بسم الله

In The Name of God

مجموعه کتاب‌های راه مهندسی؛ صفرتا صد رشته مهندسی شیمی

Engineering Path an A to Z of Electrical Engineering

Book Series

سرشناسه: بیرقی، فاطمه، ۱۳۷۲-
عنوان و نام پدیدآور: صفر تا صد رشته مهندسی شیمی / تدوین فاطمه بیرقی؛ ویراستار فرزانه تقی‌زاده، مریم تقی‌زاده؛ به اهتمام معاونت پژوهش و فناوری سازمان بسیج دانشجویی.
مشخصات نشر: تهران : سازمان بسیج دانشجویی، ۱۴۰۱.
مشخصات ظاهری: ۹۴ص.: مصور(رنگی)، نمودار(رنگی)؛ ۲۲ ×۲۹ س‌م.
فروست: مجموعه کتاب‌های راه مهندسی.
شابک: ۹-۹۶-۷۲۲۵-۶۲۲-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی: فیپا
موضوع: مهندسی شیمی
Chemical engineering
شناسه افزوده: سازمان بسیج دانشجویی. معاونت پژوهش و فناوری
شناسه افزوده: سازمان بسیج دانشجویی
شناسه افزوده: Student Basij Organization
رده بندی کنگره: TP۱۵۵
رده بندی دیویی: ۶۶۰
شماره کتابشناسی ملی: ۹۰۶۰۷۵۳
اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیپا
تاریخ درخواست: ۱۴۰۱/۰۹/۱۶
تاریخ پاسخگویی:
کد پیگیری: 9059191

راه مهندسی

Engineering Path
an A to Z of Chemical Engineering
Book Series

مجموعه کتاب‌های راه مهندسی
صفر تا صد رشته مهندسی شیمی

همکاران

تدوین بخش فنی: فاطمه بیرقی
تدوین بخش عمومی: رعنا شکوهی ستا، رویا احمدیان، سارا مستغاثی، مریم توانگر
صفحه‌آرایی: سمیه اسدی، فاطمه فیاضی
طراح جلد: زهرا طالبی بهار
ویراستار: فرزانه تقی‌زاده، مریم تقی‌زاده
مدیر محتوایی: زهره آیت‌اللهی
ناظر پروژه: زهراسادات فاطمی
مدیریت اجرایی: شرکت رهاورد پژوهش ارتباطات
به سفارش: سازمان بسیج دانشجویی

مجموعه کتاب‌های راه مهندسی؛ صفر تا صد رشته مهندسی شیمی

Engineering Path an A to Z of Chemical Engineering

Book Series

فهرست

معرفی رشته مهندسی شیمی	صفحه ۸
نگاهی به گرایش‌های مهندسی شیمی	صفحه ۱۴
افق علمی مهندسی شیمی	صفحه ۲۴
صنایع مهندسی شیمی	صفحه ۳۶
مشاغل در مهندسی شیمی	صفحه ۵۰
فوت کوزه‌گری مهندس شیمی	صفحه ۶۰
مهارت‌هایی برای مؤثرتر بودن	صفحه ۶۶
سهم من در آینده	صفحه ۷۴
درباره من	صفحه ۷۸
«من» کجای مسیر تخصصی قرار دارد؟	صفحه ۸۰
کارآفرینی و دنیای استارتاپ	صفحه ۸۴
شبکه‌سازی و برقراری روابط کاری	صفحه ۸۸
واژه‌نامه دانشجویی	صفحه ۹۰
منابع	صفحه ۹۴

اساتید و نخبگان همراه در این کتاب...

دکتر سوسن روشن ضمیر

- هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران در گروه فرآیندهای جداسازی
- مسئول پژوهشکده سبز دانشگاه علم و صنعت در زمره یک درصد دانشمندان و نخبگان علمی برتر جهان در سال ۲۰۱۶
- متخصص در بحث انرژی و محیط‌زیست

دکتر سلمان موحدی

- هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران در گروه طراحی، شبیه سازی و کنترل فرآیند
- متخصص در جریان‌های چند فازی انتقال حرارت و طراحی تجهیزات در صنایع مختلف

دکتر رضا روستا آزاد

- هیئت علمی دانشگاه صنعتی شریف در گروه بیوتکنولوژی
- رئیس اسبق دانشگاه صنعتی شریف
- متخصص در بیوتکنولوژی و صنایع غذایی

دکتر محمد امین ثباتی

- هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران در گروه طراحی، شبیه سازی و کنترل فرآیند
- متخصص در حوزه طراحی فرآیند و سوخت‌های پاک

مهندس افسانه آتش افروز

- کارشناس ارشد مخازن هیدروکربری
- شاغل در شرکت مشاوره مدیریت صنعت نفت و گاز
- متخصص در حوزه نفت و اقتصاد نفت

دکتر سید عباس موسوی
- هیئت علمی دانشگاه صنعتی شریف در گروه جداسازی-پلیمر
- متخصص در حوزه غشا و پلیمر و پیل‌سوختی

دکترسهیلایغمایی
- هیئت علمی دانشگاه صنعتی شریف در گروه محیط‌زیست
- مسئول کمیته تخصصی زیست‌فناوری دانشکده
- متخصص در بکارگیری دانش زیست‌فناوری برای حل مشکلات و رفع آلودگی‌های محیط‌زیست

دکتر امید وحیدی
- هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران در گروه طراحی، شبیه سازی و کنترل فرآیند
- متخصص در مهندسی پزشکی و نانوتکنولوژی

مهندس جواد زاهدی
- کارشناس ارشد فرآیندهای جداسازی
- شاغل در ستاد توسعه زیست‌فناوری
- متخصص در زمینه تولید مواد اولیه دارویی

مهندس سیده معصومه حسینی
- کارشناس ارشد فرآیندهای جداسازی
- شاغل در شرکت داروسازی
- متخصص در حوزه داروسازی

چنانچه به تاریخچهٔ فراگیری علم و دانش در جوامع انسانی بنگریم، می‌بینیم ملت‌ها با هدف پیشرفت و تعالی، نیاز روزافزون به تولید علم و فناوری داشتند؛ همین امر موجبات ساخت مراکز تحصیلی از مدرسه گرفته تا دانشگاه را، به‌منظور حل مشکلات جوامع از مسائل سیاسی گرفته تا تولید یک محصول فناورانه؛ برای بالا بردن سطح فکری جامعه، فراهم کرد.

اما وقتی به این روند در کشور می‌نگریم، شاهد هستیم که انحرافاتی در این اهداف صورت گرفته است. کم‌توجهی به اصل ماهیت آموزش یعنی **رفع نیازهای کشور**، باعث به‌وجود آمدن خلاءای در دانشجویان شده که متاسفانه گاهی با انگیزه‌های تحصیلی با محوریت رقابت بر مبنای نمره و رتبه یا دریافت مدارک آموزشی، بدون توجه به کاربرد آن‌ها، پر می‌شود. به طوری که دانشجویان به دلیل کمرنگ شدن هدفی متناسب با جایگاه دانشگاه در تمدن اسلامی، گاه با مقاصد کم‌مایه‌ای هم‌چون عقب نماندن از رقابت‌های آموزشی نمره‌محور، استفاده از دانشگاه به عنوان بستری برای مهاجرت یا در بهترین حالت؛ بستری برای یافتن شغلی پردرآمد و با منزلت اجتماعی بالا، مسیر تحصیلی خود را طی می‌کنند. این موضوع باعث شده برخی از دانشجویان از توجه به حل مشکلات کشور غافل شده و در نهایت آن گونه که شایستهٔ کشوری قدرتمند و تواناست، نتوانیم در مسیر پیشرفت قدم برداریم. شاید کلید حل این مشکل حرکت به سمت **مسئله محوری**؛ به عنوان تحولی در نگرش بازیگران نظام آموزشی کشور باشد که می‌توان با آن، خلاء موجود را پوشش داد. کما این‌که مقام معظم رهبری نیز در دیدار ماه رمضان سال ۱۳۹۹ خود با

مقدمه

دانشجویان -که به‌صورت ویدئو کنفرانس برگزار شد- بر اهمیت این موضوع تأکید کردند.

علاوه بر این، یکی دیگر از خلاءهای موجود در تحصیلات دانشگاهی، این است که دانشجویان آن‌طور که باید و شاید **دید جامع و کاملی** نسبت به رشته، گرایش‌های مختلف آن و هم‌چنین مسائل موجود در صنعت آن رشته پیدا نمی‌کنند و متاسفانه اغلب از طرف دانشگاه‌ها نیز راه حلی برای این موضوع اندیشیده نشده است یا برخی از راه حل‌های اندیشیده شده، کارایی و اثرگذاری کافی را در این زمینه ندارند.

باید توجه داشت که دانشجویان ترم‌های نخستین دانشگاه، همان دانش‌آموزان دبیرستانی سال‌های گذشته هستند و باید تفاوت‌های اساسی میان مدرسه و دانشگاه، در همان ابتدای دوران دانشجویی برای آنان تبیین شود. یکی از اساسی‌ترین تفاوت‌ها این است که برای متخصص شدن در یک رشته، صرف درس خواندن کافی نیست و لازم است که دانشجویان در جستجوی یافتن دیدی جامع نسبت به رشتهٔ مورد نظر خود، هم از منظر **سیاست‌گذاری** (نگاه کلان) و هم از منظر **تخصصی** باشند. همین دید جامع است که برای دانشجو ظرفیتی جهت رصد شرایط، نیازسنجی و اقدام مناسب به منظور رفع نیازها را ایجاد می‌کند.

این خلاء در حوزه‌هایی همانند رشته‌های مهندسی بیشتر از دیگر رشته‌ها ملموس و آشکار است. چراکه رشته‌های مهندسی برای صنعت و اقتصاد یک کشور نقش پیشران‌هایی را ایفا می‌کنند که در صورت فقدان کارکرد مناسب، موجب عدم رشد کشور در بسیاری از زمینه‌ها می‌شود.

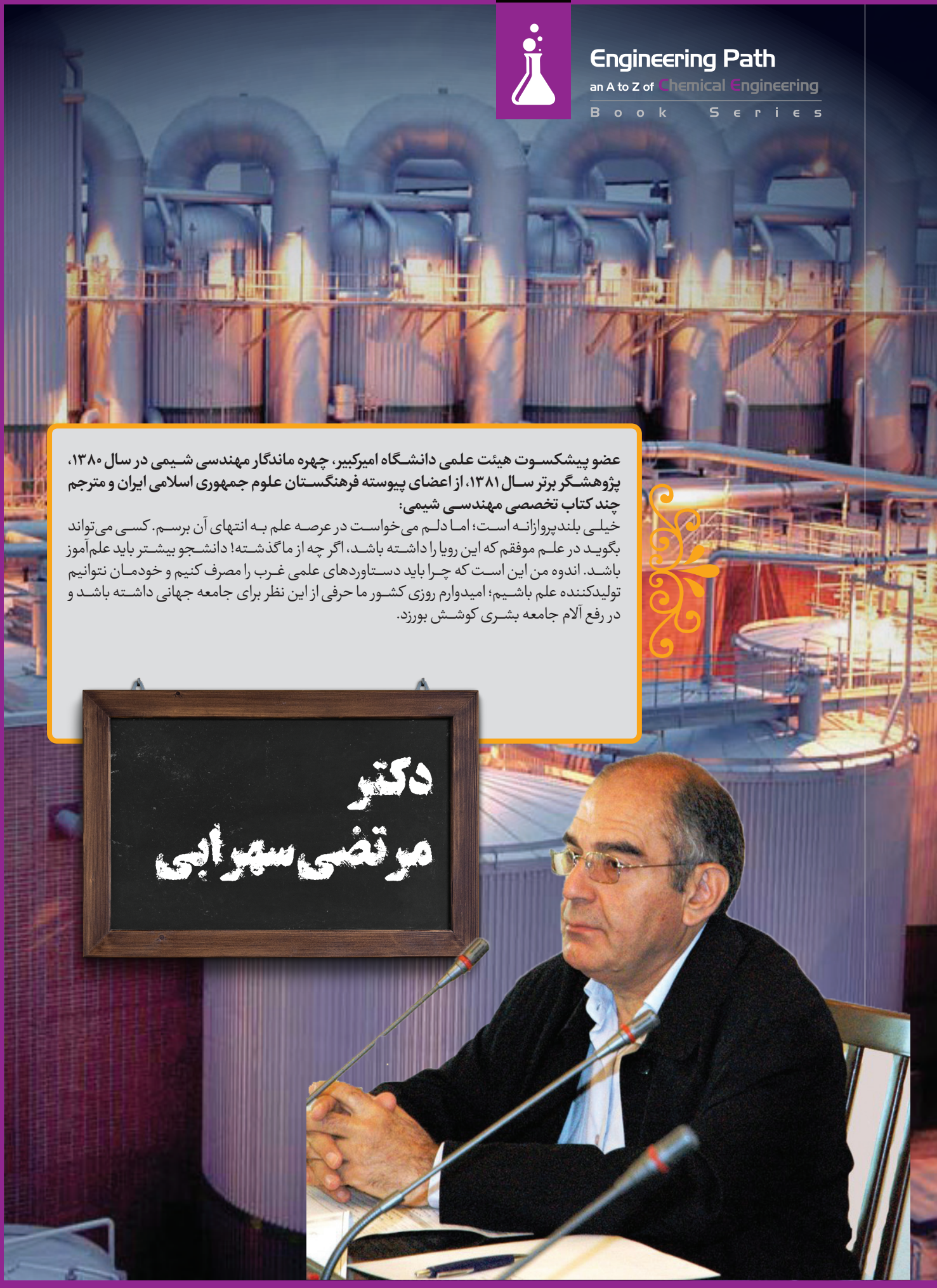
از مطالب بالا درمی‌یابیم که لازمهٔ مسئله‌مند شدن دانشجویان و دغدغه‌مندی‌شان برای رفع این مسائل، ایجاد دیدی جامع برای آنان نسبت به رشته، گرایش‌های مختلف آن، رویکردهای علمی اتخاذ شده در دنیا در آن رشته و هم‌چنین مسائل موجود در صنعت آن رشته است.

از همین رو سازمان بسیج دانشجویی، به همت معاونت پژوهش و فناوری، اقدام به برنامه‌ریزی به منظور تهیه و تنظیم **«مجموعه کتاب‌های راه مهندسی»** کرده است تا بتواند گامی در جهت بر طرف کردن خلاء ها و نقاط ضعف موجود و هم‌چنین هدایت دانشجویان به سمت شناخت و رفع مسائل کشور بردارد. مجموعه کتاب‌های راه مهندسی شامل ۱۲ جلد کتاب است که هر کدام مختص یک رشتهٔ فنی و مهندسی است. هر یک از کتب این مجموعه شامل مصاحبه‌ها و یادداشت‌های اساتید، متخصصان، صاحب‌نظران و افراد فعال در حوزه‌های صنعتی و دانشگاهی آن رشته است تا از این طریق به معرفی رشته و گرایش‌های آن، افق علمی هر رشته در دنیا، معرفی صنایع مرتبط با هر رشته، دستاوردهای مهم آن در کشور و مسائل موجود در آن صنعت، معرفی ظرفیت‌های فعالیت تخصصی در ایران و ایجاد آشنایی در دانشجویان نسبت به چالش‌ها و فرصت‌های حوزه‌های تخصصی هر رشته، زمینه‌سازی برای تعمیق و گسترش ارتباط مؤثر میان صنعت و دانشگاه و... بپردازد.

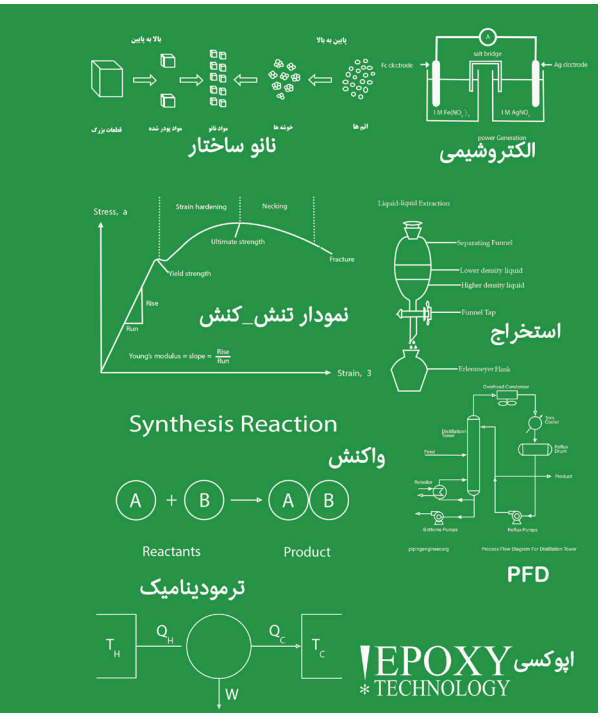
لازم به ذکر است دستیابی به رویکرد مسئله محوری در حل مسائل مهندسی جز با پیگیری خود دانشجویان و عمیق‌تر شدن‌شان در موضوعات علمی و نیازهای کشور محقق نخواهد شد.

عضو پیشکسوت هیئت علمی دانشگاه امیرکبیر، چهره ماندگار مهندسی شیمی در سال ۱۳۸۰، پژوهشگر برتر سال ۱۳۸۱، از اعضای پیوسته فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران و مترجم چند کتاب تخصصی مهندسی شیمی:

خیلی بلندپروازانه است؛ اما دلم می‌خواست در عرصه علم به انتهای آن برسم. کسی می‌تواند بگوید در علم موفقم که این رویا را داشته باشد، اگر چه از ما گذشته! دانشجو بیشتر باید علم‌آموز باشد. اندوه من این است که چرا باید دستاوردهای علمی غرب را مصرف کنیم و خودمان نتوانیم تولیدکننده علم باشیم؛ امیدوارم روزی کشور ما حرفی از این نظر برای جامعه جهانی داشته باشد و در رفع آلام جامعه بشری کوشش بورزد.



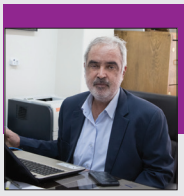
معرفی رشتهٔ مهندسی شیمی



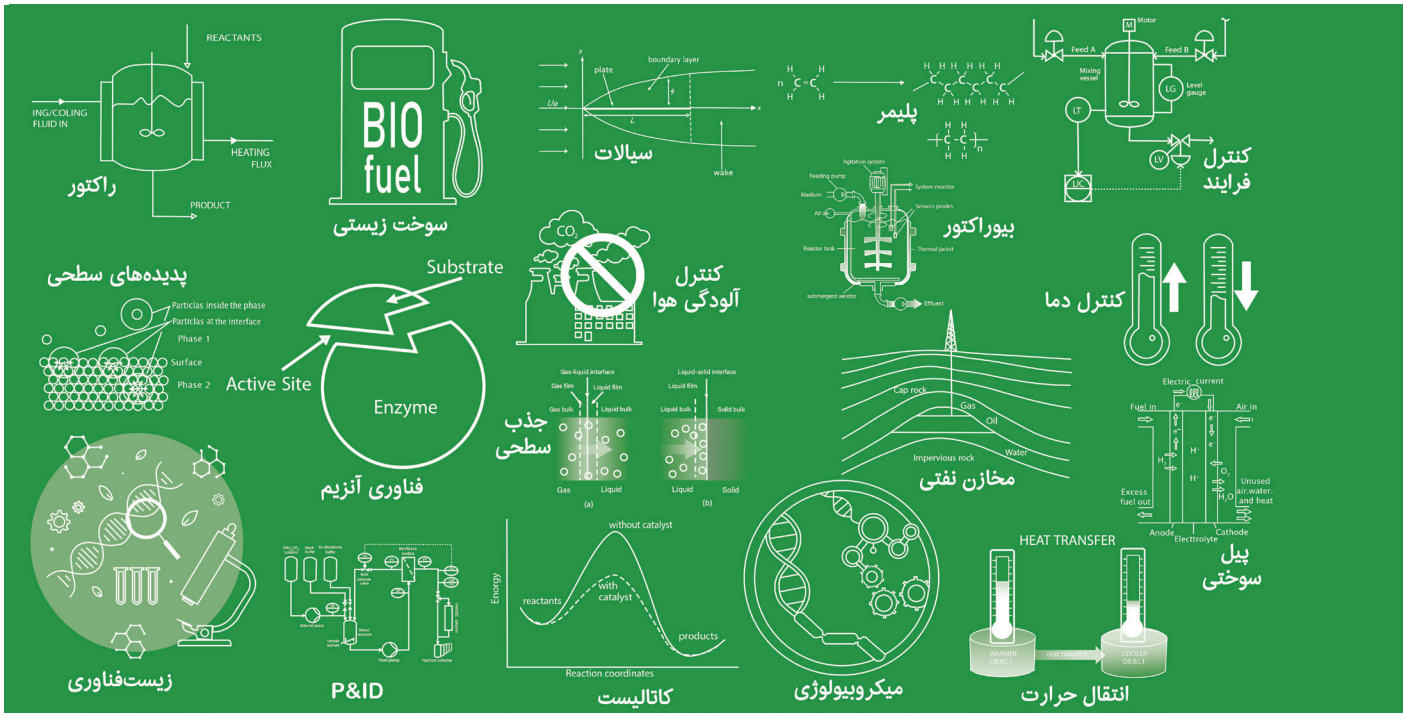
-دانشجوی چه رشته‌ای هستی؟
-مهندسی شیمی
-چه خوب! آشنایی دارم که رشته‌اش شیمی بود، الان در یک آزمایشگاه کار می‌کند و درآمد خوبی دارد. رشتهٔ خوبی است بخصوص برای خانم‌ها.
(اگر دختر باشی انتظار دارند گل از گلت بشکفد و خوشحال شوی و اگر پسر باشی منتظرند تا دلایلت را برای انتخاب این رشته توضیح دهی.)
-(باکمی لبخند:) البته رشتهٔ من مهندسی شیمی است و با شیمی فرق دارد. شیمی‌دان‌ها بیشتر به مواد شیمیایی و ترکیبات آن‌ها آشنایی دارند و در مقیاس کوچک کار می‌کنند. ولی مهندسان شیمی بیشتر با فرآیندهای تولید مواد و محصولات مختلف در مقیاس بزرگ سروکار دارند. مثلا همین پالایشگاه‌ها یا کارخانه‌های تولید محصولات شیمیایی و غذایی از مکان‌هایی هستند که مهندسان شیمی کار می‌کنند.
-بله می‌دانم. (کمی تأمل می‌کند و با این فکر که رشتهٔ مهندسی شیمی در واقع همان شیمی است، ولی برای کلاس بیشتر به خودشان مهندس می‌گویند.) ادامه می‌دهد: حالا کدام گرایش هستی؟ محض یاکاربردی؟
گفت‌وگوی بالا برای هر دانشجوی مهندسی شیمی آشناست. خیلی نگران نظرات دیگران نباشید! مهم این است که شما از ابتدا رشتهٔ خود را کامل بشناسید و علاقه‌تان را در زمینه‌های متنوع مهندسی شیمی پیدا کنید. این کتاب، چراغی هرچند کوچک، برای روشنایی مسیر پیش روی شماست.

آشنایی با رشته مهندسی شیمی

از گذشته تاکنون ردپای مهندسی شیمی در تمام ارکان زندگی انسان وجود دارد. هر تغییر مواد اولیه به محصولات مفید مانند پلاستیک، فلز، لباس، کاغذ، غذا، نوشیدنی، دارو و انرژی در واقع استفاده از علم مهندسی شیمی است. مهندسان شیمی یافته‌های آزمایشگاهی شیمیدان‌ها را به صورت عملی و کاربردی درمی‌آورند و به مرحلهٔ تولید در مقیاس صنعتی می‌رسانند. آن‌ها روی طراحی فرآیندها و توسعهٔ محصولات تمرکز می‌کنند و تجهیزاتی برای فرآیندهای شیمیایی، بیولوژیکی و زیست محیطی طراحی می‌کنند. تلاش برای بهبود فرآیندهای موجود یا ایجاد فرآیندهای جدید، باعث می‌شود که آن‌ها اهمیت مدیریت منابع، حفاظت از محیط زیست و بهداشت و ایمنی را درک کنند. به‌کارگیری این علم، زندگی روزمرهٔ مردم در همهٔ اقشار جامعه را ارتقاء می‌بخشد. علم مهندسی شیمی شامل صنایع شیمیایی، نفت و گاز و پتروشیمی، صنایع غذا و نوشیدنی و کشاورزی، صنایع دارویی و پزشکی، حوزهٔ انرژی، نانوفناوری و حفاظت از محیط زیست می‌شود؛ این گستردگی و هم‌چنین عمق و تنوع آموزش در مهندسی شیمی به دانش‌آموختگان این امکان را می‌دهد تا اهداف شغلی خود را درصنایع و حرفه‌های مختلف دنبال کنند.



دکتر رضا روستاآزاد: استاد دانشگاه صنعتی شریف، مهندسی شیمی را به بیان ساده این‌گونه توصیف می‌کند:
«پدیده‌ها و محصولاتی که شما اطرافتان می‌بینید، حاصل یک اتفاق فیزیکی، شیمیایی یا فیزیک - شیمیایی هستند. رنگی که شما به دیوار می‌بینید، فیزیکی است. رنگ‌دانه و حامل آن را اگر خوب مخلوط کنید روی دیوار رنگ خوبی را نشان می‌دهد. نفت سیاهی را که از زیر زمین استخراج می‌کنید، برش برش می‌کنید، یکی از روش‌های فیزیک و شیمی است. اگر اسیدسولفوریک را روی نمک طعام می‌ریزید و اسید کلریدریک می‌دهد، فرآیندی شیمیایی است. فرآیند شیمیایی، فیزیکی یا فیزیک - شیمیایی را در آزمایشگاه به‌راحتی می‌توانید انجام دهید. با وسایل شیشه‌ای و همزن می‌شود برش‌های نفت را به‌دست آورد. می‌توان اجزای رنگ را در یک ارلن و یک همزن با هم مخلوط کرد یا اسید را روی نمک ریخت و بخارات حاصل را به‌عنوان اسید کلریدریک جذب آب کرد و محلول اسیدی ساخت. این فرآیندها در آزمایشگاه یک مرحله کار است. مرحلهٔ دوم که اساس رشتهٔ مهندس شیمی محسوب می‌شود، این است که بتوان در صنعت و در مقیاس بالا این کار را انجام داد. برش نفت خام در آزمایشگاه به پالایشگاه تهران تبدیل می‌شود. کاری که شما در مخلوط کردن اجزای رنگ می‌کنید، همانند تهیه رنگ الوان و هایلوکس می‌شود. مادهٔ اسیدی که در آزمایشگاه به راحتی به‌دست می‌آورید در عمل تبدیل به کارخانهٔ بزرگی شود که محلول شویندهٔ اسیدی یا آب ژاول تولید می‌کند.»



نیم نگاهی به دروس مهندسی شیمی

رشتهٔ دانشگاهی مهندسی شیمی، رشته‌ای جدید محسوب می‌شود. با پیشرفت علم و تکنولوژی و تخصصی‌تر شدن آن‌ها، نیاز به تربیت متخصصانی با نگاه فرارشته‌ای احساس شد. افرادی که بتوانند با دانش خود، میان چند رشتهٔ تخصصی پیوند برقرار کنند و با بهره‌گیری از آن، به حل بهتر مسائل بپردازند. مهندسی شیمی یکی از این رشته‌های پرکاربرد است که یافته‌های رشتهٔ شیمی را به صورت عملی و کاربردی درمی‌آورد. این رشته ابتدا از مهندسی مکانیک الهام گرفته و جدا شده است و از همین‌رو بسیاری از دروس مقطع کارشناسی، با گرایش سیالات رشتهٔ مهندسی مکانیک مشابهت دارند. این رشته از یک‌سو علم شیمی را به کار می‌گیرد و از سوی دیگر علوم اقتصاد و تا حدودی مدیریت هم در آن نقش بسزایی دارند. با این‌که مهندسی شیمی تلفیقی از چند رشته است؛ اما برخی دروس به‌طور کامل تخصصی و منحصر به فرد برای این رشته تعریف شده‌اند. به این ترتیب می‌توان دروس این رشته را به چند بخش اصلی تفکیک کرد؛ بخش مرتبط با علوم پایه، علم شیمی، مهندسی عمومی، مهندسی شیمی و بخش تخصصی انتخابی که مبنای آشنایی با گرایش‌های ارشد است. نام دروسی که زیرمجموعه هر بخش قرار می‌گیرند، در شکل زیر ارائه شده است.

علوم پایه	شیمی	مهندسی شیمی	مهندسی عمومی	تخصصی انتخابی
• ریاضیات • فیزیک عمومی • شیمی عمومی	• شیمی آلی • شیمی فیزیک • شیمی معدنی • شیمی تجزیه	• موازنهٔ انرژی و مواد • انتقال جرم و حرارت • ترمودینامیک • مکانیک سیالات • مهندسی واکنش‌های شیمیایی (طراحی راکتور) • عملیات واحد • طراحی و شبیه‌سازی فرآیند • کنترل فرآیند • طرح و اقتصاد کارخانه	• برنامه‌نویسی کامپیوتر • نرم‌افزارهای تخصصی • آزمایشگاه‌های تخصصی	• زیست‌فناوری • نانوفناوری • محیط‌زیست • پالایش نفت • پتروشیمی • پلیمر • فرآیندهای گاز • خورندگی • صنایع غذایی • انرژی‌های نو

دانشجویان این رشته باید علاوه بر تسلط به دروس مهندسی شیمی، دقت بالا، توانایی تحلیل اطلاعات، حل مسئله و مهارت مدیریتی برای مدیریت پروژه‌ها، افراد و بودجه‌ها را نیز داشته باشند. بنابراین مهندسان شیمی با تکیه بر دانش و مهارت‌های خود می‌توانند در بسیاری از صنایع و حوزه‌های کاری ورود کنند که یکی از نقاط قوت این رشته است.

هم‌اکنون مقطع کارشناسی رشتهٔ مهندسی شیمی در بیشتر دانشگاه‌های کشور، بدون گرایش ارائه می‌شود. این امر به دانشجویان فرصت می‌دهد در مدت کارشناسی با مفاهیم اولیهٔ علوم پایه و مهندسی شیمی به صورت کلی آشنا شوند و پس از گذراندن واحدهای تخصصی انتخابی، با دید بهتری حوزهٔ کاری یا ادامهٔ تحصیل در مقطع ارشد خود را انتخاب کنند.

تاریخچه مهندسی شیمی

مردم در طول تاریخ همواره از علم مهندسی شیمی استفاده کرده‌اند؛ در هر فرآیندی که تغییری فیزیکی یا شیمیایی ایجاد می‌کند. می‌توان گفت علم مهندسی شیمی مدرن در نیمهٔ دوم قرن ۱۹ با توسعهٔ عملیات تولید شیمیایی در مقیاس بزرگ آغاز شده است. از زمان شروع آن به عنوان یک رشتهٔ مستقل تاکنون که جایگاه خود را در میان صنعت پیدا کرده، راه درازی را پیموده است. در ادامه بخشی از سیر تکامل مهندسی شیمی را بررسی خواهیم کرد.

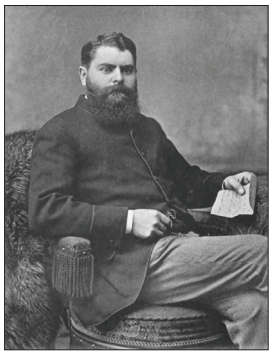
خاستگاه اولیه

اگرچه رشتهٔ مهندسی شیمی مدیون وجود دموکریت، فیلسوف یونانی است که مفهوم اتم را حدود سال ۴۴۰ قبل از میلاد پیشنهاد کرد، اما این رویداد از نظر فنی به شیمی مربوط می‌شود. معرفی اتم منجر به پیشرفت‌های بیشتر علم شیمی در طول زمان شد و در نهایت با ظهور شیمی صنعتی به اوج خود رسید. شیمی صنعتی جایی است که داستان مهندسی شیمی واقعا آغاز می‌شود.

قبل از انقلاب صنعتی، مواد شیمیایی صنعتی به صورت ناپیوسته (batch) تولید می‌شد؛ میزان تولید با این روش محدود بود. انقلاب صنعتی تقاضای جدی برای مواد شیمیایی صنعتی ایجاد کرد و دیگر حجم اندک مواد شیمیایی تولیدی، پاسخگوی نیاز روزافزون صنعت و تکنولوژی نبود. باید کاری برای متوازن کردن عرضه و تقاضا انجام می‌شد. راه حل به زودی پیدا شد؛ با استفاده از روش تولید پیوسته (continuous)، مانند آنچه می‌توان با خط مونتاژ انجام داد. این روش باعث شد تا کالاهای بیشتری با هزینهٔ بسیار کمتر تولید شود. بنابراین امکان تولید مواد شیمیایی صنعتی کافی برای پاسخگویی به نیازهای دنیای صنعتی جدید را فراهم‌کرد و تولید در مقیاس بزرگ متولد شد.

تولید محصولات با ارزش از مواد اولیه با استفاده از فرآیندهای شیمیایی و فیزیکی به عنوان «شیمی صنعتی» شناخته می‌شد. با این حال، توسعه و کنترل این فرآیندها در واقع دانشی جداگانه بود. این رشته جداگانه سرانجام به «مهندسی شیمی» معروف شد.

پدر مهندسی شیمی: جورج دیویس



صنعت مهندسی شیمی در سال ۱۸۷۸ هنگامی متولد شد که «جورج دیویس» انگلیسی به عنوان بازرس شیمی از برخی صنایع شیمیایی بازدید کرد. در طول این بازدیدها، ایدهٔ عملیات واحد را در کتابی به نام «راهنمای مهندسی شیمی» در سال ۱۹۰۱ ارائه داد؛ یک مفهوم اصلی در مهندسی شیمی که در آن می‌توان یک فرآیند شیمیایی را به عملیات مختلف مانند تقطیر یا تبلور تقسیم کرد. به دلیل این کشف، او به عنوان «پدر مهندسی شیمی» شناخته می‌شود. در این کتاب علاوه بر تعریف مفاهیم عملیات واحد (اگرچه این نام در سال ۱۹۱۵ توسط آرتور دی‌لیتل برای این مفهوم انتخاب شد)، برای اولین بار از اصطلاح «مهندسی شیمی» استفاده شده‌است.

دیویس سعی کرد نام «انجمن صنایع شیمیایی» را که متشکل از شیمی‌دانانی از لندن بود، به عنوان «انجمن مهندسان شیمی» تغییر دهد. این نام به سرعت رد شد، زیرا اعضای انجمن صنایع شیمیایی در برابر تغییر نام مقاومت کردند. با این حال، تلاش‌های دیویس بی‌نتیجه نبود و لزوم تشکیل انجمنی برای مهندسان شیمی به رسمیت شناخته شد. در سال ۱۹۰۸، اولین انجمن اختصاصی مهندسی شیمی یعنی مؤسسهٔ مهندسان شیمی آمریکا (AIChE) تشکیل شد. در زمان تأسیس، این انجمن کمتر از ۱۰۰۰ عضو داشت. امروزه بیش از ۶۰ هزار عضو دارد. امروزه دو انجمن معروف مهندسی شیمی؛« مؤسسهٔ مهندسی شیمی آمریکا» (AIChE) و «مؤسسهٔ مهندسان شیمی» (IChemE) هستند.

آموزش مهندسی شیمی

مهندسی شیمی با توسعهٔ آموزش مهندسی شیمی به یک حرفه شناخته شده تبدیل شد. دوره‌هایی در زمینهٔ شیمی صنعتی و دیگر زمینه‌های شیمی برگزار می‌شد، اما هیچ‌کدام به‌طور خاص مفاهیم مهندسی شیمی را مورد بررسی قرار نمی‌داد.

اولین برنامهٔ آموزشی چهار سالهٔ جهان در زمینهٔ مهندسی شیمی در سال ۱۸۸۸ توسط «لوئیس نورتون»، استاد شیمی در مؤسسهٔ فناوری ماساچوست (MIT) با عنوان Course X تدوین شد. او هم از پیشرفت صنایع فرآیند شیمیایی آلمان و هم از مجموعه سخنرانی‌های دیویس الهام گرفت. اولین دوره هفت فارغ‌التحصیل

داشت. پس از او فرانک تورپ هدایت برنامه را برعهده گرفت و برای اصلاح آن تلاش کرد. در سال ۱۸۹۸، او یکی از اولین کتاب‌های درسی مهندسی شیمی را منتشر کرد: طرح کلی شیمی صنعتی (Outlines of Industrial Chemistry). در حالی که دیویس را پدر رشتهٔ مهندسی شیمی می‌دانند، «نورتون» و «تورپ» را می‌توان پدران آموزش مهندسی شیمی دانست.

پیش از جنگ جهانی اول تفاوت برنامهٔ درسی مهندسی شیمی با شیمی در دروسی مانند رسم فنی، ترمودینامیک مهندسی، مکانیک و هیدرولیک بود. بلافاصله بعد از جنگ جهانی اول، نخستین کتاب درسی و عملیات واحد به نام «اصول مهندسی شیمی» منتشر شد.

در طول جنگ جهانی دوم مهندسی شیمی گسترش چشمگیری یافت و از این پس درس‌هایی مانند کنترل فرآیندها و پدیده‌های انتقال به برنامهٔ آموزشی آن راه یافتند. گرچه امروزه مهندسی شیمی به‌صورت یک رشتهٔ مستقل دروس اساسی مخصوص به خود را دارد، اما تحولات سریع و روزافزون دانش و صنعت در جهان، مهندسان شیمی را وادار می‌کند که همگام با این تحولات، برنامهٔ درسی خود را دگرگون کنند؛ افزودن دروس مبتنی بر دانش روز مانند محیط‌زیست، نانوفناوری، زیست‌فناوری، اقتصاد مهندسی و آموزش نرم‌افزارهای جدید از جمله این تغییرات هستند.

مهندسی شیمی تاریخی به قدمت صنایع فرآیندی دارد، صنایعی که در آن‌ها مواد اولیه با فرآیندهای پیوسته و ناپیوسته به محصولات خاصی تبدیل می‌شوند. سابقهٔ این رشته از فرآیندهای تخمیر و تبخیر که تمدن‌های اولیه انجام می‌دادند، سرچشمه می‌گیرد.

تکامل مهندسی شیمی در گذر زمان

تولید مواد شیمیایی همواره مورد نیاز انسان‌ها بوده‌است. با پیشرفت فناوری و افزایش مصرف مواد شیمیایی، تولید در مقیاس کوچک دیگر صرفهٔ اقتصادی نداشت و باید جای خود را به تولید بیشتر با هزینهٔ کمتر می‌داد؛ «جان وینتروپ» با افتتاح اولین کارخانهٔ شیمیایی آمریکا در بوستون در سال ۱۶۳۵ یکی از اولین گام‌ها را در این مسیر برداشت. از سوی دیگر، دانشمندان با کشف قوانین حاکم بر پدیده‌ها و ارائهٔ نظریات جدید، راه را برای ابتکار و اختراع مهندسان هموار می‌کردند. از جمله این قوانین می‌توان به «قانون بویل» اشاره کرد؛ در سال ۱۶۶۲ رابرت بویل دریافت که حجم اشغال شده توسط همان نمونه از هر گاز در دمای ثابت با فشار متناسب است. کشف «هوای قابل اشتعال» یا همان هیدروژن توسط «هنری کاوندیش»، کشف اکسیژن توسط «جان پریستلی» و اولین توصیف نیتروژن توسط «دانیل رادرفورد» در سال‌های ۱۷۶۶ تا ۱۷۷۲ نیز در همین راستا قابل ذکر است.

اختراع باتری در سال ۱۷۹۵ دریچه‌ای به‌سوی علوم جدید گشود. فیزیکدان ایتالیایی به نام «الساندرو ولتا» با استفاده از دو دیسک دایره‌ای شکل مس و روی که با پارچه خیس شده در آب شور از هم جدا می‌شدند؛ موفق به تولید جریان پایدار الکتریکی شد. این موفقیت، سرآغاز علم «الکتروشیمی» و پیشرفت‌های بعد از آن بود. یکی

تاریخچه مهندسی شیمی

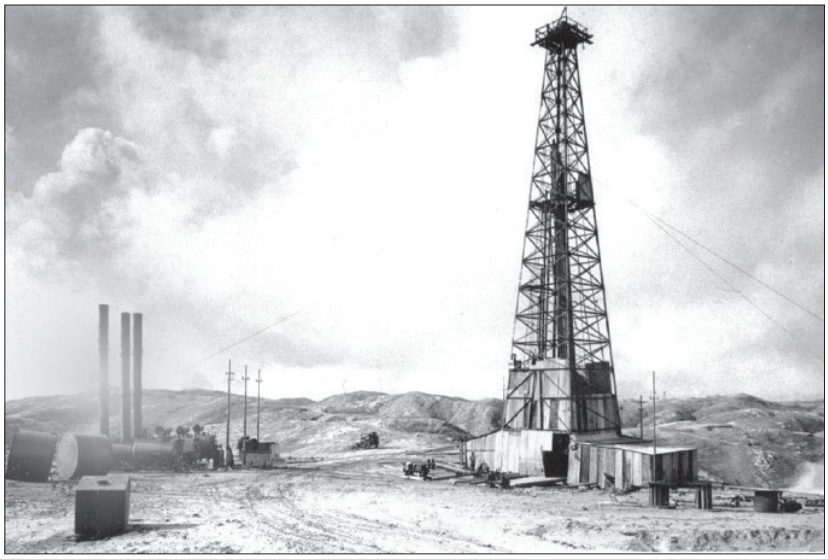
از مهم‌ترین اختراعات این حوزه، پیل‌سوختی (fuel cell) است؛ دستگاهی که از طریق یک واکنش شیمیایی برق تولید می‌کند. اولین پیل‌سوختی در اوایل قرن نوزدهم ساخته شد و از آن زمان تاکنون تلاش‌های علمی زیادی برای ارتقای بازده و کارایی آن انجام شده است. پیل‌سوختی در حال حاضر به عنوان سبزترین راه تولید الکتریسیته شناخته می‌شود.

استفاده از نفت به صورت خام، به حدود پنج هزار سال قبل برمی‌گردد. در دوران آغازین برای روشن نگه داشتن مشعل و در جنگ‌ها از آن استفاده می‌شد. هم‌چنین در لوحی باستانی به زبان پارسی به مصارف دارویی و روشنایی نفت به‌وسیلهٔ طبقات بالای جامعه اشاره شده است. تا قبل از حفر نخستین چاه نفتی به کمک وسایل جدید حفاری، این مادهٔ مهم فقط از چشمه‌های سطحی نفت یا چاه‌های کم عمق که به وسیلهٔ دست حفر می‌شد، استخراج می‌شد و موارد استفاده از نفت خام نیز محدود بود. اولین پالایشگاه‌های جهان در دههٔ ۱۸۵۰ ساخته شدند. اولین چاه استخراج نفت توسط «کلنل دریک» در سال ۱۸۵۹ در پنسیلوانیا حفاری شد. گسترش و پیشرفت فناوری حفاری در اواسط قرن نوزدهم و فناوری تقطیر و پالایش نفت در اواخر قرن نوزدهم تأثیر شگرفی در توسعهٔ صنایع و وسایل حمل و نقل برجای گذاشت؛ به‌طوری‌که امروزه نفت به یکی از مهم‌ترین منابع انرژی جهان تبدیل شده است. ساخت اتومبیل بنزینی توسط کارل بنز در سال ۱۸۸۵ و توسعهٔ موتور احتراق داخلی توسط دیزل در سال ۱۸۹۲ دو محرک اصلی تحول در حمل و نقل هستند.

صنعت پتروشیمی یکی از کاربردهای غیرسوختی نفت است که نقش اساسی و بنیادی در رفع نیاز عمومی جامعه به عهده دارد. اولین محصول پتروشیمی تجاری، «ایزوپروپیل الکل» در سال ۱۹۲۰ تولید شد. در میان محصولات این صنعت، پلیمرها با توجه به تنوع کاربرد و ارزش افزودهٔ بالا همواره به عنوان مهم‌ترین بخش تولیدات پتروشیمی مطرح هستند. پلی اتیلن، نایلون، اولین تایر از سنتز لاستیک و پلاستیک‌های پلی‌کربنات از اولین محصولات مهم پلیمری در میانهٔ قرن بیستم هستند.

انرژی هسته‌ای، انرژی موجود در هستهٔ اتم است؛ در حقیقت نیرویی است که اجزای هسته را در کنار هم نگه می‌دارد. از انرژی هسته‌ای می‌توان برای ایجاد الکتریسیته استفاده کرد، اما در ابتدا باید این انرژی از اتم آزاد شود. پدیدهٔ شکافت هسته‌ای در سال ۱۹۳۹ کشف شد. در روند شکافت هسته‌ای، اتم‌ها تقسیم می‌شوند تا انرژی نهفته در اتم را آزاد کنند. از این انرژی در تولید برق (نیروگاه هسته‌ای) یا تخریب (سلاح‌های هسته‌ای) استفاده می‌شود. رآکتور هسته‌ای در واقع محفظه‌ای برای کنترل این شکافت است. اولین رآکتور هسته‌ای در سال ۱۹۴۲ در واشنگتن ساخته شد. اورانیوم سوخت اصلی رآکتورهای هسته‌ای است. برای تولید سوخت، اورانیوم استخراج می‌شود و قبل از این‌که در رآکتور هسته‌ای بارگیری شود، از مراحل تصفیه و غنی‌سازی عبور می‌کند.

قرن بیست‌ویکم، قرن توسعهٔ فناوری نانو به‌شمار می‌رود. نخستین بار «ریچارد فاینمن» در سخنرانی خود در انجمن فیزیک آمریکا در سال ۱۹۵۹ نظریه‌ای حول ابعاد نانو مطرح کرد. نانو نه یک ماده است و نه یک جسم، فقط یک مقیاس است. اندازه‌ای کوچک که تأثیری بسیار بزرگ در زندگی انسان در قرن حاضر دارد. خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی اتم‌ها و مولکول‌ها در مقیاس نانو، با خواص تودهٔ آن‌ها متفاوت است. مشخصه‌های منحصربه‌فرد نانوذرات موجب پیدایش دستاوردهای نوینی در علوم پزشکی و مهندسی شده است.



تاریخچهٔ مهندسی شیمی در ایران

«ویلیام ناکس دارسی» در سال ۱۲۸۰ (۱۹۰۱ میلادی) با امضای توافق‌نامه‌ای با مظفرالدین شاه قاجار، اکتشاف و استخراج نفت در ایران را شروع کرد. براساس این قرارداد، علاوه بر تعهدات مالی که شرکت دارسی باید به دولت ایران می‌پرداخت، امتیاز استخراج و بهره‌برداری از نفت در سراسر ایران به جز استان‌های شمالی شامل گیلان، مازندران، گرگان، خراسان و آذربایجان برای مدت ۶۰ سال به دارسی واگذار شد. شرکت نفت دارسی، پس از هفت سال، سرانجام در سال ۱۲۸۷ در منطقهٔ مسجد سلیمان به نفت رسید. اکتشاف نفت در ایران، راه را برای ورود مهندسی شیمی به کشور هموار کرد. پس از اکتشاف نفت، وجود یک پالایشگاه برای استفاده از نفت خام

ضروری بود؛ شهر آبادان به دلیل نزدیک بودن به خلیج فارس، مناطق نفت‌خیز و مجاورت با رودخانه‌های آب شیرین، به عنوان مکان احداث پالایشگاه انتخاب شد. پالایشگاه نفت آبادان در سال ۱۲۹۱ توسط شرکت نفت ایران و انگلیس به بهره‌برداری رسید. این پالایشگاه در حال حاضر یکی از بزرگ‌ترین پالایشگاه‌های ایران است. اولین جایگاه سوخت ایران در شهر آبادان و در سال ۱۳۰۶ برای توزیع و فروش نفت سفید احداث شد. با ورود اولین اتومبیل‌ها به ایران، این جایگاه به پمپ بنزین تبدیل شد.

از زمانی که ایران به‌عنوان کشوری نفت‌خیز مطرح شد، چشم طمع بیگانگان به دنبال گرفتن امتیازها و قراردادهای نفتی به نفع خودشان بوده است. این کشورها با ایران قرارداد می‌بستند، اما به تعهدات خود عمل نمی‌کردند. سرانجام در سال ۱۳۲۹ به همت دکتر محمد مصدق و آیت‌الله کاشانی و حمایت مردم، ملی شدن صنعت نفت ایران به تصویب مجلس رسید و مقرر شد تمامی عملیات اکتشاف، استخراج و بهره‌برداری نفت در دست دولت قرار بگیرد.

آغاز برنامهٔ هسته‌ای ایران به دههٔ ۳۰ شمسی برمی‌گردد. در سال ۱۳۲۹ نظراتی پیرامون بهره‌مندی ایران از انرژی هسته‌ای مطرح شد. در سال ۱۳۳۶ ایران و آمریکا قراردادی در رابطه با همین موضوع امضا کردند و دو سال بعد اولین مرکز تحقیقاتی هسته‌ای در دانشگاه تهران افتتاح شد. برنامهٔ هسته‌ای کشور در سال ۱۳۵۳ با تأسیس سازمان انرژی اتمی ایران و امضای قرارداد ساخت نیروگاه اتمی بوشهر شکل جدی‌تری به خود گرفت. با وقوع انقلاب اسلامی در سال ۱۳۵۷، تمام برنامهٔ هسته‌ای کشور متوقف شد و ساخت نیروگاه بوشهر نیمه‌کاره ماند. پس از جنگ تحمیلی، ایران دوباره برنامهٔ هسته‌ای خود را از سر گرفت. هم‌اکنون با همت دانشمندان ایرانی، دانش هسته‌ای ایران در جایگاه قابل قبولی در دنیا قرار دارد و به پیشرفت خود ادامه می‌دهد.

از دیگر رویدادهای مهم در تاریخ مهندسی شیمی ایران پیش از انقلاب، می‌توان به بهره برداری از اولین تصفیه‌خانهٔ فاضلاب شهری ایران در سال ۱۳۴۰، راه‌اندازی اولین واحد پتروشیمی در سال ۱۳۴۲ و تأسیس شرکت تولید مواد شیمیایی ایران در سال ۱۳۵۴ اشاره کرد. پس از انقلاب اسلامی، توسعهٔ صنایع و پیشرفت دانش با تمرکز بیشتر بر توان دانشمندان ایرانی و درکنار آن استفاده از فناوری‌های بومی و جهانی، ادامه داشت. نانوفناوری یک مثال عالی برای این موضوع است. مطالعات راهبردی فناوری نانو در سال ۱۳۸۰ آغاز شد و اکنون ایران به یکی از کشورهای پیشرو در زمینهٔ تولید علم نانو در جهان تبدیل شده است.

آموزش مهندسی شیمی در ایران

اولین دانش آموختهٔ مهندسی شیمی در سال ۱۳۱۴ از دانشگاه علم و صنعت ایران که در سال‌های آغازین خود به عنوان «مدرسهٔ صنعتی ایران و آلمان» شناخته می‌شد، فارغ‌التحصیل شد. در سال ۱۳۱۳ نیز «دانشگاه تهران» تأسیس شد و رشتهٔ مهندسی شیمی یکی از رشته‌های ارائه شده در دانشکدهٔ فنی بود. پس از آن، رشتهٔ مهندسی شیمی جایگاه خود را در میان دانشگاه‌های کشور پیدا کرد.

نگاهی به گرایش‌های مهندسی شیمی

در بیشتر دانشگاه‌های ایران، رشتهٔ مهندسی شیمی در مقطع کارشناسی بدون گرایش ارائه می‌شود. در سال‌های پایانی مقطع کارشناسی، دانشجویان می‌توانند با گذراندن دروس اختیاری از سبد دروس گرایش‌های مختلف، به‌تدریج مسیر تخصصی و مورد علاقهٔ خود را انتخاب کنند؛ اما در مقطع کارشناسی ارشد گرایش‌های متنوعی در این رشته وجود دارد. هر کدام از گرایش‌های مهندسی شیمی نیازمند امکانات مجزا و متفاوتی هستند؛ بنابراین دانشگاه‌ها با توجه به ظرفیت و امکانات موجود، تعدادی از گرایش‌ها را ارائه می‌دهند. در این قسمت با نگاهی به تصویر پیل سوختی ۱۰ کیلوواتی ساخته‌شده در پژوهشکدهٔ تخصصی مواد و انرژی پژوهشگاه فضایی ایران، به معرفی اجمالی گرایش‌های مهندسی شیمی می‌پردازیم.

پیل سوختی به‌عنوان یکی از فناوری‌های تبدیل انرژی برای کاهش آلودگی و انتشار گازهای گلخانه‌ای وسیله‌ای است که با انجام واکنش شیمیایی، الکتریسیته تولید می‌کند. همان‌طور که در شکل به‌صورت شماتیک نشان داده شده است، هر پیل سوختی دارای دو الکترود است که واکنش‌های تولید الکتریسیته در الکترودها انجام می‌شود. هم‌چنین دارای الکترولیتی است که ذرات باردار الکتریکی را از یک الکترود به الکترود دیگر منتقل می‌کند و یک کاتالیست که به واکنش‌های در حال انجام در الکترودها سرعت می‌بخشد.

طراحی فرآیند

طراحی فرآیند در مهندسی شیمی به معنای انتخاب و تعیین توالی عملیات واحد برای دستیابی به محصول موردنظر است. طراحی فرآیند می‌تواند طراحی امکانات جدید یا اصلاح و گسترش امکانات موجود باشد. طراحی بر پایهٔ اصول اولیه آغاز می‌شود و گسترش و تکمیل آن با تکیه بر علم روز و خلاقیت مهندس طراح صورت می‌گیرد.

عملکرد و دوام پیل‌های سوختی تحت‌تأثیر بسیاری از عوامل داخلی و خارجی مانند طراحی و مونتاژ پیل سوختی، تخریب مواد، شرایط عملیاتی و ناخالصی‌ها یا آلودگی‌ها قرار می‌گیرد. بنابراین هنگام طراحی پیل‌های سوختی باید متغیرهای زیادی در نظر گرفته شود. برخی از اساسی‌ترین ملاحظات طراحی شامل قدرت مورد نیاز، اندازه، وزن، تعداد سلول‌ها، انتخاب مواد و شرایط عملکردی است.

فرآیندهای جداسازی

فرآیند جداسازی روشی است که مخلوط یا محلولی از مواد شیمیایی را به دو یا چند فرآوردهٔ مجزا تبدیل می‌کند. این فرآیند از تفاوت در خواص شیمیایی یا خواص فیزیکی (مانند اندازه، شکل، جرم، چگالی یا تمایل شیمیایی) بین اجزای یک مخلوط استفاده می‌کند. فرآیندهای جداسازی چرخ‌دندهٔ اصلی در تولید صنایع فرآیند شیمیایی هستند؛ صنایعی که در آن‌ها مواد خام از طریق تبدیل شیمیایی با فرآوری به محصولات نهایی می‌شوند و برای کارهای اساسی مانند حذف آلاینده‌ها از مواد اولیه، بازیابی و تصفیهٔ محصولات اولیه و حذف آلاینده‌ها از پساب و جریان هوا استفاده می‌شوند. جداسازی با دست، الک کردن، تبخیر، تقطیر، تصفیه یا ته‌نشینی و استفاده از قیف جداکننده، برخی از روش‌های متداول جداسازی هستند که دانشجویان این گرایش با مهم‌ترین روش‌های آن آشنا می‌شوند.

اساس کار پیل سوختی بر مبنای جداسازی هیدروژن به‌عنوان سوخت ورودی استوار است؛ این جداسازی در بخش الکترولیت پیل سوختی صورت می‌گیرد. الکترولیت‌های پیل سوختی باید ویژگی‌هایی مانند هدایت یونی بالا، نفوذناپذیری در برابر گازها، هدایت الکتریکی ناچیز، پایداری شیمیایی و یک‌پارچگی مکانیکی را داشته باشند. با استفاده از دانش ارائه شده در این گرایش می‌توان بازده و کارایی پیل‌های سوختی را افزایش داد.

مدل‌سازی، شبیه‌سازی و کنترل

در گذشته برای دستیابی به یک محصول با شرایط مطلوب مورد نظر، آزمون و خطای بسیاری در شرایط آزمایشگاهی انجام می‌شد. امروزه با بهره‌گیری از نرم‌افزارهای کامپیوتری و ابزارهای شبیه‌سازی شرایط فرآیندی، مهندسان می‌توانند طرح‌ها را قبل از اجرایی شدن بررسی کنند. با این روش هم در زمان و هم در هزینه صرفه‌جویی می‌شود. اهمیت سیستم‌های کنترلی نیز قابل انکار نیست و در تمامی صنایع شیمیایی کاربرد دارد.

اگرچه مفهوم اصلی پیل‌سوختی بسیار ساده است، اما ایجاد طراحی‌های جدید و بهینه‌سازی عملکرد آن‌ها، کار جدی و تسلط بر چندین زمینهٔ فنی را می‌طلبد. مدل‌سازی و شبیه‌سازی پیل‌های‌سوختی با استفاده از نرم‌افزارهایی مانند COMSOL و Matlab، ابزارهای ارزشمندی را برای درک و غلبه بر موانع طراحی و ساخت نسل بعدی پیل‌های‌سوختی در اختیار مهندسان قرار می‌دهد. طراحان همواره سعی می‌کنند بهترین شرایط کارکرد را بر اساس بیشترین بازده پیل‌سوختی تنظیم کنند. بنابراین اصولی مانند کارکرد در بیشینهٔ توان و بازده پیل‌سوختی و نقطهٔ بهینهٔ استفاده از سوخت را برای کنترل یک توده پیل سوختی در نظر می‌گیرند.

نانوفناوری

فناوری نانو، اصطلاحی است برای توصیف پدیده‌هایی که در مقیاس نانومتر رخ می‌دهند. اگرچه در جهان طبیعی نمونه‌های زیادی از ساختارهایی با ابعاد نانومتر از جمله مولکول‌های ضروری در بدن انسان و اجزای غذاها وجود دارد، ولی تنها با ظهور فناوری نانو در سال‌های اخیر است که می‌توان به‌طور فعال و عمدی مولکول‌ها و ساختارها را در این محدوده اندازه، تغییر داد. مواد در مقیاس نانو ویژگی‌های کاملا متفاوتی نشان می‌دهند؛ همین امر زمینهٔ بروز نوآوری‌ها و ابتکارات جدید علمی را فراهم کرده است. نانوفناوری ماهیتی میان‌رشته‌ای دارد و می‌تواند در همهٔ گرایش‌های مهندسی شیمی نقش‌آفرینی کند.

نانوفناوری در ساخت و بهبود عملکرد پیل‌های‌سوختی نیز کاربرد دارد. برای افزایش بازده پیل‌سوختی می‌توان از الکترولیت‌های نانوساختار یا الکترولیت‌هایی با ضخامت نانومتر استفاده کرد. هم‌چنین جایگزینی نانوکاتالیست‌ها با کاتالیست‌های پلاتینی می‌تواند هزینهٔ ساخت پیل‌های‌سوختی را تا حد قابل‌قبولی کاهش دهد. استفاده از پوشش‌های نانومتری روی صفحات دوقطبی فلزی، کیفیت نهایی پیل‌های سوختی و طول عمر آن را افزایش می‌دهد. افزودن نانوذرات مختلف نیز برای افزایش پایداری غشا تبادل پروتون به‌کار می‌رود.

محیط‌زیست

در حال حاضر، محیط‌زیست و حفظ آن از انواع آلودگی‌ها یکی از دغدغه‌های اصلی دانشمندان و فعالان محیط‌زیست است. آلودگی محیط‌زیست روی کیفیت زندگی همهٔ انسان‌ها و حیوانات تأثیر می‌گذارد. بنابراین سازمان‌های جهانی برای کنترل و کاهش آلاینده‌ها استانداردهایی را تنظیم کرده‌اند. آشنایی با این الزامات در طراحی و ساخت صنایع شیمیایی از مطالبی است که دانشجویان این گرایش با آن آشنا می‌شوند. از سوی دیگر تحقیق و توسعهٔ روش‌های دوست‌دار محیط‌زیست و جایگزینی سوخت‌های پاک، از مباحث به‌روز در مهندسی شیمی هستند.

پیل‌های‌سوختی به‌طور گسترده‌ای به‌عنوان جایگزین سازگار با محیط‌زیست برای سوخت‌های فسیلی معمولی مطرح شده‌اند. با اکسایش هیدروژن مولکولی، تنها محصول جانبی از تولید انرژی آن‌ها آب است؛ به این معنی است که آن‌ها می‌توانند آلودگی و گازهای گلخانه‌ای تولیدشده توسط انسان را به میزان قابل توجهی کاهش دهند. اما گروهی از محققان در ایالات متحده معتقدند که پیل‌های‌سوختی خود می‌توانند تأثیر مخربی بر محیط‌زیست داشته باشند. مهندسان محیط‌زیست تلاش می‌کنند علاوه بر بررسی فناوری‌های موجود از منظر محیط‌زیستی و بهبود آن‌ها، بر ارائهٔ فناوری‌های جدید دوست‌دار محیط‌زیست نیز تمرکز داشته باشند.

نگاهی به گرایش‌های مهندسی شیمی

ترموسینتیک و کاتالیست

همان‌طور که از نام این گرایش پیداست، ترمودینامیک، سینتیک و کاتالیست سه موضوع اصلی این گرایش هستند. ترمودینامیک ابزاری برای تحلیل پدیده‌های تعادلی است، ولی سینتیک دانش مطالعهٔ فرآیندهایی است که سیستم‌ها به‌دلیل به‌هم‌خوردن تعادل آن را تجربه می‌کنند. مطالعات بنیادی ترمودینامیکی مانند توابع انرژی، معادلات حالت و مدل‌های محلول، تحلیل ترمودینامیکی سیستم‌ها، محلول‌ها و کلوییدها زیرمجموعهٔ ترمودینامیک هستند. ترموسینتیک در طراحی رآکتورهای شیمیایی، مطالعات الکتروشیمی و بهینه‌سازی شرایط عملیاتی کاربرد دارد. کاتالیست‌ها موادی هستند که با تغییر در سازوکار واکنش‌های شیمیایی، به تولید بهینهٔ فرآورده شیمیایی کمک می‌کنند. واکنش‌هایی که در پیل سوختی انجام می‌شوند از دسته واکنش‌های اکسایش و کاهش هستند و سرعت انجام آن‌ها آهسته است. به‌همین دلیل برای بالابردن بازده پیل سوختی معمولا از کاتالیست استفاده می‌شود. در پیل‌های سوختی معمولا از کاتالیست پلاتین برای تسریع واکنش در الکترود اکسیژن استفاده می‌کنند.

پدیده‌های انتقال

در فیزیک به هر یک از پدیده‌های مربوط به جابه‌جایی جرم، اندازهٔ حرکت (مومنتوم) یا انرژی از طریق یک محیط سیال یا جامد، پدیدهٔ انتقال گفته می‌شود. پدیدهٔ انتقال به دلیل شرایط غیریک‌نواخت موجود در محیط رخ می‌دهد؛ برای مثال در انتقال جرم، اختلاف غلظت در یک محیط باعث حرکت ماده از غلظت بیشتر به غلظت کمتر می‌شود. هم‌چنین نیروی محرکه برای انتقال حرارت، اختلاف دما است و انرژی از محیط با دمای بالاتر به محیط با دمای پایین‌تر منتقل می‌شود.

عملکرد یک پیل سوختی به تنظیم بهینهٔ جریان گازهای واکنش‌دهنده، رطوبت، گرما و گونه‌های باردار مرتبط با سینتیک واکنش بستگی دارد. همهٔ این فرآیندها در مقیاس‌های مختلف طول و زمان و در ساختارها و محیط‌های متفاوت انجام می‌شوند؛ که عامل ایجاد مجموعه‌ای جذاب و چالش برانگیز از مسائل پدیده‌های انتقال است. مهندسان با استفاده از مبانی این علم، راه‌حل‌هایی را برای بهبود کارکرد پیل سوختی ارائه می‌دهند.

پلیمر

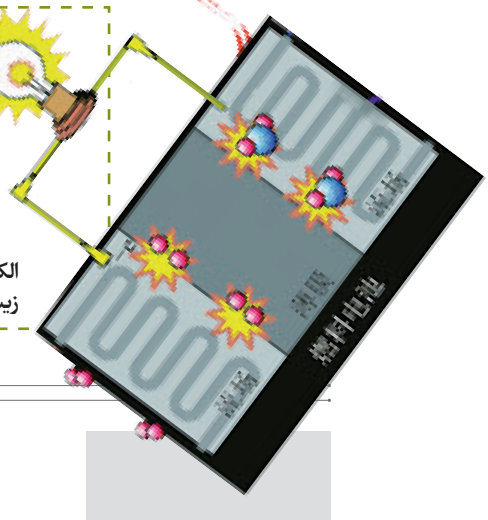
پلیمرها همه جا هستند. فقط با نگاه کردن به اطراف می‌توان تعداد زیادی از آن‌ها را پیدا کرد؛ بطری آب پلاستیکی، قاب موبایل سیلیکونی، نایلون و پلی‌استر در کاپشن یا کتانی و لاستیک روی ماشین خانواده. حالا با نگاه به آینه پلیمرهای بیشتری مشخص می‌شود؛ بسیاری از پروتئین‌های بدن انسان، کراتین که موها و ناخن‌ها از آن ساخته شده‌اند و حتی DNA سلول‌های بدن نیز یک پلیمر است. طبق تعریف، پلیمرها مولکول‌های بزرگی هستند که با پیوند شیمیایی مجموعه‌ای از اجزای سازنده یا همان مونومرها ساخته می‌شوند. دانشجویان در این گرایش با نحوهٔ تبدیل پلیمرهای خام به پلیمرهای صنعتی، چگونگی شکل‌دهی به پلیمرها و طراحی واحدهای صنعتی تولید پلیمر آشنا می‌شوند.

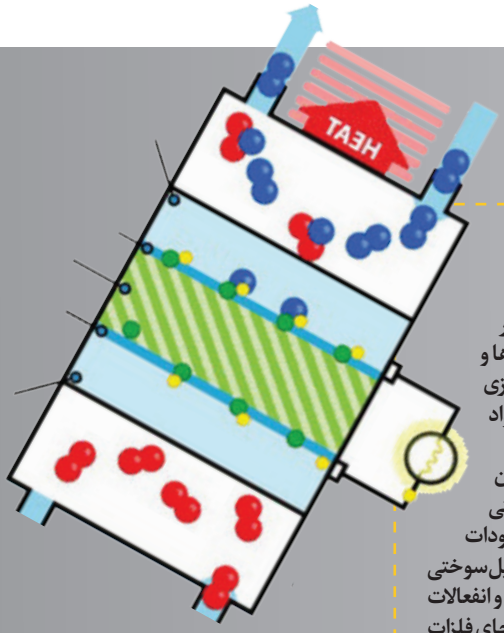
پیل‌های سوختی شامل سه بخش اصلی کاتد، آند و الکترولیت هستند. الکترولیت‌ها نقش مهمی در پیل سوختی دارند و اجازهٔ عبور یون‌ها را با گزینش‌پذیری لازم در پیل می‌دهند. در سال‌های اخیر، استفاده از پلیمرها به‌عنوان الکترولیت در ساخت پیل‌های سوختی هیدروژنی متداول شده است که به پیل‌های سوختی پلیمری معروف هستند.

زیست پزشکی

زیست‌پزشکی در مهندسی شیمی درواقع کاربرد اصول و روش‌های حل مسئلهٔ مهندسی در زیست‌شناسی و پزشکی است. مراقبت‌های بهداشتی، از تشخیص و تجزیه و تحلیل تا درمان و بهبود و ساخت ملزومات پزشکی قابل کاشت مانند ضربان‌ساز و اندام‌های مصنوعی، تا فناوری‌های آینده مانند سلول‌های بنیادی، چاپ زیستی سه‌بُعدی و اندام‌های زیستی مصنوعی نمونه‌هایی از این کاربردها هستند.

به‌تازگی یک سیستم پیل سوختی زیستی مبتنی بر آنزیم واکنش‌پذیر گلوکز در جامعهٔ علمی برای کاربردهای زیست‌پزشکی مانند اندام‌های مصنوعی قابل کاشت و حسگرهای زیستی برای تحویل دارو معرفی شد. طبق این پژوهش، این پیل سوختی می‌تواند یک ابزار کاشتنی امیدوارکننده برای تولید برق در کاربردهای زیست‌پزشکی تلقی شود. برای مثال می‌تواند برای تأمین الکتریسیته در حین کشت سلولی و ساخت اندام روی تراشه یا منبع تغذیه برای دستگاه‌های قابل کاشت مانند حسگرهای زیستی و اندام‌های مصنوعی استفاده شود.





بیوتکنولوژی

بیوتکنولوژی فناوری است که از سیستم‌های زیستی، موجودات زنده یا بخش‌هایی از آن برای توسعه یا ایجاد محصولات مختلف استفاده می‌کند. پخت نان با استفاده از مخمر (موجود زنده) نمونه‌ای از کاربرد بیوتکنولوژی برای تولید یک محصول است. چنین فرآیندهای سنتی به‌طور معمول از موجودات زنده به شکل طبیعی خود استفاده می‌کنند؛ در حالی که شکل مدرن‌تر بیوتکنولوژی شامل اصلاح پیشرفته‌تر سیستم یا ارگانیسم زیستی است. امروزه بیوتکنولوژی در رشته‌های مختلف کاربرد دارد و هر سال فناوری‌ها و محصولات جدیدی در این زمینه توسعه می‌یابد؛ مانند پزشکی (توسعهٔ داروها و درمان‌های جدید)، کشاورزی (توسعهٔ گیاهان اصلاح شدهٔ ژنتیکی، سوخت‌های زیستی، تصفیهٔ بیولوژیکی) یا بیوتکنولوژی صنعتی (تولید مواد شیمیایی، کاغذ، منسوجات و مواد غذایی).

افزایش جمعیت جهانی، رو به زوال بودن ذخایر فسیلی و نگرانی‌های زیست‌محیطی باعث شده تا محققان درپی یافتن منابع جدید، پاک و تجدیدپذیر انرژی باشند. تولید الکتریسیته به وسیلهٔ پیل‌های سوختی زیستی می‌تواند به‌عنوان یکی از منابع تولید انرژی سبز در مقیاس بزرگ تلقی شود. یک پیل سوختی زیستی از موجودات زنده برای تولید برق استفاده می‌کند. پیل سوختی زیستی به دو نوع میکروبی و آنزیمی طبقه‌بندی می‌شود؛ پیل سوختی میکروبی، یک سیستم الکتروشیمیایی بیولوژیکی است که جریان را با استفاده از باکتری‌ها و پیروی از فعل و انفعالات باکتریایی موجود در طبیعت هدایت می‌کند. پیل سوختی آنزیمی، نوعی پیل سوختی است که از آنزیم‌ها به جای فلزات گران‌بها به عنوان کاتالیزور برای اکسایش سوخت خود استفاده می‌کند.

صنایع غذایی

صنایع غذایی یک شبکهٔ پیچیده و جهانی از خدمات متنوع مربوط به غذا و انواع مواد خوراکی است؛ کشاورزی، حمل‌ونقل مواد غذایی، فناوری‌های تولید، ذخیره و فروش مواد غذایی و تأثیرات محیط‌زیستی فرآیندهای تولید، همگی از مباحثی هستند که دانشجویان این گرایش با آن آشنا می‌شوند.

بسیاری از صنایع، مانند فرآوری غذا و نوشیدنی، کارخانه‌های تولید لبنیات، مزارع بزرگ و کارخانه‌های صنعتی و عملیات تغذیهٔ دام، مقادیر زیادی از پسماندهای آلی را به‌عنوان محصول جانبی عملیات روزانه تولید می‌کنند که حذف یا ذخیره‌سازی آن‌ها گران است. این پسماند را می‌توان با تولید گاز متان یا گاز هضم بی‌هوازی (ADG) به روش هضم بی‌هوازی (تجزیهٔ میکروبی مواد آلی در غیاب اکسیژن)، به سوخت تبدیل کرد. بیشتر صنایع این گاز را با احتراق یا دفع آن در هوا، از بین می‌برند. بهره‌گیری از پیل‌های سوختی به‌طور فزاینده‌ای به استفادهٔ مؤثرتر و تمیزتر از گاز ADG کمک می‌کند و صرفه‌جویی قابل توجهی برای این صنایع درپی دارد. گاز به‌عنوان سوخت در پیل سوختی برای تولید الکتریسیته استفاده می‌شود که می‌توان از برق تولید شده در همان واحد صنعتی نیز استفاده کرد. در برخی ایالت‌های آمریکا، پیل‌های سوختی را به‌عنوان یک فناوری انرژی پاک و گاز هضم را به‌عنوان یک منبع سوخت تجدیدپذیر در نظر می‌گیرند.

داروسازی

مهندسی شیمی در همهٔ مراحل مختلف توسعهٔ محصولات دارویی دخالت دارد. دانشجویان این گرایش مهندس شیمی با طراحی، پیاده‌سازی، کنترل و بهینه‌سازی فرآیندهای دارویی انجام شده در هر مرحله، آشنا می‌شوند. به‌عنوان مثال طراحی فرآیندها و تجهیزات جدید که فرآیندهای فعلی را متحول می‌کند یا بهبود روش‌های داروسازی و داروسانی فعلی و ارائهٔ روش‌های جدید، بخشی از کاربرد مهندسی شیمی است.

تاکنون استفاده از پیل سوختی در این صنعت مطرح نبوده است؛ اما در سال‌های اخیر پژوهش‌هایی در این زمینه انجام شده است. گروهی از پژوهشگران با ترکیب روش‌های شیمی‌سنجی و استفاده از یک دستگاه پیل سوختی متانول کوچک که به‌عنوان حسگر تحلیلی استفاده می‌شود؛ توانستند ترکیبات آلی بسیار متفاوت از یکدیگر را از نظر کمی و کیفی تعیین کنند. در واقع، با پردازش داده‌های به‌دست آمده از پیل سوختی و با استفاده از روش‌های شیمی‌سنجی، می‌توان به‌طور مستقیم ترکیبات آلی را شناسایی و تشخیص داد. استفاده از این روش در صنعت دارویی و زیست‌پزشکی، سریع‌تر و ارزان‌تر از روش‌های مرسوم پیشین است.