

# طرح بازنگری برنامه درسی دوره کارشناسی مهندسی شیمی با رویکردی به گرایش صنایع شیمیایی معدنی

نظام‌الدین اشرفی زاده

دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه علم و صنعت ایران

چکیده: نظر به اینکه بالغ بر ۱۳ سال از آخرین بازنگری محتوای آموزشی رشته مهندسی شیمی سپری شده است، ضرورت یک بازنگری همه‌جانبه در مفاد آموزشی این رشته مهندسی ضروری می‌نماید. بازنگری مزبور با نگرشی ویژه به گرایش صنایع شیمیایی معدنی با همکاری استادان دانشگاهی، کارشناسان صنعتی و دانشجویان رشته مهندسی شیمی از طریق همه‌پرسی‌های شفاهی و کتبی و در قالب نظرسنجی‌های انفرادی و اجتماعی صورت پذیرفت. همچنین، سعی شد تا نیازهای صنعتی کشور و تحولات علمی تکنولوژیکی جهان در این بازنگری مورد توجه و شناسایی قرار گیرد. مراعات استانداردهای قابل قبول جهانی از جمله شاخص‌های سیستم اعتبارسنجی ABET از دیگر مواردی بود که مورد توجه مجریان این پروژه قرار گرفت.

برنامه درسی دوره کارشناسی مهندسی شیمی مطابق آنچه هم‌اکنون در دست اجراست، مورد بررسی دقیق و موشکافانه قرار گرفت و نقاط قوت و ضعف آن در تطابق با نیازهای روز صنعت تجزیه و تحلیل کارشناسی شد. برنامه جدید درسی برای دوره کارشناسی مهندسی شیمی در گرایش صنایع شیمیایی معدنی ارائه شد. جبرانی شدن دروس عمومی، افزایش تعداد واحدهای دروس اصلی به ۶۰ واحد، تعیین دروس تکمیلی اجباری جدید، اختیاری شدن انتخاب یا عدم انتخاب گرایش در دوره کارشناسی و گنجانیدن چندین درس اصلی و تکمیلی جدید و کاهش سقف واحدهای درسی به ۱۴۰ واحد از ویژگی‌های مهم برنامه پیشنهادی است.

واژه‌های کلیدی: بازنگری دوره آموزشی، مهندسی شیمی، صنایع شیمیایی معدنی.

## ۱. مقدمه

دستیابی به دو هدف اساسی و عمده، چارچوب کلی اهداف بازنگری حاضر را و شاید هر بازنگری اصولی دیگری را به که منظور ارتقای کیفیت آموزشی دوره کارشناسی مهندسی صورت پذیرد، تشکیل می‌دهد. این دو هدف اساسی و مهم عبارت‌اند از:

۱. تربیت کارشناسان مطابق با نیازهای واقع صنایع کشور؛

۲. اعتباربخشی به سیستم آموزشی موجود در قالب استانداردهای تعریف شده جهانی<sup>۱</sup>.

با توجه به اهمیت اشتغال دانش‌آموختگان هر رشته تحصیلی بدیهی است که انتظار داشته باشیم برنامه‌های آموزشی دوره فنی و مهندسی با هدف اشغال بخشی از بازار کار صنعتی کشور برنامه‌ریزی شود. در این خصوص، ایجاد رابطه‌ای منطقی و دوسویه بین دانشگاه‌ها و صنایع ضروری است. بدین معنی که دانشگاه‌ها می‌باید از یک طرف نیازهای علمی و فنی صنایع را برآورده سازند و از طرفی، نوآوری‌ها و موضوعات جدید دانش روز را در صنایع تزریق کنند؛ به عبارتی، در عین حال که بسنده کردن دانشگاه‌ها به پاسخگویی نیازهای روزمره صنایع موجب عقب‌افتادگی تکنولوژیکی نهادهای علمی و صنعتی کشور می‌شود، یک جانبه‌نگری دانشگاه‌ها به مسائل علمی جدید دنیا و غفلت از مشکلات و چالش‌های موجود صنایع کشور موجب پیدایش گسست و ایجاد شکاف بین دانشگاه‌ها و نهادهای صنعتی کشور خواهد شد. بدین لحاظ، یک برنامه آموزشی در صورتی موفق خواهد بود که با استفاده از دیدگاه‌های کارشناسان خبره بخش‌هایی از صنایع و به‌منظور پاسخگویی به نیازهای صنایع مزبور تدوین شود و با همراهی و مساعدت کارشناسان صنعتی به اجرا درآید و در مراحل بعدی اصلاح شود.

شناسایی و تأیید هر دوره تحصیلی دانشگاهی توسط مؤسسات اعتبارسنجی جهانی [۱] موجب ارتقا و رونق بازار کار دانش‌آموختگان آن دوره خواهد شد. دانشکده‌ها و گروه‌های مهندسی شیمی در صورت تدوین برنامه‌های آموزشی قابل قبول و ایجاد ساز و کار لازم برای اجرای بهینه و مؤثر این برنامه‌ها می‌توانند ضمن دستیابی به تعالی آکادمیک<sup>۲</sup> [۲] مسیر ادامه

۱. ABET (Accreditation Board for Engineering & Technology)

۲. Academic Excelece

تحصیل و اشتغال دانش‌آموختگان خود را در دانشگاه‌ها و شرکت‌های فراملی و بین‌المللی هموار و از این طریق، خدمات شایانی را به فارغ‌التحصیلان جویای کار ارائه کنند. جذب سرمایه‌های خارجی، اشغال بازار کار صنایع چندملیتی، توسعه صادرات محصولات و فرآورده‌های صنعتی و ارائه خدمات مشاوره فنی و مهندسی به کارخانه‌ها و صنایع غیرایرانی، همگی از مواردی است که برای تحقق آنها نیازمند تدوین اصولی برنامه تحصیلی کارشناسان مطابق با استانداردهای جهانی است.

برای دستیابی به اهداف یادشده و در راستای تدوین برنامه آموزشی دوره کارشناسی مهندسی شیمی دیدگاه‌های استادان دانشگاهی، دانشجویان و کارشناسان صنعتی به صورت انفرادی یا گروهی مورد نظرخواهی قرار گرفت [۳]. همچنین، از نظرهای سازنده و ارزشمند تعدادی از استادان مهندسی شیمی در دانشگاه‌های انگلیسی زبان خارج از کشور در حد مقدمات استفاده شد. مرور مطالعات قبلی که استادان و کارشناسان موفق مهندسی شیمی کشور انجام داده‌اند [۴ و ۵] و بررسی برنامه‌های آموزشی گروه‌های مهندسی شیمی در دانشگاه‌های انگلیس، آمریکا، کانادا، استرالیا و تعدادی از کشورهای حاشیه خلیج فارس [۶-۸]، از دیگر مواردی بودند که در طرح بازنگری حاضر مورد استفاده مفید قرار گرفتند. سیاستگذاری‌ها و اولویت‌های اساسی و همچنین، اصول رعایت شده در تدوین برنامه آموزشی پیشنهادی در بخش‌های بعدی این مقاله ارائه شده‌اند.

## ۲. اولویت‌های اساسی در بازنگری برنامه کارشناسی مهندسی شیمی

در نظرخواهی‌های متعددی که از کارشناسان و اهل‌خبره مهندسی شیمی به عمل آمده است، دو نکته اساسی همواره به‌عنوان اولویت‌های سیاستگذاری در این رشته مهندسی گوشزد شده‌اند [۹]:

۱. حذف گرایش‌های تخصصی در دوره کارشناسی؛

۲. تفکیک و تمایز رشته مهندسی شیمی از رشته شیمی.

ایجاد و توسعه گرایش‌های تخصصی در دوره‌های تحصیلات تکمیلی و همچنین، تعداد ناچیز دروس تخصصی در دوره کارشناسی دو عاملی بوده‌اند که ادامه وضع گرایش‌ها در دوره کارشناسی را امری عبث و کم‌فایده نشان داده‌اند. توضیح اینکه اولاً بعید به نظر می‌رسد که

آموزش تخصص‌ها با ارائه فقط دو تا سه درس تخصصی به نحو مطلوب قابل اجرا باشد یا اینکه با کیفیت موجود بتواند نیاز صنعتی را مرتفع کند. ثانیاً در زمانی که گرایش‌های متنوع تخصصی از قبیل نفت، پتروشیمی، پلیمر، بیو، معدنی و مانند آن در دوره‌های کارشناسی ارشد و دکترا مأموریت‌های تخصصی محول شده را به خوبی انجام می‌دهند، واگذاری این مأموریت به دوره کارشناسی امری بیهوده می‌نماید. در چنین شرایطی، اعمال گرایش‌های تخصصی در دوره کارشناسی فقط به عنوان عاملی محدودکننده برای اشتغال دانش‌آموختگان تلقی شده و هیچ ثمره دیگری به همراه نداشته است.

از طرفی، نظر دیگری با دیدگاهی متفاوت، وجود گرایش‌های تخصصی را در دوره کارشناسی امری ضروری و مفید ارزیابی می‌نماید. استدلال این دیدگاه بر این اساس استوار است که اولاً تمام دانش‌آموختگان مقطع کارشناسی ادامه تحصیل نمی‌دهند و تعداد زیادی از دانش‌آموختگان در همین مقطع جذب بازار کار می‌شوند. ثانیاً چنانچه نیاز صنایع گوناگون در همین دوره پاسخ داده نشود و کارشناسانی مطابق با تخصص‌های مورد نیاز آنها تربیت نشوند، احتمال آن می‌رود که صنایع مزبور از بهره‌وری رشته مهندسی شیمی ناامید شوند و احداث و پایه‌گذاری رشته‌های کارشناسی دیگری نظیر مهندسی پلیمر، مهندسی صنایع غذایی، مهندسی محیط زیست، مهندسی پتروشیمی و مانند آن را در دستور کار خود قرار دهند. لذا چنین امری قطعاً به نفع بازار کار مهندسی شیمی نیست و موجب تضعیف بیشتر موقعیت این رشته مهندسی خواهد شد.

با توجه به چالش‌های یاد شده، راه حلی که در برگیرنده جمیع جهات و پاس‌خگویی دیدگاه‌های فوق باشد، شامل موارد زیر خواهد بود:

- اول اینکه، قید گرایش‌ها در مدارک تحصیلی دانش‌آموختگان به کلی متفی و ملغی شود. بدین ترتیب، محدودیت بی‌موردی که از این طریق برای دانش‌آموختگان در دسترسی به بازار کار ایجاد شده است، مرتفع خواهد شد.
- دوم اینکه، تعداد دروس تخصصی در برنامه درسی دوره کارشناسی افزایش یابد. همچنین، آن دسته از گروه‌ها و دانشکده‌های مهندسی شیمی که توان اجرایی مناسبی را دارند به ارائه تعداد فراوانی از دروس تکمیلی مبادرت ورزند. در عین حال، به دانشجویان اختیار داده شود تا در صورت تمایل نسبت به اخذ واحدهای درسی تخصصی

از یک‌گرایش به‌خصوص یا اخذ واحدهای جایگزین از دروس تکمیلی یا تخصصی سایر گرایش‌ها تصمیم بگیرند. بدین ترتیب، آن گروه از دانشجویانی که تعداد زیادی از واحدهای تخصصی را از یک‌گرایش خاص انتخاب کنند می‌توانند کاندیدای اشتغال و فعالیت صنعتی در آن‌گرایش باشند. از طرفی، دانشجویانی که به‌جای تمرکز در یک‌گرایش به‌خصوص به اخذ واحدهای تکمیلی یا واحدهای تخصصی از گرایش‌های مختلف مبادرت ورزند، به‌عنوان مهندسان شیمی به‌طور عام فارغ‌التحصیل خواهند شد. اولویت اساسی دیگری که در بازنگری برنامه درسی مهندسی شیمی از طرف کارشناسان و اهل فن گوشزد شده است، تفکیک و تمایز رشته‌های تحصیلی شیمی و مهندسی شیمی از یکدیگر است. در این خصوص، شایان ذکر است که تخصص مهندس شیمی همواره از سوی دو گروه مورد ابهام یا کج‌فهمی قرار گرفته است. گروهی به اشتباه مهندسی شیمی را با شیمی یکی تلقی کرده‌اند و بین این دو تفاوتی قایل نمی‌شوند. گروه دیگری در برداشتی متضاد با گروه اول، مهندسی شیمی را بی‌ارتباط با شیمی و بی‌نیاز از شیمی انگاشته‌اند.

در تصحیح هر دو برداشت ناصواب ذکر شده از رشته مهندسی شیمی باید متذکر شد که این رشته مهندسی در عین حال که به دروس تخصصی شیمی بسیار نیازمند است، در اصول و ساختار کلی با رشته شیمی کاملاً متفاوت و متمایز است. در ضمن، به‌منظور مرتفع کردن مشکلاتی که تاکنون از ناحیه این ابهام متوجه مهندسی شیمی شده است، لازم است تفاوت و تمایز مذکور در کلیه موارد مبتلا به از جمله ذهنیت دانش‌آموزان دبیرستانی، نحوه برگزاری آزمون سراسری ورود به دانشگاه‌ها، برنامه درسی دوره کارشناسی مهندسی شیمی و طرز تلقی متولیان صنعتی به‌خوبی روشن و شفاف گردد و نقاط اشتراک و افتراق این دو رشته تحصیلی به‌وضوح برای همگان ترسیم شود.

### ۳. اصول مراعات شده در بازنگری برنامه آموزشی

با مراجعه و استناد به نظرهای کارشناسی استادان و متخصصان اهل فن، موارد زیر در تدوین برنامه آموزشی پیشنهادی مراعات شده است:

- افزایش دروس عملی و کاربردی؛

- افزایش دروسی به منظور توسعه و گسترش گرایش‌های بین‌رشته‌ای<sup>۱</sup>؛
- افزایش علوم نرم‌افزاری و کاربرد کامپیوتر در مهندسی شیمی؛
- افزایش تعداد واحدهای آموزشی زبان انگلیسی؛
- ایجاد تحول در مفاد آموزشی به منظور "تعلیم و نحوه یادگیری" به جای "تعلیم دروس" به دانشجو؛
- پرهیز از پیچیده کردن و زیاد کردن حجم دروس؛
- پرهیز از پرهزینه‌سازی آموزش مهندسی.

افزایش دروس کارگاهی و کاربردی و تعمیم "یادگیری از طریق انجام دادن"<sup>۲</sup> و کاهش "یادگیری از طریق مطالعه" از مواردی است که باید همواره مدنظر برنامه‌ریزان آموزشی باشد و به محض ایجاد امکانات لازم به اجرای آن مبادرت ورزند. گرایش‌ها و دروس بین رشته‌ای اگرچه اصولاً در دوره تحصیلات تکمیلی بسیار مورد توجه است، ولی در دوره کارشناسی نیز می‌تواند در حد مقدمات مورد توجه قرار گیرد. افزایش حجم علوم رایانه‌ای و همچنین، نیاز روزافزون کارشناسان در به کارگیری زبان انگلیسی به عنوان یک ابزار کاری از دیگر مواردی است که لازم است در بازنگری مفاد آموزشی بدان پرداخته شود و بالاخره، ایجاد تحول در شیوه‌های تدریس دانشگاهی و جلوگیری از "تبدیل دانشگاه‌ها به دبیرستان‌های بزرگ" از اهم اصول بازنگری برنامه آموزشی است.

#### ۴. دروس پیشنهادی دوره کارشناسی مهندسی شیمی

دروس دوره کارشناسی مهندسی شیمی مطابق عرف معمول در پنج گروه عمومی، پایه، اصلی، تخصصی و تکمیلی دسته‌بندی شده‌اند. نظر به اینکه به کرات ملاحظه شده است که دانشجویان و کارشناسان مهندسی شیمی در تعریف مأموریت اهداف و نحوه اجرای این دسته‌بندی دچار ابهام و سردرگمی هستند، در اینجا سعی شده است تا تعریف واضح و جامعی از دسته‌بندی فوق ارائه شود. بدین منظور، در ابتدای این بخش ویژگی‌های دروس دوره

کارشناسی تعریف شده‌اند.

#### ۱.۴. دروس عمومی

دروس عمومی<sup>۱</sup> به دروسی اطلاق می‌شود که اطلاعات عمومی اولیه مورد نیاز را از نظر حقوقی، اجتماعی، فرهنگی، سیاسی، تاریخی، بهداشتی و محیط زیستی به دانشجویان تعلیم می‌دهد.

معلومات مورد نیاز کارشناسان و دانش‌آموختگان دوره کارشناسی برای ورود به جامعه و قبول مسئولیت‌های فردی و اجتماعی از قبیل تشکیل خانواده، داد و ستد در اجتماع و ایفای نقش مورد انتظار از یک شهروند تحصیل کرده از طریق این دروس تأمین می‌شود. دروسی نظیر زبان فارسی، عربی و انگلیسی، تاریخ ایران و اسلام، حقوق فردی و اجتماعی، تربیت بدنی، علم دین، آیین زندگی، بهداشت اجتماعی، آشنایی با هنر، فلسفه علم، عرفان و اخلاق اسلامی بخش‌هایی از دروس عمومی را تشکیل می‌دهند. همچنین، چنان‌که از ماهیت این دروس مشخص است، گروه‌های حقوق و علوم سیاسی، معارف اسلامی، تربیت بدنی، ادبیات فارسی، زبان خارجی و تعدادی دیگر از گروه‌های آموزشی محل ارائه و تدریس این دروس هستند.

#### ۲.۴. دروس پایه

دروس پایه<sup>۲</sup> به دروسی اطلاق می‌شود که دانشجو برای کسب توان لازم در یادگیری دروس اصلی مهندسی نیازمند یادگیری این دروس است. دروس پایه که به‌عنوان مقدمات دروس مهندسی تلقی می‌شوند، عمدتاً شامل دروس فیزیک، ریاضی، شیمی، زبان انگلیسی، برنامه‌نویسی کامپیوتر، کارگاه، نقشه‌کشی و تعدادی دیگر از دروسی است که به نحوی یادگیری دروس مهندسی را تسهیل می‌کنند.

---

۱. Higher Education Requirements

۲. University Requirements (Non-Departmental Courses)

دروس پایه بجز در موارد جزئی، در بسیاری از کلیات برای تمام رشته‌های مهندسی یکسان است. بدین ترتیب، دروس پایه معمولاً توسط دانشگاه‌ها، برنامه‌ریزی و توسط گروه‌های فیزیک، شیمی، ریاضی، کامپیوتر و مانند آن ارائه و اجرا می‌شود.

#### ۳.۴. دروس اصلی

دروس اصلی<sup>۱</sup> به دروسی اطلاق می‌شود که هسته اصلی و مرکزی<sup>۲</sup> آموزش‌های دوره کارشناسی را تشکیل می‌دهند. مطابق این تعریف، بقیه دروسی که در دوره کارشناسی تدریس می‌شوند یا مقدمه و ابزار یادگیری این دروس‌اند یا اینکه به‌عنوان تکمیل‌کننده این دروس ارائه می‌شوند.

دروس اصلی مهندسی شیمی صرفاً توسط گروه‌ها و دانشکده‌های مهندسی شیمی و توسط استادان این رشته تدریس می‌شوند. دروس مزبور شامل مقدمات مهندسی شیمی، پدیده‌های انتقال، سینتیک شیمیایی، ریاضیات کاربردی، ترمودینامیک فرایندهای شیمیایی، عملیات واحدها، کنترل فرایندها، اقتصاد طرح مهندسی و تعدادی دروس مشابه دیگر از جمله کارآموزی و پروژه کارشناسی است.

#### ۴.۴. دروس تکمیلی

دروس تکمیلی<sup>۳</sup> به دروسی اطلاق می‌شود که به‌منظور گسترش و تعمیق آموزش مفاهیم مهندسی یا به‌منظور تثبیت یادگیری این مفاهیم از طریق مطالعات موردی تعریف شده‌اند. در ضمن چنانکه از اسم این دسته دروس برمی‌آید، به‌عنوان مکمل دروس اصلی مورد استفاده قرار می‌گیرند و شامل موارد تکمیلی از دروس ریاضی کاربردی، زبان انگلیسی، خواص مواد، مدیریت، محیط زیست، انرژی و دروسی از این دست هستند.

۱. Departmental Courses

۲. Core of Chemical Engineering

۳. Complementary Courses



با توجه به نیازهای روز و مصالح و مقدرات زمانی و مکانی، دروس تکمیلی به دو زیرمجموعه اجباری<sup>۱</sup> و انتخابی<sup>۲</sup> تقسیم می‌شوند. دروس تکمیلی اجباری آن گروه از دروس تکمیلی هستند که از نظر دپارتمان و گروه تحصیلی باید به‌طور الزامی توسط دانشجویان اخذ شوند. این دروس اگرچه جزء دروس اصلی دانشکده نیستند، ولی دانشجویان موظف‌اند همچون دروس اصلی تمام این دروس را بگذرانند. از طرفی، دروس تکمیلی انتخابی دروسی هستند که از نظر گروه‌های مهندسی شیمی دروس مفیدی تشخیص داده شده‌اند، ولی در عین حال دانشجویان در اخذ تعدادی از آنها حق انتخاب دارند.

#### ۵.۴. دروس تخصصی

دروس تخصصی<sup>۳</sup> به دروس اطلاق می‌شوند که برای آموزش مهارت‌های ویژه و کاربردی در یکی از شاخه‌های صنعتی تعریف می‌شوند. دانشجویان با گذراندن مجموعه‌ای از دروس تخصصی در یک گرایش بخصوص<sup>۴</sup> قابلیت‌های لازم را برای ایفای نقش و اشتغال مفید در آن گرایش صنعتی به دست می‌آورند.

دروس تخصصی ممکن است در دانشکده‌ها و گروه‌های آموزشی مختلف به اجرا گذاشته یا با همکاری کارشناسان صنعتی از گرایش‌های مربوط تدریس شوند.

#### ۵. دروس عمومی برنامه پیشنهادی

مأموریت دروس عمومی دوره کارشناسی در تحقیق جداگانه‌ای مورد بازبینی دقیق و همه‌جانبه‌ای قرار گرفته و نحوه بهینه ارائه این دروس پیشنهاد شده است [۱۱]. مطابق پیشنهاد مزبور، دروس عمومی در دو مجموعه تابستانی I و II هر کدام به ظرفیت معادل ۱۰ واحد

---

۱. Technical Complementaries

۲. Elective Complementaries

۳. Professional Courses

۴. Minor Specialty

درسی و به صورت جبرانی<sup>۱</sup> به ترتیب در تابستان سال‌های اول و دوم دوره کارشناسی ارائه می‌شوند. دانشجویان دوره‌های کارشناسی موظف‌اند این دو مجموعه را با حداقل نمره ۱۲ که به‌طور یکجا برای تمام دوره تابستانی لحاظ می‌شود، بگذرانند. کلیات مربوط به دروس مجموعه‌های فرهنگی تابستانی در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است. جزئیات مربوط به تدوین سرفصل و سیلابس دروس عمومی به‌عهد گروه‌های فرهنگ و معارف اسلامی واگذار شده است.

#### ۶. دروس پایه برنامه پیشنهادی

در بازنگری حاضر، دروس پایه کارشناسی مهندسی شیمی در مجموع در ۴۷ واحد درسی شامل ۱۱ واحد ریاضیات، ۸ واحد فیزیک، ۱۲ واحد شیمی، ۶ واحد زبان انگلیسی، ۶ واحد کارگاه، نقشه‌کشی صنعتی و درس استاتیک و مقاومت مصالح و بالآخره، ۴ واحد برنامه نویسی کامپیوتر و کارگاه نرم‌افزار مهندسی پیش‌بینی شده‌اند. فهرست دروس مزبور به‌انضمام تعداد واحد درسی و پیش‌نیازهای مربوط در جدول ۳ ارائه شده است. همچنین، نحوه چیدمان دروس در ترم‌های تحصیلی در جدول ۸ آورده شده است. ویژگی‌های دروس پیشنهادی و موارد تمایز آن با برنامه‌های قبلی به شرح زیر قابل جمع‌بندی است:

- در مورد حجم دروس ریاضی، فیزیک و شیمی مطابق آنچه در جدول ۳ ارائه شده است، تقریباً بین تمام استادان مهندسی شیمی اجماع نظر وجود دارد. هرچند در حال حاضر دروس ریاضی و شیمی تا حدی متفاوت با آنچه در اینجا پیشنهاد شده است در دانشگاه‌های مختلف ارائه می‌شوند، ولی نظر غالب این است که چنانچه مفاد تکراری دروس<sup>۲</sup> با درس‌های دبیرستانی و همچنین با دروس دیگر دانشگاهی حذف شوند، تعداد و حجم دروس پیشنهادی کفایت می‌کند [۱۲].

۱. دروس جبرانی به دروسی اطلاق می‌شود که گذراندن آن الزامی است، ولی واحدهای گذرانده شده در سقف واحدهای درسی لحاظ نمی‌شود. همچنین، نمره اخذ شده نیز در عین حال که در کارنامه ثبت می‌شود، ولی در محاسبه معدل کل لحاظ نمی‌گردد.

● تحول اساسی در بازنگری فعلی مربوط به دروس زبان انگلیسی است. در برنامه‌های درسی که تاکنون ارائه شده‌اند، زبان انگلیسی به‌عنوان یک کالای فرهنگی دیده شده و لذا در فهرست دروس عمومی لحاظ شده است. از طرفی، تجارب آموزشی نشان می‌دهد که دانشجویان در کلیه موارد آموزشی، پژوهشی، صنعتی، تخصصی و تولیدی در مراجعه به مدارک و اسناد از جمله کتاب‌ها، مقالات، کامپیوتر، اینترنت و مانند این بدون استثنا به بهره‌گیری از زبان انگلیسی حداقل در حد درک مفاهیم متون فنی و مهندسی نیازمندند. بنابراین، از این دیدگاه زبان انگلیسی نه به‌عنوان یک ابزار فرهنگی، بلکه به‌عنوان یک ابزار فنی برای یادگیری دروس اصلی و تخصصی قلمداد می‌شود. بدین ترتیب، چنانچه از این منظر به زبان انگلیسی نگریسته شود، این درس باید همچون دروس فیزیک یا شیمی و ریاضی در فهرست دروس پایه لحاظ شود. با توجه به موارد یاد شده، اگر چه ارائه درس زبان انگلیسی در مجموعه‌های فرهنگی تابستانی نیز توصیه شده است، ولی نظر به جایگاه اصلی آن به‌عنوان حداقل ۶ واحد درسی در فهرست دروس پایه پیش‌بینی شده و مورد تأکید وافر قرار گرفته است.

● در مورد دروس کارگاه، نقشه‌کشی صنعتی و استاتیک و مقاومت مصالح موضوع خاصی بجز توصیه‌های عمومی به‌نظر نمی‌رسد. افزایش تعداد واحدهای کارگاهی به ۲ واحد درسی برای دانشگاه‌هایی که امکانات اجرایی و مالی مناسب دارند، استفاده از کامپیوتر و نرم‌افزارهای نقشه‌کشی<sup>۱</sup> برای آموزش درس نقشه‌کشی صنعتی و استفاده از مثال‌های کاربردی صنایع شیمیایی در تدریس درس استاتیک و مقاومت مصالح از جمله توصیه‌های مفید در این زمینه تلقی می‌شوند. از موارد بحث‌برانگیز در این بخش می‌توان به درس مبانی مهندسی برق اشاره کرد. در این خصوص، برخی معتقدند که این درس باید جزو دروس تکمیلی اجباری و یا تکمیلی اختیاری باشد.

● لحاظ کردن درس کارگاه نرم‌افزار مهندسی به ظرفیت یک واحد درسی در برنامه دروس پایه، حداقل تمهیداتی است که برای افزایش آموزش علوم کامپیوتری در برنامه درسی پیش‌بینی شده است. در این کارگاه آموزشی انتظار می‌رود که دانشجویان با طرز کار و مدیریت رایانه‌های شخصی<sup>۲</sup> و نرم‌افزارهای نوشتاری، گرافیکی و محاسباتی آشنا شوند.

۱. CAD (Computer Aided Design)

۲. PC (Personal Computer)

جدول ۱. مجموعه تايستاني دروس عمومي I

ردیف	درس	تعداد واحد معادل	ساعات درس		
			نظری	عملی	جمع
۱	معارف اسلامی ۱*	۲	۳۴	-	۳۴
۲	زبان فارسی ۱	۲	۳۴	-	۳۴
۳	زبان انگلیسی ۱	۳	۱۷	۳۴	۵۱
۴	تربیت بدنی ۱	۱	-	۳۴	۳۴
۵	اخلاق و تربیت اسلامی ۱*	۳	۵۱	-	۵۱
۶	تاریخ اسلام*	۲	۳۴	-	۳۴
۷	انقلاب اسلامی و ریشه‌ها*	۲	۳۴	-	۳۴

\* به جای این دروس می‌توان درس‌های دیگری نظیر علم دین، آیین زندگی در قرآن، حقوق فردی و اجتماعی، تاریخ تحلیلی ایران، تاریخ تحلیلی صدر اسلام، بهداشت اجتماعی، آشنایی با هنر، مقدمه‌ای بر فلسفه علم و عرفان اسلامی را جایگزین کرد.

جدول ۲. مجموعه تايستاني دروس عمومي II

ردیف	درس	تعداد واحد معادل	ساعات درس		
			نظری	عملی	جمع
۱	معارف اسلامی ۲*	۲	۳۴	-	۳۴
۲	زبان فارسی ۲	۲	۳۴	-	۳۴
۳	زبان عربی ۱	۳	۱۷	۳۴	۵۱
۴	تربیت بدنی ۲	۱	-	۳۴	۳۴
۵	متون اسلامی*	۳	۵۱	-	۵۱
۶	اخلاق و تربیت اسلامی ۲*	۲	۳۴	-	۳۴
۷	تنظیم خانواده*	۲	۳۴	-	۳۴

\* به جای این دروس می‌توان درس‌های دیگری نظیر علم دین، آیین زندگی در قرآن، حقوق فردی و اجتماعی، تاریخ تحلیلی ایران، تاریخ تحلیلی صدر اسلام، بهداشت اجتماعی، آشنایی با هنر، مقدمه‌ای بر فلسفه علم و عرفان اسلامی را جایگزین کرد.

جدول ۳ درس‌های پایه دوره کارشناسی مهندسی شیمی

ردیف	درس	تعداد واحد	ساعات		
			نظری	عملی	جمع
۱	ریاضی ۱	۴	۶۸	-	۶۸
۲	ریاضی ۲	۴	۶۸	-	۶۸
۳	معادلات دیفرانسیل	۳	۵۱	-	۵۱
.....					
۴	فیزیک ۱	۳	۵۱	-	۵۱
۵	آز فیزیک ۱	۱	-	۳۴	۳۴
۶	فیزیک ۲	۳	۵۱	-	۵۱
۷	آز فیزیک ۲	۱	-	۳۴	۳۴
.....					
۸	شیمی عمومی مهندسی شیمی	۳	۵۱	-	۵۱
۹	آز شیمی عمومی مهندسی شیمی	۱	-	۳۴	۳۴
۱۰	شیمی آلی مهندسی شیمی	۳	۵۱	-	۵۱
۱۱	آز شیمی آلی مهندسی شیمی	۱	-	۳۴	۳۴
۱۲	شیمی تجزیه	۳	۵۱	-	۵۱
۱۳	آز شیمی تجزیه	۱	-	۳۴	۳۴
.....					
۱۴	زبان انگلیسی ۱	۳	۵۱	-	۵۱
۱۵	زبان انگلیسی ۲	۳	۵۱	-	۵۱
.....					
۱۶	کارگاه	۱	-	۵۱	۵۱
۱۷	نقشه کشی صنعتی	۲	۱۷	۱۷	۳۴
۱۸	استاتیک و مقاومت مصالح	۳	۵۱	-	۵۱
۱۹	مبانی مهندسی برق	۳	۵۱	-	۵۱
.....					
۲۰	برنامه نویسی کامپیوتر	۳	-	-	۵۱
۲۱	کارگاه نرم افزار مهندسی	۱	-	۵۱	۵۱
	جمع	۴۷			

در این خصوص که درس مبانی مهندسی برق جزو دروس پایه یا تکمیلی باشد، اختلاف نظر وجود دارد، ولی در خصوص ضرورت وجودی درس عمدتاً تشریح مساعی وجود دارد.

## ۷. دروس اصلی برنامه پیشنهادی

فهرست دروس اصلی پیشنهادی این بازنگری به انضمام دروس پیش‌نیاز و هم‌نیاز و تعداد واحدهای درسی در جدول ۴ ارائه شده است. چنانکه از داده‌های این جدول مشخص است، تعداد واحدهای دروس اصلی با احتساب کارآموزی‌ها و پروژه کارشناسی معادل ۶۰ واحد تعیین شده است. محورهای اساسی بازنگری در دروس اصلی مهندسی شیمی شامل موارد زیر است:

- درس مقدمات مهندسی شیمی یکی از دروسی است که نیاز به آن به دفعات توسط استادان این رشته گوشرد شده است. ظرفیت این درس که عمدتاً به منظور آشنایی دانشجویان سال اول<sup>۱</sup> با کلیات مهندسی شیمی طرح شده یک یا دو واحد درسی پیشنهاد شده است. وجود اختلاف نظر در مورد واحدهای این درس قطعاً به دلیل نوبت بودن درس و نبود تجربه کافی در ارائه آن است. پیش‌بینی می‌شود که دانشجویان مهندسی شیمی طی گذراندن این درس، ضمن آشنایی با موضوعات و سیلابس دروس کارشناسی این دوره مهندسی و همچنین، گرایش‌های تخصصی و فرصت‌های شغلی در پیش رو با امکانات دانشکده مهندسی شیمی و کادر هیأت علمی دانشکده‌های محل تحصیل نیز آشنا شوند.
- درس کارگاه نرم‌افزار مهندسی شیمی یکی از دروسی است که ضرورت تعریف آن از طرف تمام کارشناسان و استادان این رشته مورد تأکید قرار گرفته است. در این در که به صورت کارگاه آموزشی به اجرا در می‌آید، دانشجویان با بسته‌های نرم‌افزاری<sup>۲</sup> طراحی واحدهای مهندسی شیمی از قبیل Hysis، Aspen Plus، ProII و تعدادی از نرم‌افزارهای طراحی شبکه‌های لوله‌کشی، مبدل‌های حرارتی و واحدهای عملیاتی آشنا می‌شوند.
- یکی دیگر از محورهای بازنگری حاضر، رویکردی است که به دروس کارآموزی و پروژه کارشناسی شده است. رویکرد مزبور شامل لحاظ کردن حداقل یک واحد درسی برای هر کارآموزی و گنجانیدن دروس کارآموزی و پروژه در فهرست دروس اصلی است. بنابراین لایلی که تاکنون بر نویسنده روشن نیست، در برنامه‌های قبلی، دروس

۱. Junior Undergraduate Students

۲. Software Packages

کارآموزی و پروژه کارشناسی در فهرست جداگانه‌ای به صورت مجزا از محورهای پنجگانه عمومی، پایه، اصلی، تکمیلی و تخصصی قید می‌شدند. البته، با تعریف مجددی که در همین نوشته از محورهای مختلف درسی شد، مشخص می‌شود که دروس مزبور کاملاً جزو دروس اصلی تلقی می‌شوند و دانشکده‌ها و گروه‌های مهندسی شیمی بانی و ناظر بر اجرای آنها هستند.

● تنظیم سرفصل‌های دروس اصلی و جرح و تعدیل آنها از اقدامات دیگر انجام شده در بازنگری است. حذف موضوعات مشترک دروس شیمی، فیزیک و ترمودینامیک، بسنده کردن دانشکده‌های مهندسی شیمی به ارائه درس سه واحدی کاربرد ریاضیات در مهندسی شیمی و پرهیز از ارائه دروس ریاضی غیرضروری، لحاظ نکردن درس کنترل فرایندهای II در فهرست دروس اصلی و گنجانیدن آن در صورت نیاز در فهرست دروس تکمیلی انتخابی و تأکید بر ارائه دروس اصلی توسط اعضای هیئت علمی دانشکده‌های مهندسی شیمی از موضوعات مورد تأکید در این زمینه بوده‌اند [۱۳].

جدول ۴. درس‌های اصلی دوره کارشناسی مهندسی شیمی

پیش‌نیاز	ساعات			تعداد واحد	درس	ردیف
	جمع	عملی	نظری			
-	۳۴	-	۳۴	۲	مقدمات مهندسی شیمی	۱
ریاضی ۲، (ترمومهندسی شیمی)*	۶۸	-	۶۸	۴	موازنه انرژی و مواد	۲
معادلات دیفرانسیل	۵۱	-	۵۱	۳	ترمودینامیک مهندسی شیمی ۱	۳
ترمودینامیک ۱	۵۱	-	۵۱	۳	ترمودینامیک مهندسی شیمی ۱	۴
موازنه انرژی و مواد	۵۱	-	۵۱	۳	مکانیک سیالات ۱	۵
مکانیک سیالات ۱	۵۱	-	۵۱	۳	مکانیک سیالات ۲	۶
(مکانیک سیالات ۲)*	۳۴	۳۴	-	۱	آزمکانیک سیالات	۷
مکانیک سیالات ۱	۵۱	-	۵۱	۳	انتقال حرارت ۱	۸
انتقال حرارت ۱	۵۱	-	۵۱	۳	انتقال حرارت ۲	۹

ادامه جدول ۴

پیش نیاز	ساعات			تعداد واحد	درس	ردیف
	جمع	عملی	نظری			
انتقال حرارت ۲	۳۴	۳۴	-	۱	آزحرارت انتقال	۱۰
عملیات واحد ۱*	۵۱	-	۵۱	۳	کنترل فرایندها	۱۱
کنترل فرایندها	۳۴	۳۴	-	۱	آزکنترل فرایندها	۱۲
ترمودینامیک ۱	۵۱	-	۵۱	۳	شیمی فیزیک مهندسی شیمی	۱۳
شیمی فیزیک مهندسی شیمی	۳۴	۳۴	-	۱	آز شیمی فیزیک	۱۴
برنامه نویسی، انتقال جرم	۵۱	-	۵۱	۳	کاربرد ریاضیات در مهندسی شیمی	۱۵
طرح رآکتور، (عملیات واحد ۲)*	۵۱	-	۵۱	۳	طرح و اقتصاد کارخانه	۱۶
(انتقال حرارت ۱)*	۵۱	-	۵۱	۳	انتقال جرم	۱۷
انتقال جرم	۵۱	-	۵۱	۳	عملیات واحد ۱	۱۸
عملیات واحد ۱	۵۱	-	۵۱	۳	عملیات واحد ۲	۱۹
(عملیات واحد ۲)*	۳۴	۳۴	-	۱	آز عملیات واحد	۲۰
انتقال جرم	۶۸	-	۶۸	۴	سینتیک و طرح رآکتور	۲۱
طرح رآکتور، (عملیات واحد ۲)*	۵۱	۵۱	-	۱	کارگاه نرم افزار مهندسی شیمی	۲۲
حداقل ۹۰ واحد درسی	-	-	-	۱	کارآموزی ۱	۲۳
کارآموزی ۱	-	-	-	۱	کارآموزی ۲	۲۴
طرح رآکتور، (عملیات واحد ۲)*	-	-	-	۳	پروژه	۲۵
				۶۰		جمع

(\*) پیش نیاز همزمان

### ۸. دروس تکمیلی برنامه پیشنهادی

دروس تکمیلی دوره کارشناسی مهندسی شیمی در دو گروه جداگانه اجباری و انتخابی به ترتیب در جداول ۵ و ۶ ارائه شده‌اند. مطابق تعریفی که قبلاً ارائه شد، دروس تکمیلی اجباری شامل آن دسته از دروسی هستند که بنابه مقتضیات زمان و نیازهای روز صنعتی



گذراندن آنها از نظر دانشکده‌ها الزامی است، ولی از آنجا که محل ارائه و تدریس آنها الزاماً در دانشکده‌های مهندسی شیمی نیست، از دروس اصلی تفکیک شده‌اند. دروس تکمیلی انتخابی از طرفی دروسی هستند که در عین حال که گذراندن آنها به دانشجویان یا مهندسان شیمی توصیه می‌شود، ولی بنابه مقدرات گروه‌های مهندسی شیمی، دانشکده‌ها در ارائه یا عدم ارائه آنها تصمیم می‌گیرند و دانشجویان نیز در اخذ آنها حق انتخاب دارند.

دروس تکمیلی اجباری در ۱۳ واحد درسی شامل محاسبات عددی، اصول مهندسی تصفیه آب و فاضلاب و آزمایشگاه آن، خوردگی، خواص مواد، زبان تخصصی انگلیسی و آیین‌نگارش گزارش‌های فنی تعیین و پیشنهاد شده‌اند. محورهای مورد نظر در تعیین این دروس شامل موارد زیر است:

- درس محاسبات عددی در راستای تکمیل دروس ریاضی و آموزش حل عددی معادلات پیش‌بینی شده است.
- اصول مهندسی تصفیه آب و فاضلاب و آزمایشگاه آن نظر به توسعه روزافزون این صنعت در کشور و نیاز مبرم به کارشناسان این رشته در بخش‌های صنعتی جزو فهرست دروس تکمیلی اجباری قرار گرفته است.
- درس خوردگی یکی از اولویتهای مورد اشاره صاحبان صنایع و پدیده خوردگی از موارد مبتلابه عام در صنایع شیمیایی کشور است.
- درس اصول علم مواد یکی از دروسی است که به دلیل اهمیت فوق‌العاده آن در حال حاضر در فهرست دروس اصلی بسیاری از گروه‌های مهندسی شیمی قرار دارد. این درس که در حال حاضر به نحوی متفاوت در تعدادی از دانشکده‌های مهندسی شیمی ارائه می‌شود، در دانشکده‌های مهندسی مواد و متالورژی در قالب دو درس جداگانه اصول علم مواد و انتخاب مواد ارائه می‌شود. به هر حال، آموزش مهندسان شیمی در زمینه خواص و انتخاب مواد مورد نیاز واحدهای عملیاتی از ضروریات طراحی واحدهای صنعتی ذکر شده است.
- ارائه درس زبان تخصصی انگلیسی به منظور آشنایی کارشناسان مهندسی شیمی با واژه‌های تخصصی مورد استفاده در این رشته مهندسی و به‌عنوان تکمیل‌کننده دروس زبان انگلیسی I و II ضرورت قطعی و حتمی دارد.

● آیین نگارش گزارش‌های فنی و مهندسی از دیگر مواردی است که به پیشنهاد تعدادی از استادان و اهل فن باید حتی در فهرست دروس اصلی قرار داده شود. البته، این درس علی‌رغم اینکه توصیه می‌شود که در دانشکده‌های مهندسی شیمی و توسط اعضای هیئت علمی این گروه تدریس شود، به دلیل اینکه جزو موارد تکمیلی تلقی شد، در فهرست دروس اصلی و ضروری مهندسی شیمی قرار نگرفت. پیشنهاد شده است در این درس دانشجویان با منابع و مراجع مهندسی شیمی، مشخصات انواع نقشه‌ها و طرح‌های مهندسی، استانداردهای معتبر مهندسی و آیین ارائه شفاهی و کتبی گزارش‌های فنی آشنا شوند.

دروس تکمیلی انتخابی در ۲۵ واحد درسی شامل دروس روش‌های اندازه‌گیری، تعیین مشخصات دستگاه‌ها، مهندسی الکتروشیمی، مبانی اکتشاف و استخراج مینرال‌ها، مدیریت صنعتی، ایمنی در صنایع شیمیایی، سیستم‌های لوله‌کشی و کانال‌کشی، طراحی دستگاه‌های تبادل حرارتی و جرمی، انرژی و محیط زیست، بهینه‌سازی و آمار و احتمالات مهندسی پیش‌بینی شده‌اند.

جدول ۵. درس‌های تکمیلی اجباری دوره کارشناسی مهندسی شیمی

ردیف	درس	تعداد واحد	ساعات		
			نظری	عملی	جمع
۱	محاسبات عددی	۲	۳۴	-	۳۴
۲	اصول مهندسی تصفیه آب و فاضلاب	۲	۳۴	-	۳۴
۳	آز اصول تصفیه	۱	-	۳۴	۳۴
۴	خوردگی	۲	۳۴	-	۳۴
۵	اصول علم مواد	۳	۵۱	-	۵۱
۶	زبان انگلیسی تخصصی	۲	۳۴	-	۳۴
۷	آیین نگارش گزارش‌های فنی	۱	۱۷	-	۱۷
	جمع	۱۳			

جدول ۶. تعدادی از درس‌های تکمیلی انتخابی دوره کارشناسی مهندسی شیمی

ردیف	درس	تعداد واحد	ساعات		
			نظری	عملی	جمع
۱	روش‌های اندازه‌گیری کمیت‌های مهندسی	۲	۳۴	-	۳۴
۲	تعیین مشخصات و انتخاب دستگاه‌ها	۲	۳۴	-	۳۴
۳	مهندسی الکتروشیمی	۳	۵۱	-	۵۱
۴	مبانی اکتشاف و استخراج مینرال‌ها	۲	۳۴	-	۳۴
۵	مدیریت صنعتی	۲	۳۴	-	۳۴
۶	ایمنی در صنایع شیمیایی	۲	۳۴	-	۳۴
۷	سیستم‌های لوله‌کشی و کانال‌کشی	۲	۳۴	-	۳۴
۸	طراحی دستگاه‌های تبادل حرارتی و جرس	۲	۳۴	-	۳۴
۹	انرژی و محیط زیست	۲	۳۴	-	۳۴
۱۰	بهینه‌سازی	۲	۳۴	-	۳۴
۱۱	آمار و احتمالات مهندسی	۳	۵۱	-	۵۱
	جمع	۲۵			

البته، شایان ذکر است که دروس تکمیلی انتخابی به همین تعداد یازده درس پیشنهاد شده در این گزارش محدود نمی‌شوند و گروه‌های مختلف مهندسی شیمی بیش از سی عنوان متنوع را طی سالیان گذشته در سطح گروه‌ها و دانشکده‌های مهندسی شیمی ارائه داده‌اند. لذا فهرست حاضر به صورت گزیده و با توجه به اولویت‌های روز مهندسی شیمی از میان تعداد زیادی از دروس تکمیلی انتخاب شده‌اند. در ضمن، توضیح این نکته نیز خالی از فایده نیست که تعدادی از دروس ارائه شده در این فهرست ممکن است جزو دروس تخصصی سایر گرایش‌های مهندسی شیمی نظیر فرایندهای صنایع نفت، گاز، غذایی، بیوتکنولوژی و سایر گرایش‌ها باشند. ولی از آنجا که در این گزارش تعیین دروس گرایش صنایع شیمیایی معدنی مورد نظر بوده است، دروس یاد شده به عنوان دروس تکمیلی گزینش شده‌اند.

### ۹. دروس تخصصی پیشنهادی برای گرایش صنایع شیمیایی معدنی

دروس پیشنهادی برای گرایش تخصصی صنایع شیمیایی معدنی شامل ۷ درس کریستالوگرافی و مینرالوژی، تکنولوژی پودر، فرایندهای فرآوری چسباننده‌های معدنی، فرایندهای فرآوری مواد سرامیکی، آزمایشگاه مواد کانی غیرفلزی، شیمی و فیزیک سیمان و تکنولوژی لعاب و رنگدانه‌ها در جدول ۷ ارائه شده‌اند.

جدول ۷. درس‌های تخصصی گرایش صنایع شیمیایی معدنی دوره کارشناسی مهندسی شیمی

ردیف	درس	تعداد			پیش‌نیاز
		واحد	نظری	عملی	
۱	کریستالوگرافی و مینرالوژی	۳	۵۱	-	شیمی عمومی، شیمی تجزیه
۲	تکنولوژی پودر	۲	۳۴	-	عملیات واحد ۱
۳	فرایندهای فرآوری چسباننده‌های معدنی	۳	۵۱	-	کریستالوگرافی و مینرالوژی
۴	فرایندهای فرآوری مواد سرامیکی	۳	۵۱	-	فرایندهای صنایع شیمیایی ساختمانی ۱
۵	آزماد کانی غیرفلزی	۱	-	۳۴	فرایندهای صنایع شیمیایی ساختمانی ۲
۶	شیمی و فیزیک سیمان	۳	۵۱	-	کریستالوگرافی و مینرالوژی
۷	تکنولوژی لعاب و رنگدانه‌ها	۳	۵۱	-	شیمی عمومی، شیمی آلی
	جمع	۱۸			

شایان ذکر است که دو درس فرایندهای صنایع شیمیایی ذوب فلز و فرایندهای صنایع شیمیایی حدواسط معدنی به دلایلی که جداگانه توضیح داده شده است [۳]، از فهرست دروس تخصصی این گرایش حذف شده‌اند. دروس مزبور در برنامه‌های قبلی این گرایش به ترتیب به عنوان زمینه‌های تخصصی گرایش‌های مواد حد واسط معدنی و صنایع ذوب فلز لحاظ شده بودند.

در اینجا به آن دسته از گروه‌های مهندسی شیمی که مایل به آموزش دانشجویان در گرایش صنایع کانی فلزی هستند، توصیه می‌شود که دروسی از گرایش استخراجی دانشکده‌های مهندسی مواد و متالورژی را در برنامه دروس تخصصی دانشجویان خود قرار دهند.

همچنین، گرایش تخصصی صنایع شیمیایی مواد حدواسط معدنی نیاز به تعریف و اخذ دروس مجزا ندارد و دانشجویانی که سایر دروس اصلی و تخصصی تعریف شده در این گزارش را اخذ کنند، واجد شرایط اشتغال در این گروه از صنایع شیمیایی نیز خواهند بود.

جدول ۸. برنامه پیشنهادی ترم‌های تحصیلی دانشجویان کارشناسی مهندسی شیمی

در گرایش صنایع شیمیایی معدنی

تابستان ۲		تابستان ۱	
مجموعه تابستانی دروس عمومی II		مجموعه تابستانی دروس عمومی I	
ترم چهارم	ترم سوم	ترم دوم	ترم اول
آزمایشی تجزیه (۱)	آزفیزیک ۲ (۱)	فیزیک ۲ (۳)	فیزیک ۱ (۳)
ترمو ۲ (۳)	معادلات دیفرانسیل (۳)	آزفیزیک (۱)	ریاضی ۱ (۴)
سیالات ۱ (۳)	آزمایشی آلی (۱)	ریاضی ۲ (۴)	زبان ۱ (۳)
شیمی فیزیک (۳)	موازنه (۴)	زبان ۲ (۳)	کارگاه (۱)
حرارت ۱ (۳)	ترمو ۱ (۳)	آزمایشی عمومی (۱)	مقدمات مهندسی شیمی (۲)
اصول مهندسی تصفیه (۲)	استاتیک و مقاومت مصالح (۳)	شیمی آلی (۲)	نقشه کشی صنعتی (۲)
زبان تخصصی (۲)	کارگاه نرم افزار مهندسی (۱)	برنامه نویسی کامپیوتر (۳)	شیمی عمومی (۳)
اصول علم مواد (۳)	شیمی تجزیه (۳)	آیین نگارش فنی (۱)	
۲۰	۱۹	۱۹	۱۸

ادامه جدول ۸

تابستان ۴ کارآموزی II		تابستان ۳ کارآموزی I	
ترم هشتم	ترم هفتم	ترم ششم	ترم پنجم
پروژه (۳)	عملیات ۲ (۳)	عملیات ۱ (۳)	آزمایشی فیزیک (۱)
تکنولوژی پودر (۲)	آز عملیات (۱)	طرح رآکتور (۴)	سیالات ۲ (۳)
تکنولوژی لعاب و رنگدانه‌ها (۳)	اقتصاد طرح (۳)	کنترل فرایند (۳)	حرارت ۲ (۳)
انتخابی تکمیلی (۳)	آز کنترل (۱)	آز حرارت (۱)	انتقال جرم (۳)
	کارگاه نرم‌افزار مهندسی شیمی (۱)	آز سیالات (۱)	کاربرد ریاضیات (۳)
	شیمی فیزیک سیمان (۳)	فرایند فرآوری چسباندن‌ها (۳)	آز اصول تصفیه (۱)
	فرایند فرآوری سرامیک (۳)	کریستالوگرافی و مینرالوژی (۳)	خوردگی (۲)
	آز کانی غیر فلزی (۱)		انتخابی تکمیلی (۲)
۱۰	۱۶	۱۸	۱۸

۱۰. برخی توصیه‌های ضروری به منظور اجرای بهینه برنامه پیشنهادی به منظور اجرای مؤثر و بهینه برنامه پیشنهادی لازم است گروه‌ها و دانشکده‌های مهندسی شیمی امکانات و تجهیزات مورد نیاز را از هر نظر فراهم کنند. برخی از اقلام مورد نیاز در این بخش مورد اشاره قرار گرفته‌اند:

۱.۱۰. تجهیزات سخت‌افزاری مورد نیاز حداقل فضاها و امکاناتی که باید به سرعت در دانشکده‌های مهندسی شیمی ایجاد و تجهیز شود، شامل موارد زیر است:

- مرکز کامپیوتر
- اتاق طراحی مهندسی

### ● اتاق مجهز به وسایل صوتی تصویری<sup>۱</sup>

تحول ساختاری که طی دهه‌های اخیر در وسایل و ابزار دیداری و شنیداری و همچنین، وسایل تبادل اطلاعات و آموخته‌ها ایجاد شده است، همگان را ناگزیر می‌سازد که برای استفاده بهینه از وقت و انرژی افراد و به‌خصوص بالابردن راندمان تعلیم و تعلم از امکانات و تجهیزات مناسب بهره‌جویند. ایجاد مرکز کامپیوتر مجهز به کامپیوترها و نرم‌افزارهای مورد نیاز مهندسی شیمی و همچنین، ایجاد یک سالن طراحی مهندسی مجهز به ابزار نقشه‌کشی و کتب مرجع و منابع استاندارد و بالاخره، ایجاد یک اتاق مجهز به وسایل صوتی تصویری برای ایراد سخنرانی‌های علمی و ارائه شفاهی گزارش‌های فنی از حداقل‌های مورد نیاز گروه‌های مهندسی شیمی برای اجرای برنامه پیشنهادی است.

### ۲.۱۰. ایجاد تسهیلات نرم‌افزاری مورد نیاز

در برنامه درسی دوره کارشناسی، گروه‌های مهندسی شیمی ناچارند که بجز دروس اصلی در مورد سایر دروس از خدمات دیگر گروه‌های آموزشی بهره‌جویند. ایجاد ارتباطات سازنده و تسهیلات مورد نیاز گروه‌های مزبور ضامن حسن اجرای برنامه‌های درسی خواهد بود. در این زمینه اجرای موارد زیر توصیه می‌شود:

● برگزاری جلسات مشترک توجیهی و ارزیابی با استادان سایر گروه‌هایی که دروسی را به‌صورت سرویسی ارائه می‌دهند؛

● برگزاری کلاس‌های دروس پایه توسط استادان معین و به‌طور جداگانه برای دانشجویان مهندسی شیمی؛

● برگزاری دروس تخصصی در محل دانشکده‌های مهندسی شیمی و با استفاده از استادان خبره از سایر گروه‌های آموزشی یا از صنایع مربوط.

### ۳.۱۰. بازنگری سیاست‌گذاری کلان دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی

اصلاح برخی موارد از عهده گروه‌های آموزشی خارج و منوط به سیاست‌گذاری‌های کلان

- نهادهای آموزش عالی در سطح کشور است. در این خصوص، موارد زیر به عنوان سیاست‌های راهبردی میان‌مدت توصیه می‌شود:
- کاهش حداقل تعداد دانشجویان در کلاس‌های درسی از ۲۵ نفر به ۱۵ نفر؛
  - افزایش و توسعه کلاس‌های حل تمرین و استفاده از دستیار حل تمرین<sup>۱</sup>؛
  - اصلاح سیستم حق‌التدریس مدرسان؛
  - کدبندی دروس و ایجاد تقویم ماندگار دانشگاه‌ها.

### تقدیر و تشکر

از معاونت محترم آموزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و دفتر برنامه‌ریزی درسی دانشگاه علم و صنعت ایران به دلیل پشتیبانی مالی و اجرایی، از همکاران محترم پروژه برای تشریک مساعی، از استادان محترم اعضای هیئت علمی گروه‌های آموزشی مهندسی شیمی دانشگاه‌ها برای راهنمایی‌ها و ارشادات بی‌دریغ آنان و از برگزارکنندگان و شرکت‌کنندگان در کارگاه آموزشی بررسی شیوه‌های تدریس دروس اصلی مهندسی شیمی برای ارائه نظرهای مفید و سازنده صمیمانه قدردانی و تشکر می‌شود.

### مراجع

1. Felder, R.M., ABET Criteria 2000, Chemical Engineering Education, 23 (2), pp. 126-127, 1998.
2. Lee, W.E. and Rhinehart, R.R., Do We Really Want Academic Excellence, Chemical Engineering Progress, 93(10), pp. 82-89, 1997.
۳. اشرفی زاده، نظام‌الدین، طرح بازنگری محتوای آموزشی رشته مهندسی شیمی گرایش صنایع شیمیایی معدنی مقطع کارشناسی، پروژه تحقیقاتی، دانشکده مهندسی شیمی



- دانشگاه علم و صنعت ایران، آذرماه ۱۳۸۱.
۴. گودرزنیاز، ایرج، «بررسی آموزش فعلی مهندسی شیمی در ایران و جهان برای رسیدن به الگوی مناسب آموزش مهندسی در ایران - حال و آینده»، مجموعه مقالات چهارمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ص. ۳۱۴-۳۰۶، اسفند ۱۳۷۷.
۵. گودرزنیاز، ایرج، «برنامه پیشنهادی برای آموزش مهندسی شیمی در ایران - حال و آینده»، مجموعه مقالات چهارمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ص. ۳۲۲-۳۱۵، اسفند ۱۳۷۷.
6. Grant, C.D., Dickson, B.R., Chemical Engineering Education: Outcomes and Customers, Proceedings of 15th International Congress of Chemical and Process Engineering (CHISA 2002), Praha, Czech Republic, 25-29 Aug 2002.
7. Wood, D.G., Shallcriss, D.C., Chemical Engineering Education the Australien and New Zealand Way, 15th International Congress of Chemical and Process Engineering (CHISA 2002), Praha, Czech Republic, 25-29 Aug 2002.
8. Website of Qatar University (<http://www.qu.edu.qa/che>)
۹. طاهری، منصور، رحیمی، امیر، «اولویت‌های اساسی در تغییر ساختار آموزش مهندسی شیمی در ایران»، مجله آموزش مهندسی ایران، در دست چاپ، ۱۳۸۲.
10. Furusaki, S., Garside, J., Fan, L.S., The Expansion World of Chemical Engineering, 2<sup>nd</sup> ed., Taylor & Francis New York, USA, 2002.
۱۱. اشرفی‌زاده، نظام‌الدین، «طرح بازنگری دروس عمومی دوره کارشناسی مهندسی»، مجله آموزش مهندسی ایران، شماره ۱۵، سال چهارم، ص. ۱۵-۱، پاییز ۱۳۸۱.
۱۲. فرهادی، فتح‌الله، تقدسیان، حسین، و میناپور، سعید، «بررسی مقایسه‌ای دروس پایه مهندسی شیمی»، ارائه شده به مجله مهندسی شیمی ایران، ۱۳۸۲.
۱۳. مجموعه مقالات کارگاه تخصصی شیوه‌های تدریس دروس اصلی مهندسی شیمی،

انتشارات دبیرخانه انجمن مهندسان شیمی ایران، تهران، ۱۳۸۱.

(تاریخ دریافت مقاله: ۸۱/۱۰/۲۸)