

## آموزش مهندسی شیمی، معایب، راهکارها و اولویت‌ها

منصور طاهری، امیر رحیمی

دانشکده مهندسی، دانشگاه شیراز

**چکیده:** در این مجموعه معایب سیستم آموزشی مهندسی شیمی در ایران از جهات مختلف مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و راهکارهای لازم برای کاهش اثرهای منفی این معایب یا حذف آنها ارائه شده است. همچنین، با توجه به شرایط فعلی آموزش این رشته در ایران اولویت‌های اساسی در زمینه آموزش مهندسی شیمی ارائه شده است به منظور کاهش محدودیت‌های شغلی فارغ التحصیلان این رشته و نظر به قابلیت‌های فارغ التحصیلان آن در کلیه صنایع پیشنهاد شد تا تمام گرایش‌های موجود در دوره کارشناسی حذف گردد. همچنین، با تحلیل و ارزیابی قابلیت‌های مهندسان شیمی در چهار زمینه شبیه سازی، طراحی، بر آورد پارامترهای فرایندی و بهینه سازی نیازها و اولویت‌های آموزشی مهندسی شیمی ارائه شده است. همچنین، در زمینه گزینش دانشجویان دوره‌های کارشناسی پیشنهاد شد که به منظور انتخاب دانشجویان مستعدتر ضریب مؤثر بودن درس شیمی از ۴ به ۲ کاهش یابد و در آزمون‌های ورودی دوره‌های کارشناسی ارشد حداقل در درس اصلی شامل پدیده‌های انتقال آزمون به صورت تشریحی برگزار شود.

**واژه‌های کلیدی:** آموزش، مهندسی شیمی، راهکارها، اولویت‌ها

## ۱. مقدمه

بدون شک "آموزش" بستر اصلی توسعه در تمام زمینه‌ها و به عنوان یکی از ارکان اصلی تحول و فناوری به شمار می‌آید؛ به عبارت دیگر، شالوده و اساس تمام موفقیت‌های علمی، اجتماعی و فرهنگی یک جامعه انسانی را می‌توان در آموزش صحیح و کارآمد جستجو کرد و از سوی دیگر، واماندگی، پسرفت و عقب ماندگی را می‌توان نتیجه بی‌توجهی به آموزش قلمداد نمود. از نگاهی دیگر، عدم ایجاد تحول و تکیه بر روش‌های سنتی در آموزش و بی‌توجهی به پیشرفت‌ها و تغییرات اساسی شرایط جهانی و همچنین نیازهای فعلی جامعه به عنوان یک افت، پویایی و کارآمدی مخاطبان آموزش را هدف قرار خواهد داد.

آموزش موفق، اصولی و روزآمد علوم مهندسی در شرایط کنونی اقتصاد جهانی یکی از فاکتورهای مهم در شتاب‌دهی به پیشرفت جوامع به شمار می‌آید. توجه به این نکته در کشورهای توسعه یافته باعث شده است تا در مسابقه جهانی فناوری و توسعه گوی سبقت از دیگر کشورهای جهان ریزه شود. در کشور ما، ایران، آموزش علوم مهندسی نزدیک به هشت دهه قدمت دارد و اگر چه قدمت آن در مقایسه با قدمت جهش ناگهانی و خیره‌کننده علم در جهان اندک است، این نکته بدان معنا نیست که تمام نواقص، کمبودها و عقب‌ماندگی‌های کشورهای ایران به این عامل مربوط می‌شود. مقایسه پیشرفت‌های سریع و خیره‌کننده کشورهای نظیر ژاپن و برخی از کشورهای آسیای جنوب شرقی مؤید این مطلب است که آموزش علوم مهندسی و سیاست‌گذاری‌های مربوط به آن در ایران به نحوی نبوده است که بتواند پاسخگوی نیازهای جامعه صنعت باشد و پویایی و پتانسیل لازم به منظور ایجاد و نه خرید فناوری در کشور را فراهم کند.

یکی از رشته‌های مهندسی که آموزش آن در ایران نزدیک به هفت دهه قدمت دارد، رشته مهندسی شیمی است. متأسفانه، بنا به دلایلی که پیشتر ذکر شد، علی‌رغم تمام قابلیت‌ها و از طرفی زمینه‌های فعالیت بسیار وسیع در ایران متخصصان این رشته نه تنها نتوانسته‌اند نیازهای فناوری و تولید تکنولوژی را برآورده سازند، بلکه به دلیل نواقص و ضعف‌های اساسی در آموزش و تربیت این نیروها جامعه صنعت بجز موارد معدود نتوانسته است از قابلیت‌های متخصصان این رشته به نحو مطلوب استفاده کند. معتقدیم تمام مشکلات، معایب و نواقص مهندسان شیمی در ایران، چه در زمینه‌های کاربردی و چه در زمینه کاربرد آموخته‌ها، ریشه در عواملی نظیر شناخت ناکافی و محدود کننده، گزینش دانشجو، نارسایی‌های آموزشی و گرایش‌های محدودکننده این رشته دارد. در ادامه

به طور مجزا هر یک از موارد مذکور مورد بحث قرار گرفته است. همچنین، در بخش سوم راهکارهای لازم ارائه شده و در نهایت، در بخش چهارم این مجموعه اولویت‌های آموزش مهندسی شیمی ارائه گردیده است.

## ۲. معایب

### ۱.۲. شناخت ناکافی و محدودکننده

متأسفانه، در کشور ما هنوز شناخت صحیح و کاملی از مهندسی شیمی که بیانگر تمام قابلیت‌ها و توانایی‌های متخصصان این رشته باشد، وجود ندارد یا اینکه جایگاه و تمایز این رشته نسبت به سایر رشته‌های مهندسی به خوبی روشن نشده است. بنابر همین اصل، در دیدگاه عامه و متأسفانه بسیاری از اهل علوم مهندسی و متولیان صنعت مهندسی شیمی و شیمی دو کلمه مترادف و تداعی کننده یک کلمه کلی به نام شیمی و آزمایشگاه بوده است. از آنجا که تعریف صحیح هر واژه جهت‌گیری‌های بعدی در زمینه‌های مختلف را باعث می‌شود، لذا ضروری است تا در یک قالب توصیفی جدید قابلیت‌های مهندسان شیمی ارائه شود یا آنکه تعاریف ارائه شده مربوط به این رشته به طور روشن‌تر و با توجه به نیازهای امروزی بیان گردند که این موضوع در بخش راهکارها مورد نقد بیشتری قرار گرفته است.

از سوی دیگر، واقعیت آن است که جامعه دانش آموزی ما که در آینده باید به عنوان دانشجو در دانشگاه‌ها حضور داشته باشد، در اکثر موارد شناخت کافی از رشته‌های دانشگاهی ندارد. این عدم شناخت خصوصاً در مورد رشته مهندسی شیمی شدت بیشتری دارد و این مسئله باعث بروز مشکلات بسیاری برای دانشجویان و متولیان آموزش مهندسی شیمی در دانشگاه‌های مختلف شده است. این مسئله تا حد زیادی به تعریف ناکافی و نادرست این رشته از یکسو و نبود برنامه‌های آگاهی دهنده از سوی دیگر می‌شود. اگر چه این مسئله کلیت ندارد، اما متأسفانه شناخت دانش‌آموزان سال آخر دبیرستان از این رشته تنها به برداشت‌های شخصی از نام این رشته محدود بوده و این امر باعث شده است تا از یکسو دانش‌آموزان مستعد از انتخاب این رشته به عنوان رشته دانشگاهی خود پرهیز کنند و از سوی دیگر، دانش‌آموزان نه چندان موفق دبیرستانی به انتخاب این رشته اقدام نمایند. این مسئله علاوه بر برداشت نادرست از نام این رشته تا حد زیادی نیز مربوط به ارزش‌گذاری نادرست و غیر منطقی رشته‌های دانشگاهی در بین آحاد جامعه است. به زبان ساده‌تر

و عامیانه، ارزش شغلی، موقعیت اجتماعی و فرصت شغلی مهندسان برق، مکانیک، و عمران از رشته مهندسی شیمی بیشتر است.

گرچه این موارد در نگاه فردی که به خوبی قابلیت‌های یک مهندسی شیمی را می‌شناسد صحیحی نیست، واقعیت آن است که مشکل عدم شناخت کافی در جامعه صنعت نیز به خوبی مشاهده می‌شود. بارها مشاهده شده است که در آگهی‌های استخدام نامی از مهندسی شیمی علی‌رغم وابستگی صنعت در خواست دهنده مشاهده نمی‌گردد و بارها مشاهده شده است که به دلیل عدم شناخت صحیح مهندسان شیمی وظایف این متخصصان به افرادی از رشته‌های مهندسی مکانیک، مواد و گاهی صنایع واگذار شده است. ریشه این غلط رایج در کشور ما تا حد زیادی به گرایش شدن دوره کارشناسی نیز مربوط می‌شود که در ادامه بدان پرداخته خواهد شد.

#### ۲.۲. گزینش دانشجویان در رشته مهندسی شیمی

در کشور ما گزینش دانشجویان بر اساس آزمون سراسری صورت می‌پذیرد. این نحوه گزینش دارای محاسن و معایب خاص خود است. با دقت در نحوه گزینش دانشجویان مهندسی شیمی مشخص می‌شود که دانشجویان قبول شده در این رشته بیشترین پاسخگویی را به سؤالات درس شیمی داشته‌اند و به دلیل اینکه ضریب مؤثر بودن این درس در نمره کل ۴ ملحوظ شده است، این مسئله کمک شایانی به جبران ضعف نمرات ریاضی و فیزیک این دانشجویان کرده است و این دسته از دانش‌آموزان به راحتی در این رشته پذیرفته می‌شوند. متأسفانه، دانش‌آموزانی که از قدرت بالای حفظ مطالب برخوردارند، علی‌رغم ضعف‌های اساسی در دروس اصلی ریاضی و فیزیک در این رشته گزینش و قبول می‌شوند، اما نکته اینجاست که دانشجویان رشته مهندسی شیمی برخلاف تصور موجود در طول دوره تحصیلی خود نیاز به داشتن درک بالا در زمینه‌های فیزیک و ریاضیات دارند و وجود این مسئله به همراه مشکلات آموزشی دیگر آنان را دچار مشکلات حادث‌تری می‌کند و به همین دلیل است که اکثر دانشجویان این رشته از نظر روحی و خوشبینی به آینده در مقایسه با دانشجویان رشته‌های مهندسی دیگر در وضعیت نامطلوبی به سر می‌برند.

#### ۳.۲. گرایش‌های محدودکننده

همان‌گونه که ذکر شد آموزش مهندسی شیمی با عناوین مختلف در ایران نزدیک به هفت دهه

قدمت دارد. سیستم آموزش این رشته در طول این مدت دچار تحولات اساسی شده و گاهی به طور کلی تغییر یافته است به عنوان نمونه، اولین آموزششده نفت که در آبادان به منظور تأمین کادر مورد نیاز صنعت نفت دایر شد (مهندسی تصفیه نفت)، در سال های بعد به دانشکده نفت تغییر نام یافت و دامنه آموزش خود را توسعه داد. در نقاط دیگر کشور نظیر تهران، شیراز و اصفهان نیز به تدریج دانشکده ها و بخش های مهندسی شیمی راه اندازی شدند. در سه دهه اخیر، تحولات اساسی در آموزش مهندسی شیمی رخ داده است. به دلیل توسعه صنایع پالایش، پتروشیمی و صنایع پایین دستی آنها تربیت متخصصان صنایع پتروشیمی، پالایش و گاز به عنوان محور اصلی انتخاب شد و اکثریت دانشکده ها و بخش های مهندسی شیمی به دایر کردن این دوره ها اقدام کردند. گرچه، همان گونه که امروزه نیز مشاهده می شود، تفاوت چندانی در محتوای دروس این گرایش ها وجود ندارد، در طی این مدت توجهی به این امر نشده و به دلیل ظرفیت بالای این صنایع و همچنین ایجاد واحدهای جدید پتروشیمی حساسیتی در ارتباط با مشکلاتی که این مسئله برای آینده مهندسان شیمی در ایران ایجاد خواهد کرد، نشان داده نشده است. به عنوان نمونه تا حدود سال ۱۳۷۱ فارغ التحصیلان رشته مهندسی شیمی از نظر کارایی دچار کمترین مشکل بودند و به دلیل وفور فرصت های شغلی کمتر کسی حاضر به دریافت بورسیه از صنعت نفت و صنایع پتروشیمی می گردید. اما به تدریج که روند ایجاد صنایع جدید کند شد و از طرفی سیاست های دولت در کاهش هزینه ها و پست های دولتی اجرا گردید، مشکلات فارغ التحصیلان مهندسان شیمی نمود یافت. گرچه این مشکلات برای فارغ التحصیلان سایر رشته های مهندسی و غیر مهندسی نیز شدت یافت، می توان به جرئت گفت که این مسئله در حد بسیار وسیع تری برای مهندسان شیمی با گرایش های مختلف مشکل زا گردید. اشباع شدن صنایع نفت، پتروشیمی و پالایش و صنایع پایین دست دیگر باعث شد که در صد بسیار بالایی از فارغ التحصیلان این رشته از سال ۷۳ به بعد بیکار بمانند.

در یک دید اولیه به نظر می رسد که حل این مشکل در گرو توجه بیشتر به توسعه صنایع ذکر شده است، اما اگر با دقت بیشتر و دورنگری بیشتر به این موضوع توجه شود، مشکل اصلی در این زمینه وجود گرایش های ذکر شده است که باعث ایجاد محدودیت شدید برای فارغ التحصیلان این رشته شده است. همان گونه که در بخش راهکارها ذکر خواهد شد، قابلیت های یک مهندس شیمی در صورت آموزش اصولی و صحیح بسیار فراتر از موارد ذکر شده است و این متخصصان به راحتی

قادر به انجام دادن امور صنایع دیگر می‌باشند. خلاصه کلام اینکه وجود عبارت مربوط به تعیین گرایش در ادامه عنوان مهندسی شیمی یکی از عوامل اصلی مهجوریت و محدودیت فارغ التحصیلان این رشته است و متولیان صنایع دیگر علی‌رغم نیاز شدید و منطقی به مهندسان شیمی از به‌کارگیری این افراد پرهیز می‌کنند.

#### ۴.۲. نارسائی‌های آموزشی

در زمینه آموزش مهندسی شیمی در ایران نیز مشکلات متعددی را می‌توان ذکر کرد که اهم این مشکلات شامل موارد زیر است:

الف - محتوای دروس اصلی؛

ب - محتوای دروس اختیاری و تخصصی؛

پ - کاربردی نبودن دروس؛

ت - کمبود امکانات آزمایشگاهی و کارگاه‌ها؛

ث - کمبود کادر علمی مجرب و متخصص؛

ج - کمبود نرم‌افزارهای تخصصی جدید و آموزش اصولی و فراگیر آنها در تمام مراکز آموزش مهندسی شیمی؛

چ - محتوای دروس پایه شامل ریاضیات و فیزیک؛

ح - کافی و مؤثر نبودن و عدم توجه اساسی و حساسیت کافی نسبت به کارآموزی‌ها؛

خ - انجام و پیگیری نامطلوب پروژه فارغ التحصیلی کارشناسی؛

ز - هدفمند نبودن پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد و دکتری؛

ر - بی‌توجهی به مسائل رفاهی و معیشتی دانشجویان دوره‌های تکمیلی خصوصاً در دوره دکتری.

برای آشنایی با جزئیات بیشتر موارد ذکر شده مطالعه مرجع [۱] پیشنهاد می‌شود.

### ۳. راهکارها

#### ۱.۳. شناخت ناکافی و محدودکننده

پیشتر ذکر شد که بدون داشتن یک توصیف صحیح از قابلیت‌های مهندسان شیمی ارائه راهکار مناسب به منظور حل مشکلات مربوط به فارغ التحصیلان و آموزش آن میسر نخواهد بود. 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 راکتورهایی که قرار است در آنها حجم زیادی از یک محصول تولید شود، علاوه بر نیازهای اطلاعاتی در زمینه شیمی واکنش و سرعت های واکنش (نقش شیمیدان)، به اطلاعات بسیار جامعی در زمینه حرکت سیالات، انتقال حرارت و انتقال جرم (پدیده‌های انتقال) و ساختار فیزیکی راکتور مورد مطالعه نیازمند است. به همین دلیل است که در طراحی یک واحد جدید از نقطه شروع کار مثل محاسبات اصولی مرحله پایلوت و طراحی و راه اندازی آن وجود مهندسان شیمی ضروری است. پس می‌توان گفت که گرچه صنعتی شدن فرایندهای شیمیایی اولین قدم برای تربیت مهندسان شیمی بوده است، این بدان معنا نیست که حیطة قابلیت‌های آنها تنها در این چار چوب خلاصه می‌شود.

نکته جالب در این زمینه آن است که احساس و شناخت افراد جامعه از یک موضوع بر مبنای مشاهده آن موضوع یا مشاهده تأثیرات آن در جامعه استوار است. در همین خصوص، آشنایی با رشته‌های علمی خصوصاً رشته‌های مهندسی براساس نمودهای بارز آن رشته‌ها در زندگی روزمره بنا شده است. به عنوان مثال، افکار افراد جامعه با شنیدن نام رشته مهندسی برق فوراً به وسایل برقی و چراغ برق معطوف می‌شود و با شنیدن نام رشته مهندسی عمران، ساخت آپارتمان‌های مسکونی، واحدهای تجاری و راه‌های ارتباطی مورد توجه قرار می‌گیرد. اما واقعیت آن است که افراد با شنیدن نام رشته مهندسی شیمی هیچ حس مشخصی که بتواند تخمینی از قابلیت‌های آن ارائه دهد، در ذهن ندارند. دلیل این مطلب آن است که کمتر کسی به این موضوع توجه دارد که بنزین مصرفی او چگونه تهیه می‌شود یا نخ نایلون مورد استفاده در لباس‌های او چگونه و توسط چه متخصصانی تهیه می‌گردد یا یک کشاورز هیچ‌گاه به این موضوع که کود او در استفاده‌اش چگونه و توسط چه کسی ساخته می‌شود، توجه نداشته است.

حل مشکل ناشناخته بودن رشته مهندسی شیمی در گرو برگزاری جلسات متعدد و برنامه‌های متنوع و فراگیر در سطح مدارس از سوی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می‌باشد. بدیهی است برنامه‌های فعلی به هیچ وجه پاسخگوی نیازهای فکری دانش‌آموزان در ارتباط با آشنایی با رشته‌های دانشگاهی نیست. از طرفی، انجمن مهندسی شیمی در صورت تقویت و تجهیز می‌تواند نقش تبلیغی بسیار مهمی در خصوص شناساندن رشته مهندسی شیمی ایفا کند. این امر با برگزاری

سمینارها در سطوح مدارس و صنایع میسر می‌شود. تأثیر این برنامه‌ها در مرحله اول به صورت تشویق دانش‌آموزان مستعد به انتخاب رشته مهندسی شیمی نمود می‌یابد و از سوی دیگر، از محدودیت‌ها و کمبود فرصت‌های شغلی فارغ‌التحصیلان با توجه صاحبان صنایع کاسته خواهد شد.

### ۲.۳. گزینش دانشجویان در رشته مهندسی شیمی

با توجه به نکات ذکر شده در بخش قبل، پیشنهاد می‌شود تا در گزینش دانشجویان رشته مهندسی شیمی در دوره کارشناسی ضریب مؤثر بودن درس شیمی از عدد ۴ به ۲ کاسته شود تا بر اساس توجیه ارائه شده امکان گزینش دانشجویان مستعدتر فراهم آید.

از طرفی، در گزینش دانشجویان دوره کارشناسی ارشد به نظر می‌رسد که برگزاری چهار گزینه‌ای آزمون در برخی دروس چندان منطقی و اصولی نیست. با توجه به محدودیت‌های موجود در محتوای دروس، به نظر می‌رسد که اکثر پرسش‌ها و مسائل طرح شده جنبه تکراری یافته است و دانشجویان با مطالعه آزمون‌های دوره‌های قبل به راحتی قادر به پاسخگویی بوده‌اند و بارها مشاهده شده است که دانشجویان نه چندان مستعد کارشناسی در دانشگاه‌های معتبر در دوره کارشناسی ارشد پذیرفته شده‌اند که این مسئله باعث افت راندمان آموزش در این دوره‌ها شده است و لذا پیشنهاد می‌شود که آزمون برخی از دروس اصلی همچون سال‌های نه چندان دور به صورت غیر تستی (تشریحی) برگزار شود تا امکان محک بهتر و قابل اطمینان‌تری میسر گردد.

### ۳.۳. آموزش غیر اصولی و گرایش‌های محدودکننده

همان‌گونه که در بخش پیش ذکر شد، به دلیل مقتضیات زمانی که منجر به ایجاد غیر اصولی گرایش‌های مختلف مهندسی شیمی در کشور شده است، استفاده از مهندسان شیمی تنها به عنوان متخصصان صنایع پالایش و پتروشیمی و تا حدودی صنعت نفت به صورت یک سنت در آمده است. بی شک، این سنت غیر اصولی و نادرست دلیل اصلی بی‌انگیزگی، بیکاری و ناشناخته ماندن متخصصان این رشته در بین رشته‌های مهندسی است.

علی‌رغم آنکه گرایش‌های موجود در مراکز آموزش مهندسی شیمی کشور تنها در ۱۵-۱۰ واحد درسی متفاوت می‌باشند، این مسئله باعث شده است تا دیدگاه خریداران متخصص به این امر



منحرف شود که فارغ التحصیلان این رشته تنها قادر به رفع نیازهای صناعی نظیر صنایع پتروشیمی و پالایشگاه‌ها هستند. به همین دلیل است که مهندسان شیمی علی‌رغم قابلیت‌های فراوان در این محدوده کوچک از مشاغل در محک‌گزینش و انتخاب قرار می‌گیرند و غالباً با حس پشیمانی از انتخاب این رشته دانشگاهی رو به رو می‌باشند.

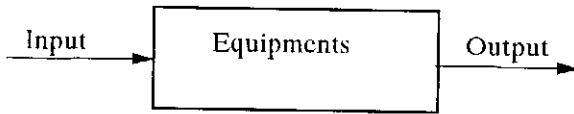
لذا پیشنهاد می‌شود که تمام گرایش‌های مهندسی شیمی در مراکز آموزشی این رشته برچیده شود و تمام دانشجویان در این رشته با عنوان مهندسی شیمی فارغ التحصیل شوند. این مسئله خود به خود باعث می‌شود تا فرصت‌های شغلی بیشتری برای آنها فراهم آید و مدیران صنایع نیز با اطمینان بیشتری به استخدام این افراد اقدام کنند.

ذکر این نکته ضروری است که برگزاری دوره‌های تخصصی در خواستی مراکز صنعتی که از مهندسان شیمی استفاده می‌کنند، می‌تواند علاوه بر رفع مشکلات خاص صنایع ذکر شده در به کارگیری متخصصان دانشگاهی مؤثر باشد و از این طریق راندمان آموزش تخصصی مهندسان شیمی به دلیل برخورد مستقیم با مشکلات صنایع بالاتر خواهد رفت.

#### ۴.۳. نارسائی‌های آموزشی

پیش از پرداختن به راهکارهای مرتبط با آموزش صحیح مهندسی شیمی همان‌گونه که پیشتر نیز اشاره شد، بهتر آن است در قالب یک بحث توصیفی قابلیت‌هایی را که مهندسان شیمی دارا هستند یا باید دارا باشند، مورد بررسی قرار دهیم. با توجه به تنوع مطالب مرتبط به مهندسی شیمی که کمتر در مورد رشته‌های دیگر مشاهده می‌شود، معتقدیم که یک مهندس شیمی باید دارای قابلیت تجزیه و تحلیل چهار نوع مسئله ترکیبی مجزا شامل شبیه‌سازی، طراحی، برآورد کمیت‌های فرایندی و بهینه‌سازی واحدهای فرایندی باشد و براین اساس به آموزش آن جهت داده شود.

برای درک بهتر این موضوع شکل (۱) را ملاحظه کنید. در این شکل، فرایند تولیدی به صورت ساده نشان داده شد است. این فرایند همچون تمام فرایندهای دیگر دارای ورودی، خروجی و دستگاه‌های عملگر است که فرایند را هدایت و کنترل می‌کنند. این فرایند می‌تواند مسئله احتراق یک گاز در یک کوره، تولید یک ماده شیمیایی، یک دستگاه تبادل حرارت یا مسائل متنوع دیگر باشد.



شکل ۱ شماتیک کلی و ساده یک فرایند

همان گونه که ذکر شد قابلیت‌های یک مهندس شیمی را می‌توان در قالب چهار موضوع مجزا بیان کرد. ارتباط هر یک از چهار موضوع ذکر شده با مشخصات فرایند از نظر هدف، معلومات و مجهولات در جدول ۱ نشان داده شده است.

به عبارت دیگر، با توجه به جدول ۱ مهندسان شیمی در عصر حاضر باید به نحوی آموزش داده شوند که قابلیت پیش بینی تأثیر تغییرات پارامترهای ورودی و ابعادی سیستم بر عملکرد سیستم‌های تولیدی (شبیه سازی)، امکان ساخت واحدهای جدید بر اساس نیازهای تولیدی جدید (طراحی)، امکان بررسی و مطالعه موردی پارامترهای مؤثر بر عملکرد سیستم‌های فرایندی (برآورد کمیت‌های فرایندی) را دارا باشند. از طرفی، با توجه به لزوم بهینه سازی واحدها،

چه از نظر اقتصادی یا از نظرهای دیگر، یک مهندس شیمی باید قابلیت و آشنایی کافی با اصول بهینه سازی سیستم‌ها را داشته باشد.

نکته جالب توجه آن است که تعریف مذکور برخلاف آنچه قبلاً به عنوان تعریف مهندسی شیمی ارائه شده است، تنها به فرایندهای شیمیایی محض تأکید ندارد، چراکه مسئله شبیه سازی (شبیه سازی دینامیکی، هندسی و مکانیکی و...)، طراحی، برآورد پارامترها و بهینه سازی در هر فرایندی مورد نیاز است و شرط اساسی در بهره‌وری بهتر می‌باشد. موارد ذکر شده نه تنها قابلیت و نقش یک مهندسی شیمی را در یک واحد تولیدی که در طراحی یک دستگاه خاص نیز بیان می‌دارد.

از نگاهی دیگر، در زمینه آموزش مهندسان شیمی در کشور ضروری است با توجه به حذف گرایش‌ها دروس فراگیر و ضروری که متأسفانه در سال‌های اخیر برخی از آنها در پی کاهش تعداد واحدهای دانشگاهی از برنامه حذف شده‌اند یا به صورت اختیاری ارائه می‌شوند، جایگزین دروس تخصصی گردند و دروسی نظیر طرح و اقتصاد مهندسی، عملیات واحد ۲ و عملیات واحد

تکمیلی که در آنها کاربرد ترکیبی آموخته‌های قبلی مورد توجه قرار می‌گیرند، بیشتر مورد توجه قرار گیرند. از طرفی، تأکید بیشتر بر کاربرد روش‌های عددی در آنالیز مسائل مهندسی شیمی در درس کاربرد ریاضیات در مهندسی شیمی ضروری است.

جدول ۱

مجهولات و هدف	معلومات	نوع مسئله
محاسبه مشخصات مورد نظر در خروجی	مقادیر ورودی، مشخصات ابعادی و عملیاتی دستگاه‌ها و تجهیزات وابسته تا نقطه خروجی	شبه سازی
محاسبه مشخصات ابعادی دستگاه	مقادیر ورودی، مقادیر خروجی	طراحی
محاسبه کمیت‌هایی نظیر ضرایب انتقال حرارت و جرم و	مقادیر ورودی، مقادیر خروجی، مشخصات ابعادی دستگاه‌ها	برآورد کمیت‌های فرایندمقادیر
محاسبه مقدار بهینه یک مشخصه از ورودی یا خروجی یا ابعاد دستگاه‌ها برای رسیدن به مقدار بهینه از یک پارامتر مثل درصد پیشرفت واکنش، قیمت تمام شده محصول و	برخی از ورودی‌ها یا محاسبه و ابعاد دستگاه‌ها (بسته به پارامتر بهینه شونده)	بهینه سازی

همچنین، به دلیل محدودیت‌های موجود در منابع درسی فارسی و اشکالات عدیده موجود در متون ترجمه شده مهندسی شیمی توجه بیشتر به تقویت زبان انگلیسی به منظور ترغیب دانشجویان به استفاده از کتب مرجع باید مورد توجه قرار گیرد.

با توجه به مفهوم توسعه پایدار که در آن توسعه با تأکید بر حفظ محیط زیست مد نظر است ضروری است تا دروس جدیدی که محتوای آنها در ارتباط با محیط زیست، آلاینده‌های محیط زیست، راه‌های جلوگیری از تولید، پخش و انباشت آلاینده‌ها و... مورد بحث قرار می‌گیرد، ارائه شود تا دانشجویان فارغ التحصیل اطلاعات لازم در این زمینه را کسب کنند و در زمینه‌های مورد نیاز به کار بپردازند.

#### ۴. اولویت‌های آموزش مهندسی شیمی

با توجه به آنچه گفته شد، در حال حاضر اولویت‌های اساسی در زمینه آموزش مهندسی شیمی به شرح زیر است:

۱. حذف گرایش‌های مهندسی شیمی در کلیه مراکز آموزشی این رشته در ایران در دوره کارشناسی؛
۲. تجهیز و تکمیل آزمایشگاه‌ها با دستگاه‌های جدید به منظور توجه بیشتر به امر پژوهش؛
۳. جهت دهی تمام پایان نامه‌های دوره کارشناسی ارشد و دکتری به سوی حل مشکلات صنعت؛
۴. کاهش ضریب درس شیمی از ۴ به ۲ در آزمون سراسری به منظور گزینش دانشجویان مستعدتر؛
۵. توجه به توسعه پایدار در آموزش مهندسی شیمی با تعریف و ارائه دروس زیست محیطی (هوا، آب)؛
۶. تغییر نحوه برگزاری آزمون ورودی دوره کارشناسی ارشد از صورت تستی به تشریحی (حداقل در دروس اصلی)؛
۷. تقویت و تجهیز انجمن مهندسی شیمی ایران به منظور افزایش کارایی آن در شناساندن رشته مهندسی شیمی به جامعه و صنعت؛
۸. توجه به مشکلات رفاهی و معیشتی دانشجویان دوره‌های تکمیلی خصوصاً دوره دکتری.

#### مراجع

۱. منصور طاهری و امیر رحیمی، "آموزش مهندسی شیمی با توجه به فناوری"، مجله آموزش مهندسی ایران، شماره ۲، پاییز ۱۳۷۹، صفحه ۳۵.
۲. یادداشت‌های شخصی فرصت مطالعاتی و دوره آموزشی Dynamic Optimization, Technology and Products.Inc، ۱۳۷۵، هوستن،

.WWW.dot.Products.com

۳. آلبوم AIT، انجمن فارغ التحصیلان دانشگاه نفت آبادان، ۱۳۷۷.
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. ناصر طالب بیدختی و بهنام هوشیاری، "توسعه پایدار و مسائل زیست محیطی"، فصلنامه رهیافت، شماره ۱۷، زمستان ۱۳۷۶.

(تاریخ دریافت مقاله: ۷۹/۱۲/۱۵)