

## نگرشی بر آموزش کارشناسی مهندسی شیمی و اشتغال

دکتر داود رشتچیان، دکتر جلال شایگان

دانشگاه مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی شریف

**چکیده:** طبیعی است که یک برنامه ایدآل برای دوره لیسانس (کارشناسی) تمام دانشکده‌های مهندسی شیمی وجود ندارد. با وجود این، در سال‌های گذشته سعی شده است که یک برنامه مشخص به دانشکده‌های شیمی تحمیل شود در حالی که دانشکده‌های مهندسی شیمی باید برنامه آموزشی خود را بر مبنای نیازهای ضروری رشته مهندسی، قدرت مهارت اعضای هیئت علمی، محدودیت‌ها و نیازهای صنایع منطقه برنامه‌ریزی کنند. به عنوان نمونه، دانشکده‌های موجود در مناطقی که بیشتر دارای معادن و صنایع شیمیایی معدنی است در همان زمینه‌ها بیشتر فعالیت نمایند. با آنکه هیچ کس در آموزش عمیق اصول اولیه مهندسی شیمی تردیدی ندارد، ولی این موضوع باید با توجه به محدودیت زمانی (حدود ۴ سال) و گنجاندن موضوعات دیگر موازنه شود. در این زمینه پیشنهاد می‌شود که آموزش اصول اساسی مهندسی شیمی همراه با نرم‌افزارهای تخصصی و عقل سلیم مهندسی صورت گیرد. شایان ذکر است که در روند آموزش، به ترم آخر یعنی "عقل سلیم مهندسی" باید توجه بیشتری معطوف شود. در این خصوص با توجه به تغییرات انجام شده در دهه‌های گذشته بازبینی آموزش دوره کارشناسی ضروری می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: آموزش، مهندسی شیمی، اشتغال، کارشناسی

## ۱. تاریخچه

گرچه صد سالگی مهندسی شیمی در سپتامبر سال ۱۹۸۸ میلادی جشن گرفته شد، اما این بدان معنی نیست که تولد مهندسی شیمی حدود یک قرن پیش صورت گرفته است. بدون شک می توان ادعا کرد که مهندسی شیمی حتی هنگامی که یونانیان و رومیان قدیم صابون می ساختند یا در جزیره سیسیل بر روی استخراج فلزات از سنگ معدن کار می کردند، مورد استفاده واقع می شد و یا حتی هندیان و چینی ها پنج تا شش هزار سال قبل، هنگام تهیه محصولات شیمیایی، ابریشم، ظروف سفال، سرامیک و آلیاژ فلزات، شیشه و عطر از آن استفاده می کرده اند.

اگر بخواهیم با دقت بیشتری سخن بگوییم، ریشه مهندسی شیمی به انقلاب صنعتی در قرن هجدهم و نوزدهم در اروپا و به ویژه تغییرات اجتماعی و سیاسی در انقلاب سال ۱۷۸۹ فرانسه بر می گردد. هر چند آستاریا<sup>۱</sup> در کتاب، تاریخ مهندسی شیمی، اهمیت دانشمندان ایتالیایی قرن پانزدهم و شانزدهم در مهندسی شیمی را نشان می دهد و دیویس<sup>۲</sup> در همان کتاب به تاثیر شیمی، فیزیک و ریاضی قرن هیجدهم در توسعه مهندسی شیمی تأکید می ورزد، اما تنها در ربع اول قرن نوزدهم در انگلستان و آلمان فرایندهای شیمیایی به شکلی که امروزه آنها را عملیات واحد می خوانیم، پایه رشد بسیاری از صنایع شیمیایی شد و نیاز به وجود مهندسی شیمی شدت گرفت. هر چند توسعه صنایع شیمیایی از اوایل قرن نوزدهم آغاز شد، ولی تا مدت ها هیچ گونه ارتباطی میان صنایع وجود نداشت و بسیاری از مواد و محصولات همان طوری که طی قرون متمادی و با استفاده از فنون و تجارب قبلی تهیه می شد و به رابطه متقابل میان صنایع شیمیایی مختلف توجهی نمی شد، هیچ گونه اقدامی نیز به منظور سیستماتیک کردن دانش فرایندهای شیمیایی به عمل نمی آمد. [۱]

در نیمه دوم قرن نوزدهم به تدریج با توسعه صنایع شیمیایی احتیاج به اشخاصی که در زمینه فرایندهای شیمیایی تعلیم یافته باشند احساس شد. این نیازها بیشتر توسط شیمیست های صنعتی؛ یعنی اشخاصی که در رشته شیمی تعلیماتی دیده بودند و به استفاده از اطلاعات خود در زمینه های صنعتی علاقه مند بودند، برآورده می شد و عموماً این شیمیست های صنعتی پس از مدتی در یک رشته خاص تخصص پیدا می کردند. وقتی اولین تعلیمات مربوط به تکنولوژی شیمی در دانشگاه ها

رواج یافت، این تعلیمات منحصر به صنایع خاصی می شد که فقط درباره دستگاه‌ها و روش فرایندهای مشخصی بحث می کرد و هنوز برای کلاسه کردن اصل فرایندها هیچ اقدامی انجام نمی شد.

یکی از اولین اقدامات در زمینه سیستماتیک کردن اصول فرایندهای شیمیایی و کلاسه کردن فنون مهندسی شیمی توسط دیویس در انگلستان انجام شد (در سال‌های بعد دیویس به عنوان پدر مهندسی شیمی شناخته شد). وی متوجه این نکته شده بود که مسائل مربوط به مهندسی شیمی نوعی از مسائل مهندسی است که علاوه بر علم شیمی به اصول فیزیکی نیز نیازمند است. دیویس در همان زمان‌ها یک سری سخنرانی‌های علمی در همین زمینه‌ها ایراد کرد که بعداً به صورت هند بوک مهندسی شیمی در سال ۱۹۰۱ چاپ و منتشر شد. به علاوه، او در سخنرانی‌ها و مقالات خود مقدمه‌ای از مبحث عملیات واحد<sup>۱</sup> را مطرح و ارائه کرد، اگرچه باید متذکر شد که این عبارت در سال ۱۹۱۵ در آمریکا توسط شخصی به نام آرتور دی لی تل ابداع شد.

برای اولین بار در سال ۱۸۹۱ در انستیتو تکنولوژی ماساچوست (ام ای تی) رشته مهندسی شیمی پایه گذاری شد. در این رشته جنبه‌های علمی شیمی و مهندسی مکانیک در فرایندهای شیمیایی مورد توجه قرار گرفت و این موضوع در سال‌های بعد توسعه یافت و منظم شد و دانشگاه‌های میشیگان و پلسیلوانیا و سایر دانشگاه‌ها شروع به تأسیس و تدریس این رشته جدید کردند (جدول ۱).

در اوایل سال‌های قرن بیستم، مهندسی شیمی به صورت یک حرفه مشخص درآمد و انجمن شیمیدان‌های آمریکا<sup>۲</sup> که در سال ۱۸۷۶ تشکیل شده بود، در سال ۱۹۰۸ قسمت جدیدی را به نام شاخه مهندسی شیمی و شیمیست‌های صنعتی<sup>۳</sup> بنیان گذاشت و شروع به انتشار مجله‌ای به نام شیمی صنعتی و مهندسی<sup>۴</sup> کرد که هنوز هم یکی از معتبرترین مجلات شیمی و مهندسی شیمی به شمار می رود. همزمان با تشکیل این قسمت توسط انجمن شیمیدانان آمریکا، عده‌ای از مهندسان

۱. Unit Operations

۲. American Chemical Society

۳. Division of Industrial Chemists and Chemical Engineers

۴. Journal of Industrial and Engineering Chemistry

شیمی برجسته آمریکا دور هم جمع شدند و انجمن مهندسی شیمی آمریکا<sup>۱</sup> یا ALCHE را به وجود آوردند (جدول شماره ۲).

جدول ۱. سال تأسیس دانشکده‌های مهندسی شیمی  
در بعضی از دانشگاه‌های داخل و خارج از کشور

ردیف	اسم دانشگاه	سال تأسیس شمسی (۱۸۹۱)
۱	انستیتو تکنولوژی ماساچوست (ام آی تی) آمریکا Massachusetts Institute of Technology	۱۲۷۰ (۱۸۹۱)
۲	دانشگاه پنسیلوانیا University of Pennsylvania	۱۲۷۱ (۱۸۹۲)
۳	دانشگاه تولان University of Tulane	۱۲۷۳ (۱۸۹۴)
۴	دانشگاه میشیگان University of Michigan	۱۲۷۷ (۱۸۹۸)
۵	دانشگاه ویسکانسین University of Wisconsin	۱۲۷۷ (۱۸۹۸)
۶	انستیتو تکنولوژی آرمور Armor Institute of Technology	۱۲۷۹ (۱۹۰۰)
۷	دانشگاه ایلنویز University of Illinois	۱۲۸۰ (۱۹۰۱)
۸	ژاپن Japan	۱۳۰۹ (۱۹۳۰)
۹	ایران (دانشگاه تهران) Iran (Tehran Univ)	۱۳۱۳ (۱۹۳۴)
۱۰	دانشگاه صنعتی امیرکبیر Amir Kabir Univ. of Tech.	۱۳۳۶ (۱۹۵۷)
۱۱	دانشگاه صنعتی شریف Sharif Univ. of Tech.	۱۳۴۵ (۱۹۶۶)
۱۲	دانشگاه شیراز Shiraz Univ.	۱۳۴۵ (۱۹۶۶)
۱۳	دانشگاه صنعتی اصفهان Isfahan Univ. of Tech	۱۳۵۶ (۱۹۷۷)

۱. American Institute of Chemical Engineers

جدول ۲. تاریخچه پیدایش و تأسیس بعضی از انجمن‌ها و جوامع مهندسی  
در ایران و سایر کشورهای جهان

اولین جامعه مهندسی (مهندسی ساختمان) در انگلستان	۱۸۱۸
جامعه مهندسی ساختمان در آمریکا	۱۸۳۶
جامعه ملی مهندسی در هلند	۱۸۴۳
جامعه مهندسی در بلژیک و آلمان	۱۸۴۷
جامعه ملی مهندسی ساختمان در فرانسه	۱۸۴۸
جامعه ملی مهندسی ساختمان در بوستن	۱۸۴۸
جامعه ملی مهندسی در آمریکا (جامعه مهندسان ساختمان)	۱۸۵۲
جامعه شیمیدان‌های آمریکا	۱۸۷۶
جامعه مهندسی شیمی در انگلستان	۱۸۸۱
انجمن مهندسين شیمی آمریکا (AIChE)	۱۹۰۸
انجمن شیمی و مهندسی شیمی ایران	۱۹۸۴
انجمن مهندسين شیمی ایران (IACHE)	۱۹۹۲

نگاهی به تاریخ تأسیس اولین دانشکده مهندسی شیمی در ایران و همچنین تاریخ تأسیس انجمن مهندسين شیمی ایران و تأخیر تأسیس آنها نسبت به دانشکده‌ها و انجمن‌های مهندسی شیمی در خارج از کشور قابل توجه است و نشان دهنده این موضوع است که این حرفه در ایران خیلی دیرتر از جاهای دیگر مورد توجه قرار گرفته است. جنگ جهانی اول، توسعه سریع صنایع شیمیایی را ایجاب می‌کرد و به همین دلیل، روز به روز بر احتیاجات صنایع شیمیایی به مهندسی شیمی افزوده می‌شد. با وجود آنکه اولین بار مهندسی شیمی در انگلستان ایجاد شد، ولی توسعه آن فقط در آمریکا صورت گرفت، به طوری که تا قبل از جنگ جهانی دوم در هیچ کشور دیگری مهندسی شیمی وجود نداشت. به عنوان مثال، در آلمان قبل از جنگ، صنایع شیمیایی این کشور توسط شیمیست‌ها و مهندسان مکانیک طراحی می‌شدند. پس از جنگ جهانی دوم، مهندسی شیمی در بسیاری از کشور از جمله در ایران شکل گرفت و توسعه یافت. از دید تأکید بر علوم،

مهندسی شیمی در میان سایر رشته‌ها و نظام‌های مهندسی شاید منحصر به فرد باشد. مهندسی شیمی احتیاج به فهم دقیق علم شیمی، علم فیزیک و ریاضیات دارد، در صورتی که در سایر رشته‌های مهندسی نیاز مبرمی به فهم دقیق شیمی وجود ندارد. علاوه بر آن، آشنایی با میانی اقتصادی و نیز روابط انسانی لازمه مهندسی شیمی است. با اینکه مهندسی شیمی دیرتر از سایر نظام‌های مهندسی تأسیس شد ولی با سرعت زیاد جایگاه خود را در بین سایر رشته‌های مهندسی باز کرد.

## ۲. نحوه پیدایش مهندسی شیمی

علی‌رغم توسعه صنایع شیمیایی در طی قرن نوزدهم، تعلیمات و آموزش در زمینه صنایع شیمیایی مرتب نشده بود. در بهترین حالت، دانشجویان فقط معلومات خاصی درباره فرایندهای صنایع شیمیایی در دروس شیمی کسب می‌کردند و عملیات ستون‌های تقطیر، واحدهای فیلتراسیون و غیره به جای ارائه در دانشگاه‌ها در مدارس صنعتی تدریس می‌شد.

در سال‌های ۱۸۸۷، جورج دیویس<sup>۱</sup> از شهر منچستر انگلستان (۱۹۰۶ - ۱۸۵۰) تصمیم گرفت اطلاعات فراوانی را که طی سال‌ها بازرسی از واحدهای صنایع شیمیایی در انگلستان گرد آورده بود، به کلاس‌های درس منتقل کند. در پاییز آن سال، وی دوازده سخنرانی در این مورد ایراد کرد که بعداً آن را در نشریه‌ای به نام «مجله تجارت شیمیایی»<sup>۲</sup> منتشر کرد. محتوای این خطابه‌ها کاملاً تجربی بود، اما حداقل این فایده را داشت که بالاخره شخصی در مورد برخی از فرایندهای شیمیایی مهم آن روز مطالبی را منتشر کرد.

در پایان قرن نوزدهم، رقابت انگلستان، آلمان و آمریکا برای تولید مواد و محصولات شیمیایی شدت گرفته بود و لذا بی‌مناسبت نبود که درست یکسال پس از دیویس، پرفسور لوئیس نورتون در بخش شیمی دانشگاه ام‌آی‌تی آموزش دوره مهندسی شیمی را آغاز کرد که مواد آن را از یادداشت‌های خود در موقع کار در صنایع شیمیایی آلمان (که در آن زمان بی‌شک قوی‌ترین صنعت در فرایند شیمیایی بود) گرفته بود. بنابراین، مهندسی شیمی به عنوان یک حرفه ابتدا با مسائل مهندسی مربوط به صنایع شیمیایی و پالایش آغاز شد.

گسترش صنایع شیمیایی در اروپا به ویژه در آلمان در اواخر قرن نوزدهم تشدید یافت. ایالات متحده در این زمان مواد شیمیایی مورد لزوم را از اروپا وارد می‌کرد. تنها صنایع کوچکی در اروپا بودند که مواد منفجره یا مواد غیر آلی پایه را می‌ساختند یا در تصفیه فلزات، صنعت چرم و ساخت کاغذ کار می‌کردند. تنش‌های سیاسی قبل از جنگ جهانی اول و خود جنگ دسترسی آسان آمریکا به آلمان را قطع کرد. بنابراین، ساخت فوری صنایع شیمیایی یک ضرورت بود. در آلمان واحدهای شیمیایی صنعتی به وسیله مهندسان مکانیک که با شیمیدانان صنعتی کار می‌کردند، ساخته و اداره می‌شد. این طرح تا آن زمان همچنان ادامه داشت.

اما در ایالات متحده، شیمیدانان کمی وجود داشتند و آنان نمی‌توانستند آزمایشگاه‌های خود را ترک کنند. از سوی دیگر، مهندسان مکانیک زمینه درسی لازم در صنایع شیمیایی را که در مدارس آن زمان اروپا تدریس می‌شد، نداشتند و در عوض، اصول اساسی علمی که در مدت کوتاهی پس از آن در دانشگاه میشیگان مهندسی شیمی نام گرفت، تدریس می‌شد.

پس از مرگ نورتون در سال ۱۸۹۳، پروفیسور فرانک ثروپ<sup>۱</sup> که دارای درجه کارشناسی از دانشگاه ام. آی. تی. و دکتر از دانشگاه هایدلبرگ<sup>۲</sup> بود، مسئولیت دوره درسی نورتون را به عهده گرفت و آنچه را که بعداً اولین کتاب درسی مهندسی شیمی نام گرفت، به عنوان کلیات شیمی صنعتی<sup>۳</sup> منتشر کرد. در این زمان، شیمی صنعتی به مواردی اطلاق می‌شد که بعداً زمینه‌های دروس اصلی مهندسی شیمی شد و کاملاً از شیمی صنعتی مجزا گردید.

هر چند نورتون و ثروپ پیشگامان مهندسی شیمی در ام آی تی بودند، اما آقاپان آرتور نویز و ویلیام والکر<sup>۴</sup> (۱۹۳۴ - ۱۹۶۹) بودند که برنامه درسی جامع مهندسی شیمی را تدارک دیدند. نویز ابتدا آزمایشگاه تحقیقاتی شیمی فیزیک را در ۱۹۰۳ دایر کرد و سپس میکرو<sup>۵</sup> که به اهمیت چنین آزمایشگاه تحقیقاتی پی برده بود، چنین آزمایشگاهی را در شیمی پیشرفته تأسیس کرد. مقارن چنین سال‌هایی دیویس در انگلستان با انتشار چاپ اول هندبوک مهندسی شیمی<sup>۶</sup> در سال ۱۹۰۱ و سپس تجدید چاپ آن در بیش از هزار صفحه در ۱۹۰۴، بر دیگران پیشی گرفت. گرچه عبارت

۱. Frank H. thrope

۲. Heidelberg

۳. Outeines of Industrial Chemistry

۴. Arthur. A. Noyes & William H. Walker

۵. Maker

۶. Handbook of Chemical Engineering

معروف "عملیات واحد"<sup>۱</sup> در سال ۱۹۱۵ به وسیله لی تل به کار برده شد، اما ارائه ایده آن به وسیله دیویس در چاپ دوم هندبوک صورت گرفت.

در آمریکا ام آی تی اولین دانشگاهی است که دوره چهار ساله مهندسی شیمی را در ۱۸۸۸ بنا نهاد. اما فقط در سال ۱۹۲۰ بود که به عنوان یک بخش مستقل از بخش شیمی مجزا شد. تا آن زمان بخش شیمی کاربردی به دپارتمان شیمی وابسته بود. در آن ایام، نیروی محرکه اصلی بخش آقای واکلر بود که آقای وارن داک<sup>۲</sup> لوئیس با او همکاری می کرد.

سایر دانشگاه‌ها از ام آی تی تبعیت کردند. دانشگاه پسیلوانیا در سال ۱۸۹۴، دانشگاه تولان در سال ۱۸۹۴، دانشگاه میشیگان در سال ۱۸۹۸ و دانشگاه توفت در سال ۱۸۹۸، برنامه چهار ساله مهندسی شیمی را به صورت یک بخش دپارتمان شیمی ارائه کردند. در ابتدا؛ یعنی در اوایل قرن بیستم، برنامه درسی مهندسی شیمی مخلوطی از برنامه شیمی صنعتی و بخشی از مهندسی مکانیک بود که تأکیدی بر طراحی پمپ‌ها، مبدل‌های حرارتی و سایر دستگاه‌ها بود.

در صنایع شیمیایی ایالات متحده خیلی زود تشخیص داده شد که بسیاری از مسائل فرایندی می‌باید از طراحی مکانیکی دستگاه‌ها جدا شود. در ضمن، مطالعه یک سری از روش‌های طراحی مشخص شد که به عنوان یک برنامه برای حرفه مهندسی شیمی به کار گرفته شد و هنوز هم هسته اصلی برنامه درسی مهندسی شیمی است.

افرادی نظیر لی تل، لوئیس و وایت این فکر را گسترش دادند که هر فرایند در صنایع شیمیایی مشتمل بر دو جزء است:

۱. عملیات واحد مانند تقطیر، تبخیر، فیلتر کردن و خشک کردن؛

۲. واکنش‌های شیمیایی مثل اکسیداسیون، سولفوناسیون و نیتراسیون.

آنها معتقد بودند که هر کدام از اجزای فوق را می‌توان جداگانه مورد مطالعه قرار داد و سپس نتیجه را در هم آمیخت. در واقع مهندسی شیمی آن‌گونه تخصصی است که بتواند مهارت‌های یک شیمیدان و یک مهندس مکانیک را در هم آمیزد. البته، نباید این تصور ایجاد شود که در یک واحد صنعتی، یک مهندس مکانیک همراه با شیمیست می‌تواند کار مهندس شیمی را انجام دهند. این تصور از آن رو غلط است که هیچ کلی هرگز از جمع بست ساده و بدون ارتباط داخلی اجزای خود



پدید نمی‌آید و آنچه مهم‌تر از تک تک اجزای یک کل است، هماهنگی و ارتباط داخلی بین آن اجزاست. از این رو یک مهندس مکانیک و یک شیمیست جمعاً هرگز جای خالی یک مهندس شیمی را پر نمی‌کنند و چیزی که کم دارند، همان ارتباط داخلی و هماهنگی اجزاست که بسیار هم مهم و اساسی است و از همین جاست که نقش برجسته مهندسی شیمی مشخص می‌شود. طی سال‌های متمادی، مهندسان شیمی در توسعه صنایع شیمیایی و نفت در ایالات متحده نقش بسزایی ایفا کردند. آنان به عنوان طراح، مشاور ساخت و گردانندگان کارخانه‌های شیمیایی خدمت کرده‌اند. همچنین، آنها در طرح‌های توسعه و تحقیق تشریح مساعی فراوان داشته و در زمینه تجارت مواد شیمیایی، پیش بینی نیازها، مشاوره در تولید و استفاده از دستگاه‌ها نقش مؤثری از خود نشان داده‌اند.

### ۳. برنامه درسی مهندسی شیمی

با توسعه دانش مهندسی شیمی، این دانش به عنوان برنامه درسی دانشگاهی مورد توجه قرار گرفت. این برنامه از هنگام پیدایش مهندسی شیمی تاکنون تغییرات وسیعی کرده و تغییرات گسترده‌تری نیز در راه است.

انستیتو تکنولوژی ماساچوست برنامه مهندسی شیمی را در سال ۱۸۸۸ میلادی به صورت اختیاری در دپارتمان شیمی شروع کرد. این برنامه بیشتر، عملیات صنعتی را توضیح می‌داد و برای محصولات ویژه‌ای سازماندهی می‌شد. در این برنامه واحدهای تولید برای یک محصول غالباً متفاوت از دیگر محصولات به نظر می‌رسید.

قبل از جنگ جهانی اول، برنامه مهندسی شیمی با برنامه شیمی تنها این تفاوت را داشت که مهندسان شیمی درس‌هایی در زمینه‌های رسم فنی، ترمودینامیک مهندسی، مکانیک و هیدرولیک را از دپارتمان‌های مهندسی می‌گرفتند.

اولین برنامه برای محاسبات طراحی برای تولید اقتصادی کالا در مقیاس وسیع بر مبنای یکی کردن مفهوم "عملیات واحد" به پیشنهاد آرتور لی تل در سال ۱۹۱۵ انجام گرفت. در ضمن، مباحث زیر به تدریج در برنامه‌های مهندسی شیمی مطرح شد:

- کنترل و طراحی فرایندها؛

- مهندسی واکنش‌ها؛

- طراحی کارخانه ها و مهندسی سیستم فرایندها؛

- حفاظت های محیطی و ایمنی و عملیات اقتصادی.

امروزه، اگر چه برنامه درسی در سطح کارشناسی در دانشگاه های معروف دنیا تا حدی با یکدیگر متفاوت است، اما دروس اصلی مهندسی شیمی تقریباً در تمام دانشگاه ها یکسان است. به غیر از دروس پایه مهندسی (از قبیل ریاضیات، فیزیک، محاسبات عددی، استاتیک و مقاومت مصالح، مبانی مهندسی برق و نقشه کشی صنعتی) و دروس وابسته به رشته شیمی (از قبیل شیمی عمومی، شیمی تجزیه، شیمی فیزیک و شیمی آلی)، دروس اصلی مهندسی شیمی شامل موازنه ماده و انرژی، ترمودینامیک، پدیده های انتقال، عملیات واحد، طراحی رآکتورهای شیمیایی، کنترل فرایندهای شیمیایی و طراحی کارخانه های شیمیایی می شود که این دروس با مختصر تغییراتی در تمام دپارتمان های مهندسی شیمی ارائه می شود، به طوری که کتاب های درسی منتشر شده در بخش های مختلف مهندسی شیمی دانشگاه های مختلف برای دانشجویان این رشته در اکثر نقاط دنیا قابل استفاده است. آنچه امروزه بخش های مختلف مهندسی شیمی را از یکدیگر مجزا می سازد، ارائه تعدادی دروس اجباری است که امکان کاربرد اصول و پایه مهندسی شیمی را در فناوری های جدید از قبیل مهندسی بیوتکنولوژی و ژنتیک، مهندسی پلیمر و بیوپلیمر، مهندسی محیط زیست و مهندسی مخابرات و الکترونیک مطرح می سازد. این دروس را دانشمندان و استادانی که زمینه مهندسی شیمی داشته و در ایجاد یا توسعه این فناوری ها مؤثر بوده اند، در بخش های مهندسی شیمی ارائه می کنند.

#### ۴. برنامه مهندسی شیمی در ایران

مهندسان شیمی در ایران به طور سنتی محل کار مناسبی در صنایع شیمیایی، پتروشیمیایی و صنایع نفتی پیدا می کردند. کارایی این مهندسان در صنایع مذکور طبعاً به دلیل برنامه دروس بود که در دوره کارشناسی اخذ می کردند. این برنامه در جدول ۳ ارائه شده است. همان طور که همه چیز دستخوش تغییر و دگرگونی است و چنانچه شیئی یا پدیده ای نتواند خود را با سرعت تحولات هماهنگ کند، محکوم به فنا و نابودی است. چه بسا گونه های جانوری و گیاهی که در تغییرات سریع شرایط جوی کره زمین نتوانسته اند خود را با این تغییرات تطابق دهند از بین رفته اند و امروزه تنها سنگواره این جانوران و گیاهان بر جا مانده است.

جدول ۳. برنامه دروس دوره کارشناسی مهندسی شیمی (مجموعه طراحی فرایند) در ایران

۲۰ واحد	۱- دروس عمومی شامل: فارسی، تاریخ اسلام، معارف اسلامی ۱ و ۲ و غیره
۵۵ واحد	۲- دروس پایه شامل:
۳ واحد ۸ واحد ۱۹ واحد ۳ واحد ۲ واحد ۴ واحد	ریاضیات عمومی ۱ و ۲، معادلات دیفرانسیل، محاسبات عددی، کاربرد ریاضیات در مهندسی شیمی برنامه نویسی کامپیوتر (پاسکال) فیزیک شیمی استاتیک و مقاومت مصالح تقشه کشی صنعتی مبانی برق و کارگاه
۴۶ واحد	۳- دروس اصلی شامل:
۴ واحد ۶ واحد ۱۵ واحد ۷ واحد ۴ واحد ۴ واحد ۳ واحد ۳ واحد	موازنه انرژی و مواد ترمودینامیک پدیده‌های انتقال (مکانیک سیالات، انتقال حرارت و انتقال جرم) عملیات واحد سینتیک و طرح راکتور کنترل فرایندها بررسی مقدماتی طرح (اقتصاد طرح مهندسی) پروژه کارشناسی
۱۳ واحد	۴- دروس تخصصی شامل:
۳ واحد ۲ واحد ۳ واحد ۳ واحد ۲ واحد	طراحی دستگاه‌های تبادل حرارتی و جرمی تعیین مشخصات و انتخاب دستگاه‌ها فرایند پالایش نفت و گاز اصول مهندسی احتراق روش‌های اندازه گیری
۱۳۴	جمع واحدهای اجباری:
۲ واحد ۲ واحد ۳ واحد ۳ واحد ۳ واحد ۲ واحد ۱ واحد ۳ واحد ۳ واحد	۵- دروس انتخابی شامل: اصول حفاظت محیط زیست مدیریت صنعتی کاتالیزورهای صنعتی مقدمه‌ای بر مهندسی مخازن فرایندهای پتروشیمیایی خوردگی آزمایشگاه نفت ساخت و کاربرد پلیمرها تعیین خصوصیات و طراحی پلیمرها
که جمعاً ۶ واحد باید اخذ شود.	
۱۴۰ واحد	جمع کل واحدهای لازم برای فارغ التحصیلی

مهندسی شیمی نیز به عنوان یک رشته علمی پویا و بالنده تاکنون توانسته است به نحو مطلوبی با تغییرات علمی و تکنولوژیکی هماهنگ شود و چه بسا خود براین تحولات اثرگذار بوده است. آیا برنامه درسی و جهت حرکت کنونی باید تغییر کند یا بر همین منوال باقی بماند؟ اگر قرار است تغییراتی صورت گیرد، این تغییرات در چه زمینه‌ای باید باشد؟ این سؤال اساسی است که پاسخ گویی درست به آن می‌تواند نه تنها حافظ بلکه حرکت دهنده و متحول‌کننده مهندسی شیمی باشد. شاید بتوان گفت که مهندسی شیمی سنتی هم اکنون به حالت بلوغ خود رسیده است و خیلی از عملیات واحدها به طور روتین و خیلی سریع‌تر و دقیق‌تر به وسیله نرم‌افزارهای تجاری مهندسی شیمی از قبیل اسپن<sup>۱</sup> و کمکد<sup>۲</sup> و پروتو<sup>۳</sup> و غیره حل می‌شوند. این موضوع و با عنایت به تغییرات بنیادی در امور صنایع شیمیایی چه در داخل و چه در خارج از کشور و همچنین قوانین و مقررات حاکم بر صنایع و مسائل اقتصادی، لزوم تغییرات اساسی در سرفصل‌های دروس مهندسی شیمی و نحوه آموزش آن را طلب می‌کند. در عین حال، صنایع و همچنین سازمان‌های متنوع دیگری غیر از صنایع شیمیایی مادر و صنایع نفت به ارزش رشته مهندسی شیمی پی برده‌اند و در حال حاضر تنها درصد کمی از مهندسان شیمی برخلاف گذشته در صنایع شیمیایی استخدام می‌شوند (این درصد در اروپا کمتر از ۳۰٪ رسیده است). در واقع، مهندسان شیمی به مهندسان فرایند در کاربردهای مختلف تبدیل شده‌اند که به راحتی می‌توانند در اکثر صنایعی که به ظاهر ماهیت غیر شیمیایی دارند، با موفقیت کار کنند و به راحتی خود را با زمینه‌های جدید هماهنگ کنند. این کاربردهای جدید ضرورت یک تجدید نظر اساسی در دروس دوره کارشناسی را در دانشگاه‌ها آشکار می‌سازد تا فارغ التحصیلان این رشته بتوانند زمینه‌های مناسبی را برای کار در شاخه‌های متنوع مربوط به این رشته به خصوص در شرکت‌ها و واحدهای تخصصی کوچک‌تر به دست آورند.

طبیعی است که یک برنامه ایدآل برای دوره کارشناسی تمام دانشکده‌ها وجود ندارد (علی‌رغم اینکه این موضوع در کشور ما مدتهاست عمل می‌شود) و طبیعتاً دانشکده‌های مهندسی شیمی باید برنامه دروس خود را بر مبنای نیازهای ضروری رشته مهندسی شیمی و همچنین با توجه به

1. Aspen

2. CHEMCAD

3. PROII

قوت و مهارت اعضای هیئت علمی دانشکده‌ها، محدودیت‌ها و احتیاجات صنایع منطقه خود پیاده‌کنند. به عنوان نمونه، دانشکده‌های موجود در مناطق نفتی بیشتر نسبت به مسائل صنعت نفت و دانشکده‌های موجود در مناطقی که بیشتر دارای معادن و صنایع شیمیایی معدنی است در همان زمینه‌ها بیشتر فعالیت کنند. در حالی که هیچ‌کس شکی در آموزش عمیق اصول اولیه مهندسی شیمی ندارد، ولی این موضوع باید با توجه به محدودیت زمانی (حدود ۴ سال) و گنجاندن موضوعات دیگر موازنه و هماهنگ شود. در این زمینه پیشنهاد می‌شود که آموزش اصول اساسی مهندسی شیمی همراه با نرم‌افزارهای تخصصی و "عقل سلیم مهندسی" صورت گیرد. شایان ذکر است که در آموزش به مفهوم آخر؛ یعنی عقل سلیم مهندسی باید تأکید زیادی به عمل آید.

در ضمن، با عنایت به تغییرات انجام شده در دهه‌های گذشته، بازبینی آموزش دوره کارشناسی باید مورد توجه قرار گیرد. در این مورد، ضمن تأکید بر اصول اولیه، تغییر جهت دروس به سمت دروس میان رشته‌ای باید صورت گیرد. در این<sup>۱</sup> زمینه گنجاندن دروسی از قبیل دروس زیر در برنامه‌های درسی دوره کارشناسی پیشنهاد می‌شود:

- فرایندهای پاک<sup>۲</sup>

- ایمنی، جلوگیری از ضایعات و سلامتی<sup>۳</sup>

- روابط انسانی<sup>۴</sup>

- نرم‌افزارهای مهندسی شیمی<sup>۵</sup>

- مهندسی محیط زیست<sup>۶</sup>

- علم مواد<sup>۷</sup>

- مهارت در زبان<sup>۸</sup>

- مدیریت ضایعات<sup>۹</sup>

1. Interdisciplinary

2. Safety & Loss Prevention & Health

۳. Chemical Engineering Software

۴. Social Competence

۵. Chemical Engineering

۶. Environmental Engineering

۷. Material Science

۸. Language Skills

۹. Waste Management

- مدیریت<sup>۱</sup>- انتگراسیون فرایند<sup>۲</sup>- تکنولوژی اطلاع رسانی جدید<sup>۳</sup>

به عنوان نمونه، در حال حاضر مهندسان شیمی در ارتباط با فرایندهای تصفیه و رفع آلودگی واحدهایی را می‌گذرانند، در صورتی که این موضوع باید به سمت فرایندهای پاک پیش برود یا در ارتباط با مسائل ایمنی و حفاظت بهتر است به آمار حوادث در کشور نظری انداخته شود تا به اهمیت آن پی برده شود و نسبت به برنامه ریزی برای گنجاندن آن در برنامه دروس دوره کارشناسی اقدام لازم به عمل آید.

### ۵. فرصت‌های شغلی در مهندسی شیمی

در طی سال‌های بعد از جنگ جهانی دوم، هم عرضه و هم تقاضا در مهندسی شیمی به طور هماهنگی افزایش یافت. البته، در دوره‌هایی فراز و نشیب نیز بوده است، اما در درازمدت هم در ایالات متحده و هم در خارج از آن صنایع شیمیایی از رشد یکنواختی برخوردار بوده است. کمبود نفت در سال‌های اولیه دهه هفتاد میلادی یک حادثه انجاری تقاضا برای مهندسان شیمی بود. تقریباً همه صاحب‌نظران یک کاهش دایمی در منابع نفت و گاز طبیعی را پیش بینی می‌کردند. ارزش نفت خام از سه دلار برای هر بشکه به بیش از سی دلار برای هر بشکه افزایش یافت. هزینه انرژی در صنایع شیمیایی از ۰/۵ دلار برای هر یک میلیون بی تی یو<sup>۴</sup> به بیش از پنج دلار برای هر میلیون بی تی یو رسید. این تغییرات، تقاضا برای مهندسان شیمی را به طور ناگهانی افزایش داد. این مهندسان برای طراحی مجدد واحدها به گونه‌ای که در انرژی صرفه جویی شود، مورد نیاز بودند. در نتیجه، تقاضا برای مهندسی شیمی در بعضی از دانشگاه‌های ایالات متحده آمریکا نیز به دو و حتی سه برابر افزایش پیدا کرد. البته، عامل کنترل‌کننده محدودیت تعداد استادان و امکانات آزمایشگاهی دانشکده‌های مهندسی شیمی بود و در این سال‌ها به دلیل ظرفیت خوب استخدامی برای فارغ‌التحصیلان دوره کارشناسی مهندسی شیمی، متقاضی برای

۱. Management

۲. Process Integration

۳. Modern Information Technology

۴. British Thermal Unit (BTU)

دوره‌های کارشناسی ارشد و دکترا در مهندسی شیمی کاهش چشمگیری نشان می‌داد یا به عبارت دیگر، رفتن به صنعت از نظر مالی جاذبه بیشتری داشت.

علی‌رغم این چشم اندازهای زیبا، کاهش مصرف نفت خام از یک سو و افزایش تولید گاز طبیعی و نفت خام در اوائل سال‌های ۸۰ قیمت انرژی را به سرعت پایین آورد. بیشتر پروژه‌های مربوط به صنایع نفت متوقف شد. این توقف در کمپانی‌های تولید انرژی همراه با رکود سال‌های ۸۳-۱۹۸۲ که بر صنایع شیمیایی نیز اثر می‌گذاشت، باعث پایین آمدن سریع بازار کار مهندسی شیمی شد.

بسیاری از فارغ التحصیلان مهندسی شیمی به دشواری کاری در زمینه رشته خود می‌یافتند. بسیاری از شرکت‌ها مهندسان شیمی را از کار برکنار یا مهندسان مسن‌تر را وادار به باز نشستگی اجباری کردند. این بدترین دوره زمانی برای مهندسان شیمی بعد از بحران سال‌های ۱۹۳۰ بود. این کاهش تقاضا باعث کاهش فارغ التحصیلان مهندسی شیمی در سال‌های ۱۹۸۳ و ۱۹۸۴ شد. بعد از آن تا حدودی ثبات برقرار شد. بدین معنی که تعداد فارغ التحصیلان کارشناسی تا حدی پایین آمد که با تقاضا برابر شد.

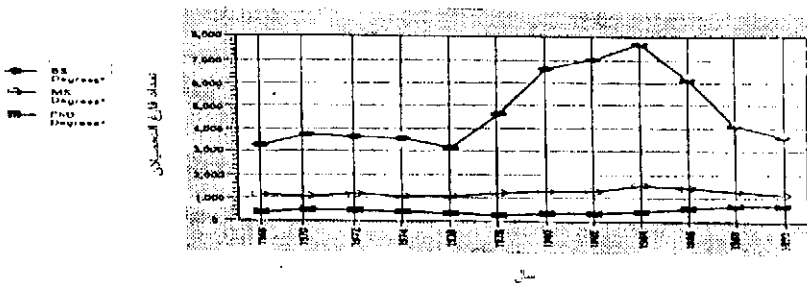
سلامت و موفقیت صنایع شیمیایی و نفت پیش نیاز موفقیت حرفه مهندسی شیمی است. گرچه اهمیت مهندسی شیمی در جامعه انکارناپذیر است، اما این حرفه همواره تعداد کمی طرفدار داشته است. از سال ۱۹۵۰ تا سال ۱۹۷۵، تعداد فارغ التحصیلان دوره کارشناسی مهندسی شیمی در ایالات متحده سالانه ۲۵۰۰ تا ۳۷۰۰ نفر بوده است. تنها دو سوم این فارغ التحصیلان در حرفه مهندسی شیمی وارد کار می‌شدند و یک سوم باقیمانده به سایر مشاغل مثل حقوق، داروسازی و سایر مشاغل نامربوط به مهندسی شیمی وارد می‌شدند. از آنها هم که در حرفه خود کار می‌کردند، تنها نیمی واقعاً به فعالیتی که بتوان به عنوان حرفه مهندسی شیمی شناخت دست می‌زدند. در اواخر سال‌های هفتاد تولید مهندسی شیمی ناآگاه دو برابر شد، بدون آنکه تغییر وسیعی در حالت پایدار نیاز صنایع پدید آید، این امر نوسانات شدیدی را در بازار کار مهندسی شیمی پدید آورد که قبلاً ذکر شد.

مهندسی شیمی علی‌رغم اهمیت کمک‌های آن به جامعه همیشه یک حرفه نسبتاً کوچک نسبت به سایر حرفه‌های مهندسی بوده است. فرصت شغلی برای مهندسان شیمی در دنیای صنعتی به طور کلی نسبت به سایر رشته‌ها نسبتاً خوب است. بر مبنای مطالعات انجام شده توسط

انجمن‌های مهندسی شیمی در آلمان، انگلستان و آمریکا مهندسان شیمی هنوز که هنوز است نسبت به سایر رشته‌های مهندسی بیشترین حقوق‌ها را دریافت می‌کنند (Muller, 1998 & D. Aquino, 2001) [۳]. تعداد زیادی از مدیران اجرایی شرکت‌ها را مهندسان رشته‌های مختلف مهندسی تشکیل می‌دهند که از آنها بیشترین نسبت را مهندسان شیمی به خود اختصاص داده‌اند. بر طبق گزارش‌های انجمن مهندسان شیمی در آمریکا رشد نقش مهندسان شیمی در مدیریت همچنان رو به افزایش است.

در سال‌های اخیر علی‌رغم استفاده کامل از ظرفیت‌های موجود دانشکده‌های مهندسی شیمی در کشورهای صنعتی، بیشتر این کشورها در رفع نیاز خود به فارغ‌التحصیلان مهندسی شیمی با مشکل مواجه هستند. به عنوان نمونه، دانشگاه‌های انگلستان گنجایش پذیرش حدود ۹۰۰ دانشجوی مهندسی شیمی را دارا می‌باشد، در صورتی که نیاز صنایع آن کشور به فارغ‌التحصیلان این رشته حدوداً سالانه بیش از ۱۰۰۰ نفر است. (muller,1998) شکل ۱ نشان دهنده تعداد فارغ‌التحصیلان مهندسی شیمی از دانشگاه‌های آمریکا در سال‌های ۱۹۶۸-۱۹۹۰ است [۴].

همان طوری که از شکل مشخص است، در اواخر دهه ۷۰ نرخ عرضه مهندسان شیمی با توجه به نیاز صنعت و با توجه به رونق صنعت نفت و پتروشیمی تقریباً دو برابر می‌شود و دوباره در اواخر دهه هشتاد به دلیل کاهش قیمت نفت و همچنین رکود صنایع نفت و گاز و پتروشیمی تعداد ورودی‌های این رشته کاهش می‌یابد و به حدود ۳۰۰۰ فارغ‌التحصیل دوره کارشناسی در سال می‌رسد.



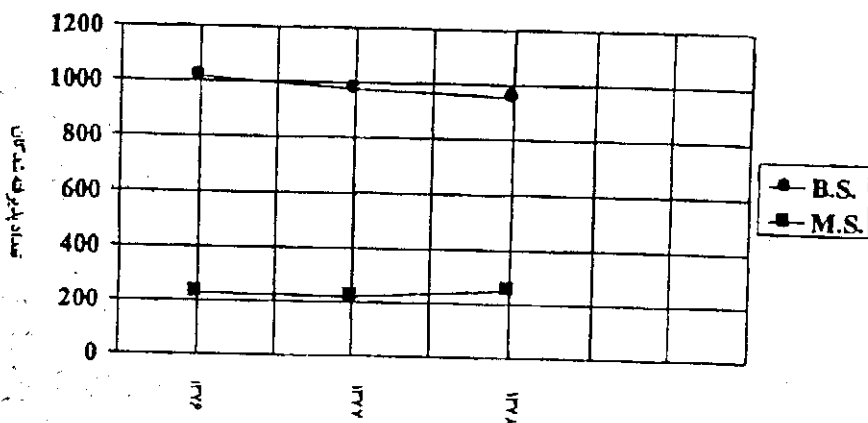
شکل ۱. درجه مهندسی شیمی اعطا شده در ایالت متحده آمریکا

تمام اعداد به طور مطلق هستند و متحنی‌ها به صورت تجمعی نیستند.



این موضوع نشان می‌دهد که تعداد فارغ التحصیلان هر رشته در کشورهای صنعتی همراه با نیاز واحدهای صنعتی رشد و توسعه می‌یابند.

شکل ۲ نشان دهنده پذیرفته شدگان رشته مهندسی شیمی در دانشگاه‌های دولتی در ایران است که اگر به همین تعداد هم (حدوداً) دانشجویان پذیرفته شده در دانشگاه‌های غیر دولتی در نظر گرفته شود، مشکل از جهت دیگری در کشور نمایان می‌شود و آن عدم جذب مناسب فارغ التحصیلان رشته مهندسی شیمی در صنایع کشور است که در بخش بعدی به عامل آن پرداخته خواهد شد.



شکل ۲. پذیرفته شدگان در دانشگاه‌های کشور در رشته مهندسی شیمی

یکی از مشکلات اساسی در ارتباط با فارغ التحصیلان رشته‌های دانشگاهی در ایران بی‌توجهی به رابطه عرضه و تقاضاست، این امر باعث می‌شود که بعضی از رشته‌های تحصیلی بدون توجه به گسترش تقاضا در برنامه ریزی‌های آینده از رشد مناسب بی‌بهره بمانند و در عوض بعضی دیگر از رشته‌های تحصیلی رشد بی‌رویه پیدا کنند. مثال بارز در این مورد کمبود پزشک در کشور در دهه ۶۰ و فزونی بیش از حد آن به ویژه در نیمه دوم دهه ۷۰ است که باعث شده عملاً تعداد بسیاری از پزشکان تازه فارغ التحصیل شده مشکل جذب داشته باشند.

لذا در این زمینه پیشنهاد می‌شود که حداقل وقتی برنامه‌های توسعه پنجساله تدوین می‌شود، در برنامه ریزی به نیروی انسانی لازم برای دستگاه‌های اجرایی، صنعتی و پژوهشی کشور نیز توجه

لازم به عمل آید.

### ۶. فرهنگ به کارگیری نیروی متخصص در صنعت

در کشور ما صنعت به طور نسبی به منظور رفع نیازهای روزمره جامعه شکل گرفته و همیشه به دلایل مختلف از جمله فزونی تقاضا نسبت به عرضه، پشتیبانی‌های بی رویه بی حساب و کتاب دولت و انحصاری و عدم رقابتی بودن کالاهای تولیدی در عرضه محصولات خود دارای ساختار غیر علمی و بدون پشتیبانی تحقیقاتی بوده است. با این ساختار، طبیعتاً به کارگیری نیروی متخصص در حد مطلوب و نیاز نمی‌شود و لذا انباشتگی نیروی فارغ التحصیل (که محلی برای اشتغال پیدا نمی‌کنند) پیش می‌آید. شاید بتوان گفت این دانشگاه‌ها نیستند که فارغ التحصیل زیادی به جامعه تحویل می‌دهند، بلکه این صنایع‌ها هستند که به قدر مطلوب از تخصص این نیروی فارغ التحصیل استفاده نمی‌کنند. به عنوان مثال، وقتی به فروشگاه‌ها و سوپر مارکت‌های سراسر کشور مراجعه شود، در حد وفور با محصولات بهداشتی از قبیل صابون، پودر شوینده و شامپو مواجه می‌شویم. در این شرایط اگر کسی برای اخذ موافقت اصولی برای تولید محصولات بهداشتی به وزارتخانه‌های مربوط مراجعه کند، جوابی در این حد که "کشور ما در حال حاضر بیش از نیاز محصولات بهداشتی تولید می‌کند و نیازی به تولید بیشتر نیست" دریافت خواهد کرد؟ اما اگر فرهنگ مصرف محصولات بهداشتی در کشور رشد کند، نه تنها تولید کنونی کفاف مصرف را نخواهد داشت، بلکه احتیاج به تولید در حد چند برابر تولید فعلی محصولات بهداشتی مورد نیاز خواهد بود.

در زمینه نیروی انسانی نیز واقعاً وضعیت در کشور چنین است. صنایع کشور به علت عواملی که شاید بتوان تعدادی از آنها را به صورت زیر بیان کرد، اجبار در تغییر ساختار سستی خود به طرف ساختار علمی با پشتیبانی تحقیقاتی دارند [۵].

- توان رقابت با محصولات مشابه خارجی بدون تعرفه‌های توجیحی دولت؛

- توسعه صادرات و ورود به سازمان جهانی تجارت؛

- رعایت استانداردهای ملی و بین‌المللی؛

- رعایت مسائل مربوط به حفظ محیط زیست؛

- مصرف بهینه انرژی؛

- مصرف بهینه مواد اولیه؛

- کاهش ضایعات و بازیابی مواد؛

- رعایت مسائل ایمنی؛

- توجه به تحقیق و توسعه فناوری و به کارگیری نتایج آن در گسترش و بهنگام کردن صنایع؛

- تثبیت سیاست‌های ارزی.

به عنوان نمونه، اگر قرار باشد روند رقابتی شدن در صنایع کشور رشد کند، شرکت‌ها ملزم به رعایت بهینه مصرف انرژی هستند و باید ضایعات را در کارخانه‌ها کاهش دهند و از مواد اولیه به صورت بهینه استفاده کنند. در این صورت، برای انجام دادن هر یک از این اهداف در صنایع بزرگ فرایندی احتیاج به استخدام چندین مهندس شیمی خواهد بود یا اگر قرار است در کشور مسائل محیط زیست و مشکلاتی که کارخانه‌های صنایع شیمیایی از این بابت ایجاد می‌کند به دقت مورد بررسی قرار گیرد و راه حل‌هایی برای این معضل در نظر گرفته شود، قطعاً به کارگیری چندین مهندس شیمی را می‌طلبد. همچنین، اگر قرار است تنها به حوادث و اتفاقات ناگواری که در فاصله زمانی ۲۰ آذر تا ۵ دی ماه ۱۳۷۸ (به عنوان مطالعه آماری) در کشور اتفاق افتاده است نظری بیفکیم، جدول ۴، به اهمیت بکارگیری چندین مهندس شیمی که در زمینه ایمنی در صنعت آشنایی داشته باشند، پی می‌بریم.

جدول ۴. حوادث و اتفاقات ناگوار در فاصله زمانی ۲۰ آذر - ۲۵ دی ماه ۱۳۷۸

(استخراج شده از مطبوعات کشور)

تاریخ اتفاق حادثه	عنوان خبر در مطبوعات
۲۰ آذر ماه ۱۳۷۸	۱. پمپ بنزین الهیه در آتش سوخت
۲۰ آذر ماه ۱۳۷۸	۲. استفاده غلط از سیلندر گاز چهار نفر را روانه بیمارستان کرد
۲۵ آذر ماه ۱۳۷۸	۳. یک پمپ بنزین بر اثر نشست بنزین در دزفول منفجر شد
۲۷ آذر ماه ۱۳۷۸	۴. ایران تأثیر سوخت
۲۸ آذر ماه ۱۳۷۸	۵. ترکیدن دیگ بخار کارخانه فیبر سازی بابل‌سبب مرگ ۳ تن شد
۶ دی ماه ۱۳۷۸	۶. یک کارخانه رنگ سازی در شرق تهران آتش گرفت
۱۴ دی ماه ۱۳۷۸	۷. چهار نفر بر اثر انفجار جان باختند
۲۳ دی ماه ۱۳۷۸	۸. کارخانه رنگ آمیزی چرم طعمه حریق شد
۲۵ دی ماه ۱۳۷۸	۹. چهار مخزن ۳۵۰۰ لیتری گاز مایع در سه راه آذری از انفجار در امان ماند

لذا به نظر می‌رسد که در صورت تغییر فرهنگ به کارگیری نیروی متخصص در صنایع کشور نیاز به حرفه مهندسی شیمی و به تبع آن نیاز به فارغ التحصیلان مهندسی شیمی در رده‌های مختلف روز به روز افزایش خواهد یافت.

## ۷. زمان تحصیل در دوره کارشناسی مهندسی شیمی

طول زمان تحصیل و ساختار مدارک تحصیلی در بعضی از کشورهای مختلف جهان در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵. طول زمان تحصیل در دوره‌های مختلف و در کشورهای مختلف جهان

در رشته مهندسی شیمی

کشور	دوره کارشناسی (BSc)	دوره کارشناسی ارشد (MSc)	دوره دکترا (PhD)
انگلستان	۳	۳	
استرالیا	۴	۱	۳
فرانسه و آلمان	۵	۶	
نیوزیلند، کانادا و آمریکا	۴	۱/۵	۳-۴
ایران	۴	۲-۳	۴-۵

در انگلستان اخیراً دوره لیسانس را از سه سال به چهار سال افزایش داده‌اند، در عین حالی که دولت و همچنین مؤسسات حرفه‌ای و صنایع آلمان نگرانی خود را از طولانی بودن دوره تحصیل در آن کشور ابراز داشته‌اند (Muller 1998) و در تلاش هستند که زمان دوره تحصیل را کاهش دهند.

بی‌مناسب نیست که گفته شود بنا بر تجربه کشورهای مختلف زمان چهار سال برای دوره کارشناسی تقریباً یک زمان پذیرفته شده بین المللی است که در ایران نیز بعد از یک وقفه چند ساله بعد از انقلاب فرهنگی به اجرا در آمده است. پس از دوره کارشناسی، دوره تحصیلات تکمیلی؛ یعنی کارشناسی ارشد و دکترا در ایران جمعاً تا ۸ سال طول می‌کشد که از نظر مقایسه طول تحصیل

در این دوره‌ها، ایران در ردیف کشورهای که طولانی‌ترین زمان تحصیل را برای این دوره‌ها دارند، قرار می‌گیرد. از این نظر باید ترتیباتی اتخاذ شود که طول زمان تحصیل در دوره تحصیلات تکمیلی، کوتاه‌گردد تا فارغ‌التحصیلان جوان تری به جامعه تحویل داده شود.

نکته دیگر اینکه مهندسی شیمی به صورت حرفه‌ای در آمده است که حتی در بهترین دانشگاه‌های کشور توسط استادانی ناآشنا با صنعت تدریس می‌شود (البته به استثنای تعدادی از استادان با سابقه و با تجربه صنعتی). تصور یک دانشکده حقوق که اعضای هیئت علمی آن عملاً درگیر مسائل حقوقی در کشور نباشند یا دانشکده پزشکی که اعضای هیئت علمی آن با بیمار روبرو نشده باشند، تقریباً غیر ممکن است. اما مثال عینی آن در مورد بسیاری از دانشکده‌های مهندسی از جمله مهندسی شیمی کم نیست. اخیراً طرح اینترنشیپ<sup>۱</sup> که در بعضی از دانشکده‌ها و در بعضی از رشته‌ها به اجرا گذاشته شده است تا حدودی می‌تواند در این زمینه را نقص‌ها را برطرف کند.

دانشگاه‌ها برای تعلیم مهندسان جوان و ایجاد مهارت‌های لازم به کمک صنعت نیاز دارند. اگر صنعت خواهان مهندسان شیمی کارآموده و ماهر است، باید در این امر دخالت کند. در گذشته و حدود دو دهه قبل، صنایع ما در نفتی و شیمیایی با احساس رسالت در این امر دخالت می‌کردند و برای یکی دو سال یا حتی بیشتر محل مناسبی برای جذب فارغ‌التحصیلان جوان و آشنا کردن آنها با مسائل صنعتی فراهم می‌آوردند. متأسفانه مدت مدیدی است که این عمل دیگر صورت نمی‌گیرد و لذا مهندسان جوان فارغ‌التحصیل از دانشگاه‌ها چون تجربه عملی ندارند با مشکل اشتغال مواجه می‌شوند. همچنین، صنایع بزرگ کشور باید امکانات مناسبی به منظور جذب استادان برای گذراندن فرصت‌های مطالعاتی فراهم آوردند و تسهیلات لازم برای حضور دانشجویان در صنایع را در حین تحصیل و برای انجام دادن امور کارآموزی، پروژه‌های پایان‌نامه و طرح اینترنشیپ ایجاد کنند. در نهایت، اگر صنعت به داشتن مهندسان و پژوهشگران شایسته و مناسب علاقه‌مند است، باید در این زمینه سرمایه‌گذاری کند، همان طوری که این امر در تمام کشورهای صنعتی صورت می‌پذیرد.

## ۸. نتیجه گیری

دانشکده‌های مهندسی شیمی باید برنامه دروس خود را بر مبنای نیازهای ضروری رشته مهندسی شیمی شکل دهند و همچنین با توجه به قوت و مهارت اعضای هیئت علمی دانشکده‌ها، محدودیت‌ها و نیازهای صنایع منطقه خود برنامه ریزی کنند. در ضمن، برای به کارگیری خیل عظیم فارغ التحصیلان رشته مهندسی شیمی باید فرهنگ به کارگیری نیروی متخصص به طور اعم در صنعت تغییر کند و با عنایت به اهمیت توجه به مسائل محیط زیست، صرفه جویی انرژی، ایمنی، کاهش ضایعات و استفاده‌های مجدد از مواد و انرژی این امر در زمینه مهندسی شیمی کاملاً ضروری است و می‌تواند سبب اشتغال تعداد بی شماری از فارغ التحصیلان این رشته شود.

## مراجع

۱. داریوش سلاجقه، سمینار کارشناسی ارشد، «مهندسی شیمی، گذشته، حال و آینده»، ۱۳۷۲.
۲. محسن عدالت، «تاریخچه پیدایش مهندسی شیمی»، خبرنامه انجمن مهندسين شیمی ایران، شماره ۲، خرداد ۱۳۷۲.
3. Muller and H. Steinhagen, "The Future of Chemical Engineering", The Third Iranian National Congress of Chemical Engineering, Ahvaz, Iran, 1998.
4. R. Shinnar, Chemical Engineering Progress, Sept. 1991.
5. D. Rashtchian, "Chemical Engineering from The End of 19<sup>th</sup>. Century to the 21<sup>st</sup> Century", 6<sup>th</sup>. Chemical Engineering Seminar of Iranian Student in Europe ,Manchester, England, 1999.
6. R. D'Aquino, "Chemical Engineers Brane Choppy Waters "Chemical Engineering, WWW che.com, Jan. 2001.

(تاریخ دریافت مقاله: ۷۹/۱۲/۱۵)