سخنران مدعو، معلم خصوصی<sup>۱۹</sup> و مشاور، استخدام کرد. دانشمندان علوم باید از نیازهای معلمان و دانش آموزان آگاه شوند، اما در دراز مدت، مشارکت آن ها می تواند کلاس های درسی دانشکده ها و دانشگاه ها را غنی تر سازد و موجب شود که معلمان پیش دبستانی تا پایه ی دوازدهم و دانشمندان علوم، یکدیگر را بهتر درک کنند.

### لزوم تغییرات در تدریس دانشکده و دانشگاه ها

حتی دانش جویانی که در رشته های علوم تحصیل می کنند، اغلب ضعف های جدی در ایده های اساسی علوم دارند. جای



روش سخنرانی برای دانش آموزان نیز مؤثر است. آموزشگران معلمان در آماده سازی معلمان آینده برای اجرای اصلاحات [آموزشی]، باید این ملاحظه را داشته باشند که آن‌ها را در طول یادگیری رسمی علوم، با روش‌های تدریسی که حامی تغییر است، مواجه نمایند. (نمودار ۶)

تدریس و یادگیری به منظور «فهمیدن»، زمان بر است و نیاز به علاقه و توانایی دارد. هیأت علمی و دانش‌جویان - خصوصاً در کلاس‌های بزرگ علوم مقدماتی - زیر حجم زیاد محتوا در زمانی محدود، احساس «خرد شدن» می‌کنند. آموزش علوم برای معلمان آینده‌ی دوره‌ی ابتدایی اغلب به همین درس‌های مقدماتی محدود می‌شود و فرصت‌های کمی برای تعامل با هیأت علمی، نوشتن و گفت‌وگو در مورد مفاهیم علمی یا درگیر شدن در فعالیت‌های عملی فراهم می‌کند تا مفاهیم و دانش علوم را توسعه داده و درک کنند. در نتیجه، بعضی اوقات، این دانش‌جویان، تدریس خود را با طرز تلقی‌های منفی نسبت به علوم و بدون داشتن مهارت‌هایی برای به‌کارگیری هدف‌های یادگیری - مانند اهدافی که در «معیارها و استانداردها» به آن‌ها اشاره شده است - شروع می‌کنند.

چون بیش‌تر معلمان علوم پیش‌دبستانی تا پایه‌ی دوازدهم (K-۱۲) تحقیقی انجام نمی‌دهند، ناچار هستند با خواندن مجله‌های علمی و دیگر منابع، دانش علمی جدید را یاد بگیرند و بتوانند داده‌ها را تفسیر و ارزیابی کنند. هم‌چنین، دانشکده‌ها می‌توانند از روش‌های تدریسی استفاده کنند که لازمه‌ی آن‌ها مشارکت تعاملی، کار گروهی و تحقیق باشد - خصوصاً در درس‌های مقدماتی علوم که معلمان آینده‌ی دوره‌های ابتدایی و متوسطه، آن‌ها را می‌گذرانند. بالاخره، برای ایجاد دانش بانفوذی که معتقد است درک واقعی هر موضوع درسی از تدریس آن حاصل می‌شود، دانشکده‌ها می‌توانند مطالعه‌ی علوم را با آماده‌سازی دانشجو - معلمان برای تدریس، تلفیق کنند.

### رویکردهای نویدبخش

در حالی که مثال‌های بی‌ظنری از تدریس دانشگاهی وجود دارد، هم‌چنان در بسیاری از دانشکده‌ها و دانشگاه‌ها، کمبودهای جدی در تدریس علوم و ریاضی وجود دارد. فرهنگ دانشگاهی به هیأت علمی برای تحقیق، امتیاز می‌دهد و انگیزه‌ی ناچیزی برای گسترش منابع ذهنی اغلب محدود

روش‌های تدریس و ارزیابی، ارایه می‌کند. تغییرات چندی می‌تواند بر تدریس و یادگیری دوره‌ی کارشناسی متمرکز شود: گروه‌های درسی دانشگاهی می‌توانند به هیأت علمی خود از طریق برگزاری سمینار، بحث و گفت‌وگو در مورد راه‌های بهبود تدریس و ارزیابی خوب کمک کنند؛ می‌توانند کیفیت تدریس اعضای هیأت علمی را یکی از عوامل مؤثر در استخدام رسمی و ارتقای مرتبه‌ی دانشگاهی به حساب آورند؛ می‌توانند صلاحیت‌های تدریس دانش‌جویان تحصیلات تکمیلی را - که در بسیاری از دانشگاه‌های بزرگ، بیش‌تر دروس عمومی دوره‌ی کارشناسی توسط آن‌ها تدریس می‌شود - ارتقا بخشند و با امتیاز دادن به ابتکارها در تدریس دانشگاهی، به ترغیب تدریس خوب، کمک کنند.

لازم است که دانشگاه‌ها، راه‌هایی را پیدا کنند تا از طریق آن‌ها، مجموعه‌ی گسترده‌ای از تحقیقات مربوط به یاددهی، یادگیری و ارزیابی در علوم و ریاضی، به صف اول مباحث آموزش عالی آورده شود. به اضافه، باید به دانش‌جویان اجازه داده شود تا تبدیل به یادگیرندگان فعال شوند، تجارب دست‌اولی برای ایجاد پیوند بین ایده‌های خودشان و دانشی که در دروس مختلف کسب می‌کنند داشته باشند و در کلاس‌هایی شرکت کنند که اعضای هیأت علمی، روش تدریسی را در یادگیری فعال مدل‌سازی می‌کنند حتی کلاس‌های بزرگ سخنرانی می‌توانند برای تدریس فعال، سازمان‌دهی شوند. با افزایش تعداد دروس عمومی که دانش‌جویان را به یادگیری فعال ترغیب می‌کنند، درحقیقت احتمال این که معلمان و دانشمندان آینده، شور و شوق و رضایت خاطر بیش‌تری از طراحی تحقیق‌ها و جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها برای انجام آن تحقیق‌ها پیدا کنند، افزایش می‌یابد.

### تغییرات لازم در توسعه‌ی حرفه‌ای

شاید مهم‌ترین دلیل برای آموزش حرفه‌ای مستمر معلمان علوم، ریاضی و تکنولوژی این است که این‌گونه آموزش‌ها، به آن‌ها اجازه می‌دهد که تخصص ویژه‌ی مربوط به کارشان را دریابند. دانش تخصصی، برای تعیین سیاست‌ها و تصمیم‌گیری‌های برنامه‌های درسی به‌عنوان یک منبع قدرت محسوب می‌شود. دومین دلیل این است که آموزش قبل از خدمت معلمان به اندازه‌ی کافی طولانی یا جدی نیست که آن‌ها بتوانند بر تمامی حوزه‌های مهارتی که مورد نیازشان است،



تسلط یابند. سوم این که به موازاتی که دانش در زمینه های علوم و تدریس در حال گسترش است و هم چنان که جامعه و خواسته هایش به تغییر ادامه می دهند، خود معلمان نیز باید رشد و توسعه یابند. بالاخره، هنگامی که معلمان در توسعه ی حرفه ای بلندمدت درگیر می شوند، با اجتماع وسیع تری از همکاران خود، رابطه برقرار می سازند که این امر، کیفیت تدریس را بهبود می بخشد.

مسئله ای اساسی در نظام فعلی انگیزه های توسعه ی حرفه ای این است که معلمان به جای تسلط بر یک موضوع درسی و بهترین روش تدریس آن، برای تکمیل واحدهای درسی دانشگاهی امتیاز یا مدرک کسب می کنند. برنامه های کارشناسی ارشد آموزش [علوم تربیتی] فرصت یک مطالعه ی عمیق را ایجاد می کند اما فاقد محتوای علمی و پیوندهای قوی با تمرین های عملی آموزش است. کارگاه های توسعه ی حرفه ای که یک یا دو روز به طول می انجامد، کمک اندکی به بهبود فهم و درک معلمان از موضوعات درسی می کند و اغلب به معلمان، چگونگی انجام مجموعه ی خاصی از فعالیت ها یا دروس یا کار با بسته های برنامه درسی انتخاب شده به وسیله ی مدرسه یا ناحیه به شکل «بساز و بگیر»<sup>۲۰</sup> تدریس می شود. (نمودار ۷)

به گونه ای تغییر کنند که معلمان را افراد روشنفکر [اندیشمند]<sup>۲۱</sup> ببینند نه آن که معلمان را تکنسین فرض کنند. برای حمایت از آموزش علمی که فعالیت های آن با استانداردها و معیارهای خاص گره خورده باشد، برنامه های توسعه ی حرفه ای باید مستقیم تر مسایل مربوط به توالی و ارتباط و اتصال برنامه را با «معیارها و استانداردها»، نشان دهند. با تمرکز بر توسعه ی حرفه ای مبتنی بر استانداردها که دانش تدریسی و علمی لازم را برای تغییرات واقعی برنامه های درسی و آموزشی می سازد، شانس موفقیت اصلاحات [آموزشی] افزایش می یابد.

کار جاری برای انجام اصلاحات نظام وار، در خیلی از ایالت ها، نواحی محلی آموزشی و حوزه های شهری و در پروژه های مشارکتی آموزش معلمان ریاضی و علوم، آغاز شده است تا مدل های بلندمدت و درگیری فعال معلمان ریاضی و علوم در فعالیت های توسعه ی حرفه ای را نتیجه دهد. تأکیدهای مداوم بر توسعه ی حرفه ای، کاربرد وسیع تر این مدل ها را تضمین خواهد کرد. در طراحی فعالیت های توسعه ی حرفه ای، مصلحان آموزشی باید بین دانش افزایش یافته در علوم و دغدغه های جاری معلمان در رابطه با عمل تدریس، ارتباط برقرار کنند.

هیچ کدام از این رویکردها، قانع کننده نیست. مدارس باید

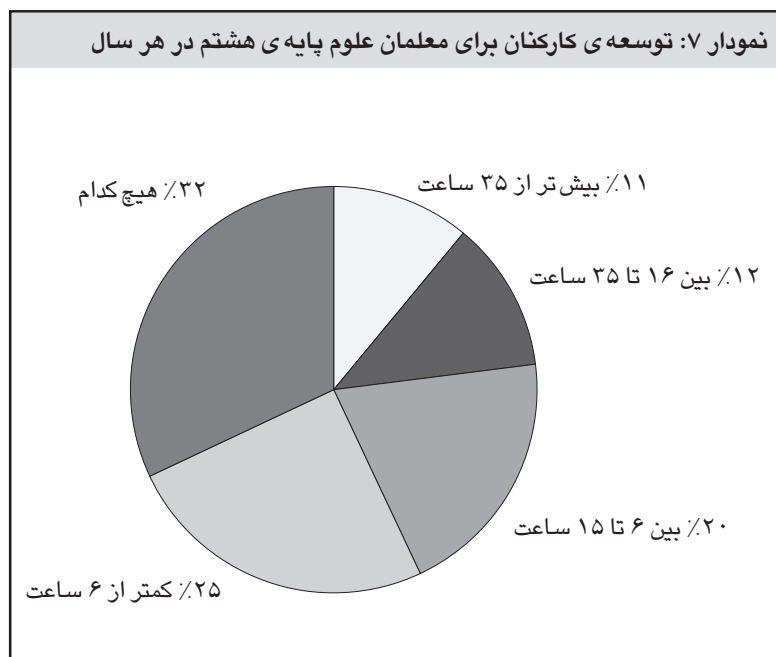
### اصولی برای تغییر توسعه ی حرفه ای معلمان

اصول زیر برای کمک به طراحی دوباره ی آموزش مستمر

معلمان است که به واسطه ی درک ما از چگونگی یادگیری معلمان و فرصت هایی برای توسعه ی آن، پیشنهاد می شود:

- آموزش عالی و اتحادیه های حرفه ای باید ارتباط های خود را با توسعه ی حرفه ای، قوی تر نموده و انسجام بیش تری عرضه کنند؛
- تأکید بر یادگیری علوم مرتبط با زمینه های محلی مدارس، باید جایگزین تمرکز بر مهارت های عمومی تدریس شود؛
- فعالیت ها باید مهارت های عملی و برنامه ای را در معلمان ایجاد کند تا بتوانند استانداردها و معیارها را در یک دنباله ی آموزشی، با هم تلفیق کند؛
- کادرهای معلمان، باید مسئولیت های

هیچ کدام از این رویکردها، قانع کننده نیست. مدارس باید



رهبری [اصلاحات] را بر عهده گیرند؛

● فعالیت‌ها باید ترغیب‌کننده‌ی یادگیری برای تمام متخصصان مدارس از جمله کادر اجرایی باشند.

این اصول، نیاز به تفکر دوباره درباره‌ی راه‌های سازمان‌دهی وقت معلمان، چگونگی استفاده از بودجه‌های جاری توسعه‌ی کارکنان و سطح حمایت ضروری از توسعه‌ی کارکنان برای اجرا و تداوم اصلاحات، دارد.

با تقویت پیوندهای میان آموزش عالی و اتحادیه‌های حرفه‌ای، معلمان می‌توانند در نظام منفک فعلی توسعه‌ی حرفه‌ای، انسجام ایجاد کنند. در چنین شرایطی، این سازمان‌ها به اندازه‌ی کافی برای معلمان انعطاف خواهند داشت که از ایجاد یک نظام سطح بالای متمرکز توسعه‌ی حرفه‌ای که پاسخ‌گوی نیازهای محلی نیست، اجتناب کنند. اگر معلمان یا محققان تعامل‌پایداری داشته باشند، می‌توانند استفاده‌ی خود از دانش تحقیقی را افزایش دهند. هم‌چنین، این تعامل به محققان این فرصت را می‌دهد تا کارشان را به شکلی که با شرایط محلی منطبق است، ارائه دهند. به طور مشابه، اتحادیه‌های حرفه‌ای و انجمن‌های معلمان، برای کمک به معلمان برای درمیان گذاشتن دانش خویش با یکدیگر، زیرساخت‌هایی دارند، گرچه تاکنون، در مورد اثرات عضویت در این سازمان‌ها بر توسعه‌ی معلمان، شناخت کمی حاصل شده است.

یادگیری باید هدف اصلی تمام [ارکان] مدرسه باشد. نه فقط برای دانش‌آموزان بلکه هم‌چنین برای معلمان و مجریان. توسعه‌ی حرفه‌ای معلمان باید به عنوان یک رویه‌ی عملی استاندارد، دیده شود. یکی از هدف‌های اصلاحات، افزایش توانایی معلمان برای یادگیری این است که کدام تمرین‌های عملی، در موقعیت محلی آن‌ها و برای گروهی از دانش‌آموزان، بهتر از همه کار می‌کند. بنابراین، توسعه‌ی حرفه‌ای باید به معلمان کمک کند تا عمل تدریس خودشان را مورد تحقیق قرار داده و آن را با یادگیری خودشان، مرتبط کنند.<sup>۲۲</sup> معلمان مبتدی به فرصت‌هایی برای توسعه‌ی مهارت‌های هنری-عملی مانند مدیریت کلاس درس، نیاز دارند. با تجربه و اعتماد به نفس، معلمان علاقه‌ی بیش‌تری نسبت به یادگیری دانش‌آموزان پیدا می‌کنند که نشان‌دهنده‌ی نیاز به توسعه‌ی حرفه‌ای است که بر انتقال استراتژی‌های تدریس و رویکردهای ارزشیابی به یادگیرنده، متمرکز شده است.

هم‌چنین، ممکن است معلمان در روش‌های یادگیری برای

تلفیق برنامه‌ی درسی علوم و ارتباط و اتصال آن با تکنولوژی، به کمک‌های ویژه‌ای نیاز داشته باشند. اگرچه یادگیری علوم باید بنا به نیازهای هر واحد کلاسی یا حتی هر فرد طراحی شود، با این حال واضح است که برای معلمان، تدبیر فعالیت‌های جدید برای هر موضوع درسی، امری غیر واقعی است. معلمان به فرصت‌هایی برای یادگیری مهارت‌ها با هدف تلفیق فعالیت‌های یادگیری نیاز دارند که از یادگیری تلفیقی حمایت می‌کند.

برای حفظ تمرکز بر اهداف اصلاحات در آموزش علوم، باید گروه‌های معلمان طوری سازمان‌دهی شوند که در کنار توسعه‌هایی در تدریس و یادگیری علوم، مدل‌های تدریس را نیز عرضه کنند و شبکه‌ای از معلمان را که به طور مستمر تجارب خودشان را گردش می‌دهند، بسازند. بالاخره چون مدیران و سایر کارکنان اجرایی مدارس و نواحی، قدرت بزرگی بر آموزش علوم اعمال می‌کنند، لذا ترغیب یادگیری مستمر آن‌ها، برای این تغییرات، حیاتی است.

### توصیه‌های آموزشی برای سازمان‌دهی مدارس

دیدگاه ارائه شده برای تدریس و توسعه‌ی حرفه‌ای معلمان، به طور قابل ملاحظه‌ای بر سازمان‌دهی و مدیریت مدرسه تأثیر می‌گذارد. مدارس باید به گونه‌ای سازمان‌دهی شوند تا وابستگی متقابل افزایش یافته، هماهنگی تخصص‌ها و فرهنگ تکنیکی که حامی ابتکارات و آزمایش‌ها باشد به کار گرفته شود. سازمان‌هایی که تعداد زیادی افراد متخصص و مؤسسه‌هایی با تکنولوژی بالا را که بیش‌تر کار غیر معمولی انجام می‌دهند را به کار می‌گیرند، شروع به ایجاد این نوع ساختارهای سازمانی کرده‌اند. مدارس ارتقا یافته‌ی لوین (۱۹۸۷) جنبه‌های مختلفی از این مدل را نشان می‌دهند.

مدرسه یک سازمان یادگیری است که رشد مستمر را ترغیب می‌کند. مبتدی‌ها از طریق همکاری نزدیک و مسئولیت مشترک با دانشگاه‌ها، با فرهنگ مدرسه آشنا می‌شوند. مدارس می‌توانند فرهنگ‌هایی را که حامی بازتاب‌ها و تحقیقات معلمان هستند، ایجاد کنند و زبان مشترکی برای توضیح و تحلیل عمل تدریس، به وجود آورند. مدارس می‌توانند با ایجاد جدول‌های زمان‌بندی که مشوق برنامه‌ریزی مشارکتی و رویکردهای میان‌رشته‌ای به تهیه‌ی برنامه‌ی درسی مدرسه‌ای باشد و با فراهم کردن فرصت‌های منظم مشاهده و بحث معلمان با همکاران

خود درباره‌ی یاددهی و یادگیری، از یادگیری در تمام طول عمر معلمان حمایت کنند.

### توصیه‌ها

توصیه‌های زیر دیدگاه جدیدی از اصلاحات را ارائه می‌کند و گام‌های لازم برای اجرای آن دیدگاه را پیشنهاد می‌دهد. گروه‌های هیأت علمی و مجریان، سازمان‌های حرفه‌ای، مؤسسات دولتی و سایرین، نیاز به یافتن استراتژی‌های مناسب برای موقعیت‌های خودشان دارند. استفاده از ایده‌های زیر به عنوان اصول راهنما به این فرآیند کمک خواهد کرد.

### ● دیدگاهی وسیع از سوادآموزی علمی را معرفی کنید.

آموزش معلمان باید به گونه‌ای طراحی شود تا معلمان علمی تربیت شوند که هم نسبت به افزایش درک و فهم ارتباط و اتصال بین علوم، ریاضی و تکنولوژی متعهد باشند و هم زمینه‌های اجتماعی، تاریخی و فلسفی دانش علمی را درک کنند. تمام معلمان باید بتوانند تدریس خودشان را بر ایده‌های اساسی حوزه‌های خودشان متمرکز کنند و برای الزامات تفکر شفاف و ارتباطات مؤثر، استفاده از واژه‌های تکنیکی را محدود کنند.

### ● بر حرفه‌ی تدریس تأکید کنید.

برنامه‌های آموزشی باید طرز تلقی‌ها، دانش و درک معلمان را توسعه دهد تا معلمان را قادر سازد که بتوانند نظریه‌ها و اصول را برای طراحی استراتژی‌ها و فعالیت‌های کلاس درسی که معرف نیازها و پیشینه‌های دانش‌آموزان خاصی باشد، به کار گیرند. این نوع تدریس - که عمل بازتابی، اصولی، یا معقول نامیده می‌شود - ویژگی‌های تعریف شده‌ی معلمان حرفه‌ای است. استانداردها و برنامه‌های درسی جدید، به معلمانی نیاز دارند که درک عمیقی از موضوعات درسی خود داشته باشند نه آن‌که متخصصان خبره‌ای باشند که تنها از تولیدات آموزشی از پیش آماده شده توسط متخصصان برنامه‌ریزی درسی و دیگر «متخصصان» خارج از کلاس درس، استفاده می‌کنند. برای تحقق این هدف، آموزش معلمان باید به عنوان یک تلاش حرفه‌ای مستمر، دوباره تعریف شود. برای ایجاد مدارسی که تحقیق و گفت‌وگوی انتقادی در آن‌ها، به عنوان قسمتی از سازمان‌دهی معمولی کار تدریس محسوب می‌شود، برنامه‌های

آموزش معلمان باید با نواحی آموزشی کار کنند.

### ● معلمان را قادر سازید تا علوم را به تمامی دانش‌آموزان، تدریس کنند.

معلمان باید آگاه باشند که علوم، تنها پیکره‌ای از دانش نیست، بلکه پارادایمی است که از طریق آن، می‌توان دنیا را دید. معلمان آینده و معلمان شاغل، باید با معلمان باتجربه، محققان و آموزشگران معلمان که به طور مؤثر علوم را به دانش‌آموزانی با زمینه‌های مختلف تدریس می‌کنند، کار و مطالعه کنند. معلمان جدید باید نسبت به تفاوت‌های دانش‌آموزان حساس باشند و بدانند که چگونه مشخصه‌های فردی و نیازهای خاص، می‌تواند در موفقیت و درگیر شدن با موضوع، تأثیرگذار باشند.

### ● آموزش دانشگاهی را بهبود بخشید.

دانشکده‌ها و دانشگاه‌ها باید توجه هیأت علمی را به تحقیقات قابل دسترس در تدریس، یادگیری و ارزیابی جلب کنند تا این تحقیقات، بتوانند در توسعه‌ی مؤثرتر تدریس دوره‌های کارشناسی، مورد استفاده قرار گیرند. هیأت علمی که در رابطه با بهبود تدریس تلاش می‌کنند، باید از طرف مؤسسه‌های آموزشی دوره‌های کارشناسی مورد حمایت قرار گیرد. این مؤسسه‌ها باید سمینارها و جلسات بحث و گفت‌وگو در مورد روش‌های بهبود تدریس را برگزار کنند. به علاوه، این مؤسسات باید برای ارایه‌ی رهنمون‌های شفاف‌تر در مورد چپستی شالوده‌ی تدریس کارآمد، تلاش کنند و در سیاست‌های استخدامی و ارتقای دانشگاهی، آن‌ها را به کار گیرند. دانشگاه‌های بزرگ باید به دانش‌جویان تحصیلات تکمیلی، کمک کنند تا صلاحیت‌های تدریس خود را توسعه دهند و راه‌های بدیلی برای درس‌های عمومی علوم دوره‌های کارشناسی که به صورت سخنرانی و در کلاس‌های بزرگ اجرا می‌شود، پیدا کنند.

### ● یادگیری معلمان را ارتقا دهید.

در برنامه‌ی آموزش معلمان، حیاتی است که برای معلمان آینده، فرصت‌هایی به منظور مشاهده، کسب تجربه و شرکت در فعالیت‌های دانش‌آموز-محوری و یادگیری واقعی با ابزار آموزشی، فراهم شود. برنامه‌های آموزش معلمان باید پیوند

خود را با مدارس محکم کنند تا معلمان آینده با اندیشه های «پشت صحنه» و طراحی هایی که به تدریس کارآمد کمک می کند، آشنا شوند. معلمان آینده لازم است بتوانند دانش حاصل از تحقیقات آموزشی را برای تجزیه و تحلیل عمل تدریس به طرق جدید، مورد استفاده قرار دهند. هم چنین آن ها نیازمند فرصت هایی هستند تا تجارب کلاس های درسی خود را در پرتو دانش رسمی در مورد تدریس و یادگیری، به کار برند.

### ● استخدام معلمان را بهبود بخشید.

برای استخدام متقاضیانی که احتمالاً نسبت به دیگران، معلمان علوم، ریاضی و تکنولوژی بهتری می توانند باشند، تلاش های زیادی باید صورت گیرد. زنان، افراد رنگین پوست و افراد معلول، باید به طور متهورانه ای، استخدام شوند و برای حرفه هایی مانند معلمی علوم مورد حمایت قرار گیرند. دانش جویان علاقه مند باید زودتر مشخص شوند و به وسیله ی معلمان جوان، پرورش یافته و نظارت شوند. برای معلمان آینده، برنامه های «پل» بین دبیرستان و دانشکده؛ و برای دانش جویان مؤسسات آموزشی غیر دانشگاهی که به حرفه های تدریس علاقه مند هستند و برای بسیاری از دانش جویان غیر سنتی و متعلق به اقلیت های گروهی، وجود برنامه هایی در این خصوص، حیاتی است. بورس تحصیلی و اطلاعات شغلی در مورد تدریس، مهم است. خصوصاً برای دانش جویانی که ممکن است اولین فرد خانواده ی خود باشند که به آموزش بعد از مدرسه، راه یافته است. به موازات این، استانداردهای مربوط به معلمان ریاضی و علوم باید به گونه ای ارتقا یابد که تخصص گرایی و کیفیت تدریس، در طول زمان افزایش پیدا کند.

### ● به اصلاحات بلندمدت، متعهد شوید.

چون آموزش عالی در شکل گیری معلمان آینده نقش حیاتی بازی می کند، سازمان های حرفه ای در علوم و علوم تربیتی در آموزش عالی می توانند در حمایت از سمینارها، انتشار مقاله ها و سایر حالت های توسعه ی حرفه ای برای مسئولان اجرایی مدارس، پیش قدم شوند. مسئولان اجرایی، هم در آموزش عالی و هم در دوره های پیش دبستانی تا پایه ی دوازدهم (K-۱۲)، کلیدهای موفقیت هر حرکت اصلاحی به حساب می آیند و باید در توسعه ی حرفه ای، منظور شوند.

هم چنین مسئولان اجرایی و هیأت علمی آموزش عالی، باید تشخیص دهند که حمایت گسترده برای استمرار تحقیقات علوم موجب خواهد شد که درک عمومی و قدردانی از علوم، افزایش یابد. بنابراین، آموزش عالی، به واسطه ی کار با آموزشگران دوره های متوسطه و ابتدایی برای اجرای اصلاحات، بهره مند خواهد شد. اصلاحات جدی، مستلزم قبول تعهد بلندمدت است. آموزشگران باتجربه، شاهد اصلاحات قبلی بوده اند که بدون ثبات و تغییر مشخص، آمده اند و رفته اند. اگر آن ها برای انجام اصلاحات به خدمت فراخوانده شوند، باید توجیه شوند که تلاش ها نه تنها برای یک سال بلکه برای چندین دهه ادامه خواهد داشت. اصلاحات موفق، سختی رویه ی تغییر را تصدیق می کند و در تمامی سطوح، پیشرفت می نماید، ائتلاف ها را برقرار می کند و کادری از رهبران آموزشی را به وجود می آورد که برای تغییر، فشار را ادامه خواهند داد.

زیرنویس ها

1. Reform
2. Reformer
3. Holmes Group
4. Science and Mathematics Teacher Education Collaborative Program
5. National Science Foundation (NSF)
6. Dispositions
7. National Science Education Standards
8. National Research Council
9. Benchmarks for Science Literacy
10. American Association for the Advancement of Science
11. Counterintuitive
12. Major
13. Minor
۱۴. Self-Contained Classroom کلاسی که شبیه یک آزمایشگاه کوچک است و مایحتاج خود را دارد (مترجمان).
15. Questioning Authority
16. Team Specialist
17. Mentor
۱۸. بازتاب و شبکه سازی، دو جزء اصلی و حیاتی چرخه ی تحقیق عمل می باشند. برای آشنایی بیش تر ر. ک. «نرگس مرتاضی مهربانی؛ آموزش معلمان، یک حوزه ی تحقیقی، رشد آموزش ریاضی، شماره ی ۶۹، سال نوزدهم، صص ۱۹ تا ۳۳».
19. Tutor
20. Make it, Take it
21. Intellectuals
۲۲. در این جا، منظور از تحقیق عمل (اقدام پژوهی-Action Research) است. تحقیق عمل، نوعی از تحقیق است که به وسیله ی افراد درگیر در موقعیت های اجتماعی-آموزشی انجام می شود و هدف آن بهبود استدلال و اعمال اجتماعی توسط آن ها و بالا رفتن فهم و ادراکشان از اوضاع و شرایط است. در نتیجه، بهترین حالت چنین تحقیقی این است که با تشریک مساعی افراد درگیر آن عمل، انجام شود که در این صورت، گروه تحقیق کننده، قدرت و اختیار بیش تری به دست می آورد.