

نگرشی به آموزش مهندسی شیمی با توجه به فناوری

منصور طاهری و امیر رحیمی

بخش مهندسی شیمی، دانشگاه شیراز

چکیده: در این مجموعه سیستم فعلی آموزش رشته مهندسی شیمی به عنوان یکی از رشته‌های مهندسی استراتژیک کشور مورد ارزیابی و نقد قرار گرفته و با توجه به تغییرات عمده در صنعت جهان و نگرش جدید به فناوری، یک تعریف جدید از این رشته ارائه شده است. بر اساس تعریف ارائه شده، پیشنهاد‌های لازم به منظور بهبود بازده سیستم آموزش مهندسی شیمی در ایران ارائه شده است. در این زمینه از یک سو توجه به نیاز صنعت و از سوی دیگر، توجه بیشتر صنعت به امر سرمایه‌گذاری در جهت تولید فناوری با استفاده از متخصصان دانشگاهی به عنوان دو راهکار اساسی در شناسایی هرچه بیشتر و کارایی بیشتر این رشته مورد توجه قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: آموزش، مهندسی شیمی، الگوی آموزشی، گرایش‌ها، تاریخچه، مشکلات.

۱. مقدمه

این اصل بدیهی که پیشرفت و توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی یک کشور تا حد زیادی متأثر از نظام آموزشی آن کشور است، بر هیچ کس پوشیده نیست؛ به عبارت دیگر، هرچه سهم بیشتری از پیشرفت علوم و صنعت جهان متعلق به محققان یک کشور باشد، مسلماً جدیدترین و بهترین سیستم‌های مدیریتی و صنعتی در آن کشور قابل رؤیت است. برنامه‌ریزی‌های مربوط به توسعه همه‌جانبه کشور بدون توجه به امر آموزش و نقش آن در ایجاد ارتباط منطقی بین صنعت و دانشگاه‌ها محکوم به شکست است. این موضوع از آنجا ناشی می‌شود که در برنامه‌ریزی‌های کلان کشور محدودیت‌های بسیاری در زمینه ارتباط دهی نیازهای اجتماعی و صنعتی کشور با آموزش فنی و مهندسی وجود داشته است. به همین دلیل و به دلیل نبود اطلاعات و آمار دقیق در زمینه‌های نیروی انسانی متخصص بخش صنعت و نبود ارتباط نزدیک و سازمان یافته بین صنعت و آموزش مهندسی، همواره مشکلاتی در ارتباط با نیروی انسانی، چه از نظر کیفی و چه از نظر کمی، وجود داشته است.

از سوی دیگر، جوابگو نبودن دانش فارغ‌التحصیلان به نیاز صنعت از دیگر مشکلات مربوط به ساختار صنعت و آموزش کشور است. به اعتقاد نگارندگان، ریشه این مشکل را هم باید در دانشگاه‌ها و هم در صنعت جستجو کرد. در خصوص نقش دانشگاه، ضعف سیستم و سیاست‌های آموزشی از عوامل اصلی به‌شمار می‌آیند. از سوی دیگر، صنعت مصرفی ما به دلیل عدم پویایی خاص خود و وابستگی تکنولوژیکی تنها به اپراتورهایی نیازمند است که سطح دانش آنها تأثیر چندانی در استفاده بهتر و عملکرد واحدهای از پیش طراحی شده نداشته است. این حقیقت که در صنعت، مهندسان ما نقش تکنسین‌ها و کاردان‌های فنی را بازی می‌کنند، یک حقیقت تلخ و در عین حال واقعی است. نظام آموزشی ایران علی‌رغم تغییرات صوری در چند دهه گذشته، متأسفانه بر مبنای استقرار اولیه خود و بدون تغییرات عمده به کار خود ادامه می‌دهد. در این میان، ایجاد گرایش‌های جدید در هر رشته مهندسی یا تغییرات محتوایی دروس توانسته است آن‌گونه که شایسته است پاسخگوی نیاز کشور باشد.

واقعیت این است که در نظام نوین اقتصاد جهانی، هر کشوری که در زمینه‌های آموزشی و پژوهشی سرمایه‌گذاری بیشتر و مؤثرتری می‌کند، از امکانات بهتری برای رقابت با دیگران برخوردار است. برنامه‌ریزی‌های مربوط به آموزش فنی و مهندسی در این کشورها با شتابی هم‌تراز

با جریان توسعه میادین علم و فناوری صورت می‌گیرد و دچار تغییر و تحول می‌شود. نگاه دقیق به شرایط و نیازهای جهانی و ملی و حتی تحولات در معادلات و معاملات بین‌المللی، شرط اساسی ایجاد یک سیستم دینامیک روبه پیشرفت در آموزش مهندسی به‌شمار می‌آید.

بر این باور نیستیم که مهندسان فارغ‌التحصیل دانشگاه‌ها باید متخصصانی کارآموده در امر صنعت باشند، اما حداقل این انتظار وجود دارد که آنها آنچه را در صنعت پویای امروز دنیا از یک مهندس انتظار دارند، برآورده سازند. از نظر تعریف، مهندسان واقعی نیروهای خلاق و کلیدی در طراحی و تولید محصولات جدید، توسعه صنایع و افزایش درآمدهای ملی به‌شمار می‌آیند. لذا توجه به تربیت و آموزش صحیح و اصولی آنها به‌منظور حل معضلات صنعتی کشور یک ضرورت اساسی است.

اما در خصوص نقش صنعت، با توجه به وابستگی تکنولوژیکی کشور ما این انتظار وجود دارد که سرمایه‌گذاری بیشتری از سوی صنایع در امر پژوهش به‌عنوان یک اولویت صورت گیرد. ایجاد پویایی در محیط صنعت و ایجاد انگیزه‌های لازم برای مهندسان به‌منظور شناخت بهتر سیستم‌های نوین می‌تواند نقش بسزایی در امر پیشبرد اهداف استقلال و تولید صنعتی بیشتر داشته باشد. بدیهی است که ایجاد پویایی در محیط صنعت و ایجاد انگیزه‌های لازم برای مهندسان جوان و برآورده‌سازی نیازهای اولیه روحی و اقتصادی از یک سو و ایجاد جو اطمینان به دانش آنها از سوی دیگر، از عوامل اصلی تشویق دانشجویان برای آموزش بیشتر و بهتر است.

یکی از رشته‌های مهندسی که قدمت آموزش کلاسیک آن در ایران را می‌توان به دهه اول قرن هجری شمسی جاری نسبت داد، رشته مهندسی شیمی است. در این مقاله، سعی شده است تا نقش واقعی و پتانسیل‌های این رشته و متخصصان آن در صنعت کشور و همچنین نارسایی‌های آموزشی آن، چه از نظر محتوایی و چه از نظر نحوه آموزش، مورد توجه و بررسی قرار گیرد و راهکارهایی به‌منظور رفع این معایب ارائه شود.

۲. مهندسی شیمی چیست

درک بهتر آنچه در ادامه این مقاله خواهد آمد، بدون داشتن یک ذهنیت درست از تعریف مهندسی شیمی کمی مشکل است. در دیدگاه عامه و متأسفانه بسیاری از اهل علوم مهندسی و متولیان صنعت، نام مهندسی شیمی و شیمی دو کلمه مترادف و تداعی‌کننده یک کلمه کلی به نام شیمی و

آزمایشگاه بوده است. بر این باوریم که نبود شناخت صحیح تعریف رشته مهندسی شیمی و نقش حساس آن در صنعت یکی از دلایل مهجوریت و بی‌نام و نشانی این رشته و فارغ‌التحصیلان آن در اغلب صنایع کشور است.

بر خلاف مسائل یک شیمیدان که با تغییر مقیاس و ظرفیت تولید تغییر نمی‌کند، مسائل یک مهندس شیمی در افزایش تولید، دستخوش تغییر و تحول می‌شود و بسیاری از مسائل فرایندی در مقیاس‌های بزرگ شرایط و ویژگی‌های خاصی را طلب می‌کند. این بدان معنی است که یک مهندس شیمی علاوه بر داشتن اطلاعاتی در زمینه شیمی (هر چند مختصر)، در حجم بسیار بیشتری به درک فیزیکی و ریاضی از پدیده‌های فرایندی نیازمند است. به عنوان نمونه، یک مهندس شیمی در ساخت رآکتورهایی که قرار است در آنها حجم زیادی از یک محصول تولید شود، علاوه بر نیازهای اطلاعاتی در زمینه شیمی واکنش و سرعت‌های واکنش (نقش شیمیدان)، به اطلاعات بسیار جامعی در زمینه حرکت سیالات، انتقال حرارت و انتقال جرم (پدیده‌های انتقال) و ساختار فیزیکی رآکتور مورد مطالعه نیازمند است. به همین دلیل است که در طراحی یک واحد جدید از نقطه شروع کار مثل مرحله پایلوت تا طراحی جزئی و راه‌اندازی آن، وجود مهندسان شیمی ضروری است. پس می‌توان گفت که صنعتی شدن فرایندهای شیمیایی اولین قدم برای تربیت مهندسان شیمی بوده است، چرا که مهندسان شیمی تأثیر متقابل طراحی فیزیکی تجهیزات و مشخصات عملیاتی آنها را بر یکدیگر بهتر از مهندسان مکانیک و شیمیدان‌ها می‌دانند و این امر به آنها اجازه می‌دهد که بتوانند پیش‌بینی‌هایی در خصوص تغییرات محصولات و شرایط عملیاتی دیگر در قبال افزایش مقیاس داشته باشند.

با توجه به آنچه گذشت، روشن می‌شود که مهندسی شیمی قابلیت پیش‌بینی تغییرات و تأثیرات آن بر عملکرد سیستم^۱، طراحی^۲، برآورد کمیت‌های فرایندی^۳ و بهینه‌سازی عملکرد^۴ یک فرایند تولیدی است.

از آنجا که نحوه آموزش هر رشته مهندسی بر مبنای تعریف آن رشته طرح و برنامه‌ریزی می‌شود، لذا آموزش یک مهندس شیمی باید به نحوی صورت گیرد که او قابلیت‌های یاد شده را که

۱. Simulation

۲. Design

۳. Parameter Evaluation

۴. Optimization

در واقع نیاز هر صنعتی نیز می‌باشند، دارا باشد. نیازمندی‌ها و مشکلات صنعت در یکی از چهار مورد ذکر شده یا ترکیبی از آنها به راحتی قابل بررسی و نقد است.

نکته جالب توجه آن است که تعریف فوق بر خلاف آنچه قبلاً به‌عنوان تعریف مهندسی شیمی ارائه شده است، تنها بر فرایندهای شیمیایی محض تأکید ندارد، چرا که مسئله شبیه‌سازی (شبیه‌سازی دینامیکی، هندسی و مکانیکی...)، طراحی، برآورد پارامترها و بهینه‌سازی در هر فرایندی مورد نیاز و شرط اساسی در بهره‌وری بهتر است. موارد ذکر شده نه تنها قابلیت و نقش یک مهندس شیمی را در یک واحد تولیدی، بلکه در طراحی یک دستگاه خاص نیز بیان می‌دارد.

برای بسط بیشتر این مطلب و بیان تفاوت‌ها بررسی شرایط فعلی آموزش مهندسی شیمی در کشور ضروری است، لذا در ادامه به اختصار به نحوه آموزش فعلی مهندسی شیمی در ایران پرداخته و سپس بر اساس تعریف ارائه شده یک چهارچوب جدید در زمینه جذب، آموزش و آموزش‌های تکمیلی رشته مهندسی شیمی ارائه می‌شود.

۳. آموزش مهندسی شیمی در حال حاضر

۱.۳ تاریخچه

آموزش مهندسی شیمی در ایران از سال ۱۳۰۷ در بخش مدرسه عالی از مدرسه صنعتی ایران و آلمان آغاز شد. در این دوره، بیشتر دروس همان درس‌های رشته مهندسی شیمی با تأکید بسیار زیاد بر آزمایشگاه‌های شیمی بوده است. این تأکید به حدی بوده است که تنها پس از گذراندن دوره عملی آزمایشگاه و قبولی در امتحان در دروس دیگر از دانشجویان امتحان به عمل می‌آمد. این مدرسه در سال ۱۳۳۴ منحل شد.

دوره بعدی آموزش مهندسی شیمی با تأسیس دانشکده فنی دانشگاه تهران در سال ۱۳۱۳ آغاز شد و به تدریج در سال ۱۳۳۶ دانشگاه صنعتی امیرکبیر، در سال ۱۳۴۰ دانشگاه شیراز و در سال ۱۳۴۴ دانشگاه صنعتی شریف فعالیت خود را در این زمینه آغاز کردند. همچنین، در سال ۱۳۱۸ آموزشگاه فنی آبادان تأسیس شد. در این سال‌ها برنامه آموزش توأم با کار همزمان بود، به طوری که دانشجویان دو پنجم وقت خود را در امر یادگیری نظری و سه پنجم آن را به صورت عملی در پالایشگاه آبادان صرف می‌کردند. به این ترتیب، دانشجویان پس از گذراندن یکسال از تحصیل خود که به صورت تمام وقت صرف آموزش نظری می‌شد، چهار سال بعدی را به صورت همزمان

در پالایشگاه آموزش می‌دیدند و پس از پایان دوره در رشته‌های مهندسی نفت و مهندسی پالایشگاه (پالایش) فارغ‌التحصیل می‌شدند.

شایان ذکر است که در این دانشگاه‌ها محتوای دروس تا حد زیادی متفاوت با دانشگاه‌های دیگر و با توجه به نیازهای منطقه‌ای و اهداف اولیه مسئولان مراکز آموزشی تدوین می‌شده است. به‌عنوان نمونه، دانشکده صنعت نفت آبادان در اوایل تأسیس این رشته، متخصص تصفیه نفت تربیت می‌کرد که طبعاً محتوای دروس آن با آنچه در سال‌های بعد در دانشکده فنی دانشگاه تهران ارائه می‌شد، تفاوت اساسی داشته است.

آخرین تغییر و تحولات در زمینه محتوای دروس مهندسی شیمی در سال‌های بعد از انقلاب صورت پذیرفت که به یکنواختی دروس مهندسی شیمی در تمام دانشگاه‌های مربوط منجر شد. البته، با توجه به دایر شدن رشته‌های تخصصی مهندسی شیمی در ایران در این سال‌ها، دروس تخصصی هر رشته به صورت جداگانه تعیین و ارائه می‌شد که این دروس طی جلسات متعدد شورای عالی برنامه‌ریزی ستاد انقلاب فرهنگی در وزارت علوم و آموزش عالی تدوین می‌شد.

همان‌گونه که ذکر شد، برنامه آموزش مهندسی شیمی به‌طور یکنواخت در همه دانشگاه‌های کشور اجرا می‌شود. برنامه‌گرایش‌های مختلف مهندسی شیمی از نظر دروس عمومی، درس‌های پایه، درس‌های اصلی، کارگاه آموزشی و کارآموزی با هم تفاوت چندانی ندارد و تقریباً یکسان است. در درس‌های اختیاری نقاط اشتراک بسیاری وجود دارد. تنها اختلاف قابل ذکر در دروس تخصصی است که در آنها هم نقاط اشتراک بسیاری دیده می‌شود.

تعدادی از دانشگاه‌های کشور که در زمینه آموزش مهندسی شیمی فعالیت داشته‌اند، به جای لیسانس مهندسی شیمی دارای دوره‌ای به نام دوره کارشناسی ارشد پیوسته بودند (مثل دانشگاه شیراز)، اما به تدریج با توجه به تغییرات آموزشی و نیاز کشور، برنامه فوق‌لیسانس غیرپیوسته نیز دایر شد. ایجاد رشته‌های تخصصی نیز در این مقطع در سال‌های اخیر رشد چشمگیری داشته است که بحث بر سر ضرورت و انگیزه‌های ایجاد این گرایش‌ها در برخی از دانشگاه‌های کشور موضوع دیگری است که در ادامه بدان پرداخته شده است.

دوره دکتری مهندسی شیمی در ایران نیز چندسالی است که در دانشگاه‌های شیراز، صنعتی شریف، امیرکبیر، تهران و اخیراً زاهدان راه‌اندازی شده است و با هدف تربیت نیروی محقق و کادر آموزشی دانشگاه‌های کشور در رشته مهندسی شیمی مشغول فعالیت است.

۴. مشکلات سیستم آموزش مهندسی شیمی

در این بخش، مشکلات و معایب سیستم آموزش مهندسی شیمی در کشور در زمینه‌های جذب دانشجوی، محتوای درس، دوره‌های تکمیلی و مشکلات مربوط به صنعت مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱.۴ جذب دانشجویان مهندسی شیمی

در سیستم آموزش عالی ایران گزینش دانشجو بر اساس آزمون سراسری صورت می‌پذیرد. این نحوه گزینش دارای محاسن و معایب خاص خود است. متأسفانه، در کشور ما نحوه انتخاب رشته دانشگاهی خصوصاً برای دانش‌آموزان رشته ریاضی فیزیک بر مبنای دورنمای آینده شغلی، و نه بر مبنای شناخت کافی از رشته و نیاز کشور، صورت می‌پذیرد. نبود درک صحیح و شناخت مناسب در باره رشته‌های مهندسی قبل از ورود به دانشگاه باعث ایجاد مشکلات بسیار برای دانشجویان در طول تحصیل می‌شود. این عدم شناخت در ارتباط با رشته مهندسی شیمی برای دانشجویان این رشته مشکلات بسیاری در بر داشته است. تجربه نشان داده است که اگر دانش‌آموزان راه یافته به دانشگاه در رشته‌های مهندسی را از نظر معلومات پیش‌دانشگاهی به چهار گروه بسیار خوب، خوب، متوسط و ضعیف تقسیم کنیم، بجز موارد استثنایی که دانشجو با شناخت کافی رشته مورد علاقه خود را انتخاب می‌کند، دانش‌آموزان بسیار خوب و خوب متقاضی ادامه تحصیل در رشته‌های گروه مهندسی برق و مهندسی پزشکی، دانش‌آموزان خوب و متوسط متقاضی تحصیل در رشته مهندسی مکانیک و عمران و دانش‌آموزان متوسط و ضعیف متقاضی تحصیل در رشته‌های مهندسی شیمی، متالورژی و صنایع هستند.

دلایل این توزیع نسبتاً نادر در بین تمام کشورهای جهان، توزیع نامتناسب امکانات شغلی، فرصت‌های شغلی، فرهنگ غلط جامعه در ارزش‌گذاری مراتب اجتماعی و عدم آشنایی کافی والدین و دانش‌آموزان با رشته‌های دانشگاهی است. حال سؤال این است که این مسئله چه ارتباط منطقی‌ای با آموزش مهندسی شیمی خواهد داشت؟ نکته اینجاست که دانشجویان رشته مهندسی شیمی در طول دوره تحصیلی خود نیاز به داشتن درک بالا در زمینه‌های فیزیک و ریاضیات دارند و از آنجا که بر اساس توزیع ذکر شده اکثر این دانشجویان جزو دانش‌آموزان متوسط و گاهی ضعیف دبیرستانی هستند، در این زمینه مشکلات بسیاری فراروی خود دارند. بسیاری از دانشجویان

بی‌علاقه شده مهندسی شیمی بیان می‌کنند که با این دید که رشته مهندسی شیمی بیشتر در زمینه شیمی است و با توجه به قدرت بالای حفظ مطالب درسی که در خود سراغ داشته، این رشته را انتخاب کرده‌اند و حال که به بحث‌هایی همچون پدیده‌های انتقال، مباحث فیزیکی و ریاضیات نسبتاً سنگین برخورده‌اند، ادامه تحصیل برایشان بسیار مشکل شده است. این عبارات ساده حاکی از دو موضوع مهم است. موضوع اول، نبودن شناخت صحیح از رشته مهندسی شیمی در جامعه و نیازمندی‌های اولیه آن در زمینه تحصیل و موضوع دوم، زیرساخت‌های غلط اقتصادی و اجتماعی و فرهنگی کشور در زمینه ایجاد امکانات شغلی و توزیع ناعادلانه فرصت‌های شغلی به دلیل توسعه نیافتگی کامل کشور در تمام زمینه‌هاست.

لذا بسیار ضروری است که یک آگاهی عمومی به مردم جامعه در زمینه انتخاب رشته‌های تحصیلی داده شود و خصوصاً در رشته مهندسی شیمی تسلط بر مبانی فیزیک و ریاضی به‌عنوان معیار اصلی‌گزينش مدنظر قرار گیرد و دانش‌آموزانی که در این زمینه‌ها دچار ضعف‌های اساسی هستند، از انتخاب این رشته پرهیز کنند.

۲.۴ محتوای دروس

بیشتر ذکر شد که محتوا و تعداد دروس هر رشته بر مبنای انتظارات از فارغ‌التحصیلان آن رشته تعیین و تدوین می‌شود. در دوره کارشناسی مهندسی شیمی، دروس ارائه شده در چهار دسته دروس پایه و عمومی، دروس اصلی، دروس اختیاری و دروس تخصصی قرار می‌گیرند.

دروس پایه و عمومی شامل دروس فیزیک، شیمی، ریاضی و دروس عمومی دیگر هستند که در سه ترم اول دوره کارشناسی، دانشجو به‌عنوان پیشنهاد دروس اصلی موظف به گذراندن آنها است. در این زمینه، خصوصاً در مورد آموزش ریاضی، تغییرات سال‌های اخیر تا حد زیادی نیاز دانشجویان را در دروس آتی مرتفع ساخته است، گرچه این انتظار هست که با توجه به گسترش کاربرد روش‌های عددی در حل مسائل مهندسی شیمی تأکید بر این مطالب و زمینه‌ها بیشتر شود و مطالب نه چندان کارآمد و غیرضروری حذف شوند. اجباری نبودن درس کاربرد ریاضیات در مهندسی شیمی یا ریاضیات مهندسی در بعضی از دانشگاه‌ها از معایب قابل ذکر است.

دروس اصلی دروسی هستند که در آنها دانشجو با مبانی مهندسی شیمی و اصول اولیه آن نظیر اصول محاسبات و موازنه جرم و انرژی و پدیده‌های انتقال آشنا می‌شود. می‌توان گفت که این

دروس، مهم‌ترین دروس تمام گرایش‌های مهندسی شیمی است و تأکید بر آموزش صحیح دانشجویان در این دروس الزامی است. اما نکته اینجاست که در سال‌های اخیر متأسفانه نظر به سیاست کاهش تعداد واحدهای درسی در رشته‌های مختلف اشکالات عمده‌ای در این زمینه به وجود آمده که این اشکالات تا حدی باعث کاهش راندمان آموزشی شده است. به عنوان نمونه، دروسی همچون انتقال حرارت ۲ و عملیات واحد ۲ که قبلاً به عنوان دروس اصلی ارائه می‌شد، امروزه در بسیاری از بخش‌های مهندسی شیمی دانشگاه‌های کشور و خصوصاً دانشگاه‌های آزاد به عنوان دروس اختیاری ارائه می‌شود. بحث بر سر این است که در هر یک از این دروس مبانی و اصول بسیاری از پدیده‌های عمومی در مهندسی شیمی آموزش داده می‌شود و لذا حذف این دروس از دروس اجباری باعث افت شدید آموخته‌های دانشجویان می‌گردد. شاید اگر دروسی همچون دروس اختیاری دچار این تحولات می‌شد، آسیب کمتری وارد می‌آمد.

در زمینه دروس اختیاری شاید این نکته قابل ذکر باشد که ارائه این دروس باید هدفمندتر و با توجه به گرایش‌های هر بخش یا دانشکده صورت گیرد. متأسفانه، به دلیل توزیع نامناسب استادان مهندسی شیمی در ایران که دارای تخصص‌های متفاوت هستند، ارائه دروس اختیاری و تخصصی در گرایش‌های مختلف برای دانشجویان همواره با مشکلات بسیاری همراه بوده است. در زمینه دروس تخصصی، همان‌گونه که در قسمت‌های بعد به صورت تفصیلی به آن پرداخته می‌شود، به نظر می‌رسد که دروس تخصصی واقعی در زمینه‌های مختلف مهندسی شیمی در مراکز آموزشی کمتر ارائه می‌شود و دروس ارائه شده برای گرایش‌های مختلف نقاط اشتراک بسیاری دارد و در برخی موارد کاملاً یکسان است.

۳.۴ گرایش‌های رشته مهندسی شیمی

ایجاد گرایش در رشته مهندسی شیمی با توجه به نیازهای کشور اجتناب‌ناپذیر و مفید است. در حقیقت، وجود گرایش‌های مختلف در رشته مهندسی شیمی یکی از مزایای آن و بیانگر قابلیت‌های مهندسان شیمی می‌باشد. اما نکته قابل ذکر آن است که در کشورهای توسعه یافته ایجاد گرایش با توجه به تقاضای بازار کار یا تقاضای مستقیم صنعت پایه گذاری می‌شود. حال سؤال این است که در کشور ما که اغلب صنایع مرتبط با رشته مهندسی شیمی هنوز تعریف مشخص و جایگاه مشخصی برای گرایش‌های مهندسی شیمی در خود ندارند، چگونه است که در دانشگاه‌های کشور

تنوع گرایش‌ها خصوصاً در مقاطع تحصیلات تکمیلی آزردهنده می‌شود؟ در یک نگاه کلی به نظر می‌رسد که ایجاد گرایش‌های مختلف در کشور بدون داشتن زمینه، امکانات و ایجاد تغییرات اساسی در نحوه آموزش آن گرایش‌ها تنها باعث ایجاد سردرگمی بیشتر برای فارغ‌التحصیلان و علاقه‌مندان این رشته شده است و از سوی دیگر، زمینه جذب این فارغ‌التحصیلان را دچار مشکلات اختصاصی‌تر کرده است. متأسفانه، ایجاد گرایش‌های مهندسی شیمی و محتوای درس این گرایش‌ها با نیاز آن گرایش و جامعه صنعت متناسب نیست و همان‌گونه که ذکر شد، به دلیل نبودن ارتباط منطقی و صحیح و نبودن الگوی مناسب برای تدوین برنامه‌های آموزشی این مسئله به بیراهه رفته و تنها باعث افزایش تعداد فارغ‌التحصیلان در مقاطع تکمیلی و حتی کارشناسی شده است. گاهی دیده شده است که برخی از مراکز آموزشی کشور در مقاطع تکمیلی رشته مهندسی شیمی صرفاً به منظور ایجاد زمینه کاری بیشتر برای فعالیت‌های آموزشی کادر خود اقدام به ایجاد گرایش‌های مختلف کرده‌اند که این مسئله باعث تأسف و قابل تأمل است.

۴.۴ آزمایشگاه‌ها و کارگاه‌ها

بی‌شک، وجود آزمایشگاه‌های مجهز در امر آموزش هر رشته دانشگاهی کمک بسیار شایانی برای انجام دادن تحقیقات علمی و آشنایی دانشجویان با فعالیت‌های عملی است. در حقیقت، آموزش مهندسی بدون انجام دادن تحقیقات و آزمایش‌های عملی؛ یعنی آموزش تئوریک به تنهایی کامل نیست. از مشکلات اساسی برخی از مراکز آموزش مهندسی شیمی خصوصاً مراکز شهرستان‌ها کمبود امکانات آزمایشگاهی و تجهیزات آزمایشی برای امر پژوهش است. در این مراکز، قدمت بالا و فرسودگی دستگاه‌هایی که گاهی ۴۰ سال از خرید و عمر آنها می‌گذرد، عملاً انجام دادن تحقیقات علمی پایه‌ای و دقیق را غیرممکن ساخته است. لذا شایسته است تا توجه کافی به امر تجهیز آزمایشگاه‌ها صورت پذیرد.

۵. ارائه یک الگو برای آموزش مهندسی شیمی

تعریفی که از مهندسی شیمی در بخش‌های قبلی ارائه شد، از چند جنبه دارای اهمیت است. جنبه اول آنکه مهندس شیمی در صنعت معمولاً با یکی از موارد چهارگانه طراحی، محاسبه پارامترهای عملیاتی، شبیه‌سازی یا بهینه‌سازی روبه‌روست و با توجه به آنکه تمام مشکلات صنعت را می‌توان

در قالب یکی از این موارد چهارگانه گنجانند، از مهندسان شیمی این انتظار هست که بتوانند این مشکلات را به روش‌های علمی برطرف سازند.

جنبه با اهمیت دیگر تعریف ذکر شده آن است که این تعریف در برگرفته تمام گرایش‌های مهندسی شیمی است. گرچه این انتظار وجود دارد که متخصص مهندسی شیمی در هر یک از گرایش‌ها بتواند مشکلات صنعت مربوط را حل کند، اما باز هم می‌توان مشکل مورد نظر را در یکی از موارد چهارگانه فوق جای داد. لذا طبیعی است که در آموزش مهندسان شیمی در تمام گرایش‌ها نیز نکات مشترک آموزشی بسیاری وجود داشته باشد.

آنچه به عنوان ابزار کار یک مهندس شیمی در موارد چهارگانه مشترک است و این انتظار هست که او در دوره تحصیل در به کارگیری آنها از تبحر کافی برخوردار شده باشد، اصول مهندسی شیمی شامل موازنه جرم و انرژی، مکانیک سیالات، اصل انتقال حرارت و جرم و مدلسازی ریاضی است. در تمام سیستم‌های فرایندی وجود تشابه‌های هندسی، مکانیکی و دینامیکی انکارناپذیر است. لازمه استفاده از تشابه‌های ذکر شده دانش کافی و تسلط در تمام زمینه‌های اصلی مهندسی شیمی است که بدانها اشاره شد.

از سوی دیگر، شناخت تفاوت‌های موارد چهارگانه ذکر شده در تشخیص و انتخاب راه حل معضلات صنعتی بسیار اهمیت دارد. لذا نکته مهم بعدی در امر آموزش مهندسان شیمی آموزش تفاوت‌های موجود در شبیه‌سازی، طراحی، محاسبه پارامترها و بهینه‌سازی است.

به عنوان نمونه، در مسائل از نوع شبیه‌سازی برای یک سیستم مشخص با ورودی‌های معلوم هدف محاسبه شرایط خروجی است. در این حالت، عملکرد یک سیستم بر مبنای اصول مهندسی شیمی و گاهی اصول فیزیکی به صورت یک مدل ریاضی تبیین و با حل مدل ریاضی به روش‌های ممکن خروجی‌های سیستم پیش‌بینی می‌شود. شبیه‌سازی در اغلب موارد منجر به طراحی نیز می‌شود، چرا که در صورت تأیید مدل ریاضی می‌توان از آن در طراحی‌های دیگر سود برد.

در مسائل از نوع طراحی یک مهندس شیمی باید قادر باشد بر مبنای مقدار تولید مشخص از یک ماده به خصوص، یک واحد را به طور کامل طراحی و مشخصات ابعادی دستگاه‌های لازم را بر اساس اصول آموخته شده ارائه کند.

در مسائلی از نوع محاسبه پارامترهای عملیاتی، یک سیستم مشخص در اختیار مهندس شیمی است و از او انتظار دارند که یک یا چند پارامتر عملیاتی آن سیستم از قبیل ضریب انتقال جرم،

ضریب انتقال حرارت یا متغیرهای دیگر را با توجه به ورودی‌ها و خروجی‌های دستگاه محاسبه کند.

اما در مسائل بهینه‌سازی که شاید مهم‌ترین مسئله در صنایع کشور باشد، هدف انتخاب بهترین مقادیر عملیاتی برای یک مجموعه عملیاتی است، به نحوی که بیشترین مقدار مطلوب از پارامتری دلخواه به دست آید. این پارامترها می‌تواند ضخامت عایق یک سیستم آدیاباتیک یا مقدار تولید یک واحد یا سود خالص تولید باشد. یک مهندس شیمی که مسئله بهینه‌سازی فرایندهای شیمیایی را دنبال می‌کند، علاوه بر نیاز به تسلط کافی بر اصول مهندسی شیمی که توسط آنها متغیرهای عملگر به نحوی به متغیر بهینه‌شونده مرتبط می‌شوند، به دانش بالای ریاضی هم نیازمند است. در اکثر موارد، مسائل صنعت ترکیبی از موارد ذکر شده است که در هر حال ماهیت انتظار از یک مهندس شیمی تفاوتی نخواهد داشت.

با توجه به آنچه گفته شد، معلوم می‌شود که در آموزش مهندسی شیمی باید تأکید بر تفهیم اصولی، درست و به روز اصول مهندسی شیمی باشد. یک دانشجو باید درک بالایی از اصول موازنه جرم و انرژی داشته باشد و بعد از اتمام دوره به راحتی قادر به مدل‌سازی یک سیستم عملی باشد. اصول انتقال حرارت، ممتنم و جرم به همراه اصول طراحی سیستم‌های واکنشگر (راکتورها) باید به صورت ترکیبی و مکمل آموزش داده شود. شاید بهترین محک برای این موضوع تأکید بر انجام دادن اصولی پروژه‌های کارشناسی است.

با توجه به آنچه گفته شد، پیشنهاد‌های زیر در زمینه آموزش کارشناسی مهندسی شیمی ارائه می‌شود:

۱. تأکید بر آموزش ریاضیات مهندسی در دروس عمومی ترم‌های اول تحصیل و توجه به آموزش روش‌های عددی به دانشجویان در دوره کارشناسی و حذف بخش‌های غیرضروری؛
۲. تأکید لازم بر آموزش صحیح اصول اولیه مهندسی شیمی؛
۳. جهت‌دهی آموزش اصول مهندسی شیمی به سمت استفاده ترکیبی از اصول در هر یک از موارد چهارگانه به منظور افزایش قابلیت فارغ‌التحصیلان. متأسفانه آنچه در سیستم آموزشی فعلی صورت می‌پذیرد، آموزش منفصل اصولی است که به ندرت در یک سیستم واقعی می‌توان آنها را از یکدیگر متمایز و آنالیز کرد.
۴. تأکید و اعمال دقت نظر بیشتر بر کارآموزی‌ها و آزمایشگاه‌ها؛

۵. ارائه دروس صنعتی به منظور افزایش آگاهی‌های دانشجویان در بارهٔ معضلات و سیستم‌های فرایندی؛

۶. تأکید و سخت‌گیری بیشتر در زمینه پروژه‌های کارشناسی به منظور استفادهٔ بیشتر دانشجویان از آموخته‌های نظری به صورت همزمان برای حل یک مسئله مهندسی شیمی.

اما در مقاطع تکمیلی آنچه از اهمیت بیشتری برخوردار است، تأکید بر انتخاب موضوع تحقیق در بدو ورود به دوره و انتخاب دروس نظری بر مبنای موضوع تحقیق است. از سوی دیگر، اجباری کردن انتخاب موضوع تحقیق مرتبط با یک معضل صنعتی یا حداقل پژوهشی می‌تواند گام مؤثری در جلوگیری از هدر رفتن پتانسیل‌ها و نیروهای دانشگاهی باشد.

وجود زمینه‌های تحقیق عملی و منابع کافی تحقیق شامل مجلات، کتاب‌ها، شبکه‌های اطلاعاتی و ارتباطات بین دانشگاهی نیز می‌تواند تا حد زیادی به پیشرفت امور تحقیق در این دوره‌ها کمک کند.

از سوی دیگر، توجه به مشکلات دانشجویان و رفع معضلات آنها در این مقاطع از ضروریات است. اگر هدف از ایجاد دوره‌های آموزشی تربیت محققان صنعتی است، برنامه‌ریزی در جهت‌های دانشجو بتواند به اندازهٔ کافی در محیط صنعت باشد و از نزدیک با معضلات آشنا شود و مراحل تحقیق خود را در محیط‌های صنعتی انجام دهد، ضروری است. در حالت دیگر، اگر هدف از دوره‌های تکمیلی خصوصاً دورهٔ دکتری، تربیت استادان دانشگاهی است، تأکید بیشتر بر اصول نظری و پژوهش‌های عملی - نظری ضرورت دارد.

۶. سخنی با خوانندگان

همان‌گونه که ذکر شد، متأسفانه در کشور ما پژوهش و سرمایه‌گذاری در امر پژوهش جدی تلقی نشده است. با توجه به آنکه پژوهش به‌عنوان محوری‌ترین عامل توسعهٔ اقتصادی و اجتماعی در بسیاری از کشورها جایگاه خود را یافته است، نمی‌توان منکر نقش پژوهش در نوآوری و فناوری جدید شد. لذا بجاست تا جامعهٔ صنعت و مسئولان کشور با سرمایه‌گذاری بیشتر در امر گسترش فرهنگ تحقیق و پژوهش در بین متخصصان و دانشجویان موجبات پیشرفت صنعت کشور را فراهم کنند. در این خصوص، نقش صنعت به‌عنوان ارگان ذی‌نفع از پژوهش و فناوری می‌تواند حساس‌تر باشد. دانشجویان و فارغ‌التحصیلان رشته مهندسی شیمی در صورت وجود امکانات

مالی و آزمایشی مناسب، چه در دانشگاه‌ها و چه در مراکز تحقیقاتی صنعت، می‌توانند کمک شایانی در امر کاهش وابستگی‌های صنعت نفت و صنایع وابسته و صنایع دیگر به حساب آیند. متولیان صنعت با سرمایه‌گذاری در این زمینه علاوه بر آنکه زمینه تعالی و رشد متخصصان و دانشجویان را فراهم می‌کنند، در درازمدت نیز می‌توانند نتایج دلخواه هر وطن دوست را که همانا استقلال صنعتی کشور است، شاهد باشند.

۷. توجه به توسعه پایدار در آموزش مهندسی شیمی

امروزه، به دلیل بروز ناهنجاری‌های زیست‌محیطی که صدمات جبران‌ناپذیری به حیات موجودات زنده وارد کرده است، کنترل آلودگی‌های محیط زیست از دغدغه‌های جهانی به‌شمار می‌رود. این مسئله در کشورهای توسعه‌نیافته از جمله کشور ما، ایران، صدمات بیشتری به محیط زیست وارد کرده است، چراکه به دلیل نیازهای اقتصادی ادامه فعالیت صنایع آلاینده در اکثر موارد اجتناب‌ناپذیر است. از سوی دیگر، قدمت بالا و تکنولوژی پایین صنایع موجود در کشور مزید بر علت شده است و امروزه شاهد آن هستیم که به دلیل لحاظ نکردن مسائل زیست‌محیطی در طراحی صنایع، انتخاب محل و مسائلی از این قبیل، بسیاری از شهرهای کشور دچار آلودگی‌های زیست‌محیطی شدید شده‌اند. بدین جهت، عبارت توسعه پایدار که در آن توسعه صنعتی به همراه توجه به محیط زیست مدنظر می‌باشد، به عنوان یک مفهوم تازه در گسترش صنایع ارائه شده است. بر این اساس، بسیار ضروری است که در کنار آموزش اصول مهندسی شیمی به عنوان محور اصلی آموزش در این رشته، دروسی برای آشنایی دانشجویان با آلاینده‌ها، استانداردهای جهانی میزان آلاینده‌ها در هر صنعت، طراحی سیستم‌های آلودگی زدا و ... ارائه شود. در این زمینه، تأکید بر آلودگی آب و هوا ضرورت بیشتری دارد و دانشجویان در این درس لزوم توجه به مسائل زیست‌محیطی در طراحی واحدهای صنعتی را آموزش خواهند دید. به نظر می‌رسد که این درس برای تمام گرایش‌ها ضرورت اساسی دارند و باید به عنوان درس اصلی ارائه شوند.

مراجع

۱. مهرداد مظفریان و همکاران، "نقش مهندسان شیمی و شیمیست‌ها در طراحی و عملیات واحدهای

نیمه‌صنعتی"، مجله آموزش مهندسی، شماره ۳، سال اول، صفحه ۱۳۸-۱۲۵، پاییز ۱۳۷۸.

۲. یادداشت‌های شخصی فرصت مطالعاتی و دوره آموزشی
Products Inc, Technology and Dynamic Optimization، ۱۳۷۵، هوستن،

WWW.dot.Products.com

۳. آلبوم AIT، انجمن فارغ‌التحصیلان دانشگاه شیراز.

۴. یادداشت‌های شخصی طی بیش از ۴۵ سال کار، تحصیل و تدریس در دانشکده نفت آبادان، پالایشگاه
آبادان و بخش مهندسی شیمی دانشگاه شیراز.

۵. طائب بیدختی و ناصر هوشیاری بختام، توسعه پایدار و مسائل زیست محیطی، فصلنامه رهیافت، شماره
۱۷، زمستان ۱۳۷۶.

(تاریخ دریافت مقاله: ۷۹/۸/۲۹)