



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
مجمع آموزش عالی کتآباد

گروه مهندسی شیمی

جزوه درس

آشنایی با مهندسی شیمی (کاربینی)

استاد مربوطه: دکتر نفیسه ینش

فصل اول

تعریف مهندسی شیمی و

اهمیت آن

۱-۱: مقدمه

آشنایی با تاریخچه تکوین هر رشته تحصیلی و بررسی دگرگونیها و تکامل آن رشته، ضمن ارج گذاری به زحمات پیشکسوتان، منجر به تبیین بهتر رشته مزبور می شود. در این فصل علاوه بر نگاهی گذرا به تاریخ شکل گیری رشته مهندسی شیمی، با بیان مختصری چارچوب و وظایف کاری یک مهندس شیمی و توانمندیهای این رشته ذکر می شود. پیدایش دیدی مناسب از مهندسی شیمی برای دانشجوی مبتدی، بدون شک منجر به تلاشی متناسب از سوی وی جهت کسب معلومات لازم خواهد شد.

۱-۲: تعریف مهندسی شیمی

تعریف هر علمی در آغاز آموزش آن موجب پیدایش ذهنیتی روشن از آن علم می شود. کمیته مهندسی شیمی ستاد انقلاب فرهنگی تعریف زیر را ارائه نموده است:

" مهندسی شیمی فن کاربرد علوم پایه جهت پیاده سازی فرآیندهای شیمیایی و فیزیکی در مقیاس صنعتی می باشد."

همچنین انجمن مهندسی شیمی آمریکا تعریف زیر را ارائه نموده است:

" مهندسی تلفیقی از به کارگیری اصول علم شیمی و فیزیک با توجه به جنبه های اقتصادی حاکم بر فرآیندهای مربوط به تغییر حالت، فرآیندهای ترکیبی و فرآیندهای انتقال انرژی می باشد."

تعریف اول از مفهوم روشن تری برخوردار است. با توجه به آن می توان گفت که مهندسی شیمی شاخه ای از مهندسی است که عملیات مربوط به تغییرات فیزیکی و شیمیایی مواد را طراحی و نظارت می کند.

۱-۳: تاریخچه مهندسی شیمی

ریشه های مهندسی شیمی به دوران باستان برمی گردد، زمانی که انسان ها برای استخراج فلزات، ساخت شیشه، تولید رنگ ها و مواد دارویی از روش های ابتدایی شیمی استفاده می کردند.

- قرن ۱۸ و ۱۹: انقلاب صنعتی باعث افزایش نیاز به فرآیندهای شیمیایی در مقیاس صنعتی شد (مانند تولید اسید سولفوریک و سودا).

- اوایل قرن ۲۰: مهندسی شیمی به عنوان یک رشته دانشگاهی مستقل شکل گرفت و مفهوم واحدهای عملیاتی (Unit Operations) معرفی شد.
- قرن ۲۱: این رشته فراتر از صنایع شیمیایی سنتی رفته و به حوزه‌هایی مانند نانو فناوری، بیوتکنولوژی، انرژی‌های تجدیدپذیر و مهندسی محیط زیست گسترش یافته است.

۱-۴: حوزه های اصلی مهندسی شیمی

۱. طراحی و توسعه فرآیندهای صنعتی

مهندسان شیمی فرآیندهای تولید مواد مختلف را طراحی و بهینه‌سازی می‌کنند. این فرآیندها شامل واکنش‌های شیمیایی، جداسازی، تصفیه و بسته‌بندی محصول نهایی است.

مثال‌ها:

- طراحی پالایشگاه‌های نفت و گاز
- تولید پلیمرها مانند پلاستیک‌ها و لاستیک‌ها
- سنتز داروها و مواد بیوشیمیایی

۲. انتقال جرم، حرارت و انرژی

یکی از اصول مهم در مهندسی شیمی، انتقال مواد و انرژی در سیستم‌های صنعتی است. این مفاهیم در طراحی مبدل‌های حرارتی، برج‌های تقطیر و رآکتورهای شیمیایی نقش کلیدی دارند.

کاربردها:

- خنک‌سازی نیروگاه‌ها و پالایشگاه‌ها
- طراحی سیستم‌های تبرید و تهویه مطبوع
- بهینه‌سازی فرآیندهای خشک کردن و استخراج مواد

۳. مهندسی واکنش‌های شیمیایی

در مهندسی شیمی، واکنش‌های شیمیایی به صورت صنعتی انجام می‌شود. طراحی رآکتورهای شیمیایی برای به حداکثر رساندن بازده و کاهش هزینه‌های تولید اهمیت زیادی دارد.

کاربردها:

- تولید کودهای شیمیایی مانند آمونیاک و اوره
- فرآیندهای پالایش نفت و گاز
- تولید مواد دارویی با استفاده از روش‌های کاتالیستی

۴. کنترل و شبیه‌سازی فرآیندها

امروزه مهندسان شیمی از نرم‌افزارهای مهندسی و روش‌های مدل‌سازی برای شبیه‌سازی و کنترل فرآیندها استفاده می‌کنند تا از بروز خطاهای صنعتی و هزینه‌های اضافی جلوگیری شود.

ابزارهای مورد استفاده:

- نرم‌افزار **ASPEN Plus** و **HYSYS** برای طراحی و شبیه‌سازی فرآیندهای شیمیایی
- **MATLAB** و **Simulink** برای مدل‌سازی و کنترل سیستم‌های صنعتی
- **DCS** و **SCADA** برای نظارت و کنترل خودکار فرآیندهای صنعتی

۵. مهندسی محیط زیست و پایداری

با توجه به نگرانی‌های زیست‌محیطی، مهندسان شیمی راه‌حلی برای کاهش آلاینده‌ها، بازیافت پسماندها و استفاده بهینه از منابع طبیعی ارائه می‌دهند.

کاربردها:

- تصفیه پساب‌های صنعتی و شهری
- کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای
- توسعه سوخت‌های زیستی و انرژی‌های تجدیدپذیر

۶. بیوتکنولوژی و نانوفناوری

مهندسی شیمی در توسعه فناوری‌های جدید مانند بیوتکنولوژی (استفاده از سلول‌ها و آنزیم‌ها در فرآیندهای صنعتی) و نانوفناوری (مهندسی مواد در مقیاس نانومتری) نقش مهمی دارد.

کاربردها:

- تولید داروهای نوین و واکسن‌ها
- مهندسی ژنتیک و تخمیر میکروبی برای تولید مواد شیمیایی
- استفاده از نانو کاتالیست‌ها در بهبود فرآیندهای صنعتی

۱-۵: صنایع مرتبط با مهندسی شیمی

۱. صنایع نفت، گاز و پتروشیمی

الف) پالایشگاه‌های نفت و گاز: مهندسان شیمی در پالایشگاه‌های نفت و گاز نقش مهمی در طراحی، بهره‌برداری و بهینه‌سازی فرآیندهای پالایش ایفا می‌کنند. فرآیندهای کلیدی شامل:

- تقطیر نفت خام: جداسازی هیدروکربن‌ها برای تولید بنزین، گازوئیل، نفت سفید و غیره.
- تبدیل کاتالیستی و شکست حرارتی: بهبود کیفیت سوخت‌ها و تولید مواد با ارزش‌تر.
- هیدروژناسیون و گوگردزدایی: کاهش آلاینده‌های محیط‌زیستی.

ب) صنایع پتروشیمی: پتروشیمی یکی از شاخه‌های مهم مهندسی شیمی است که در آن از نفت و گاز به‌عنوان مواد اولیه برای تولید مواد شیمیایی و پلیمرها استفاده می‌شود. محصولات مهم عبارتند از:

- پلیمرها: پلی‌اتیلن، پلی‌پروپیلن، PVC، نایلون، لاستیک‌های مصنوعی.
- مواد شیمیایی پایه: اتیلن، پروپیلن، بنزن، متانول، آمونیاک.
- حلال‌ها و مواد شیمیایی صنعتی: تولوئن، زایلن، استایرن.

ج) صنایع گاز و LNG

- فرآیند جداسازی و تصفیه گاز طبیعی.
- تبدیل گاز طبیعی به مایعات برای تولید سوخت‌های باکیفیت.
- فرایند مایع‌سازی گاز طبیعی برای حمل و نقل و ذخیره‌سازی.

۲. صنایع داروسازی و بیوتکنولوژی

الف) تولید دارو: مهندسان شیمی در صنعت داروسازی نقش اساسی در طراحی و بهینه‌سازی فرآیندهای تولید دارو دارند، از جمله:

- سنتز مواد دارویی: تولید آنتی‌بیوتیک‌ها، داروهای ضدسرطان، واکسن‌ها و هورمون‌ها.
- فرآیندهای تخمیر و زیست‌فناوری: برای تولید انسولین، پادتن‌ها و پروتئین‌های درمانی.
- کنترل کیفیت و ایمنی دارو

ب) بیوتکنولوژی و مهندسی زیستی: این حوزه شامل تولید محصولات زیستی با استفاده از سلول‌های زنده و آنزیم‌ها است، مانند:

- تولید آنزیم‌های صنعتی برای مواد شوینده و صنایع غذایی.
- زیست‌سوخت‌ها و زیست‌پلاستیک‌ها از منابع تجدیدپذیر.
- مهندسی ژنتیک و درمان‌های پزشکی نوین.

۳. صنایع غذایی و نوشیدنی: مهندسی شیمی در تولید و فرآوری مواد غذایی و نوشیدنی نقش مهمی دارد، از جمله:

- فرآوری مواد غذایی: تولید روغن‌های گیاهی، لبنیات، فرآورده‌های گوشتی.
- نگهداری و بسته‌بندی مواد غذایی با استفاده از فناوری‌هایی مانند خشک‌کن‌های صنعتی، انجماد سریع و بسته‌بندی‌های هوشمند.
- کنترل کیفیت و ایمنی غذا بر اساس استانداردهای HACCP و ISO
- تخمیر صنعتی برای تولید محصولات مانند ماست، پنیر، سرکه و نوشیدنی‌های تخمیری.

۴. صنایع پلیمر و مواد شیمیایی

الف) تولید پلیمرها و پلاستیک‌ها: مهندسان شیمی نقش مهمی در طراحی و تولید پلیمرهای پیشرفته دارند، مانند:

- پلی اتیلن و پلی پروپیلن برای بسته‌بندی.
- پلی استایرن برای عایق‌بندی.
- الیاف مصنوعی (پلی استر، نایلون، کولار) برای صنایع نساجی.
- پلیمرهای زیست‌تخریب‌پذیر برای کاهش آلودگی محیط‌زیست.

ب) صنایع رنگ، چسب و پوشش‌ها

- تولید رنگ‌های صنعتی و خانگی.
- فرمولاسیون چسب‌های قوی و مواد آب‌بند.
- پوشش‌های ضد خوردگی و سرامیکی برای صنایع مختلف.

۵. مهندسی محیط‌زیست و تصفیه آب و فاضلاب

الف) تصفیه آب و پساب صنعتی

- فرآیندهای شیمیایی و فیزیکی برای حذف آلاینده‌ها.
- اسمز معکوس و اولترافیلتراسیون برای تولید آب شیرین.
- استفاده از کاتالیزورها و فناوری نانو برای تصفیه کارآمدتر.

ب) مدیریت پسماندهای صنعتی و بازیافت

- بازیافت پلاستیک و فلزات از زباله‌های صنعتی.
- کنترل آلاینده‌های هوا در صنایع شیمیایی.
- استفاده از فناوری‌های سبز برای کاهش اثرات زیست‌محیطی.

۶. صنایع انرژی‌های نو و تجدیدپذیر

الف) تولید انرژی پاک

- بیودیزل و بیواتانول از ضایعات کشاورزی.
- سلول‌های سوختی هیدروژنی برای تأمین انرژی پایدار.
- تولید برق از انرژی خورشیدی و بادی با استفاده از مواد شیمیایی پیشرفته.

ب) بهینه‌سازی مصرف انرژی در صنایع

- بازیابی حرارتی در فرآیندهای صنعتی.
- استفاده از مواد عایق حرارتی پیشرفته.
- مدیریت انرژی در نیروگاه‌ها و پالایشگاه‌ها.

۷. صنایع تولید مواد شوینده و آرایشی-بهداشتی

الف) تولید شوینده‌ها و ضدعفونی‌کننده‌ها

- فرمولاسیون مواد شوینده خانگی و صنعتی مانند مایع ظرفشویی، صابون و شامپو.
- ساخت ضدعفونی‌کننده‌ها مانند الکل، کلر و پراکسید هیدروژن.

ب) تولید محصولات آرایشی و بهداشتی

- ساخت کرم‌ها، لوسیون‌ها و ضدآفتاب‌ها.
- فرمولاسیون مواد آرایشی مانند رژلب، ریمل و لاک ناخن.
- استفاده از فناوری نانو در تولید محصولات مراقبتی.

۱-۶: نتیجه گیری

مهندسی شیمی یکی از مهم‌ترین شاخه‌های مهندسی است که در صنایع مختلف از تولید انرژی و مواد غذایی تا داروسازی و محیط زیست کاربرد دارد. با پیشرفت فناوری و نیاز به توسعه پایدار، مهندسان شیمی نقش مهم‌تری در بهینه‌سازی فرآیندها، کاهش مصرف انرژی و کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی ایفا می‌کنند.