

FARAVARESH

پاییز ۱۴۰۳ |
شماره چهاردهم

نشریه فرآورش

نشریه علمی دانشکده مهندسی شیمی

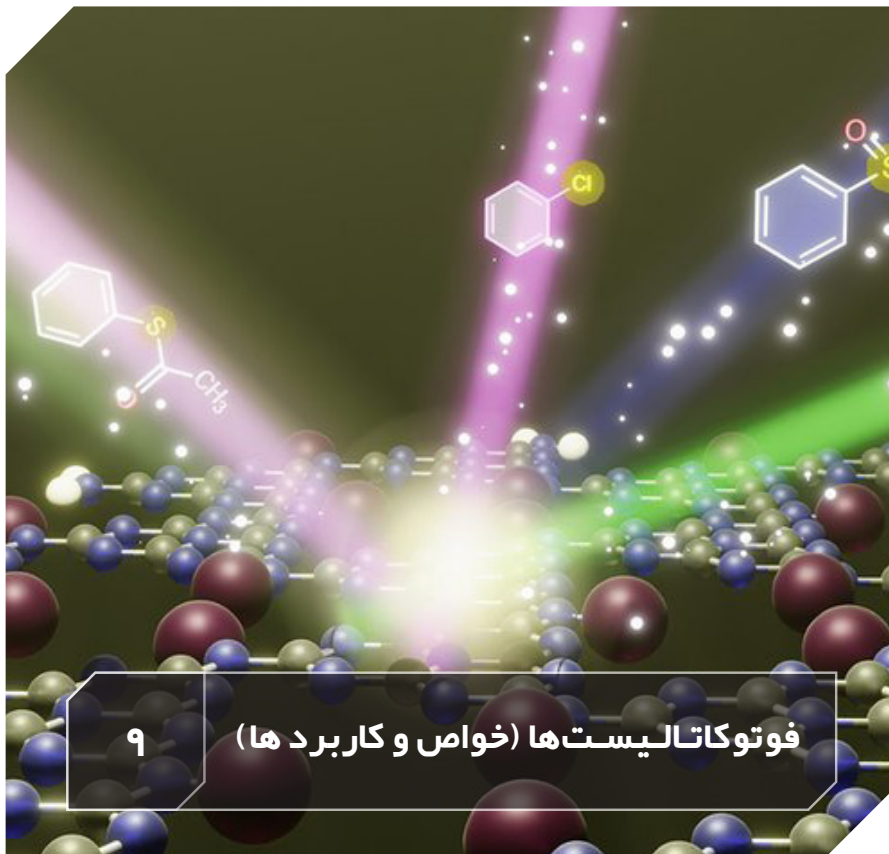


مطالب این شماره:



۱۳

مصاحبه با امیر سالار باقری



فوتوکاتالیست‌ها (خواص و کاربردها) ۹

اولفین‌ها در پتروشیمی

۱۴

ظهور هیدروژن سبز

۲۰

تشدید فرایند و راکتورهای دیسک چرخان

۲۸

هوش مصنوعی

۳۶

گفتگو صمیمانه با دبیر انجمن دوره ۱۶

۲

گفتگو صمیمانه با مسئولان حلقه گیبس

۴

بررسی جلبک‌های سبز در تهیه سوخت سبز

۶

مصاحبه با دکتر بیتا ضمیری

۱۲

FARAVARESH

نشریه فرآورش | پاییز ۱۴۰۳ | شماره چهاردهم

نشریه علمی-دانشجویی
دانشکده مهندسی شیمی
دانشگاه صنعتی امیرکبیر

سر دبیر:

عرفان مهری

مدیر مسئول:

پدرام یوسفی

ویراستاران:

زهرا رجائی و مریم پارسا قلاتی

صفحه آرایی و طراحی جلد:

علی شیرکرمی

نگارندگان و دست اندرکاران:

الناز قربانی، امید خسروی، امیر حسین باقری، امیر حسین هاشمی، امین رستمی، آوا نصیری، پدرام یوسفی، زهرا بهرامی، سودا نوحه‌خوان، سیده بهار اعلی‌پور، سینا مددکار، طهورا قاسم‌زاده، علی عباسی کوهنجانی، علی فرقانی، کیمیا کاویانی، مریم کاظمی نجف‌آبادی، ملینا محمدی، نیکو دکامین



سخن سردبیر



۲۲ مصاحبه با دکتر بابک بنکدار پور

زیبت انسان در سه چیز است: علم، محبت و آزادی.

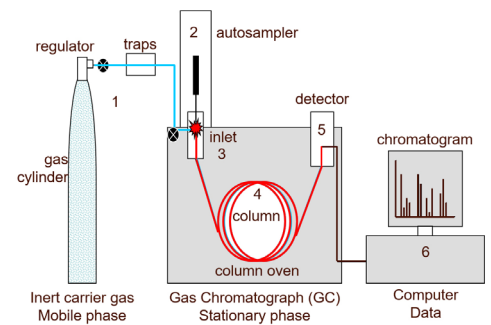
افلاطون

بسیار خرسندیم که فرصت دوباره‌ای برایمان فراهم شد تا بتوانیم شماره‌ای جدید از نشریه انجمن علمی مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر را تحت عنوان (نشریه فرآورش) خدمت شما ارائه دهیم.

در این نسخه به همت اعضای انجمن علمی دانشکده مهندسی شیمی و سایر دانشجویان عزیز در تلاش بر آن بوده ایم که بتوانیم با ارائه نسخه‌ای جذاب و متفاوت تر از همیشه شما خواننده محترم را به وجد آوریم. همواره عبور از فراز و نشیب‌های مسیری که از مدتها پیش حرکت در آن آغاز شده بسیار دشوار بوده و با توجه به اهداف عالی پیشرو پیچ و خم‌هایی نیز به این مسیر اضافه شده اما با همت و همراهی دوستان و همکارانم در هیئت تحریریه بسیاری از سختی‌های این مسیر بر ما هموار شد و تمامی تلاش ما بر این بود مطالبی را در عین داشتن کیفیت در محتوا و مفید بودن آن برای دانشجویان فهیم دانشکده مهندسی شیمی فراهم آورده و در اختیار مخاطبین محترم قرار دهیم. اما با توجه به اینکه هدف ما در انجمن علمی مهندسی شیمی و هیئت تحریریه نشریه فرآورش این است که بتوانیم همواره با بهترین، مفیدترین و بروزترین مطالب در خدمت دانشجویان باشیم تلاش کردیم تا در شماره چهاردهم این نشریه با افزایش دادن مطالب و حفظ کیفیت آن تا حدی به این هدف جامه عمل بپوشانیم. با توجه به آن که در فعالیت‌های دانشجویی همواره کاستی‌هایی وجود دارد و ما نیز از این قائده مستثنی نیستیم، مشتاقانه از انتقادات و پیشنهادات دانشجویان و اساتید فرهیخته دانشکده مهندسی شیمی استقبال کرده و همچنین از تمامی آنها دعوت می‌کنیم که علاوه بر حضور و در میان گذاشتن مسائل و مشکلات موجود از طریق پل‌های ارتباطی انجمن علمی، ما را در رسیدن به اهداف عالی و به ثمر رساندن رسالت علمی خود همراهی و راهنمایی نمایید.

هرچند از جبران زحمات همراهانم در تدوین این نشریه قاصر هستم اما بر خود لازم میدانم که در پایان از تمامی دوستان دانشجویی که در تدوین این شماره از نشریه نهایت همکاری و همراهی را کردند، کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم.

عرفان مه‌ری
سردبیر شماره چهاردهم



۲۶ کروماتوگرافی گازی



۳۳ میکار چیست؟



گفتگو و صمیمانه با دبیر انجمن دوره ۱۶: آقای پدram یوسفی



انجمن علمی دوره ۱۶ انگار یک کشتی بود که با تلاش‌های فراوان بچه‌های این دوره راه افتاد تا به اینجا رسید.

این‌گونه سراغ من آمد: «به خاطر دارم در دومین جلسه‌ای که با دکتر ذکایی داشتیم، ایشان راجب اثر مرکب صحبت کردند و بعد آن جلسه من با مشورت از دکتر به این فکر رسیدم که دوره کتاب خوانی داشته باشیم و درواقع این حلقه کتاب خوانی با کمک‌های خوب آقای امیرحسین بداغی در طی گذر زمان آنقدر اصلاح شد و تغییر پیدا کرد تا سرانجام به همین گیسی که مشاهده می‌کنید، تبدیل شد.»

همچنین ما تعدادی جلسات را به نام شورای عمومی دانشکده تشکیل دادیم که ایده آن هم این‌گونه به وجود آمد: «روزی من به جلسه شورای عمومی انجمن علمی کیمیا رفتم و این ایده به سرعت به ذهنم رسید و سریع آن را گسترش دادیم؛ اکنون به جلسات دوره‌می یا جلسات شورای عمومی تبدیل شده است که یک مجموعه خاص و جدا است و کانال مخصوص به خود را دارد. راه اندازی این گروه برای این بود که ما با دانشکده بتوانیم ارتباط بیشتری برقرار کنیم و همچنین مختص انجمن علمی و کسانی که دغدغه این را دارند که با انجمن در ارتباط باشند، می‌باشد.»

همچنین ما در دوران کرونا نیز، تعداد زیادی تولید محتوا داشته‌ایم. به‌طوری که هر پنجشنبه راجب یک فرایند صنعتی، محتوا تولید و پست می‌کردیم. در همین راستا، کانال یوتیوب انجمن را تاسیس و اداره کردیم. همچنین ما اولین و پربازدیدترین رویداد امیرکبیر، به نام مدیریت خشم را به صورت آنلاین برگزار کردیم. این دوره مدیریت خشم به صورت آنلاین حدوداً ۱۲۰۰ شرکت‌کننده داشت. درواقع از یک جایی به بعد دیگر رویدادی نبود که در آن دغدغه عضو داشته باشیم. دغدغه مند بودیم نه برای خود، بلکه نگرانی ما برای تمام دانشجویان دانشکده بود. درواقع

۱- انجمن علمی مهندسی شیمی چیست و از چه کسانی تشکیل می‌شود و به چه منظور است؟

انجمن علمی مهندسی شیمی تقریباً از سال ۶۹ با سه نفر دکتر ذکایی، دکتر کارگری و دکتر رحمانی از اساتید دانشگاه امیرکبیر افتتاح شد و بعداً اسم این نهاد با تشکیل اداره مرکزی به انجمن علمی تغییر پیدا کرد. انجمن علمی بیشتر یک نهاد دانشجویی هست و عمده توجه آن به مسائل علمی هست و درواقع انجمن صنفی و یا فرهنگی نیست. هدف این انجمن از همان روزهای اول تأسیس این بود که ارتباط دانشجویان و دانشکده مهندسی شیمی را با صنعت بیشتر کند. همچنین به این فکر بودند که مهارت‌هایی را به دانشجویان یاد بدهند که در کلاس درس به آن‌ها آموزش داده نمی‌شود.

۲- شما به عنوان دبیر سابق انجمن فعالیت‌های علمی دوره شانزدهم را چگونه می‌بینید؟

درواقع دید من این‌گونه هست که انجمن علمی دوره ۱۶ درواقع دوره خیلی خوبی بود. به قول یکی از بچه‌های انجمن علمی آقای عباسی، بهترین انجمن قرن شد. می‌توان گفت ما همه کاری در حوزه خودمان انجام داده‌ایم. درواقع صد خودمان را گذاشتیم. ما مهارت و دوره‌هایی که قرار بود انجام دهیم را به تأخیر نینداختیم و از هیچ تلاشی دریغ نکردیم.

یکی از کارهای خوب ما نشریه دامکولر می‌باشد که برای اولین بار در انجمن دوره ۱۶ منتشر شد. همچنین حلقه مطالعاتی گیسی راه اندازی شد، که فکر می‌کنم بزرگ‌ترین دستاورد ما بود. جالب است بدانید که ایده این طرح

۴- در آخر برای افرادی که با انجمن آشنایی ندارند، چه توصیه‌ای دارید؟ آیا شرکت در فعالیت‌های انجمن را پیشنهاد می‌کنید؟

توصیه‌ای که دارم این است که فراموش نکنید بچه‌ها فعالیت‌های انجمن برای پول درآوردن نیست. به این دلیل نیست که از شما و دیگران پولی دریافت بشود. در دوره ۱۶ فکر می‌کنم هیچ کدام از بچه‌های انجمن به این فکر نکردند مبلغی هرچند کم برای خود بردارند، همیشه به این فکر بودند کاری کنند که دانشجویها راضی باشند. انجمن علمی ما جایی هست که در آن حمایت بی‌قید و شرط را می‌بینید. افراد انجمن شبانه‌روز فکر می‌کنند و از شما حمایت می‌کنند بدون اینکه شما در جریان باشید. بله! کارهای انجمن واقعاً این‌گونه است، بچه‌ها بدون دریافت پاداشی در تلاش برای یادگیری‌های آسان‌تر و کمک به رشد علمی شما هستند. بنابراین من حتماً به شما توصیه می‌کنم که در فعالیت‌ها و دوره‌های انجمن شرکت و نهایت استفاده را کنید.

سخنی که در آخر دارم این است که انجمن علمی مخصوصاً انجمن علمی مهندسی شیمی دارد به یک موسسه عالی علمی تبدیل می‌شود و این کشتی‌ای که راه افتاده است، پتانسیل پیشرفت و موفقیت‌های بیشتر را دارد. امیدم برای دوره‌های بعدی این است که این کشتی را حفظ کنید و برای بقا در آن بجنگید، زیرا دریای رو به روی شما طوفانی است.

ممنون از توجهتان، روزگار خوش.

الناز قربانی



ما به دنبال نفر اول شدن نبودیم، همان‌طور که در دوره قبلی هم این‌گونه نبود، بلکه دنبال این بودیم که بهترین خودمان را نشان دهیم. اگر اولویت تک تک بچه‌های انجمن این نبود، قطعاً به جایگاه الان نمی‌رسیدیم. شاید باورتان نشود اما خبرگزاری‌ها با ما تماس می‌گرفتند که آیا امکانش هست ما برنامه‌های شما را به اشتراک بگذاریم؟! خب، این یعنی قدرت انجمن علمی مهندسی شیمی!

دید کلی من این‌گونه هست که انجمن علمی دوره ۱۶ انگار یک کشتی بود که با تلاش‌های فراوان بچه‌های این دوره راه افتاد تا به اینجا رسید. امید است در دوره جدید اتفاقات خوب و مفید بیشتری رخ بدهد.

۳- اهداف و دستاوردهای این دوره چگونه بوده است؟

هدف اصلی ما در انجمن علمی ارتباطات بوده است که فکر می‌کنم در این زمینه موفق بوده ایم. ارتباطاتی که توانستیم شکل بدهیم خیلی خوب و مفید بود؛ درواقع باعث شد انجمن ما به انجمن علمی برتر تبدیل شود. ما موفق شدیم کاری کنیم که دانشکده‌های دیگر هم به فکر بروند. درواقع این رقابت باعث شد انجمن‌های علمی دانشکده‌های دیگر هم شروع به کار کنند. ما توانستیم بین اعضای دانشکده مخصوصاً ورودی‌های دوره خودمان دغدغه و پویایی را، زیاد کنیم.

خانواده ما



گفتگو صمیمانه با مسئولان حلقه گیبس:

خانم حانیه یوسفی آزاد و خانم ساجده مقدم فر



۱- تعریف شما از حلقه مطالعاتی گیبس چیست و به چه منظوری است؟

برای تعریف حلقه گیبس می‌توانیم به ایجاد بستری برای دانشجویان که با مشارکت خودشان آن را اداره می‌کنند، اشاره کنیم. در این بستر هدف ارتقا دانش و مهارت‌های لازم برای دانشجویان مهندسی شیمی هست که با تعامل و انجام کار گروهی در حلقه‌ها محقق می‌شود. لازم است بگوییم در گیبس، برای پوشش حداکثری مباحث و ایجاد تعامل بیشتر حلقه‌های مختلفی رو تعریف کرده‌ایم که هرکدام از این گروه‌ها به یک مجموعه از مباحث و یا مهارت‌ها، می‌پردازد. همچنین با توجه به این که این برنامه‌ها گروهی و دانشجوی محور است، این امکان برای شرکت‌کننده‌ها فراهم می‌شود تا هم از تجربیات مختلف و مهارت‌های مختلف بقیه دانشجویان بتوانند استفاده کنند و هم نظرات خودشان را به اشتراک بگذارند. این مدل تعامل بین دانشجویان باعث می‌شود علاوه بر دانشی که از کلاس‌های درسی دریافت می‌کنند، بتوانند از دیدگاه متفاوت تری به مسائل نگاه کنند و با درمیان گذاشتن نظرات خودشان و یا عمیق شدن در موضوعات مختلفی که شاید حتی سر کلاس فرصت مطرح شدنشان پیدا نشود، همین‌طور با راهنمایی و استفاده از تجربیات دیگر دانشجویان، خودشان مسیر جدیدی رو در یادگیری به وجود بیاورند. به‌طور کلی حلقه مطالعاتی گیبس بستری برای رشد جمعی دانشجویان است، هرچقدر مشارکتشان و اشتیاقشان نسبت به ارتقا فردی و جمعی بیشتر باشد، نتیجه‌های بهتر و حلقه‌های پویا تری را خواهیم داشت.

۲- دستاوردها و تجربیات شما در این زمینه تاکنون چگونه بوده است؟

در دوره اول سعی شد، برای تقریباً تمامی دروس مهندسی شیمی بخصوص دروس اصلی، کلاس برگزار شود. این کلاس‌ها در دوره اول، بیشتر جنبه رفع اشکال و یادگیری مباحث درسی رو داشت. سعی کردیم تا جای ممکن افراد مختلفی در برگزاری کلاس‌ها مشارکت داشته باشند که با بیان‌های متفاوت مباحث ارائه شود و همچنین این حلقه‌ها به‌صورت پیوسته تشکیل شود و با برنامه‌های مختلف هماهنگی داشته باشد، که خب نتایج و بازخورد‌های خوبی هم از دانشجویان شرکت‌کننده داشتیم. سؤالات مهمی در دوره‌ها حل می‌شد که نتیجه تجربه خود دانشجویان در ترم‌های قبل بود و خب، بازخورد خوبی هم داشتند. به‌طور کلی بعضی حلقه‌ها استقبال بیشتری داشتند و هفتگی تشکیل می‌شدند، مخصوصاً نزدیک به دوره امتحانات این استقبال بیشتر می‌شد.

۳- در این حلقه چه درس‌ها و مباحثی پوشش داده می‌شود؟ کمی توضیح دهید.

به‌طور کلی حلقه مطالعاتی گیبس دارای ۱۵ گروه اصلی است و به شکلی تقسیم بندی شده‌اند که شامل دروس اصلی مهندسی شیمی هستند. دروسی که به هم مرتبط‌اند و یا در یک مسیر هستند را تقریباً داخل یک گروه قرار دادیم؛ علاوه بر آن، آزمایشگاه‌ها و کارگاه‌ها نیز هستند. آزمایشگاه‌هایی که مربوط به درس خودشان هست را در آن گروه‌ها قرار دادیم و گروه جدا ندارند.

برای کارگاه‌ها هم یک گروه داریم که شامل کارگاه‌هایی است که در طول مباحث درسی داریم و کارگاه‌هایی

دانشجو‌ها با موضوعات مهندسی شیمی آشنایی ندارند و دنبال کسی می‌گردند که برای آن‌ها توضیح دهد، حلقه گیبس بهترین گزینه می‌باشد. زیرا وقتی این کارگاه‌ها برگزار می‌شود، می‌تواند بچه‌ها را راهنمایی کند که به چه موضوع‌هایی علاقه مند هستند، چه مباحثی وجود دارد، چه پروژه‌هایی انجام شده است و چه تجربیاتی هم در زمینه کاری، و هم در زمینه تحقیقاتی وجود دارد. همه این موضوع‌ها برای دانشجویان می‌تواند مفید باشد. همچنین انگیزه‌ای و علاقه‌ای برای شرکت کردن در آن ایجاد می‌کند.

۵- اهداف حلقه مطالعاتی گیبس در دوره جدید چگونه خواهد بود؟

در رابطه با اهداف، همان‌طور که اشاره شد، این حلقه بستری برای رشد جمعی و فردی دانشجویهاست. چه دانشجویانی که سرپرستی برگزاری حلقه‌ای رو به عهده می‌گیرند و چه دانشجویانی که در این حلقه‌ها شرکت می‌کنند. مهارت‌های مختلفی از جمله گفتگو و کارگروهی، مهارت ارائه دادن و حل مسئله، همچنین دیگر مهارت‌های نرم و یا کاربردی در مهندسی شیمی علاوه بر دانش آکادمیک آن‌ها تقویت خواهد شد، این فضای دوستانه و صمیمانه تر بین دانشجو‌ها، بستر مناسبی برای ارتقا آن‌ها خواهد بود و امیدواریم از این فرصت نهایت استفاده رو در کنار هم داشته باشیم. در دوره قبل که اولین دوره تشکیل این حلقه بود، برخی از اهداف اصلی محقق شدند و تصمیم داریم در دوره جدید، علاوه بر ارائه عملکرد بهتر در دوره‌های آموزشی و درسی، سعی کنیم دوره‌هایی مهارت محور و کاربردی نیز داشته باشیم تا بتوانیم از تجربیات همدیگر در زمینه‌های مختلف استفاده کنیم که بازدهی بهتری در انجام پروژه‌های درسی و صنعتی در حال و آینده داشته باشیم. همچنین سعی بر این است که بتوانیم برنامه‌ریزی منظم‌تری به صورت هفتگی داشته باشیم تا در دوره‌های مختلف برنامه‌ها با توجه به اهداف حلقه پوشش داده شوند و حلقه مطالعاتی پویاتر و کاربردی‌تری کنار هم تشکیل بدهیم.

باتشکر، روزتون خوش.

الناز قربانی



که خیلی کاربردی و مفید هستند، می‌شود. علاوه بر آن کارگاه‌های ما، مهارت‌هایی مثل نحوه درست کردن پاورپوینت یا نحوه درست ارائه دادن را هم شامل می‌شود. تعدادی گروه‌های اصلی داریم که مهارتی هستند مثل گروه زبان که هم زبان مورد نیاز دروس مهندسی شیمی هست و هم زبان عمومی را شامل می‌شود. یک گروه دیگر هم وجود دارد که بیشتر هدف آن برگزاری جلساتی کاربردی است که بچه‌ها حضور پیدا کنند و از تجربیاتشان توضیح دهند و یا مباحث جذاب مهندسی شیمی که راجب آن‌ها پروژه انجام دادند را بیان کنند. این کار باعث می‌شود دانشجویان هم یک دیدی نسبت به رشته خود پیدا کنند، هم موضوعات مختلف مهندسی شیمی بیان شود و دانشجو‌ها بتوانند از تجربیات دیگران به خوبی استفاده کنند.

یک گروه دیگر المپیاد است، که در واقع مربوط به المپیاد مهندسی شیمی می‌باشد. چون در این گروه‌های جدید که تعریف شده است، بیشتر سعی شده مفاهیم مرتبط و موضوعاتی که در یک دسته می‌گنجد رو یکجا جمع کند، اسمشان مرتبط با همین موضوعات و مفاهیم از افراد برجسته در آن حوزه انتخاب شده است. به‌طور مثال گروه مک‌کیب دروسی مثل انتقال جرم، عملیات‌های جداسازی ۱ و ۲ و بخشی از آزمایشگاه مهندسی شیمی ۳ که به عملیات جداسازی مرتبط هست را شامل می‌شود.

۴- به‌طورکلی شرکت در این حلقه را به دانشجویان توصیه می‌کنید؟ چه مزیت‌هایی دارد؟

در واقع گیبس یک کارگروهی دانشجویی هست و قطعاً به شرکت کردن در آن توصیه می‌شود. چون علاوه بر اینکه بچه‌ها در کلاس‌های اساتید هستند و مباحث را یاد می‌گیرند، تدریس یار دارند و حل سؤال برای آن‌ها انجام می‌شود. اینکه با یک بیان دیگر هم از طرف خود دانشجویانی که با این درس‌ها درگیر بودند، آموزش ببینند و از تجربیات آن‌ها استفاده کنند، خیلی کاربردی و مفید می‌تواند باشد. به این صورت است که حالت کارگاهی دارد و بسیار گفت و گو محور است و تعامل در آن بیشتر است. همچنین مواقعی که

بررسی جلبک‌های سبز در تهیه‌ی سوخت‌سبز

نگارندگان: ملینا محمدی، آوا نصیری و سینا مددکار

مقدمه:

گرم شدن تدریجی زمین، مصرف بی‌رویه از سوخت‌های فسیلی و رو به پایان بودن منابع آن‌ها، ازدیاد قیمت، آلودگی‌های زیست محیطی و تولید گازهای گلخانه‌ای و اثرات مخرب آن، همگی سبب شدند تا اذهان دانشمندان را به سوی تولید سوختی تجدیدپذیر سوق دهند. بیودیزل به عنوان سوختی با کمترین میزان آلودگی، تخریب و تجدیدپذیر شناخته شده است. در بین منابع تولید بیودیزل، جلبک به علت محتوای بالای چربی و رشد سریع، جایگاه ویژه‌ای را کسب کرده است. در ادامه به بررسی جلبک‌ها و ریز جلبک‌ها در راستای تولید سوخت سبز و بیودیزل می‌پردازیم.

کلمات کلیدی: بیودیزل، ریز جلبک، اسید چرب، استخراج چربی، سیال آلی، روش آنزیمی، سیال فوق بحرانی

بیودیزل چیست؟

یک نوع سوخت غیر سمی، ایمن، تجدیدپذیر و تجزیه‌پذیر است که از منابع طبیعی نظیر روغن‌های گیاهی، روغن پسماند غذایی، چربی حیوانات و جلبک‌ها بدست می‌آید. این سوخت را می‌توان با گازوئیل مخلوط و در خودروهای گازوئیل سوز به کار برد. نتیجه‌های مثبت به کار بردن زیست دیزل در کاهش آلودگی هوا از سوی سازمان‌های معتبر جهانی تأیید شده است.

ریز جلبک‌ها: ریز جلبک‌ها بزرگترین میکرو ارگانیسم‌های اتوتروفیک با زندگی گیاه مانند در جهان هستند. ریز جلبک‌ها از طریق سنتز زندگی می‌کنند و به دلیل نرخ رشد بالای خود به سرعت می‌توانند مقادیر قابل ملاحظه‌ای چربی را نسبت به گیاهان زمینی جمع‌آوری کنند و هم‌زمان با تغییر مسیرهای بیوسنتتیک برای ذخیره‌سازی به عنوان چربی‌های طبیعی استفاده شوند. روغن ریز جلبک‌ها و زیست توده مصرفی، به عنوان مواد اولیه و منابع بالقوه خوب برای بیودیزل پیشنهاد شده است. انرژی ذخیره شده در چربی موجود در ریز جلبک‌ها دو برابر اتم‌های کربن در کربوهیدرات‌ها است، که به طور مستقیم به دو برابر انرژی سوختی تبدیل می‌شود و در نتیجه ریز جلبک‌ها بیشتر از گیاهان زمینی برای تولید سوخت‌های زیستی مناسب هستند.

ترکیب چربی ریز جلبک‌ها: اسید چرب اساس تشکیل بسیاری از مولکول‌های چربی است.

یک اسید چرب از یک گروه آب دوست کربوکسیلیک اسید که به یک زنجیره هیدروکربنی متصل می‌باشد، تشکیل شده است. دو مشخصه اصلی اسیدهای چرب تعداد پیوندهای دوگانه و طول زنجیره هیدروکربنی آن‌هاست. در واقع اساس اشباع یا غیراشباع بودن اسیدهای چرب، وجود یا عدم وجود پیوند دوگانه در زنجیره هیدروکربنی آنهاست. چربی‌های سلول ریز جلبک به دو دسته قطبی و غیرقطبی تقسیم می‌شوند. چربی‌های غیرقطبی وظیفه ذخیره‌سازی انرژی را به عهده دارند اما چربی‌های قطبی معمولاً در ساختمان ریز جلبک ایفای نقش می‌کنند؛ به عنوان مثال برخی از چربی‌های قطبی در ساختمان غشا سلولی حضور دارند. در تهیه بیودیزل‌ها، تنها بخشی از چربی‌های خنثی (غیرقطبی) مناسب می‌باشند. چربی‌های خنثی درون سلول ریز جلبک شامل اسید چرب آزاد و آسید گلیسرول (گلیسیریدها) و برخی از انواع غیرگلیسیریدی مانند کربوهیدرات‌ها، استرول‌ها، کتون‌ها و پیگمن‌ها است که از میان آن‌ها فقط گلیسیریدها برای تولید بیودیزل استفاده می‌شوند. به هنگام استخراج چربی، محتویات درونی ریز جلبک خارج می‌شود که عموماً ترکیبی از چربی‌های غیرقطبی و قطبی و سایر مواد مانند پروتئین‌ها خواهد بود. از این رو باید چربی‌های غیرقطبی را که در تولید بیودیزل استفاده می‌شود، خالص‌سازی کرد.

ریز جلبک‌های مناسب برای تهیه بیودیزل: ریز جلبک‌هایی مانند دونالیلا، کلرلا، اسپرولینا، کریتوکاندیدوم، کیل پندروتسا، ایزوکروسیس، ناننوجلروسیس، نئوکلرویس، نیتزسچیا، فائوداکتیلوم و فائوداکتیلومشیزوچیتریوم برای تولید بیودیزل‌ها استفاده می‌شود.

انواع روش‌ها استخراج چربی:

۱) استخراج با یک سیال آلی: ابتدایی‌ترین روش استخراج، استخراج با سیالی آلی می‌باشد و عموماً روش‌های دیگر برای تسهیل فرایند استخراج و کاهش هزینه‌ها و سیال مصرفی به کار می‌روند. به کمک یک سیال آلی که معمولاً متانول، استون و هگزان است، از طریق غشای سلولی به داخل سلول نفوذ کرده و چربی را در خود حل می‌کند و دوباره خارج می‌گردد. اختلاف غلظت پیش آمده منجر به انتقال جرم می‌شود. امروزه از ترکیب یک سیال قطبی و غیرقطبی برای استخراج استفاده می‌کنند؛ زیرا استفاده تنها یک از سیال آلی غیرقطبی، منجر به استخراج بخشی از چربی خنثی می‌شود که درون سلول قرار دارد. بخشی از چربی‌های خنثی به صورت یک کمپلس با چربی‌های قطبی و پروتئین‌ها در غشا سلولی وجود دارند. از این رو استفاده از یک سیال قطبی در کنار یک سیال غیرقطبی می‌تواند به استخراج چربی‌های موجود در غشا و ساختمان سلولی کمک کند. یک سیال ایده‌آل برای استخراج باید ویژگی‌هایی مانند نامحلول بودن در آب، قدرت بالا در انحلال محتویات سلولی، نقطه جوش پایین (به منظور جداسازی راحت سیال از محتویات درون سلول) و اختلاف دانسیته ی زیاد با آب داشته باشد که با در نظر گرفتن این موارد، هگزان مناسب‌ترین سیال است.

۲) روش آنزیمی: استفاده از آنزیم به عنوان روشی غیرمکانیکی مطرح است. معمولاً استفاده از آنزیم با تخریب دیواره سلولی عمل می‌کند و سپس امکان استفاده از آن به عنوان یک سیال استخراج‌کننده فراهم می‌شود. روش‌های آنزیمی بیشتر در استخراج روغن از دانه‌های گیاهی مانند گل‌گاوزبان استفاده می‌شود. در این روش نکته‌ی بسیار مهم شناخت دقیق گونه‌ی ریز جلبک و مطالعه ساختار غشا سلولی آن است، زیرا به این صورت است که می‌توان آنزیمی مناسب برای این امر به کار برد.

۳) استخراج به کمک سیال فوق بحرانی: یک سیال فوق بحرانی هنگامی بدست می‌آید که دما و فشار سیال از دما و فشار بحرانی آن بیشتر شود. امروزه کربن دی‌اکسید به عنوان بهترین گزینه مطرح است؛ زیرا دما و فشار بحرانی پایینی دارد و هزینه اصلی در فوق بحرانی ساختن یک سیال فرایند فشرده‌سازی است.

برخی از دلایلی که منجر شده است محققین استفاده از سیال بحرانی را بهترین روش بدانند:

۱- قدرت انحلال قابل تنظیم: قدرت حلالیت یک سیال فوق بحرانی تابعی از چگالی آن است که آن هم تابعی از دما و فشار می باشد. همچنین می توان قدرت حلالیت آن را طوری تنظیم کرد که فقط چربی های خنثی را خارج کند.

۲- انتقال جرم مطلوب: سیال فوق بحرانی خواصی بین گاز و مایع دارد. ضریب انتقال جرم گازها بر حسب $\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ در بازه ۱ تا ۱۰ و ضریب انتقال جرم مایعات در نزدیکی $0/001$ است. با توجه به خواص بین فازی سیال فوق بحرانی، ضریب انتقال جرم آن نسبت به مایعاتی که در استخراج به کمک سیال آلی استفاده می شود، بیشتر بوده و بر حسب $\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ $0/01$ تا $0/1$ است.

۳- خالص سازی راحت چربی بدست آمده: هنگامی که فرایند استخراج صورت گیرد، اگر دما و فشار به دما و فشار محیط بازگردد، کربن دی اکسید به صورت گازی از محتویات سلول خارج می شود و چربی به دست آمده بسیار خالص است.

با توجه به مزایای موجود در روش استخراج به کمک سیال فوق بحرانی، این روش به عنوان یکی از گزینه های اصلی در مقیاس صنعتی مطرح گردیده است. با این وجود برخی از معضلات استفاده از این روش همچون تامین منبع کربن دی اکسید، به شدت انرژی بر بودن فرایند و هزینه های عملیاتی، موانعی بر سر راه صنعتی شدن این فرایند هستند.

تبدیل چربی به بیودیزل: چربی استخراج شده از ریز جلبک علاوه بر گلیسیریدها دارای چربی های قطبی و چربی های غیر قطبی غیر گلیسیریدی مانند اسید چرب آزاد، کربوهیدرات ها، استرول ها و کتون ها است. برای تولید بیودیزل فقط گلیسیریدها استفاده می شوند، از این رو نیاز به خالص سازی وجود دارد. فرایند تولید بیودیزل از چربی با الکل ها وارد واکنش می شود که منجر به تولید استر آلکیلی اسید چرب می گردد. این فرایند یک فرایند کاتالیستی است که معمولا به دلیل سرعت بالاتر واکنش کاتالیزوری بازی، از کاتالیزورهای بازی استفاده می شود. در این فرایند کاتالیزور سبب شکسته شدن پیوند استری در گلیسیرید می شود و اسید چرب آزاد شده با الکل (معمولا متانول) واکنش داده و تولید استر متیل اسید چرب یا همان بیودیزل می کند. بعد از کامل شدن واکنش، مخلوط بدست آمده از واکنش شامل بیودیزل، گلیسرول، کاتالیزور، متانول اضافی و چربی هایی که در واکنش شرکت نکرده اند، خواهد بود. به طور معمول و در آزمایشگاه برای جداسازی روشی دو مرحله ای استفاده می شود. ابتدا با ساکن کردن مخلوط واکنش دو فاز تشکیل می شود. محتوای اصلی فاز پایینی، گلیسرول است. پس از دکانته کردن، فاز بالایی شسته می شود تا کاتالیزور و متانول کاملا شسته شوند. نهایتا بیودیزل را از چربی ها جدا می کنند.

فوتوکاتالیست‌ها (خواص و کاربردها)

نگارندگان:
علی عباسی کوهنجانی،
امیرحسین باقری و
سیده بهار اعلمی پور

مقدمه:

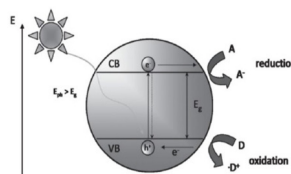
در سال ۱۹۷۲ فوجیشیما و هوندا فتولیز آب را بر روی الکتروکاتالیست TiO_2 به عنوان پاسخی به افزایش مداوم کمبود انرژی و آلودگی محیطی ناشی از صنعتی شدن و رشد جمعیت در سال ۱۹۷۰ کشف کردند. کشف آن‌ها به عنوان رویداد برجسته ای شناخته شد که بررسی تبدیل انرژی فوتونی را با روش های فوتوکاتالیستی تحریک کرد. با توجه به رشد جمعیت، صنعتی شدن بالا و پیشرفت در فناوری های کشاورزی، تا قرن بیست و یکم، کمبود انرژی و آلودگی محیط زیست همچنان چالش برانگیز است. در دهه های اخیر، فوتوکاتالیست به یکی از امیدوارکننده ترین ها تبدیل شده است.

“فوتوکاتالیست” به عنوان ماده ای تعریف می شود که با جذب فوتون، فعال می شود و قادر به تسریع یک واکنش بدون مصرف شدن است. فوتوکاتالیست‌ها همیشه نیمه هادی هستند. چندین نیمه هادی مانند (ZnS) ، (TiO_2) ، (ZnO) ، (Fe_2O_3) ، (CdS) به عنوان فوتوکاتالیست در تصفیه آلاینده های محیطی مانند متان (CH_4) ، هیدروژن (H_2) ، اسید فرمیک (HCOOH) ، فرمالدئید (CH_2O) و متانول $(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})$ استفاده می شود.

مکانیسم اساسی نیمه هادی فوتوکاتالیستی

وقتی فوتون نور، فرودی با انرژی برابر یا بزرگتر از انرژی گاف نواری به نیمه هادی برخورد می کند، الکترون های نوار ظرفیت (VB) برانگیخته می شوند و به نوار رسانایی (CB) می روند، تعداد مساوی از حفرات نوار ظرفیت (VB) باقی می ماند. الکترون برانگیخته شده با نور، (e^-) و حفره ها (h^+) به ترتیب در (CB) و (VB) به سطح نیمه هادی حرکت می کنند. همان طور که در شکل زیر مشاهده می شود، در سطح نیمه هادی فوتوکاتالیست است که در آن احیا و اکسیداسیون گیرنده الکترون و دهنده الکترون به ترتیب انجام می شود. مکانیسم فوتوکاتالیستی با معادلات زیر خلاصه می شود:

1. $\text{Semiconductor} + h\nu \rightarrow e^- \text{CB} + h^+ \text{VB}$
2. $e^- \text{CB} + A \rightarrow A^-$
3. $h^+ \text{VB} + D \rightarrow .D^+$



تصفیه هوا و حذف بوهایی نامطبوع

وجود ۱۲۱ نوع گاز آلی و غیر آلی در هوا که تأثیرات مخربی بر سلامتی انسان، گرم شدن کره زمین و آسیب‌های زیست محیطی دارد باعث شده اهمیت رفع آلودگی هوا ضرورت یابد. بیشتر این آلودگی‌ها توسط انسان به وجود می‌آید که گازهای NOx و VOC از جمله این آلودگی‌ها می‌باشند. منابع اولیه تولیدکننده NOx ها وسایل نقلیه، کارخانه‌ها، خطوط انتقال برق و منابع دیگر می‌باشند. NOx ها و VOC ها از عوامل شایع بروز سرطان می‌باشند که عوارضی از قبیل سوزش چشم، بینی، گلو، از دست دادن تعادل، حالت تهوع و آسیب‌های کبد، کلیه و سیستم عصبی مرکزی را ایجاد می‌نمایند. همچنین غلظت VOC در داخل خانه‌ها به دلیل وجود منابع تولیدکننده آن‌ها (عطر، اسپری، پاک کننده‌ها) به طرز قابل توجهی بالا می‌باشد.

سطوح فوتوکاتالیستی پتانسیل واکنش در برابر انواع آلاینده‌های هوا و بوهایی نامطبوع مانند میکروب‌ها، ترکیب‌های آلی-کربنی فرار، فرمالدهید، آمونیاک و مواد غیر آلی گازی مانند نیتروژن یا گوگرد اکسید را دارند. در همین حال بسیاری از تولیدات فناوری به صورت تجاری در دسترس هستند. کاربردهای فوتوکاتالیست‌ها در فیلترها و سیستم‌های تهویه هوا بر اساس تجزیه موثر دود سیگار، خودرو، بخارهای صنعتی و به طور کلی تصفیه هوا به وسیله سطوح بزرگ فوتوکاتالیست است.

فوتوکاتالیست‌ها با فرآیندی شبیه فتوسنتز درختان در کاهش آلودگی نقش بسزایی دارند فرآیند رفع آلودگی توسط سطوح فوتوکاتالیستی در داخل منازل، فضاهای شهری و همین‌طور در فضاهای نیمه بسته از قبیل تونل‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. در فضاهای نیمه بسته شاهد آلودگی هوا در حجمی بالایی می‌باشیم که استفاده از بتن‌های فوتوکاتالیستی و رنگ‌های فوتوکاتالیستی بر روی جداره تونل‌ها می‌تواند راه حلی برای رفع این آلودگی باشد. با پوشش جداره داخلی تونل‌ها با این مواد و جذب اشعه ماورای بنفش و فرآیند اکسیداسیون، آلودگی‌های موجود در این فضاها به طور کلی پاک شده و شاهد بهبود روشنایی و درک بصری بیشتر در این فضاها خواهیم بود.

سطوح خود تمیز شونده

استفاده از پاک کننده‌های شیمیایی به منظور تمیزکنندگی، تأثیرات مخربی بر محیط زیست و سلامت انسان دارد. فوتوکاتالیست‌ها با فرآیند اکسیداسیون در اثر تابش نور خورشید و یا نور ماورای بنفش و همین‌طور خاصیت هیدروفیلی بالای خود توانسته‌اند در سطوح پوششی مورد استفاده قرار گیرند. با استفاده از این سطوح، دیگر نیازی به پاک کننده‌های شیمیایی نیست و به دلیل استفاده نکردن از تمیزکننده‌های شیمیایی از خطرات آلودگی هوا نیز کاسته

فوتوکاتالیست‌ها دارای طیف وسیعی از ساختارها و مورفولوژی‌ها هستند، از جمله نانوذرات، نانوسیم‌ها، مواد دو بعدی، فیلم‌های مسطح، فیلم‌های متخلخل سه بعدی و نانوساختارهای سلسله مراتبی پیچیده. برای استفاده بهینه از این فوتوکاتالیست‌ها، انواع مختلفی از پیاده سازی‌ها توسعه داده شده است. به‌طور کلی، این پیاده سازی‌ها ممکن است به دسته‌های زیر دسته بندی شوند:

۱. فوتوکاتالیست های نیمه هادی ذرات

به لطف سادگی ابزار دقیق مورد نیاز، رویکرد پراکندگی ذرات ممکن است محبوب‌ترین روش در ارزیابی عملکرد فوتوکاتالیستی باشد. این فوتوکاتالیست ذرات نه تنها شامل کره‌های جامد بلکه ساختار توخالی و سایر مورفولوژی‌های نامتقارن است.

۲. فوتوکاتالیست های نیمه هادی فوتوالکتروشیمیایی

یک سلول فوتوالکتروشیمیایی ساده (PEC) باید حداقل از سه جزء تشکیل شده باشد که کمتر از یک فوتوالکترو، الکترولیت و یک مدار الکتریکی خارجی نباشد.

۳. فوتوکاتالیست های QDs با ساختارهای باند قابل تنظیم

متفاوت از نیمه هادی‌های حجیم با رسانایی ثابت و موقعیت باند ظرفیت، ویژگی‌های نوری الکترونیکی QD ها توسط اصول منحصر به فردی کنترل می‌شود. یکی از ویژگی‌های مهم QD ها اندازه کوچک آن‌ها است که با شعاع بور آنها قابل مقایسه است (معمولاً کمتر از ۱۰ نانومتر).

۴. فوتوکاتالیست های دو بعدی با ساختارهای باند قابل تنظیم

اخیراً مواد دو بعدی برای فوتوکاتالیز مورد مطالعه قرار گرفته اند. نمونه‌هایی از این دسته از مواد شامل نانوصفحات نیمه هادی، ترکیب گرافن سایت‌ها و مواد فوق نازک ۲ بعدی.

کاربرد فوتوکاتالیست‌ها:

به دلیل تبدیل انرژی خورشیدی برای ارائه منبع انرژی تجدید پذیر و پایدار در فوتوکالیست‌ها، این مواد توجه زیادی را در دنیا به خود جلب کرده و می‌توانند مشکلات جدی زیست محیطی و مرتبط با انرژی را حل کنند. فناوری فوتوکاتالیست‌ها با ارائه راه‌حل‌های رفع آلودگی، کاهش دما در محیط‌های شهری، کاهش تولید آلاینده‌های هوا، خاصیت ضد میکروبی و اثرات خود تمیزکنندگی توانسته‌اند گامی بزرگ در جهت دستیابی به اصول پایداری زیست محیطی و اهداف توسعه پایدار بردارند.

از کاربردهای متداول فوتوکالیست‌ها می‌توان به کمک به تولید برق، تولید هیدروژن با تجزیه آب، تبدیل CO₂ به سوخت‌های هیدروکربنی، استفاده ضد باکتری از آن‌ها، ضد عفونی کردن آب، ساخت سطوح خود تمیز شونده، حذف بوهایی نامطبوع و همچنین تصفیه هوا اشاره کرد.

فتوکاتالیست در زمینه‌های تصفیه آب، پاکسازی هوا و استرلیزه کردن در دنیا فراگیر است. دلایلی که TiO_2 را به‌عنوان یک عامل مهم در پاکسازی فاضلاب مطلوب می‌سازد به فاکتورهای متعددی بستگی دارد:

- فتوکاتالیست دی اکسید تیتانیوم ارزان قیمت بوده و بازده بالایی دارد.

- فرآیند با پتانسیل بالا انجام می‌گیرد و در تکنولوژی صنعتی جهت سمیت زدایی فاضلاب مناسب است.

دی اکسید تیتانیوم تقریباً همه آلودگی‌های آلی را تجزیه می‌کند. این ماده بسیار آب دوست است بنابراین توانایی جذب آلودگی‌های زیستی و فلزات سنگین از قبیل آرسنیک را دارد. راندمان آن تابع کیفیت دی اکسید تیتانیوم، شدت پرتو فرابنفش، pH آب، موجودی اکسیژن و غلظت آلودگی‌ها دارد.

فتوکاتالیست‌ها توانایی خوبی نیز در زمینه تخریب مواد رنگزای مختلف موجود در فاضلاب‌های صنعتی از خود نشان دادند. نانو مواد آهن در امر تصفیه و رنگ زدایی در پساب‌های صنعتی از مواد پر کاربرد است. نسبت بالای سطح به حجم در این نانو ذرات مغناطیسی باعث وجود ظرفیت بالای جذب در حذف یون‌های فلزی سمی می‌شود. از این ماده به تنهایی برای حذف یون‌های فلزی نیکل مس کادمیم و کرم به کار می‌رود.

آهن‌گرا و همکارانش از نانو کامپوزیت مغناطیسی حاوی تیتانیم/سیلیکا به منظور تصفیه پساب صنعت نساجی استفاده کردند. حذف مواد رنگزا مختلفی چون متیل نارنجی، اتیل آبی، قرمز، سبز برومکروسول و متیل قرمز با نانو با نانو کامپوزیت $Fe_3O_4/SiO_2/TiO_2$ و پرتو فرابنفش از پساب بررسی شد. نتایج (شکل ۲) حاکی از این است که این روش برای حذف قرمز و سبز برومکروسول مناسب‌تر است. زمانی که غلظت ماده رنگزا پایین است (حدود 10ppm) بازده حذف آن به ۱۰۰٪ هم می‌رسد.

می‌شود. در این سطوح به دلیل خاصیت آنتی استاتیک، گردوغبار و لکه‌های به راحتی با آب شسته و پاک می‌شوند. این فناوری تغییری در خواص نوری شیشه ایجاد نمی‌کند و شیشه‌های مذکور در بستر همان شیشه‌های معمولی قرار گرفته و قابلیت تولید در ضخامت‌های مختلف را دارند. پاک سازی سطوح ارتباط خاصی با زمینه‌های کاربردی مانند مهندسی داروهای زیستی و تهیه مواد غذایی دارد.

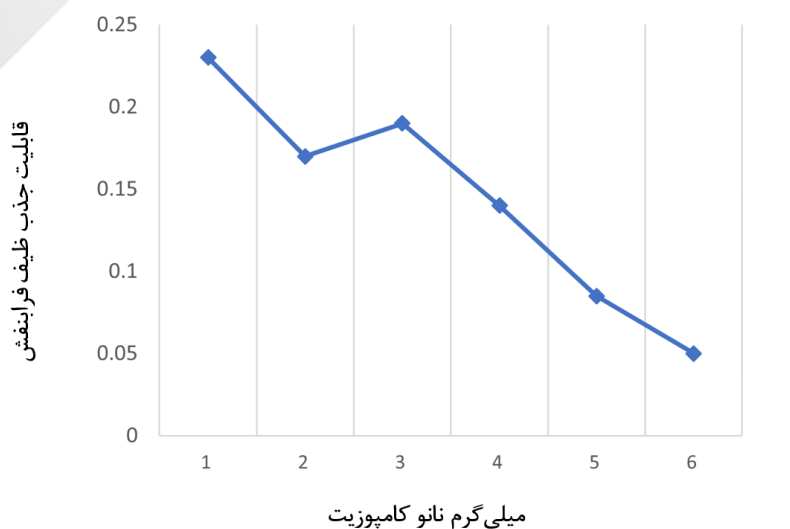
تصفیه آب

برای از بین بردن برخی آلودگی‌های درون آب از کلر استفاده می‌شود. استفاده مناسب و به مقدار لازم کلر در آب برای سلامتی انسان ضروری است زیرا در اکثر مواقع مقداری کلر اضافی در آب باقی مانده و همین مقدار اضافی پس از مدتی با واکنش با آب تبدیل به تری هالو متان‌ها می‌شود که بسیار سرطان زا بوده و خطرناک هستند. فتوکاتالیست‌ها با مکانیسم ذکر شده در بالا مقدار کلر اضافی در آب را از بین برده و مقدار آن را به حداقل می‌رسانند و از این منظر قدرت بسیار بالایی در تصفیه آلودگی‌های درون آب دارند.

تیتانیوم دی اکسید

به علت ویژگی‌های نوری و الکتریکی، قیمت پایین، فعالیت فتوکاتالیستی بالا، ثبات شیمیایی، غیر سمی بودن، فراوانی و در دسترس بودن و عدم فرسایش و خوردگی در مقابل نور از دی اکسید تیتانیوم به‌عنوان فتوکاتالیست رایج استفاده می‌شود. نانو ذرات مغناطیسی به واسطه روکش‌های مختلف وابستگی انتخابی نسبت به آلاینده‌های مختلف دارند. با توجه به کوچک بودن نانو ذرات آهن و در نتیجه سطح تماس بالای آن‌ها، این محصول کارایی زیادی برای جذب جیوه یا نیترات از آب نسبت به آهن خالص یا ترکیبات شیمیایی دیگری که به این منظور استفاده می‌شوند دارد. نانو ذرات مغناطیسی آهن برای از میان برداشتن آلاینده‌های آلی و حذف نمک‌ها و فلزات سنگین بسیار مناسب هستند.

استفاده تجاری از نانو دی اکسید تیتانیوم به‌عنوان



شکل ۲- اثر مقدار نانو کامپوزیت $Fe_3O_4/SiO_2/TiO_2$ بر کارایی عملیات.



مصاحبه با دکتر بیتا ضمیری

از بازگشت به ایران برای من بسیار ددرساز بود.

۴- چرا رشته مهندسی شیمی را انتخاب کردید؟

رشته مهندسی شیمی را بیشتر به دلیل اینکه پدرم در این رشته سال‌هاست که مشغول به کار تولید هستند انتخاب کردم. بعد از گذشتن ۲ سال، متوجه شدم علاقه بیشتری به کاربردهای علم مهندسی در زمینه‌های بیوتکنولوژی و فرایندهای زیستی دارم و در نتیجه گرایش بیوتکنولوژی را انتخاب کردم. در آن زمان، اقبال گرایش بیوتکنولوژی کمبود.

۵- چرا استاد این رشته شدید؟

بعد از شروع دکترا و شروع کار آزمایشگاهی به کار آکادمیک و به‌طوری کلی پژوهش علاقه‌مندتر شدم. کارکردن در آزمایشگاه برای من به منزله مراقبه بود و به‌شدت از آن لذت می‌بردم. به‌طورکلی، تحصیل در مقطع دکترا در کشورهای دیگر تنها زمانی برای افراد منطقی است که بخواهند وارد محیط آکادمیک شوند. در غیر این صورت بهتر است که زودتر وارد بازار کار شوند. من نیز با همین دید و باهدف ورود به محیط آکادمیک وارد مقطع دکترا شدم.

به‌طورکلی محیط آکادمیک می‌تواند بسیار جذاب باشد؛ چون یادگیری به‌طور دائمی است و با افراد جوان و پرنرژی در ارتباط هستی. البته در ایران، مشکلات زیاد از جمله نبودن امکانات برای پژوهش‌های آزمایشگاهی و همچنین مشکلات دیگر از این جذابیت‌ها می‌کاهد.

۱- خودتان را معرفی کنید؟ (نام کامل / رشته تحصیلی در دوران دانشگاه / نام دانشگاه ها و ...)

بیتا ضمیری هستم فارغ‌التحصیل رشته مهندسی شیمی از دانشگاه تهران در مقطع کارشناسی و علوم داروسازی در مقطع دکترا از دانشگاه تورنتو. معادل رشته من در دکترا، در ایران بیوتکنولوژی دارویی است.

۲- در چه مقطعی به ایران بازگشتید؟ چرا؟

بعد از اتمام دکترا در سال ۲۰۱۶ به دلایل شخصی به ایران برگشتم.

۳- بعد از برگشت به ایران مشغول چه کار هایی بودید؟

به علت علاقه‌ای که به تدریس و پژوهش داشتم، بعد از برگشتن به ایران برای موقعیت‌های هیئت‌علمی اقدام کردم. البته مشکلی که وجود داشت این بود که به دلیل اینکه رشته مقطع کارشناسی و دکترا من یکسان نبود که در ایران کمتر رایج است، پیدا کردن موقعیت شغلی کمی مشکل بود. در کانادا تغییر رشته در بین مقاطع بسیار جذاب به حساب می‌آید. مخصوصاً از رشته‌های مهندسی به رشته‌های زیست محور. این بدین دلیل است که افرادی که تغییر رشته می‌دهند، دید چندبعدی پیدا می‌کنند. در دانشکده داروسازی دانشگاه تورنتو، افرادی که از رشته‌های مهندسی وارد رشته داروسازی شده بوند، بسیار زیاد بودند. اما همین تغییر رشته بعد

کشورهای اروپایی، هدف، فاصله‌گیری از سوخت‌های فسیلی است. این موضوع در حدی جدی است که حتی درصدد استخراج و توسعه ذخایر نفتی موجود نیز نیستند.

۱۰- بهترین کتابی که خواندید؟

من کلاً کتاب زیاد می‌خوانم. نوع و موضوع آن بستگی به حالم دارد. از رمان گرفته تا کتاب‌های علمی. از بین رمان‌ها، جنایت و مکافات، خاطرات یک دلک، سووشون و مرشد و مارگاریتا را خیلی دوست دارم. از بین کتاب‌های علمی نیز امپراتور تمام بیماری‌ها که تاریخچه بیماری سرطان است و نشر فوق‌العاده‌ای دارد.

۱۱- تجربه شما از دوران دکترا؟

دوران دکترای من بسیار عالی بود. رابطه خوبی با استاد راهنمایم داشتم و خیلی یاد گرفتم. شانس من این بود که کار من نو بود و در آن زمان جز مباحث تحقیقاتی بسیار مهم بود. بسیاری از هم‌دوره‌های من شانس مرا نداشتند و مدت‌ها کار آزمایشگاهی می‌کردند؛ اما بدون نتیجه. به‌طور کلی، تجربه افراد از مقطع دکترا می‌تواند بسیار متفاوت باشد. این موضوع تابع شرایط، موضوع و استاد راهنما است. برعکس ایران که معمولاً کمبود دسترسی به تجهیزات، مشکل اصلی در کار آزمایشگاهی است، در دانشگاه تورنتو، از این لحاظ مشکل وجود نداشت و مشکلات افراد از جنس دیگری بود.

مقطع دکترای علوم داروسازی دانشگاه تورنتو به این صورت بود که تنها ۶ درس باید پاس می‌کردیم و تمرکز اصلی روی تحقیقات بود. دیدی که من نسبت به دوران تحصیلات تکمیلی در این دوره به دست آوردم این بود که فرد باید بتواند مشکلات را شناسایی آنها را حل کند. یک هدف مشخص وجود داشت که باید یک موضوع تحقیقاتی را به سرانجام برسانی و یک رساله با یافته‌های نو بنویسی. اما به نظر من هدف مهم‌تر در دوران دکترا به دست آوردن یک سری مهارت‌های نرم؛ مانند توانایی نقد کردن و حل مشکلات پیشرو در پژوهش بود. همین‌طور یاد می‌گرفتی که نباید حتماً برای یادگیری مطالب سر کلاس نشست. من به دلیل تغییر رشته دادن کاملاً این موضوع را یاد گرفتم. همیشه روی این نکته تأکید می‌کنم که تغییر رشته چالش‌هایی دارد که ادامه تحصیلات تکمیلی در یک رشته واحد ندارد. این چالش‌ها در نهایت منجر به رشد فرد از لحاظ علمی و فردی می‌شود.

یک نکته دیگر که نظر من با ایران فرق داشت، میدان دادن به افراد بود. استاد راهنمای من سال دوم از من خواست برای ۲۵۰ دانشجوی سال دوم داروسازی، کلاس فارماسوتیکس برگزار کنم. با اینکه اول برای من بسیار استرس‌زا بود، اما در نهایت اعتماد به نفس من را بالا برد و من چندین سال به این کار ادامه دادم. به‌طور کلی مدیریت افراد به شیوه میکرو و کنترل‌گر از کیفیت آموزش می‌کاهد.

۶- کدام درس مهندسی شیمی را بیشتر از همه دوست دارید؟

ترمودینامیک رو خیلی دوست دارم مخصوصاً به دلیل اینکه زمینه پژوهشی‌ام نیز ترمودینامیک سیستم‌های زیستی است. به‌طور کلی جهان‌شمول بودن ترمودینامیک آن را جذاب می‌کند. از بین دروس مهندسی شیمی، انتقال حرارت و طراحی اقتصاد را هم دوست داشتم.

۷- در حال حاضر مشغول به چه کاری هستید؟

پژوهش‌های من در ایران در راستای پژوهش انجام شده در مقطع دکترا است. من با اینکه در دانشکده داروسازی مشغول به تحصیل بودم، موضوع رساله دکترایم تلفیقی از بیو ترمودینامیک، بیوفیزیک و ژنتیک مولکولی بود. اگر بخواهم خیلی کوتاه و مختصر زمینه پژوهشی خودم را توضیح بدهم، بررسی ساختاری، بیوفیزیکی و بیو ترمودینامیکی ساختارهای زیستی از جمله نوکلئیک‌اسیدها و پروتئین‌ها است. البته در زمینه نوکلئیک‌اسیدها، بیشتر تأکید روی ساختارهای غیرمتعارف مانند ساختارهای چهار رشته‌ای و سه رشته‌ای است. در رساله دکتری، برای اولین بار تئوری دخالت ساختارهای غیرمتعارف نوکلئیک‌اسیدی در بیماری سیستم اعصاب ALS مطرح شد. الان نیز در ایران، نقش آنها در بیماری‌های سیستم اعصاب دیگر مانند CANVAS را بررسی می‌کنم. این بیماری‌ها جز دسته بیماری‌های ژنتیکی هستند که تکرار یک توالی در ژنوم، یکی از علل بیماری محسوب می‌شود. ما با بررسی تئوری‌های بیماری‌زایی، درصدد طراحی سیستم‌های درمانی هستیم.

۸- در دوران کارشناسی فعالیت دانشجویی داشتید؟ اگر داشتید چه بوده؟

فعالیت دانشجویی خاصی نداشتم؛ چون فرد درون‌گرایی بودم.

۹- جایگاه مهندسی شیمی در ایران را چگونه می‌بینید؟

مهندسی شیمی در ایران به دلیل ذخایر نفت و گاز کشور بیشتر حول فرایندهای هیدروکربنی می‌چرخد و طبیعتاً بازار کار نیز در این حوزه بهتر است؛ اما دنیا در حال تغییر است. در کشورهایی مانند استرالیا و کانادا و همچنین

پدرام یوسفی و
کیمیا کویانی



اولفین‌ها در پتروشیمی

نگارندگان: علی فرقانی و زهرا بهرامی

مقدمه

اولفین‌ها نقش بزرگی در صنعت پتروشیمی دارند و اساساً سعی بر این است که تکنولوژی اولفین‌ها مخصوصاً اتیلن که یکی از محصولات اولیه این واحدها می‌باشد، بهبود بخشیده شود. محصولات جانبی دیگری که از واحد اولفین‌ها به دست می‌آیند؛ عبارتند از پروپیلن، بوتادین، بوتن، هیدروژن، آروماتیک‌ها و کک. از شکست حرارتی انواع مختلفی از هیدروکربن‌های اشباع، اتان، پروپان، ایزوبوتان، نفتا، گازوئیل، اتانول، متانول و هگزان، اولفین‌های سبک بخصوص اتیلن تهیه می‌شود.

طبق بررسی‌های که توسط شرکت CMAI انجام شده است، متانول پایین‌ترین و اولفین‌ها بالاترین سطح درآمد را دارند؛ از طرفی می‌توان متانول را بر حسب نوع کاتالیزور و شرایط عملیاتی به بنزین یا اولفین‌های سبک که ترکیبات مهمی برای صنعت پتروشیمی می‌باشند، تبدیل کرد. اولفین‌ها به‌عنوان محصول اولیه صنایع پتروشیمی، ماده اولیه بسیاری از صنایع دیگر می‌باشند.

استفاده از فناوری‌های نوین با قابلیت‌های بیشتر، یکی از روش‌های بهبود بخشیدن به کیفیت کار و برتری جویی در رقابت با سایر تولیدکنندگان و در اختیار گرفتن بازار است. در صنایع پتروشیمی به خصوص در خاورمیانه، به سبب وجود تولیدکنندگان متعدد و رقابت نزدیک کشورهای تولیدکننده مواد پایه، استفاده از فناوری‌های نوین بسیار به صرفه خواهد بود.

یکی از این روش‌ها تبدیل متانول به الفین و بنزین است که افزون بر نو و اقتصادی بودن، برای کشورهایی که از گاز طبیعی به‌عنوان خوراک پتروشیمی استفاده می‌کنند، امتیازهای ویژه‌ای دارد. اتیلن و پروپیلن مهمترین الفین‌های پایه هستند، که جهت ساخت پلیمرهای مختلف، بازارهای بزرگی را به خود اختصاص داده‌اند.

در فرایند تبدیل متانول به الفین، متانول خام به اتیلن و پروپیلن تبدیل می‌گردد. در طی این فرایند نخست گاز طبیعی به متانول خام تبدیل می‌شود و در مرحله دوم متانول به دست آمده، از طریق یک واکنش کاتالیستی به اتیلن و پروپیلن تبدیل می‌شود.

پیدایش فرایند تبدیل متانول به اتیلن و تاریخچه آن

واکنش‌های تبدیل متانول به بنزین، توسط شرکت موبیل اویل، تکنولوژی فرایند متانول به از زمان کشف سری واکنش به‌عنوان یک روش جدید برای تبدیل و اساساً فرایندهای تبدیل متانول به بنزین و متانول به الفین‌ها هیدروکربن ذغال سنگ و گاز طبیعی، به بنزین با عدد اکتان بالا و مهم‌تر از آن جهت تولید الفین‌های با ارزش افزوده بالا، مطرح گردید. در سال‌های اخیر، فرایند تبدیل متانول به اتیلن به‌عنوان یک روش نو در جهت تولید اتیلن با بازده بالا از خوراک متانول توسعه یافته است. این روش از روش تبدیل متانول به الفین‌ها نشأت گرفته است. از آنجایی که متانول از به دست آمده از ریفرمینگ گاز طبیعی و فرایند گازی سازی ذغال سنگ تولید H_2 و CO طریق گاز سنتز مخلوط می‌شود، لذا با این روش وابستگی به خوراک نفت خام و برش‌های نفتی تا حدود زیادی از میان می‌رود و با توجه به توان در آینده بر روی این روش به‌عنوان یک روش اقتصادی، برای تولید ماده فراوانی منابع گاز طبیعی در کشورمان، می‌توان استراتژیک اتیلن را حساب کرد. شایان ذکر است که از طریق روش‌های بیوتکنولوژی نیز می‌توان متانول را تولید کرد.

در ادامه، مخلوط تعادلی دی‌متیل اتر، آب و متانول به الفین‌های سبک تبدیل شده و در مرحله‌ی نهایی الفین‌های سبک به مخلوطی از الفین‌های سنگین، پارافین‌ها، آروماتیک‌ها و نفتن‌ها تبدیل می‌شوند.

تبدیل متانول به الفین

متانول مهمترین ماده ی اولیه در ساخت فرمالدئید، ام تی بی ئی (MTBE) یک مایع فرار، قابل اشتعال و بی رنگ است که به مقدار زیاد در آب حل می شود. بوی این ماده مانند بوی تنددی اتیل اتر است که باعث به وجود آمدن طعم و بوی نامطبوع در آب می شود. MTBE یک افزودنی مورد استفاده در بنزین است که به عنوان یک عامل برای افزایش عدد اکتان استفاده می شود، استیک اسید و طیف گسترده ای از مواد شیمیایی است. کاهش نرخ مصرف ام تی بی ئی بخصوص به خاطر ممنوعیت مصرف آن در تولید بنزین، تولید کنندگان متانول را مجبور به پیدا کردن مصرف جدیدی برای متانول کرده است.

تولید الفین های سبک از متانول نخستین بار توسط شرکت موبیل ۲۱ در سال ۱۹۷۷ در طول تحقیقات انجام شده برای فرآیند تبدیل متانول به بنزین شناخته شد. در فرآیند تبدیل متانول به بنزین بر روی کاتالیست زد اس ام ۲۲۵، ابتدا متانول آبگیری شده و به دی متیل اتر تبدیل می شود.

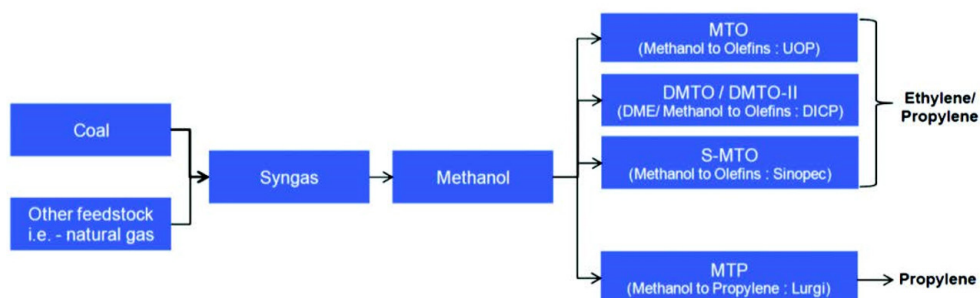
با متوقف کردن واکنش در مرحله دوم بجای تولید بنزین، می توان مستقیماً الفین های سبک تولید کرد. در سال های بعد تلاش های زیادی برای افزایش انتخابگری نسبت به الفین های سبک تر بخصوص بر روی ژئولیت های با حفره های ریزتر انجام گرفت. از میان ژئولیت های بررسی شده زد اس ام-۵ و ساپو-۲۳۳۴ به خاطر کارایی عالی در تبدیل متانول به الفین، توجه زیادی را به خود جلب کرده اند. متاسفانه با استفاده از زد اس ام-۵ طیف وسیعی از محصولات، به ویژه آروماتیک ها و پارافین ها تولید می شود. به منظور بهبود انتخابگری نسبت به الفین های سبک، روش های زیادی از جمله کار در شرایط عملیاتی با زمان ماند پایین و درصد تبدیل پایین متانول و همچنین برخی تغییرات بر روی کاتالیست مورد بررسی قرار گرفته است. روش اول نیازمند برگشت مقدار زیادی متانول واکنش نداده به راکتور، و در نتیجه غیرفعال شدن سریع تر کاتالیست است. از طرف دیگر تلاش های قابل توجهی در جهت بهبود کاتالیست زد اس ام-۵ برای افزایش انتخابگری کاتالیست نسبت به الفین های سبک انجام شده است. مروری جامع توسط چنگ بر چگونگی این تغییرات و تاثیر آنها انجام شده است. نتایج این پژوهش نشان می دهد که در تمامی موارد، مقادیر قابل توجهی آروماتیک تولید می شود. استفاده از ژئولیت های با حفره های ریز، به ویژه ساپو-۳۴ اجازه ی تشکیل گزینشی الفین های سبک حتی در تبدیل کامل متانول را می دهد. این عملکرد مربوط به ساختار سه بعدی شبکه ساپو-۳۴ نسبت به ساختار کانالی زد اس ام-۵ و قدرت اسیدی متوسط این کاتالیست نسبت به زد اس ام-۵ است.

تکنولوژی های صنعتی تولید الفین های سبک از متانول

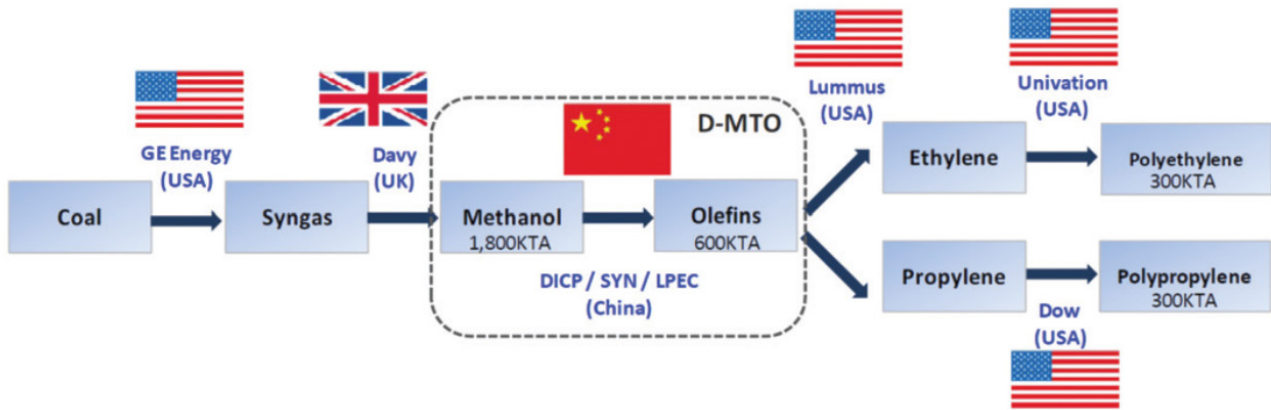
فرآیند صنعتی تبدیل متانول به الفین ها، در سی سال اخیر توسط شرکت های مختلفی همچون اکسون موبیل، لورگی هیدرو نورسک، یوآپی، ونجیک و موبیل اوایل ارتقا داده شده است. هر دو روش تولید مستقیم الفین ها از متانول و آن هایی که الفین ها را از واسطه های تشکیل شده از مشتق های الکلی (دی متیل اتر یا اتانول) تولید می کنند، پیشنهاد و بررسی شده اند. امروزه فرآیندهای تولید مستقیم الفین های سبک از متانول با جزئیات زیادی مشخص شده است. به طوریکه واحدهایی نیز با موفقیت در برخی کشورها از جمله چین و بلژیک تجاری سازی شده اند. همچنین یک واحد بزرگ تولید الفین از متانول در سال ۲۰۰۶ در نیجریه راه افتاده است.

تکنولوژی های دیگری نیز برای تبدیل غیرمستقیم متانول به الفین ها علاوه بر روش تبدیل متانول به الفین ها، مزایای زیادی دارد: بازده کمتری دارند و اقتصادی نیستند. تکنولوژی وجود دارد. اما نسبت به

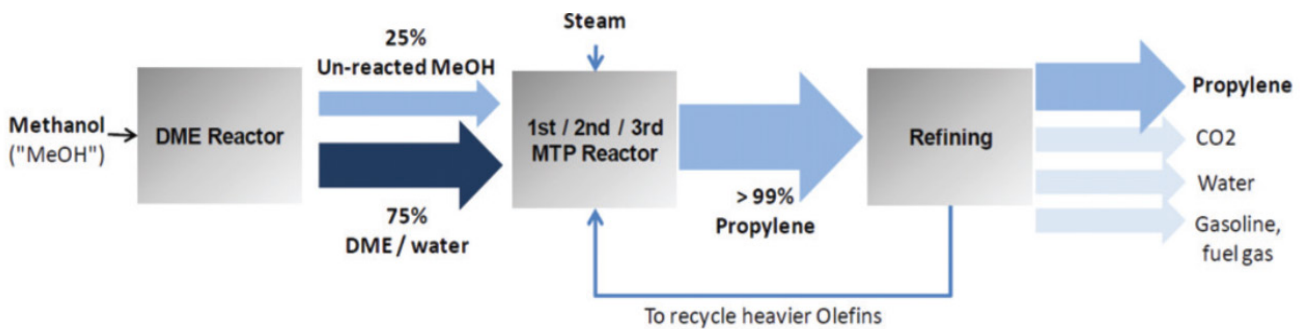
۱- تولید اتیلن و پروپیلن با ارزش استثنایی با گرید پلیمری، ۲- خلوص بالای ۹۱٪ اتین و پروپیلن و امکان استفاده مستقیم از آنها در محصول های شیمیایی، ۳- تولید محصول های جانبی کم در مقایسه با روش مرسوم کراکینگ با بخار آب و در نتیجه ساده تر شدن مراحل بازیابی و خالص سازی محصول، ۴- انعطاف پذیری در تولید الفین های با نسبت مختلفی از اتیلن به پروپیلن.



مروری بر فرآیند متانول به الفین (MTO)



ارائه دهندگان فناوری برای پروژه Shenhua Baotou چین زغال سنگ به الفین با ظرفیت نصب شده ۶MM MTPA / (اقتباس از Hurd و همکاران ۲۰۱۴).



مروری بر فرآیند Lurgi MTP. استفاده از یک راکتور DME جداگانه برای تبدیل جریان متانول گازی به مخلوط متعادل متانول، DME و آب قابل توجه است (اقتباس از Hurd و همکاران ۲۰۱۴).

منابع:

- [1]- Makarand R. Gogate (2019) Methanol-to-olefins process technology: current status and future prospects, *Petroleum Science and Technology*, 37:5, 559-565, DOI: 10.1080/10916466.2018.1555589
- [2]- J. Zhong, J. Han, Y. Wei, and Z. Liu, "Catalysts and shape selective catalysis in the methanol-to-olefin (MTO) reaction," *J. Catal.*, vol. 396, pp. 2331, 2021, doi: 10.1016/j.jcat.2021.01.027.



مصاحبه با امیر سالار باقری

۱ - لطفا خودتون را معرفی کنید.

من امیر سالار باقری هستم متولد ۱۳۷۶ و اینکه ورودی رشته مهندسی شیمی دانشگاه امیرکبیر، دیپلم ریاضی فیزیک و علت اینکه آمدم مهندسی شیمی این بود که در دوران دبیرستان المپیاد شیمی بودم.

۲ - کدام دبیرستان بودید؟

دبیرستان البرز درس خواندم و وقتی آمدم امیرکبیر همه بچه‌ها تکراری بودن و این جالب بود برام. من دوره دبیرستان بخوام بگم این بود که من در آن دوره خیلی علاقه‌مند به علوم کامپیوتر بودم و انتخاب نهایی من بین شیمی و کامپیوتر بود. یک رقابتی بین این دو رشته برای من بود اما در نهایت مهندسی شیمی قبول شدم. البته اول کامپیوتر را انتخاب کردم اما قبول نشدم. اما ادامه دادم و از این کار دست نکشیدم و همین باعث شد زمان اپلای یک تفاوت بزرگی داشته باشم، یعنی کلا رشته و زمینه کاری و ... تغییر کرد.

۳ - کارشناسی ارشد از کجا گرفتین؟

من کارشناسی ارشد ندارم. وقتی کووید شد سفارت بسته شد و من هم نمیخواستم سربازی برم، پس رفتم کنکور دادم اما رشته کامپیوتر و در واقع دانشگاه تهران سخت افزار می خوندم منتهی در سخت افزار در زمینه هوش مصنوعی کار می‌کردم. یک سالی خواندم.

۴ - در آنجا چی می‌خوانید؟

من اینجا مهندسی شیمی می‌خوانم.

۵ - در مهندسی شیمی چکار می‌کنید؟

کاری که من در مهندسی شیمی می‌کنم علوم کامپیوتر

هست یک کار میان رشته‌ای هست که ما در آن علوم کامپیوتر را به مهندسی شیمی وصل می‌کنیم. من بهینه سازی و کنترل فرایند با استفاده از تکنیک های هوش مصنوعی انجام میدیم. مثلاً فرض کنید زمانی که شما یک راکتور معمولی را می‌خواهید مدل سازی کنید چون که اینجا دیگه کار از راکتورهای عادی در می‌آید، شما وارد راکتورهای تخصصی می‌شوید مثلاً راکتور تولید واکسن یا راکتور تولید کود و غیره. مدل سازی این راکتورها بسیار پیچیده هست و در واقع دو نوع مدل سازی داریم. یکی میکروسکوپی و یکی میکروسکوپی. این دوتا مدل را با هم جمع بندی می‌کنند که یک مدل خاص ساخته می‌شود که به آن high fidelity module می‌گویند. این high fidelity module توی انسیس فلونت و کامسول انجام می‌شود، زمانی که شما این مدل‌ها را اجرا می‌کنید شاید ۴۸ ساعت تا یک هفته طول بکشد که این مدل اجرا بشود. این مدل بسیار سنگین است و از این طرف خواسته ما کنترل این مدل سنگین است که هوش مصنوعی به ما کمک می‌کند تا این مشکل حل شود. کارهای دیگری هم هست که مثلاً دولوپ کردن مدل‌های داده محور است یعنی ما یک سری داده داریم از قسمت های صنعتی بعد به کمک هوش مصنوعی پیش بینی هایی در آینده برای قسمت اقتصادی انجام می‌دهیم. مثلاً این پمپی که الان کار می‌کند، کی از کار می‌افتد؟

۶ - نکته مثبتی بود که در امیرکبیر یاد گرفته باشین و به شما در اونجا کمک کرده باشه؟

بله، کلا پایه و زیربنای علمی شما که با خود می‌آورید اینجا خیلی در تحقیقات شما تاثیر دارد. فکر نکنید همه دانشجویانی که از کشور های دیگر می‌آیند مثل ما که از ایران هستیم ریاضیات خیلی قوی دارند. مزیت هایی که

۱۱ - جایگاه مهندس شیمی را چطور می بینید؟ یعنی کلا در آمریکا و یا در کل دنیا؟ فرض کنید اگر نفت تمام بشود.

اگر نفت تمام بشود. مهندسی شیمی به هیچ وجه تمام نمی شود. مهندسی شیمی به علت انعطاف پذیری خیلی بالایی که دارد همه جا کاربرد دارد. یعنی شما می توانید بروید ایستگاه هواشناسی کار کنید. یا حتی فایزر کار کنید، یا اینتل یا اپل و غیره. من افرادی را دیده ام که با مهندسی شیمی در اپل کار می کنند. هر جا عملیاتی باشد، مهندسی شیمی حضور دارد. کار محیط زیستی مثل تصفیه آب و ... که مهندسی شیمی در آن حضور دارد. پس اگر نفت تمام بشود مهندسی شیمی تمام نمی شود مخصوصا الان که انرژی های تجدید پذیر باب شده است و مهندسان شیمی خیلی به آن سمت سوق داده می شوند.

۱۲ - زمانی که در ایران درس می خواندی به این رشته اهمیت داده می شد؟

چیزی که دیدم، این بود که یک تکنسین با یک مهندس شیمی خیلی فرق دارد. ممکن است ۵ سال یا ۶ سال یک مهندس شیمی را به جای یک تکنسین قرار بدهند و آن تکنسین شاید اوایل بهتر از مهندس کار کند ولی زمانی که به حل یک مشکل یا جایی که علم بتواند خودش را نشان دهد برسند، آن مهندسی خودش را نشان می دهد. یعنی می تواند از پس آن مشکل بر بیاید. این در زمانی است که صحبت ما درون یک سایت است اما در بیرون آن کارهای طراحی و بهینه سازی و کنترل را یک مهندس شیمی انجام می دهد. دانشجویان برق در کنترل خیلی از ما جلو تر هستند ولی دانش شیمی ندارند آنها سیستم کنترل را از ما بهتر یاد گرفته اند و می توانند بهتر از ما کار کنند. اما چیزی که مهندسی شیمی را خاص می کند این است که ما دانش پشت آن فرایند شیمیایی را می دانیم. مثلا ما می دانیم چطور یک راکتور را مدل کنیم و غیره. به خاطر همین دانش، رشته ما خاص است.

۱۳ - دیدت نسبت به زمانی که تئوریدرس خواندی و دیدت نسبت به زمانی که صنعت را دیدی چقدر تفاوت داشت؟ آیا همه آن چیزی که خواندی استفاده کردی؟

قبل از اینکه وارد کارآموزی بشویم، برای ما معادلات ریاضی خیلی قابل لمس نیست اما وقتی وارد پالایشگاه می شویم، برای من این اتفاق افتاد که این سایت دارد کار می کند اما من بخش هایی از آن را درک نمی کنم. مثلا در تمرینات دو راکتور کنار هم هستند و شما انتگرال می گیرید و خیلی راحت حل می شود. اما اینجا می بینیم که قبل از یک راکتور یا برج تبخیر یک فلش هست و هزار و یک چیز دیگر. که وقتی به شما پی اف دی می دهند که برو اینها را کنار هم بزار یا به اصطلاح line up کن یا برو اینجا را ببین. مثلا می گویند الان اصطحاکک برج را بگیرم یا لوله یا این اصطحاکک

دانشگاه ها و تحصیل در ایران دارد مثل دانشگاه امیرکبیر، این است که ما ریاضیات رو خیلی قوی کار می کنیم. منظورم ریاضی پایه هست و شما زمانی که از امیرکبیر یا حتی دانشگاه آزاد فارق التحصیل شده باشید و اگر واقعا آن درس ها و دوره ها را خوب خوانده باشید، وقتی می آید اینجا، یک سر و گردن از بقیه بالا تر هستید. این را هم در امتحانات می بینید و هم در تحقیقات. حتی در دانشگاه های رتبه بالا آمریکا هم من این را دیدم. با دانشجویهای دیگری که صحبت می کنم که در استنفورد و دیگر دانشگاه ها هستند، آنها هم دقیقا با من هم نظر هستند که ما ریاضیات مان کلا قوی است چرا که در دوران دبیرستان خیلی ریاضی باهامون کار شده.

۷ - چرا مهندسی شیمی رو انتخاب کردید؟

در رتبه بندی و طبقه بندی سخت ترین رشته ها، مهندسی شیمی اول هست. مهندسی شیمی به ما این امکان را می دهد که در هر زمینه و رشته ای که دوست داریم وارد بشویم و این خیلی جالب است؛ نکاتی که در این رشته یاد می گیریم خیلی جالب است. مثلا یادم است تابستان پارسال داشتم داینامیک خاک رو طراحی می کردم. یعنی یک مدل خاک درست کردم که خود افرادی که فیزیک محض می خوانند، نمی دانستند چطور انجام می شود با وجود اینکه کتابها را داشتند. مزیت مهندسی شیمی دقیقا همینجاست و دلیل اصلی که من مهندسی شیمی را انتخاب کردم این بود که آن ریاضیات و مدل سازی در مهندسی شیمی خیلی کمک کننده است و می توانید در رشته و دیگر زمینه ها بدرخشید.

۸ - کدام درس مهندسی شیمی را بیشتر از همه دوست دارید؟

در واقع ۴ تا درس هستند. یکی راکتور که واقعا درس زیبایی هست که اصلا وقتی من می خوانم لذت می برم. دومی انتقال حرارت هست که واقعا یکی از درس هایی است در فضاهایی از آن استفاده کردم که غیر قابل باور است. سومی هم عملیات واحد ۱. چهارم که ریاضیات و کاربرد ها است که شامل مدل سازی می شود.

۹ - هر درس رو با کدام استاد داشتید؟

راکتور را با دکتر فلامکی داشتم. ریاضیات و کاربردها رو با دکتر نوروزی داشتم. درس عملیات واحد را با دکتر رئیسی داشتم. انتقال حرارت را هم با دکتر مظفریان داشتم.

۱۰ - در دوران دانشجویی، کار دانشجویی یا فعالیت دانشجویی و یا فعالیت غیره که انجام دادی چی بوده؟

من در دوره دانشجویی کار توسعه وب و برنامه نویسی انجام می دادم.

۱۵- پیشنهادهای خودتون در این بابت چیست؟

من خودم این پیشنهاد را به بچه‌هایی که هم در مهندسی شیمی هستند و هم برنامه نویسی میدم که حتما دستی در هوش مصنوعی داشته باشند و ببینند که چقدر جذاب است. در امیرکبیر این اتفاق افتاده و راهش هم این هست که اول شما یک دوره ببینند در این باره و بعد ببینند و محاسبه کنید که در درس خودتان این چقدر کاربرد دارد. مثلا در سوالاتی که نیاز به دیتا فیوژن دارد ببینید می‌توانید با ماشین لرنینگ انجام بشود یا نه. اما در کل می‌توان گفت در آمریکا هوش مصنوعی جاده بازی هست که همه میتوانند وارد آن بشوند.

پدرام یوسفی و کیمیا کاویانی



لوله اصلا به برج چه ربطی دارد و غیره. سعی می‌کنید دوره‌هایی که یاد گرفتید و نکاتی که بلد هستید را به هم وصل کنید ولی بعد یک دید بازتری نسبت به مهندسی شیمی دارید. فرض کنید واحد‌های مختلف را در چند ترم پاس کردید ولی تا به حال به این فکر نکرده‌اید که این مطالب چه ارتباطی با هم دارند. مثلا من به این فکر نکردم که آن نموداری که درباره اصطحکاک لوله‌ها هست چه ربطی به طراحی برج تقطیر دارد. بعد آنجا متوجه می‌شوید که مهندسی شیمی خودش دوباره چند شاخه است. مثلا یک مهندس داریم که کلا تخصصش در پایپ هست و اصلا خیلی درباره راکتور نمی‌داند یا فرد دیگری تخصصش در PID هست. اما چطور با این PID کار کنیم که این راکتور منفجر نشود. بعد آنجا متوجه می‌شوید که به عنوان مهندس شیمی نمی‌توانید همه این نکات و علم‌ها رو کنار هم جمع کنید. این دید را به شما می‌دهد که فردا اگر خواستید کار پیدا کنید باید در یک شاخه تخصصی قوی شوید نه در همه چیز. دومین چیزی که آنجا یاد می‌گیرید این است که دانش نرم افزار خیلی مهم است. مثلا در ایران یاد می‌گیرید که کلاس هایسیس را جدی‌تر بگیرید. چون آنجا از شما نمی‌پرسند می‌توانید پمپ طراحی کنید یا نه آن قبلا دیزاین شده و دیگر به تو نیاز نیست. اما به تو نیاز دارند که پمپ رو در هایسیس شبیه سازی کنید. آنجا یاد می‌گیرید دانش نرم افزاری خیلی مهم است، اکسل، پایتون و دیگر نرم افزارها.

۱۴- آنجا فضای صنعتی را دیدید و اگر که دیدید چقدر با ایران تفاوت داشت؟

اصلی‌ترین تفاوت این هست که ارتباط با صنعت بیشتری در دانشگاه‌ها وجود دارد. یعنی ارتباط با صنعت فوق العاده‌ای دارند. فرض کنید در یک پلنت غذایی خود بخش تحقیق و توسعه دارد اما آن بخش با دانشگاه قشنگ در ارتباط است. نکته دیگر این هست که خیلی مطالعه می‌کنند و دائم مقاله‌های جدید روز دنیا را می‌خوانند و می‌دانند در دنیا چه خبر است. همچنین روی مقاله‌های جدید کار می‌کنند و در آمریکا فقط دنبال این نیستند که مقاله بدهند؛ دنبال توسعه تکنولوژی هستند و در کنارش مقاله هم می‌دهند. یعنی چیزی که من امروز روی آن کار می‌کنم قطعا ۵ سال دیگر در یک صنعت استفاده بشود. شما کاملا می‌بینید که پروژه‌ها کاملا واقعی هستند. یعنی اینجا وقتی بعد دانشگاه کار آموزی میری خیلی سوپرایز نمیشی. ممکنه ابعاد بزرگ تر بشه اما روش‌ها همان روش‌ها هستند. آینده دار هست.

ظهور هیدروژن سبز

نگارنده: عرفان مهری

رشد جمعیت جهانی و تقاضای انرژی برای حمل و نقل و تولید محصولات، دانشمندان و صنعتگران را بر آن داشت که انرژی بیشتر تولید کنند. از طرفی، با گذشت زمان تولید بی ملاحظه انرژی باعث اثرات مخرب زیست محیطی می‌شود. پیدا کردن روشی مقرون بصره با بازدهی بالا و اثرات منفی پایین، بسیار ارزشمند است. (۱)

پس از انقلاب صنعتی افزایش روزافزون آلودگی‌های ناشی از سوخت‌های فسیلی به چشم می‌آید. اثرات ناشی از گرم شدن سیاره زمین تا مدت‌ها قابل جبران نبوده و همواره بر زندگی بشریت تاثیر منفی می‌گذارد. برای جلوگیری از اثرات مخرب افزایش گازهای گلخانه‌ای، بهترین اقدام این است که از روش‌های تولید انرژی سبز (بدون ردپای گازهای گلخانه‌ای) برای تامین انرژی مورد نیاز جهان استفاده کنیم. هیدروژن با ارزش سوختی بالا (حدود 141.8 MJ/Kg) و نداشتن هیچگونه آلودگی در اثر سوزاندن و تولید انرژی یکی از گزینه‌های اصلی دانشمندان می‌باشد. (۲)

تولید انرژی از هیدروژن یک روش بسیار نوین و با تکنولوژی بالا می‌باشد.

چهار بخش اساسی در سیستم تولید انرژی از هیدروژن عبارت است:

۱- تولید

۲- ذخیره و نگهداری

۳- ایمنی

۴- بهره برداری

این چهار بخش ارتباط تنگاتنگی با یکدیگر داشته و همواره تاثیر متقابلی برهم می‌گذارند. روش تولید هیدروژن، به شرایط تولید انرژی و همچنین ذخیره سازی آن بستگی دارد.

به‌طور کلی انرژی ناشی از سوزاندن هیدروژن، هیچگونه گاز گلخانه‌ای منتشر نمی‌کند؛ اما مسیر تولید و انرژی اولیه که برای تولید این گاز استفاده می‌شود، ممکن است ردپایی از کربن دی اکسید را بر جای گذارد. مسیرها و تکنولوژی‌های تولید هیدروژن، به‌طور مختصر در زیر بیان می‌شود:

(۱) **هیدروژن قهوه‌ای:** عمدتاً با استفاده از steam reforming، auto thermal یا partial oxidation از سوخت‌های فسیلی تولید می‌شود. از این هیدروژن صنعتی بیشتر در صنایع پلاستیک و پتروشیمی، تولید کود، صنایع فلزی و سرما سازی صنعتی، استفاده می‌شود.

(۲) **هیدروژن آبی:** در این روش نیز، تولید هیدروژن از سوخت‌های



عکس ۱

فسیلی صورت می‌گیرد ولی با عملیات and storage carbon capture همراه است که باعث می‌شود تا حدودی از انتشار گاز کربن‌دی‌اکسید جلوگیری شود.

(۳) هیدروژن سبز: با استفاده از الکترولیز آب و یا Biomass نیز می‌توان هیدروژن تولید کرد در این مسیر انرژی مورد نیاز برای الکترولیز از سوخت‌های تجدید پذیر مثل نور خورشید، باد و... تامین شود.

انتخاب روش تولید به سه پارامتر اساسی مواد اولیه تولید هیدروژن (هیدروکربنی یا غیر هیدروکربنی)، کاتالیست انتخابی و انرژی مورد نیاز بستگی دارد؛ همچنین به حجم هیدروژن تولیدی و نوع مصرف مورد نیاز نیز، بستگی دارد. به‌عنوان مثال در مقیاس اندک، روش هیدروژن سبز، عالی است.

دانشمندان و محققین در تلاش هستند تا از گاز هیدروژن در صنایع حمل و نقل استفاده کنند. یکی از این تلاش‌ها، مربوط به کشتی هوایی هایدنبرگ می‌باشد، که البته با شکست مواجه شد. اخیراً شرکت بزرگ Torres Strait Air Cranfield Aerospace Solutions (CAEs), MONTE سه قرارداد بزرگ در راستای تولید انرژی هیدروژن با Aircraft Leasing امضا کرده است. (عکس ۲)

گاز هیدروژن کوچک بوده و در صورت نشستی و جمع شدن آن در یک فضا ممکن است انفجار مهیبی رخ دهد. به همین خاطر همواره نگهداری و جابه جایی آن از خطوط لوله دارای مشکلات فراوانی بوده است. هیدروژن ظرفیت انرژی بالایی نسبت به وزن دارد اما نسبت به حجم، این مقدار خیلی پایین است. فشرده کردن گاز هیدروژن یکی از عوامل است که همواره مورد چالش بوده است؛ به همین خاطر، هنوز هم تانک‌های ذخیره سازی بزرگ مورد نیاز است. طبق تحقیقات انجام شده، برای تولید هیدروژن از مواد اورگانیک همچون هیدروکربن‌ها، استفاده از الکترولیز، مناسب نیست. همچنین استفاده از تکنولوژی راکتورهای غشایی برای تولید هیدروژن یک روش امیدوارکننده برای تولید هیدروژن پاک و فوق العاده خالص می‌باشد. ۱۸۴-۲۴۲-۲۴۸ همچنین ترکیب فرآیند‌ها با یک جداسازی مبتنی بر غشا و همزمان رخداد یک واکنش شیمیایی باعث بهبود بازدهی و خلوص هیدروژن می‌شود. (۴)

انتخاب روش تولید به سه پارامتر اساسی مواد اولیه تولید هیدروژن (هیدروکربنی یا غیر هیدروکربنی)، کاتالیست انتخابی و انرژی مورد نیاز بستگی دارد؛ همچنین به حجم هیدروژن تولیدی و نوع مصرف مورد نیاز نیز، بستگی دارد. به عنوان مثال در مقیاس اندک، روش هیدروژن سبز، عالی است. معیار رنگ بندی بر مبنای میزان انتشار گاز های گلخانه ای می باشد. (۳)



عکس ۲

برای جمع‌بندی، می‌توان گفت که تولید انرژی از هیدروژن پاک روشی جدید و پایدار است و می‌توان در آینده نزدیک آن را جایگزین سوخت‌های فسیلی کرد. تولید هیدروژن از منابع پاک مانند آب و باد باعث کاهش گرمایش جهانی و آلودگی هوا می‌شود.

منابع:

- [1] G. Pagani, Y. Hajimolana, and C. Acar, "Green hydrogen for ammonia production - A case for the Netherlands," Int. J. Hydrogen Energy, vol. 52, no. xxxx, pp. 418-432, 2024, doi: 10.1016/j.ijhydene.2023.06.309.
- [2] M. Yue, H. Lambert, E. Pahon, R. Roche, S. Jemei, and D. Hissel, "Hydrogen energy systems: A critical review of technologies, applications, trends and challenges," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 146, no. May, p. 111180, 2021, doi: 10.1016/j.rser.2021.111180.
- [3] E. Grubert, "Water consumption [1] from electrolytic hydrogen in a carbon-neutral US energy system," Clean. Prod. Lett., vol. 4, no. February, p. 100037, 2023, doi: 10.1016/j.clpl.2023.100037.
- [4] B. Liu, S. Liu, S. Guo, and S. Zhang, "Economic study of a large-scale renewable hydrogen application utilizing surplus renewable energy and natural gas pipeline transportation in China," Int. J. Hydrogen Energy, vol. 45, no. 3, pp. 1385-1398, 2020, doi: 10.1016/j.ijhydene.2019.11.056.

مصاحبه با دکتر بابک بنکدار پور



دکتر بنکدار پور
استاد تمام و هیات علمی دانشکده
مهندسی شیمی امیرکبیر

۱ - دکتر جسارتا اول خودتون را به طور کامل معرفی کنید مثلا شما اهل کجا هستید؟

من متولد تهران هستم؛ ولی پدر و مادرم اصالتاً اصفهانی هستند و اثر اصفهانی بودن آنها بر روی لهجه‌ام تا حدودی مانده است. از سن چهارده‌سالگی تا حدود بیست و شش‌سالگی، انگلستان زندگی کردم؛ یعنی تحصیل کرده‌ام و از سال ۱۳۷۰ هم هیئت علمی همین دانشگاه بودم و الان پنجاه و نه سال دارم.

۲ - رشته‌ی تحصیلی که در دوران دانشجویی داشتید، دانشگاه‌هایی که تو مقاطع مختلف گذراندید چه بود؟

مقاطع دانشگاهی که تحصیل کرده‌ام در هر سه مقطع دانشگاه بیرمینگهام انگلستان بود. در مقطع کارشناسی رشته‌ام مهندسی شیمی بود و در مقطع کارشناسی ارشد (biochemical engineering) که در ایران مهندسی شیمی بیوتکنولوژی ترجمه شده است، خوانده‌ام. در دکترا هم مهندسی شیمی خواندم که در همین زمینه بیوتکنولوژی بود.

۳ - دبیرستانی که بودید کجا بود و اسمش چه بود؟

در ۳ سال راهنمایی دبیرستان البرز بودم و بعد هم مقطع دبیرستانی که در آن موقع به آن ریاضی و فیزیک نظری می‌گفتند. در آن زمان من نظری رو انتخاب کردم و در دبیرستان البرز بودم ولی سال ۱۳۵۷ دو هفته دبیرستان تشکیل شد. آن موقع، دانشگاه‌ها بعد مدارس شروع می‌شدند (۱۵ مهر). ۱۵ مهر که تظاهرات شروع شد، دبیرستان هم به هم ریخت و از هم پاشید و دبیرستان‌ها را تعطیل کردند. یعنی فکر می‌کنم یک ماه آخر مهر باز بودند دبیرستان‌ها در کل ایران و بخاطر همین تظاهرات و این بحث‌ها بسته شد. در دی ماه یک روز باز کردند مدارس را که قبل از انقلاب بود و بعد گفتند آگه این روز هم دوباره شلوغ بشود دیگه ما سال تحصیلی را لغو می‌کنیم. کلاس‌ها تشکیل شد و بعد شلوغ شد و یک چیزی در حدود ۱۴/۱۵ بهمن من رفتم انگلیس زیرا مدارس تعطیل بود و آن زمان موقتاً مادرم انگلیس بود که یک سفری رفته بود و آن زمان داشت برمی‌گشت. با

خودم گفتم که مدرسه که تعطیل است خب من و پسر خالم با خالم برویم تا خرداد ماه. زیرا مدارس در آن زمان بسته هستند دیگه سال تحصیلی هم لغو شده بود. ۱۵/۱۴ بهمن رفتم و یک هفته بعد از آن تاریخ انقلاب شد اما بعد مدارس باز شدند و سال تحصیلی را اجرا کردند اما بر نگشتم ایران و در انگلیس ماندم و دبیرستانم را در آنجا تمام کردم.

۴ - در چه مقطعی به ایران برگشتید؟

بعد از اینکه دکترا را گرفتم برگشتم به ایران.

۵ - دلیل برگشتن شما چه بود؟

دلایل برگشتن من متعدد بود. یکی، خانوادگی بود یکی دیگر هم حسم بود. آخر سال ۶۹ بعد از حدود ۱۲ سال برگشتم. در این دوازده سال من سه دفعه به ایران سفر کردم. دفعه اول بعد هشت الی هشت و نیم سال و دو دفعه بعد از آن است. از یک طرف خیلی راحت‌تر بود انگلیس بمانم زیرا من به زندگی در انگلیس عادت کرده بودم و خب ایران هم که از موقعی که من آمده بودم زیر و رو شده بود. دیگر انقلاب شده بود و یک جورایی یک ایران دیگری بود پر از مشکل ولی تمام مدتی که بودم یکی از فکرهایی که داشتم این بود که من الان اگر انگلیس بمانم راحت‌تر هستم تا بروم ایرانی که اصلاً یک چیز دیگه شده است که تا عادت کنم



الان شانزده سالگی هست که اصلاً سرکار می‌روند یا غیره. مثلاً آن دو سال آخر بیشتر برای افرادی بود که می‌خواستند بروند دانشگاه. بعد آن دو سال آخر که به آن A-Level/ Advance-Level می‌گفتند یک مقدار از درس‌هایی که در سال اول لیسانس ایران پوشش داده می‌شد، آنجا پوشش داده می‌شود، دیگر تکرار نمی‌شد؛ یعنی دانشگاه که وارد می‌شدیم؛ مثلاً لیسانس مهندسی شیمی ترم اول که تا کریسمس بود درس‌های عمومی بود، ریاضی بود، شیمی که به سه شیمی به صورت جدا تقسیم می‌شد، شیمی فیزیک، شیمی معدن و شیمی آلی بود که استاد هم در هر سه درس فرق می‌کرد. استاد‌های شیمی، از دانشکده شیمی می‌آمدند درس می‌دادند و یا استاد‌های ریاضی، از دانشکده ریاضی می‌آمدند. یک سری از درس‌ها مهندسی شیمی بود در همان ترم اول اما بعد دیگر از ترم دوم صد درصد مهندسی شیمی بود؛ اما یک سری درس‌هایی مثلاً یک درسی علم مواد بود یک سری درس‌های پایه هم بود. سال اول در حقیقت همین چیزی که در ایران چهار سال پوشش داده می‌شود در انگلیس سه ساله است حالا آن بیست واحدهای عمومی را که نداریم پس می‌شود ۱۲۰ واحد ایران. یعنی آن بیست واحد که می‌رود کنار بعد حالا آن قسمتی که به عنوان پایه است، خیلی کمتر بود اما در آن سه سال امکان کار یا شغل دیگری نبود و باید تمام وقت متمرکز بر تحصیل می‌بودیم.

۷ - چرا رشته‌ی مهندسی شیمی را انتخاب کردید؟

بیشتر مهندسی شیمی من را انتخاب کرد تا من؛ منظورم این است یک چیزی که من داشتم این بود که دبیرستان انگلیس که گفتم در حقیقت آن زمان من مرحله آخری چهار سال بود دو سال O-Level و دو سال A-Level یعنی واحدی بود (انتخاب واحد می‌کردید) O-Level دو سال بود و A-Level هم دو سال بود در مجموع ۴ سال من مجبور شدم در یک سال دو سال دوره A-Level بگیرم. یعنی مجبور شدم در یک سال دو سال دوره A-Level بگیرم. فوق العاده کار سختی بود دلیلش این بود که پدرم می‌خواست ارز تحصیلی بفرستد و آن زمان بعد از انقلاب بود و مشکلات مالی و از این قبیل موارد وجود داشت. می‌خواستیم پول بفرستیم اجازه

به آن طول می‌کشید. ولی حس می‌کردم هیچ وقت با وجود این که هیچ مشکلی با زندگی در انگلیس نداشتم، قبل انقلاب هم در فصل تابستان به انگلیس سفر کرده بودم. در نتیجه، حس می‌کردم اگر انگلیس بمانم مثلاً بعد ۲۰ سال الی ۳۰ سال حس نمی‌کنم انگلیس وطنم هست ولی ایران را حس می‌کنم که وطنم است در نتیجه اگه برگردم و عادت کنم به شرایط ایران در درازمدت برای من بهتر است.

۵- دکتر در طول فرایند دانشجویی خودتون چه فعالیت‌هایی انجام دادید؟ به‌طور کلی کاری به‌جز درس یا کلا فعالیت دانشجویی انجام دادید یا اگه انجام دادید چی بوده؟

فعالیت دانشجویی فقط در حد مثلاً تدریس یاری اگر آن را به‌عنوان جدا از دانشجویی حساب کنیم.

۶- فعالیت‌های متفرقه مثل یک شغل دیگر داشتید؟

اصلاً در انگلیس نمی‌شد؛ یعنی حالا یکی از دلایل نشدن آن این بود که انگلیس لیسانس سه سال است به‌جای چهار سال و بعد شما آن سال عمومی رو ندارید در سال اول. یک مقدار فکر می‌کنم مقایسه‌ای دقیق نکردم؛ ولی دبیرستان‌های انگلیس البته الان یک مقدار عوض شده و این برای زمان من هست، آن موقع به این شکل بود که تا چهارده سالگی یک برنامه بود بعد هم اجباری بود، کسی نمی‌توانست نرود یا مثلاً فرزندشان نرود. الان فکر می‌کنم این دوره به ۱۶ سال تبدیل شده است. یعنی در چهارده سالگی همه باید می‌رفتند مدرسه بعد چهارده سالگی مدرسه حالتی شبیه پیش‌دانشگاهی که قبلاً در ایران آن یک سال بود؛ ولی چهار سال آخر دبیرستان انگلیس واحدی بود. یعنی شما مثل دانشگاه که درس انتخاب می‌کنید یا آن پیش‌دانشگاهی که قبلاً بود سال آخر دبیرستان ایران که درس انتخاب می‌کنید مثل اینکه واحد انتخاب می‌کنید در آن دو سال اول تعداد درس‌ها بیشتر بود؛ اما عمق آن کمتر بود؛ ولی در دو سال آخر تعداد درس‌ها کمتر اما عمق آن بیشتر بود. الان آن به ۱۶ ساله تبدیل شده است. آن قسمت انتخاب واحد دو سال آخر است که به آن می‌گویند A-Level. حالا در حقیقت

چهار دانشگاه شهرهای مختلف و این ۴ دانشگاه من را دعوت به مصاحبه کردند. جالب هم این بود که آگه دانشگاه شهرستان می‌رفتیم پول قطارمان را می‌دادند، یعنی به دانشگاه بلیط می‌دادید و پولتان را می‌دادند. بعد از مصاحبه ممکن بود رد کنند یا قبول کنند و یا شرطی قبول کنند. کمتر می‌شد که بدون شرط کسی را قبول کنند. معمولا شرطی قبول می‌کردند که اگر در این درس‌ها این نمرات را بیاورید (معدل که نبود مثلا فرض بگیرید چندتا درس انتخاب کردیم ریاضی - فیزیک - شیمی). و مثلا در این سه درس باید در کمترین حالت این نمرات را بیاورید. در نتیجه من یک چیزی حدود شاید دو هفته وقت داشتم که رشته انتخاب کن و قبل از آن هم هیچ فکری نکردم اصلا چه کار می‌خواهم کنم، آن هم در سن شانزده سالگی. نهایتا دلیلی که مهندسی شیمی را انتخاب کردم دلیل خوبی نبود و این را بعدا فهمیدم. معلم شیمی دبیرستان من خیلی معلم و آدم خوبی بود؛ فوق‌العاده قشنگ درس می‌داد و معلم O-Level من بود و بعدش هم A-Level در نتیجه من را خیلی به شیمی علاقه‌مند کرد. البته باز هم می‌گویم برای این داستان‌ها فقط سه هفته وقت داشتم. پدرم گفت مهندسی پزشکی الان به درد ایران می‌خورد، چیز دیگری نخوان. آن موقع رسم اینطور بود. می‌دانستم پزشکی دوست ندارم. پس می‌ماند مهندسی، در نتیجه مهندسی شیمی را انتخاب کردم. کتابخانه دبیرستان یک بخشی داشت در مورد رشته‌های مختلف، کتابچه‌هایی بود که آن زمان در ایران نبود. در کتابخانه کتاب‌های خیلی کوچکی بود در مورد رشته‌های مختلف از جمله مهندسی شیمی و مهندسی مکانیک. کتاب به شما می‌گفت مثلا این رشته دقیقا چه هست. دقیقا برای دانش‌آموزی بود که می‌خواست انتخاب رشته کند. دبیرستان یک مشاور داشت. مخصوصا آن زمان که می‌خواستیم وقت بگیریم و برویم برای انتخاب رشته مشاوره بگیریم. من برای راهنمایی انتخاب رشته وقت گرفتم. بعد آن فرم UCAS را پر کردم نوشتم انتخاب اول مهندسی شیمی، چون مهندسی شیمی را بیشتر دوست داشتم اول مهندسی شیمی و بعد مهندسی مکانیک را انتخاب کردم.

نوشتن (۱) مهندسی شیمی دانشگاه امپریال کالج لندن (۲) مهندسی مکانیک دانشگاه امپریال کالج لندن به خاطر اینکه سن ورود به دانشگاه هفده سالگی بود و می‌خواستم مهندس شیمی بخوانم پس فقط یک دانشگاه در لندن وجود داشت که می‌توانستید هفده ساله وارد مهندسی شیمی بشوید که امپریال کالج بود که ورود به آن بسیار سخت بود و من هم نتوانستم وارد بشوم. این دو را اول انتخاب کردم بعد سه انتخاب دیگر را هم مهندسی شیمی یعنی ۴ تا انتخاب مهندسی شیمی نوشتم در ۴ دانشگاه مختلف و یک مهندسی مکانیک. ترجیح می‌دادم لندن بمانم چون دبیرستانم هم لندن بود. بعد فرم را به مشاور نشان دادم و او گفت، اگر این فرم را بفرستی قطعا تمام دانشگاه‌ها تو را رد خواهند کرد. به دلیل اینکه آنها از دانش‌آموز اطلاعی ندارند که دارد چه می‌کند و فقط باید یک رشته انتخاب شود و بیش تر از یک رشته مورد قبول دانشگاه‌ها نیست پس دیگر دانشگاه‌ها

می‌خواستیم یعنی دولت به وزارت علوم باید مجوز می‌داد و بعد آن مرحله‌ی O-Level را در یک سال و نیم گذراندم ولی خوب چون آن قسمتش از نظر سنی اندازه بود با من یعنی شانزده سالگی O-Level گرفتم و در انگلیس همه در شانزده سالگی O-Level می‌گیرند حالا آن یک سال و نیم را پدرم توانست بفرستد اما خوب سخت‌تر شده بود شرایط ارزی ایران. برای محدود کردن خروج ارز گفتند دیگر به دبیرستان پول نمی‌دهند یعنی برای کسانی که در دبیرستان خارج درس می‌خوانند، نمی‌توانید پول بفرستید. فقط دانشگاه چون دانشگاه انگلیس ۳ سال بود، ایران گفت فقط برای انگلیس سال دوم A-Level را به عنوان سال اول دانشگاه حساب کنیم این قانون زمانی گذاشتند که من باید می‌رفتم سال اول A-Level بعد پدرم این را به من گفت یعنی اگر می‌خواستم A-Level را دو ساله بگیرم سخت می‌شد چون حالا از طریق بانک نمیشد پول برای شهریه ارسال شود. من یک مدرسه‌ای بودم که سیستم خاص داشت و یک فرد می‌توانست یک ساله هم فارغ التحصیل شود. پس من هم رفتم یک ساله گرفتم. آن وقت این A-Level را که شروع کردم همان اوایلش باید انتخاب رشته می‌کردم. سیستم انگلیس فرق می‌کند با ایران مثلا کنکور ندارد یا یک سیستم متفاوت برای ورود به دانشگاه دارد. مثلا فرض کنید سال آخر دبیرستان حدود آبان، که یک سال از دبیرستان من مانده بود تصمیم گرفتم آن سال و سال بعد که سال آخر به حساب می‌آمد را در همان سال جمع بندی کنیم، در این شرایط به من گفتند رشته هم انتخاب کن. با سیستم آشنا نبودم یکبار به دبیرستان گفت دو هفته دیگه باید رشته انتخاب کنید. هم رشته و هم دانشگاه. پنج انتخاب داشتیم، البته آنجا کنکور ندارد مگر برای دانشگاه‌های خاص مثل آکسفورد و کمبریج که کنکور نیاز دارد، چون خیلی متقاضی دارد. یک سازمانی بود به نام UCAS که این سازمان متقاضی‌ها را مدیریت می‌کرد. یک چیزی معادل سازمان سنجش ایران ولی اصلا امتحان برگزار نمی‌کرد بلکه مدیریت می‌کرد. به چه روشی مدیریت می‌کرد؟ سیستم در اصل اینطوری بود که اولاً هیچ کسی نمی‌توانست مستقیم در مقطع کارشناسی به دانشگاه تقاضا بدهد. باید هر کسی می‌خواست برود دانشگاه به UCAS تقاضا می‌داد. مهلت این کار آبان سال آخر دبیرستان بود. یک فرمی بود که پر می‌کردیم که پنج انتخاب می‌گذاشتیم مثل اینکه شما صد انتخاب دارید در ایران، آنجا پنج انتخاب داشت. این شروع کار بود یعنی شما این پنج انتخاب را می‌گذاشتید، بعد یک سری مدارک هم می‌خواست حالا توصیه‌نامه از مدیر مدرسه و یک سری توضیحات. این مدارک را می‌فرستادیم به UCAS برای این کارها هزینه هم پرداخت می‌کردیم. بعد دانشگاه‌ها مستقیما با کسانی که تقاضا داده بودند تماس می‌گرفتند یا ردشان می‌کردند یا قبولشان می‌کردند یا دعوت می‌کردند به مصاحبه. معمولا هم دعوت می‌کردند به مصاحبه. منتها کمتر پیدا می‌شد که مستقیم و بدون مصاحبه قبول کنند چون اصلا هنوز شما دیپلم نگرفته بودید. معمولا به مصاحبه دعوت می‌کردند و دانشگاه‌ها در نقاط مختلف انگلیس بود و من یک دانشگاه در لندن و

می‌کردم این تجربه به من نشان داد که تدریس دوست دارم.

۱۱- معدل درس هاتون؟

در انگلیس سیستم نمره با ایران و آمریکا فرق دارد و اصلاً نمره‌ای نیست البته در زمان ما اینطور بود که به ما درجه می‌دادند و میگفتند درجات چی شده very good/good/pass/fail پنج تا بود که من یکی را یادم نمی‌آید. در آخر دوره لیسانس هم درجه می‌دادند. بیست درصد نمره کل لیسانس برای پروژه طراحی فرایند بود. من درجه two-one گرفتم و فوق لیسانس نمره‌ای نداشت یا فارغ التحصیل می‌شدی یا خیر!

۱۲- سخن آخر یا سوالی هست که مدنظر شما باشد؟

یک سوالی که اضافه باید بشود در لیست سوالات، این هست که من ۳۱ سال است که هیئت علمی هستم و اگر به این ۳۱ سال نگاه کنم چه کاری اثرگذار ترین و مفید ترین کار من بود؟

جواب من این است که سال ۹۴ به دانشگاه‌های سطح یک اختیار داده شد که برنامه‌های درسی را بازنگری کنند و وزات علوم هیچ دخالتی نکند به جز ۲۰ واحد عمومی و اختیار بازنگری داده شد؛ به شرط آنکه شورای برنامه‌ریزی دانشگاه قبول کند و تعداد واحدها هم تغییری نکند. در دانشکده هم دکتر حلاج معاون آموزشی این موضوع را برخلاف دیگر دانشگاه‌ها جدی گرفتند و افرادی که علاقه‌مند به این کار بودند و ایده‌هایی داشتند اول پنج نفر بعد چهار نفر که خود دکتر حلاج، من، دکتر کارگری و دکتر ریسی بودیم که دکتر کشاورز هم بعد یکی دو ماه کنار کشید. ما چهار نفر کمیته بازنگری برنامه کارشناسی را تشکیل دادیم. من درگیر جدی این موضوع شدم و جلسه‌های هفتگی ۲ یا ۳ ساعته برگزار شد که حدود ۲ سال طول کشید و از ورودی ۹۶ برنامه اجرا شد و بعد من معاون آموزشی شدم برای ۴ سال که مجری برنامه هم شدم. این برنامه بازنگری برای من یک کار برجسته در این ۳۱ سال بود.

پدرام یوسفی و کیمیا کاویانی



فکر می‌کنند تو فقط هدف‌ت لندن و امپریال کالج هست آنها هم تو را رد می‌کنند. مشاور گفت یا مهندسی شیمی یا مهندسی مکانیک که من مهندسی شیمی را انتخاب کردم و انتخاب اولم مهندسی شیمی امپریال کالج بود که رد شدم ولی چهار دانشگاه دیگر من را دعوت به مصاحبه کردند و سه دانشگاه پیشنهاد دادند ولی باید دو مورد را انتخاب می‌کردیم که من بیرنگام را انتخاب کردم. انتخاب در دو هفته بود و بیشتر مهندسی شیمی من را انتخاب کرد تا من آن را.

۸- استاد الان به این رشته علاقه دارید؟

اگر به عقب برمی‌گشتم مهندسی شیمی انتخابم نبود یعنی کلاً مهندسی انتخاب نمی‌کردم.

۹- انتخاب شما چه بود؟

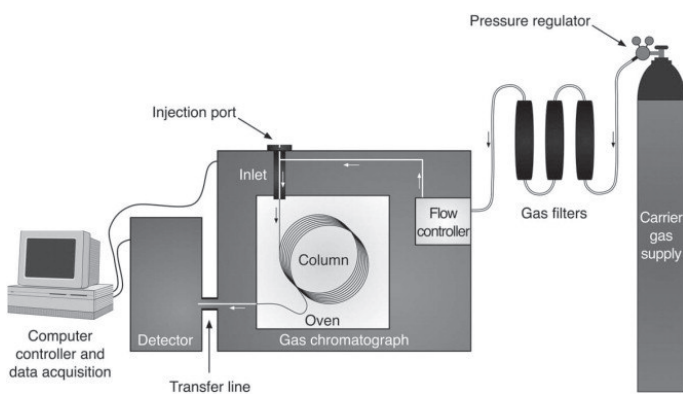
اگر صد درصد انتخاب با خودم بود علوم انسانی و بعد علوم پایه انتخابم بود. دوره‌ای که مهندسی شیمی خواندیم مثل برنامه بازنگری شده الان که ما بسته داریم آنها هم بسته داشتند که به آن ایشن می‌گفتند که سال آخر بعد پروژه طراحی فرایند و دروس اصلی ما دو بسته داشتیم که لانگ ایشن و شورت ایشن بود که یک بسته با تعداد واحد بیشتر و یکی با تعداد واحد کمتر که لانگ ایشن انرژی بود و دومی بایومهندسی شیمی بود. من فوق لیسانس همین رشته را می‌خواستم برای همین انرژی خواندم و شورت ایشن چندتا بود که یکی از آنها مهندسی محیط زیست بود و ایشن زیست محیطی و با درس‌هایش بیشتر بیوتکنولوژی محیط زیست بود که خیلی دوست داشتیم. در ایران هم در گروه صنایع غذایی که درس‌های بیوتکنولوژی داشت مشغول شدم و گرایش صنایع غذایی را در امیرکبیر راه انداختیم و این حوزه‌ها علاقه‌مندی من بود و یک چیز جالب این هست که من سال ۲۰۰۶ امپریال کالج قبول نشدم ولی نه ماه امپریال کالج رفتم و با یکی از پروفیسورهای آنها در همین زمینه بیوتکنولوژی زیست محیطی کار کردم.

۱۰- چرا استاد شدید؟

بیشتر به دلیل علاقه به تدریس. وقتی که تدریس‌یار بودم حداکثر دروسی که می‌توانستم تدریس‌یار بشوم را انتخاب می‌کردم. زمانی که تجربه کردم فهمیدم ارتباط با دانشجو و تدریس را دوست دارم. البته تدریس‌یاری آنجا به صورت کمک به دانشجو بود و کلاس‌ها از ساعت ۹ صبح تا ۵ بعد از ظهر بود و کارشناسی به این صورت بود که چهار روز هفته پشت سرهم کلاس بود به جز روز چهارشنبه که بعد ناهار تعطیل می‌شدیم و کلاس‌های ورزشی داشتیم که من به ترم برای کلاس گلف شرکت کردم و دو ورزش دیگر.

صبح تا ظهر چهار کلاس داشتیم و بعد ناهار؛ یعنی از ساعت ۲-۵ کلاس آزمایشگاه یا کلاس تدریس‌یاری بود که استاد توضیح اولیه می‌داد و بعد من توضیح می‌دادم. استاد درس و تدریس‌یار در کلاس بودند و یک برگه می‌دادند که سوال داشت و باید حل می‌کردند و اگر سوالی داشتند از تدریس‌یار می‌پرسیدند و من خودم همیشه پیگیر بودم و کمک

کروماتوگرافی گازی



نگارنده : امید خسروی

یا گاز هلیوم (He) با خلوص بسیار بالا (۹۹/۹۹٪) است. این گاز همواره در طول آزمایش باید در مسیر جریان داشته باشد.

ورودی (Inlet)

این قسمت برای وارد کردن نمونه مجهول به درون دستگاه است. تزریق نمونه به درون ورودی دستگاه به وسیله سرنگ‌های مخصوص صورت می‌گیرد. حجم این سرنگ‌ها عموماً در بازه میکرولیتر قرار می‌گیرد. پس از برداشت نمونه توسط سرنگ، محتویات سرنگ درون ورودی دستگاه تزریق می‌شود. نمونه پس از تزریق در قسمت ورودی، نمونه از یک فیلتر عبور می‌کند تا ذرات بزرگ در صورت وجود از نمونه جدا شوند و سپس نمونه وارد محفظه می‌شود. به این محفظه لاینر (Liner) گفته می‌شود. دمای این محفظه به گونه‌ای تنظیم می‌شود که نمونه پس از ورود به آن به دلیل دمای بالا دچار انبساط می‌شود. زمانی که فشار محفظه به دلیل انبساط ناگهانی گاز بالا رفت، نمونه گازی به کمک گاز حامل در ستون کروماتوگرافی تخلیه می‌شود.

ورودی دستگاه کروماتوگرافی اهمیت بسیار زیادی دارد. چراکه محفظه نباید نشتی داشته باشد و همچنین هنگام تخلیه باید تمام نمونه تخلیه شود و باقی‌ماندن نمونه در محفظه باعث می‌شود که در آزمایشات بعدی ذرات ناخواسته نیز تشخیص داده شوند و باعث خطای آزمایش می‌شود.

در شماره قبلی نشریه، کروماتوگرافی مایع با فشار بالا توضیح داده شد. اما به علت برخی مشکلات موجود، امکان استفاده از روش کروماتوگرافی مایع وجود ندارد. برخی از این مشکلات عبارتند از: ۱- عدم امکان نمونه سازی از ماده مجهول (جامد) به صورت مایع ۲- عدم امکان تبدیل نمونه مجهول (گاز) به مایع ۳- هزینه آزمایش به صورت کروماتوگرافی مایع بیشتر کروماتوگرافی گازی می‌باشد. در این شرایط استفاده از کروماتوگرافی گازی ارجحیت می‌یابد.

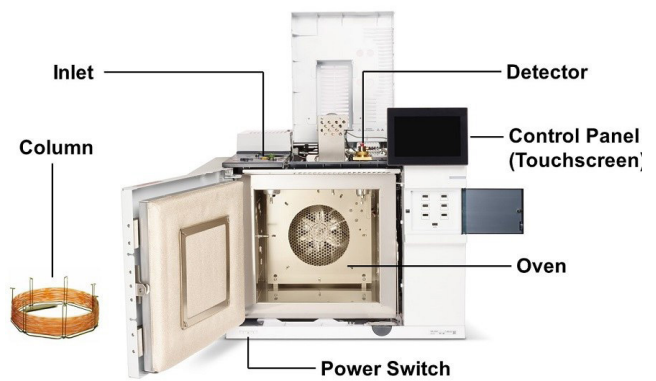
دستگاه کروماتوگرافی شامل ۴ قسمت اصلی می‌باشد. این چهار قسمت شامل: ۱- ورودی یا Inlet ۲- ستون کروماتوگرافی ۳- تشخیص دهنده یا Detector ۴- آنالیزگر اطلاعات توسط کامپیوتر

برای استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی همانند کروماتوگرافی مایع به یک فاز متحرک خنثی نیاز است. این گاز عموماً گاز ازت (N₂)

مشخصات ستون مناسب آزمایش است. نامناسب بودن ستون تاثیر مستقیم در نتیجه آزمایش دارد و ممکن است جداسازی به خوبی انجام نشود و به همین دلیل مواد موجود در نمونه مجهول به درستی تشخیص داده نمی‌شوند. یکی از این مشخصات قطبیت ستون است. به طور مثال اگر نمونه مجهول حاوی مواد قطبی باشد و ستون از جنس مواد ناقطبی باشد، جداسازی به درستی صورت نمی‌گیرد.

تشخیص دهنده

تشخیص دهنده همانند قلب دستگاه می‌باشد. این قسمت وظیفه تشخیص نمونه های خارج شده از ستون را دارد. تشخیص دهنده های کروماتوگرافی مایع متنوع هستند و هرکدام با متود مختص خود می‌تواند نمونه را آنالیز کند. برای غلظت‌های متفاوت، تشخیص دهنده‌های متفاوتی استفاده می‌شود. به طور مثال اگر نمونه مجهول حاوی مواد هالوژن دار باشد و غلظت آن بسیار کم باشد، از دتکتور u-ECD استفاده می‌شود.



ستون کروماتوگرافی

در این قسمت نمونه تزریق شده به کمک گاز حامل، در درون ستون شروع به حرکت می‌کند. به دلیل تفاوت سرعت حرکت مواد موجود در نمونه، اجزای تشکیل دهنده نمونه مجهول از یکدیگر جداسازی می‌شوند و در طول ستون کروماتوگرافی پخش می‌شوند. در نهایت به کمک گاز حامل این مواد از ستون خارج می‌شوند و وارد دتکتور می‌شوند.

ستون‌های کروماتوگرافی معمولاً طول زیاد (۲۵ متر الی ۱۰۰ متر) و قطر کم (۰/۵۰ میلی‌متر) دارند. این ستون‌ها از جنس Fused-Silica هستند و بسیار شکننده هستند. پوسته داخلی این ستون‌ها با مواد خاصی پوشیده شده‌اند. این مواد با نمونه وارد واکنش نمی‌شوند و باعث جداسازی می‌شوند. ضخامت پوشش این مواد بسیار کم (۳ میکرومتر) است. پوسته بیرونی این ستون‌ها از یک لایه نازک پلیمر پوشیده شده است تا به این ستون‌ها اندکی خاصیت خم‌شوندگی بدهد. ستون کروماتوگرافی در درون اون (Oven) قرار می‌گیرد و دمای آن با توجه به نیاز تا حدود ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد بالا می‌رود. دما تاثیر مستقیم در جداسازی مواد موجود در نمونه دارد. ستون متصل کننده قسمت ورودی به قسمت تشخیص‌گر است و وظیفه جداسازی مواد موجود در نمونه را دارد. ستون‌های کروماتوگرافی بسیار متنوع هستند و مشخصات متفاوتی دارند. برای کاربردهای مختلف، باید توجه داشت که

یکی از دتکتورهای متداول (Flame Ionization Detector) (FID) می‌باشد. این تشخیص دهنده، به کمک گاز هیدروژن یک شعله پایدار تشکیل می‌دهد و جریان الکتریکی شعله را اندازه‌گیری می‌کند و آن را مبنای خود قرار می‌دهد. در صورت وارد شدن هر ماده اضافی موجود در نمونه میزان جریان الکتریکی تغییر پیدا می‌کند و تشخیص‌گر این ماده را شناسایی می‌کند و آن را ثبت می‌کند.

- انواع تشخیص دهنده های رایج عبارتند از:
- ۱- Flame Ionization Detector (FID)
 - ۲- Thermal Conductivity Detector (TCD)
 - ۳- Nitrogen-Phosphorus Detector (NPD)
 - ۴- Electron Capture Detector (ECD)
 - ۵- Flame Photometric Detector (FPD)

آنالیز اطلاعات توسط کامپیوتر

اطلاعات به دست آمده از تشخیص دهنده ثبت می‌شوند و برای کامپیوتر فرستاده می‌شوند. این اطلاعات در نرم‌افزار مخصوص کروماتوگرافی پردازش می‌شوند و کاربر می‌تواند میزان بلندی پیک و سطح زیر نمودار هر پیک را مشاهده کند. همچنین این قابلیت وجود دارد تا غلظت ماده موجود در نمونه مجهول اندازه‌گیری شود.



تشدید فرآیند و راکتورهای دیسک چرخان

نگارنده: امیر حسین هاشمی و طهورا قاسم زاده

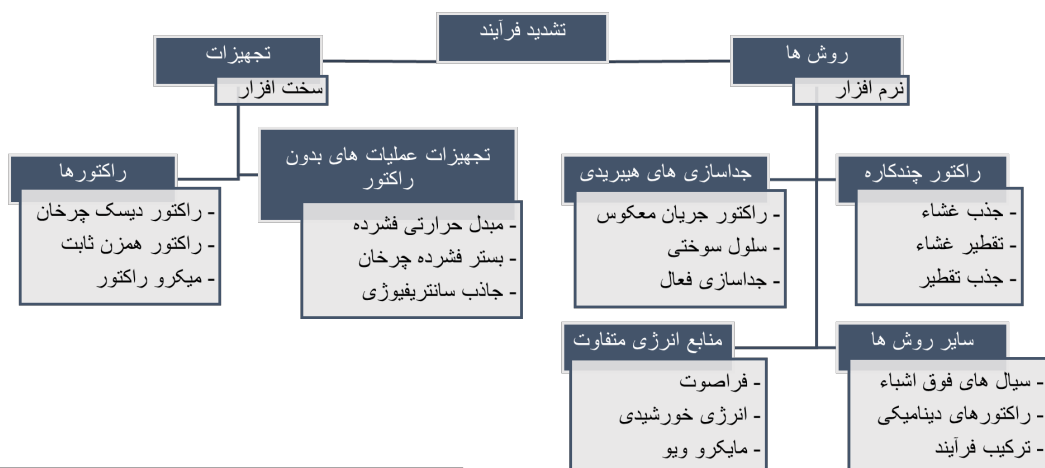
تشدید فرآیند^۱ و راکتورهای دیسک چرخان^۲

در نگاه اول شاید پیاده‌سازی چنین رویکردی غیرممکن به نظر برسد و چیزی بیشتر از کمال گرایی بر روی کاغذ به چشم نیاید؛ اما با بررسی ردپای این رویکرد از همان ابتدای شکل‌گیری یعنی دهه ۱۹۷۰ میلادی تا به امروز می‌توان به تاثیر چشم‌گیر پیاده‌سازی این رویکرد در فرایندها و صنایع مختلف دست پیدا کرد. از مهم‌ترین مثال‌های تشدید فرآیند می‌توان به مبدل‌های حرارتی فشرده^۳، میکروراکتورها^۴ و راکتورهای دیسک

تشدید فرآیند رویکردی نوین با هدف افزایش بازدهی و پایداری فرایندهای شیمیایی به کمک ارتقاء طراحی و عملیات است. تشدید فرآیند را می‌توان طراحی راکتورهای با بهره‌وری حجمی و گزینش‌پذیری افزایش یافته در کنار انرژی مصرفی کاهش یافته، بدون قربانی کردن کیفیت محصول تولیدی و ایمنی عملیات توصیف کرد.

3 Compact heat exchangers
4 Microreactors

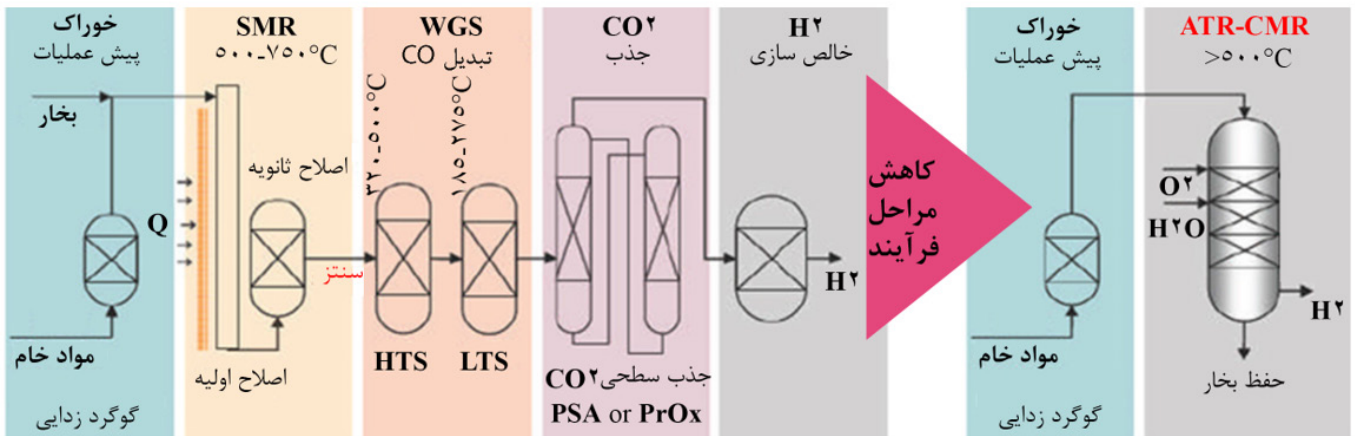
1 Process intensification (PI)
2 Spinning disk reactors (SDR)



شکل ۱. نمای کلی جعبه ابزار تشدید فرآیند



شکل ۲. نمای کلی طراحی یک راکتور نوین برای کاهش مراحل فرآیند



عمده‌ای که بین راکتورهای بزرگ و میکرو راکتورها (نمونه بارز تشدید فرآیند)، به خصوص راکتورهای دیسک چرخان وجود دارد، بهبود یافتن مکانیزم‌های انتقال حرارت و برهمکنش‌های سطحی است که این دستاورد باعث برانگیختن توجه دانشمندان به این نوآوری شده است. تشدید فرآیند در این راستا، به طور قابل توجهی مقیاس فرآیند تولید را کاهش می‌دهد که باعث مواردی همچون زیر می‌شود:

- کاهش سرمایه گذاری، پلنت‌های ساده و با مقیاس کوچکتر
- کاهش پسماندها، هزینه مواد اولیه کمتر، افزایش ویژگی واکنش

چرخان اشاره کرد که استفاده تلفیقی تشدید فرآیند از نوآوری‌های مختلف همچون اختلاط‌های تشدید شده، انتقال حرارت، و مهندسی واکنش برای ساخت فرآیندهای شیمیایی با بازدهی بیشتر را نشان می‌دهد. شکل ۱. نمای کلی از حوضه‌های فعالیتی مختلف و به گونه‌ای جعبه ابزار تشدید فرآیند را به رخ می‌کشد.

در این مقاله اما قصد داریم تا راکتورهای دیسک چرخان یعنی یکی از تجهیزات تشدید فرآیند را مورد بررسی قرار دهیم.

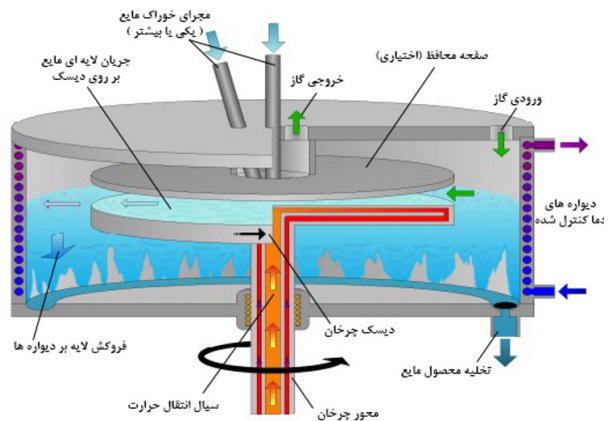
راکتورهای دیسک چرخان

راکتورهای دیسک چرخان یکی از تجهیزات پیشرو در رویکرد تشدید فرآیند تولیدات شیمیایی به شمار می‌رود. تفاوت

• کاهش هزینه و مصرف انرژی، بهبود کنترل کردن دما و انتقال حرارت

• کاهش زمان و هزینه برای بازار محصولات جدید، افزایش مقیاس ساده تر

علاقه به فناوری دیسک های چرخان از اوایل سال ۱۹۰۰ با درک این موضوع که جریان لایه های نازک بر روی سطوح صفحه به دلیل گرانش از اهمیت علمی زیادی در عملیات مهندسی شیمی برخوردار هستند، قوت گرفت. چنین لایه هایی با تشکیل موج سطحی همراه بوده که باعث ایجاد اختلاط شدید درون خود لایه ها و افزایش نرخ انتقال گرما و جرم می شود. راکتورهای دیسک چرخان نوعی از راکتورهای جریان پیوسته هستند که از دیسک های چرخان برای افزایش اختلاط و انتقال جرم استفاده می کنند. این دیسک ها معمولاً از فلز یا سرامیک ساخته می شوند و با کاتالیزورها یا مواد جاذب پوشانده می شوند. شکل ۳. تصویر نشان دهنده یک راکتور دیسک چرخان معمولی است که عملیات های کلی از جمله گرمایش و سرمایش دیسک و دیواره های راکتور را نشان می دهد. راکتور دیسک چرخان تشکیل شده از یک دیسک با قطر بین ۱۰ سانتی متر تا ۱ متر و دیسک های ساخته شده از



شکل ۳. نمای کلی یک راکتور دیسک چرخان

فلزات مختلف، اغلب با پایه مس (رسانایی حرارتی عالی) با روکش کروم نازک برای مقاومت شیمیایی، استفاده می شود، این محدودیت های اندازه بیشتر عملی هستند تا تئوری. دیسک بسته به کاربرد و میزان توان خروجی می تواند صاف، شیاردار یا مشبک باشد. سرعت چرخش یک راکتور دیسک چرخان می تواند از ۱۰۰ تا ۶۰۰۰ دور در دقیقه متفاوت باشد (معمولاً ۱۰۰۰ دور در دقیقه است). از ویژگی های خاص این دستگاه می توان به برش و اختلاط شدید در فیلم نازک مایع، انتقال جرم / حرارت بالا در جامد / مایع و مایع / گاز اشاره کرد.

مزیت و سود استفاده از تشدید فرایند در افزایش مقیاس های صنعتی قابل مشاهده است. تجربه نشان می دهد که در افزایش مقیاس یک راکتور بچ مملو از مشکلاتی است که باعث می شود مسیر نمونه های

آزمایشگاهی تا پیوسته های تولید به یک مسیر طولانی دشوار و پرهزینه تبدیل شود. این مشکل را می توان با انتقال حرارت در راکتور نشان داد که با دو برابر شدن ابعاد آن مساحت و حجم آن به ترتیب ۴ و ۸ برابر خواهند شد. این تغییر مقیاس رابطه مستقیمی با سرعت گرمایش و سرمایش در راکتور دارد و واکنش های گرمازا ممکن است در دماهای پایین تر انجام شوند. مجموعه این ها منجر به تغییراتی در ساختار و شیمی شده که از دست دادن عملکرد و یا تولید محصولات جانبی را به همراه خواهد داشت.

در راکتورهای بچ، اندازه گیری اختلاط به صورت اساسی غیرممکن است. زیرا میزان اختلاط وابسته به اندازه و شکل راکتور است. در دو روش کلاسیک که شامل ثابت نگه داشتن توان به ازای حجم یا ثابت نگه داشتن میزان چرخش نوک پره در دیسک است، که ثابت نگه داشتن هر دو معیار غیرعملی است. راکتورهای دیسک چرخان با ارائه راه حلی در مقیاس ها که بیانگر عدم وابستگی اختلاط و انتقال جرم با اندازه و شکل راکتور است و می توان اختلاط را با تغییر سرعت و ساختار دیسک تغییر داد. این امر راکتورهای دیسک چرخشی را به فناوری همه کاره تر و کارآمدتر برای فرایندهای شیمیایی در مقیاس صنعتی تبدیل می کند.

یکی از پیچیدگی های راکتورهای دیسک چرخان اما، بررسی های پیچیده برای بدست آوردن ضخامت دقیق لایه ماده روی دیسک و دیگر اطلاعات آن است. با این حال با اعمال ساده سازی هایی، می توان از روابط (۱) و (۲) برای بدست آوردن ضخامت لایه و همچنین مدت زمان پایداری مایع استفاده کرد:

$$f = \left(\frac{3\nu Q}{2\pi r^2 \omega^2} \right)^{1/3} \quad (1) \quad \text{ضخامت لایه (m):}$$

جایی که ν = ویسکوزیته مایع (Pa s)، Q = ریت جریان مایع ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$)، ρ = چگالی مایع (kg m^{-3})، شعاع دیسک (m)، ω = سرعت زاویه ای دیسک (radian s^{-1}) و f = ضخامت لایه مایع (m).

$$t = \left(\frac{81\pi^2 \nu}{16\rho Q^2 \omega^2} \right)^{1/3} r^{4/3} \quad (2) \quad \text{مدت زمان متوسط پایداری (s):}$$

جایی که ν = ویسکوزیته مایع (Pa s)، Q = ریت جریان مایع ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$)، ρ = چگالی مایع (kg m^{-3})، شعاع دیسک (m)، ω = سرعت زاویه ای دیسک (radian s^{-1}) و t = مدت زمان متوسط پایداری مایع (s).

سخن آخر

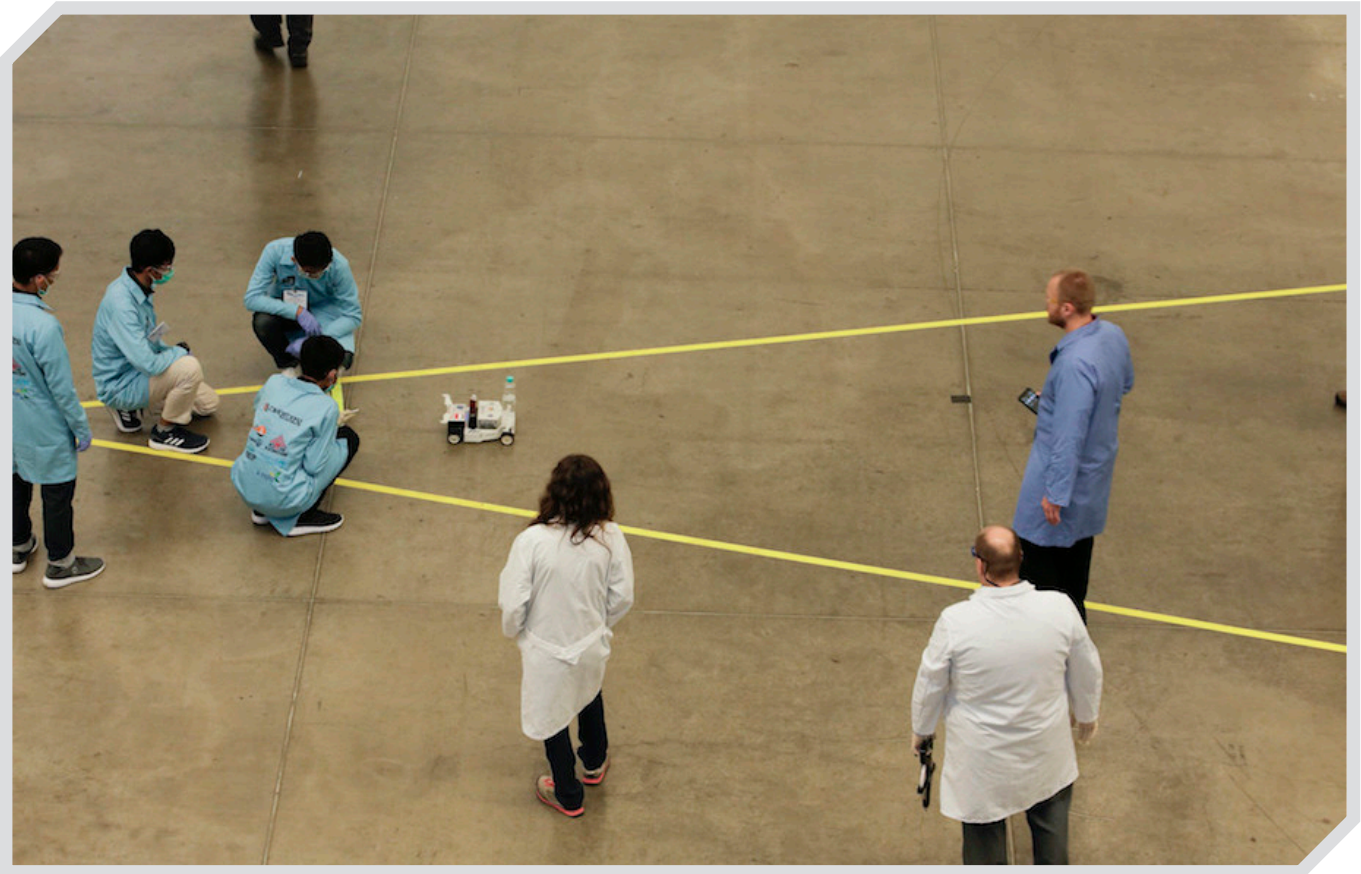
تشدید فرایند به عنوان یک استراتژی کلیدی برای بهبود کارایی و پایداری فرایندهای شیمیایی ظاهر شده است. با ادغام عملیات واحدهای متعدد و بهینه سازی شرایط فرایند، تشدید فرایند می تواند مصرف انرژی، تولید

زباله و هزینه های تولید را به میزان قابل توجهی کاهش دهد. به طور ویژه، تشدید فرآیند در راکتورهای دیسکی چرخشی یک فناوری امیدوارکننده است که پتانسیل ایجاد تحول در فرآیندهای شیمیایی و بیوشیمیایی را دارد. نسبت سطح به حجم بالا، اختلاط کارآمد و انتقال جرم افزایش یافته، راکتورهای دیسکی چرخشی را جایگزینی برتر برای راکتورهای سنتی کرده است. با بهینه سازی طراحی راکتورهای دیسک چرخشی و ادغام آنها در فرآیندهای صنعتی موجود، می توان به پیشرفت های قابل توجهی در بهره وری، کارایی و پایداری دست یافت. از آنجایی که تقاضا برای فرآیندهای شیمیایی پایدارتر و کارآمدتر افزایش می یابد، احتمالاً راکتورهای دیسک چرخش نقش مهمی در مواجهه با این چالش ها دارند.

منابع:

- (1) Pask, S. D.; Nuyken, O.; Cai, Z. The Spinning Disk Reactor: An Example of a Process Intensification Technology for Polymers and Particles. *Polymer Chemistry* 2012, 3 (10), 2698. <https://doi.org/10.1039/c2py20237a>.
- (2) Flanders' FOOD Technology . Spinning Disc Reactors, a Novel Processing Machine for the Food and Chemical Engineering; IRMH Processtech, 2010.





کمیکار چیست؟

نگارنده: سودا نوحه خوان

مسابقات کمیکار فعالیتی دانشجویی است که به منظور بهبود درک دانشجویان از دروس تئوری دانشگاهی (به صورت تخصصی) و با هدف پیدا کردن سوخت‌های سازگار با محیط‌زیست به عنوان جایگزین مناسب برای سوخت‌های فسیلی، هر ساله در میان دانشجویان رشته مهندسی شیمی و رشته‌های وابسته (شیمی محض، شیمی کاربردی، مهندسی نفت و مهندسی پلیمر) در سطح کشوری و جهانی، برگزار می‌گردد.

در حال حاضر با توجه به بهبود سطح برگزاری این مسابقات، امکان حضور دانشجویان رشته‌های مهندسی برق و مهندسی مکانیک نیز، در این مسابقات فراهم شده که در نهایت کمیکار را به فعالیتی بین‌رشته‌ای تبدیل کرده است.

در مسابقات کمیکار، میزان مسافتی که ماشین‌ها طی می‌کنند و نیز، مقدار باری که در این مسیر جا به جا می‌شود، تا روز مسابقه مشخص نمی‌گردد؛ بنابراین دانشجویان خلاق و طراح باید پس از اعلام این دو مقدار، قبل از شروع مسابقه، طبق محاسباتی که از قبل انجام داده اند مقادیر مورد نیاز مواد نیروی پیشرانده و همچنین سیستم ترمز را به ماشین تزریق کنند.

نیروی پیشرانده این خودروها، باید یک ماده شیمیایی باشد که محیط‌زیست را آلوده نکرده و هیچ گاز یا مایع دیده‌شدنی را پدید نیآورد و هیچ باتری تجاری در ساخت آن‌ها به کار نرفته باشد.

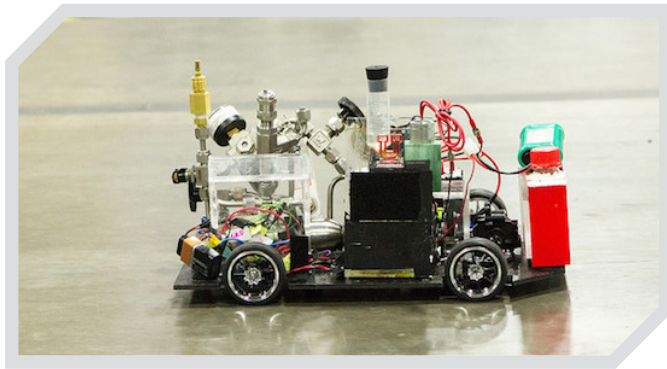
علم کمیکار گسترده می‌باشد و در کنار آن می‌تواند از سایر علوم دیگر کمک گرفت، به جرأت می‌تواند آن را یکی از علوم (زیر شاخه‌ی مهندسی شیمی) دانست که همیشه و در همه حال بر قله‌های پیشرفت و تعالی حرکت می‌کند

تاریخچه کمیکار و مسابقات کمیکار:

در اواخر دهه ۱۹۹۰ میلادی مسئولان انجمن مهندسی شیمی آمریکا (AIChE) سعی کردند راهی را برای سنجش خلاقیت و توانمندی‌های علمی دانشجویان مهندسی شیمی پیدا کنند؛ بدین منظور طراحی یک رویداد سالانه رقابتی، علمی و جذاب در قالب مسابقات کمیکار پیشنهاد گردید. هدف این مسابقه فراهم آوردن زمینه‌ای برای مشارکت دانشجویان مهندسی شیمی، برای طراحی و ساخت ماشین کوچکی است که با انجام یک واکنش شیمیایی نیروی محرکه آن تأمین می‌شود.

در این مسابقه شرکت‌کنندگان باید خودروهایی بسازند که از یک اندازه بزرگ‌تر نبوده و بتواند راهی را که از کم و بیش آن اندکی پیش از مسابقه آگاه می‌شوند با حمل میزان وزنه‌ای که اندکی پیش از مسابقه اعلام می‌شود بپیماید. نیروی پیش‌راننده این خودروها باید یک ماده شیمیایی باشد که محیط زیست را آلوده نکرده و هیچ گاز یا مایعی دیده شدنی را پدید نیارد و هیچ باتری تجاری در ساخت آن‌ها به کار نرفته باشد. اولین دوره مسابقات جهانی در سال ۲۰۰۵ در گلاسکو اسکاتلند، در کنار هفتمین کنگره جهانی مهندسی شیمی، برگزار شد.

اولین دوره مسابقه کمیکار ایران همزمان با نهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران زیر نظر انجمن مهندسی شیمی ایران (IACHE) در دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه علم و صنعت ایران با شرکت ۵۰ تیم در روز چهارم آذر ماه ۸۳ برگزار شد که اطلاعات چندانی از نتایج آن در دست نیست. [۲]



بهینه سازی یک خودروی کمیکار:

با توجه به روند اخیر در به سمت کاهش مصرف سوخت فسیلی، نیاز به منبع انرژی جایگزین مناسب بیش از هر زمان دیگری احساس می‌شود. برای بررسی کاربرد محصولات خانگی به‌عنوان منابع انرژی غیرمعمول و درعین حال کارآمد، خودرویی ساخته شد که کاملاً با واکنش‌های شیمیایی کار می‌کند. [۱]

باتوجه به تنوع بسیار زیاد واکنش‌های شیمیایی، ساختارهای متفاوت برای باتری‌های دوست دار محیط زیست می‌توان طراحی کرد. برای جمع‌آوری و استفاده از ایده‌های توانمند، هر ساله مسابقات کمیکار برگزار می‌شود.

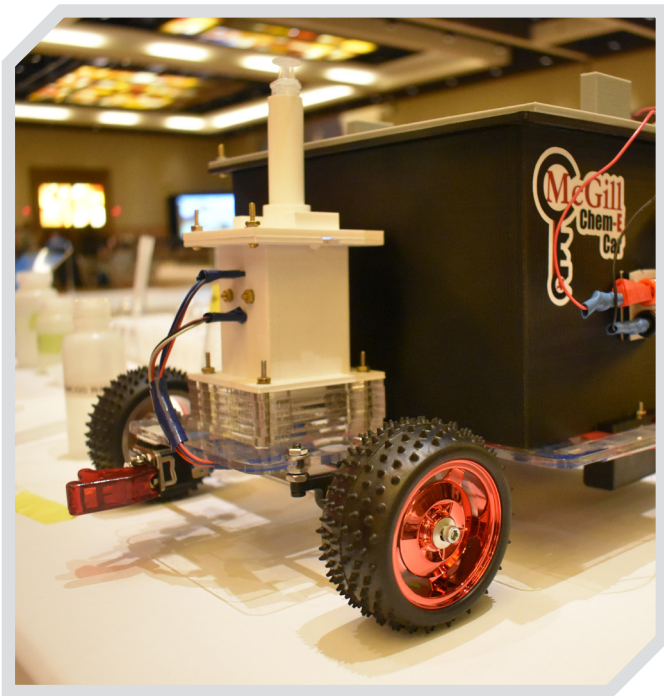
همواره در صنعت ترکیب مواد و روش‌های مناسب برای به‌دست آوردن قدرت بهینه به‌عنوان منبع انرژی خودرو آزمایش می‌شود. کمیکار برای تسریع آزمایشات و پیشرفت به‌سوی حفظ محیط زیست گامی بزرگ به‌شمار می‌رود.

مراحل اجراء مسابقات کمیکار:

این مسابقات در دو بخش طراحی پوستر و عملکرد برگزار می‌شود. در این مسابقات دانشجویان باید ماشین‌هایی در ابعاد کوچک طراحی کنند که توسط واکنش‌های شیمیایی غیر احتراقی پیش‌رانند و کنترل می‌شود؛ این ماشین باید مسافتی بین ۱۵ تا ۳۰ متر را (که متر از دقیق آن در روز مسابقه از طریق قرعه‌کشی، معین می‌شود)، همراه با حمل مقداری وزنه (که مقدار آن در روز مسابقه مشخص می‌شود) در مدت زمان معین پیموده، بدون استفاده از هیچگونه وسیله کنترل از راه دور و صرفاً با استفاده از واکنش‌های شیمیایی متوقف شود.



برخی از قوانین عمومی مسابقات کشوری کمیکار در بخش عملکرد و پوستر :



نیروی محرکه ماشین با انجام يك فرآیند شیمیایی تأمین شود. مسابقه به ترتیب در دو مرحله ي پوستر در روز اول مسابقات و مرحله ي عملکرد در روز دوم، انجام می شود. اجزاء ماشین ساخته شده باید در جعبه‌ای به ابعاد حدودا $20 * 30 * 40$ سانتیمتر مکعب جای گیرد و در صورتی که این امر برای هیئت داوران محرز نگردد، تیم مذکور بایستی صحت این موضوع را با قرار دادن اجزاء ماشین در جعبه، اثبات نماید. اجزا جدا شده ماشین بایستی قابلیت اتصال دوباره بدون وارد کردن صدمه جدي به کارایی ماشین را داشته باشد و مسائلي از قبیل شکستن اجزا یا جدا کردن جوش‌ها و ... غیر قابل قبول می باشد. در غیر این صورت امتیاز منفی در بخش عملکرد لحاظ خواهد شد. در صورت لزوم این عمل می بایست صرفا با دست و یا ابزارهای ساده نظیر آچار، انجام شود. اگر صحت امر ذکر شده احراز نگردد، امتیاز منفی در پی خواهد داشت.

کردن ماشین برای دور گرفتن، چرخاندن چرخ‌ها به وسیله دست، استفاده از تکیه گاه، وارد کردن ضربه و ... برای شروع حرکت مجاز نمی باشد و همچنین سیستم توقف ماشین می بایست توسط يك فرآیند شیمیایی تعیین و کنترل شود.

واکنش‌هایی که استفاده از آنها مجاز نمی باشد به شرح زیر است:

- واکنش‌هایی که باعث پخش دود، مه و مواد سمی در فضای اطراف می گردد.
- واکنش‌هایی که خروجی آنها به صورت جت گازهای داغ می باشد.
- واکنش‌هایی که با شعله نمایان و خطرناک همراه باشد.
- استفاده از جرقه، شعله کبریت و غیره برای شروع واکنش تنها در صورتی مجاز است که این اجزاء پس از ایجاد جرقه از ماشین جدا شده و جزء ماشین محسوب نگردند.
- حداقل سرعت هر ماشین، بایستی معادل دو دهم متر بر ثانیه (20 سانتی متر بر ثانیه) باشد. در صورتی که سرعت ماشین کمتر از 10 سانتی متر بر ثانیه باشد، ماشین از دور مسابقات حذف خواهد شد.

در بخش پوستر تمامی مشخصات ماشین ساخته شده بایستی توسط تیم شرکت کننده در قالب يك پوستر مناسب با حداکثر ابعاد 100 سانتی متر طول و 80 سانتی متر عرض، مطابق با قالب ارائه شده در سایت مسابقات، ارائه گردد و به هیچ عنوان بصورت تخته شاسی، استند، بنر و غیره نباشد.

در بخش عملکرد امتیاز تیم‌ها بر اساس فاصله ي ماشین از خط پایان مسابقه محاسبه خواهد شد و تیمی برنده است که کمترین فاصله را از خط پایان داشته باشد (فاصله از خط پایان به صورت مطلق محاسبه شده و عبور ماشین از خط پایان یا نرسیدن آن به خط پایان، هیچ تاثیری در نتیجه ندارد و مبنای فاصله از خط پایان، موقعیت توقف ماشین، می باشد.)

میزان بار بین 20 تا 50 درصد وزن ماشین می باشد که در روز مسابقه با گام 5 درصد قرعه کشی و اعلام می گردد.

بدین صورت که وزن خالص ماشین بدون سیال در روز پوستر تعیین می شود و در روز مسابقه درصد بار حمل شده طبق قرعه کشی مشخص می گردد. بنابراین تیم‌ها موظف هستند که جایگاه حمل بار را در ماشین‌های خود، تعبیه کنند.

مسافت زمین مسابقات بین 15 تا 30 متر است که در روز مسابقه با گام نیم متر قرعه کشی و اعلام می گردد و عدم توقف ماشین در محدوده تعیین شده در هر مرحله، موجب کسب امتیاز صفر در آن مرحله، خواهد شد.

استفاده از دیگر منابع انرژی به جزء منبع شیمیایی برای راندن ماشین مثل استفاده از باتری‌های خشک و دیگر باتری‌های تجاری و صنعتی آماده و موجود در بازار، صفحات سرب اسیدی، باتری‌های ساخته شده صنعتی، استفاده از قطعات باتری‌های اسقاطی و به طور کلی نیروی محرکه خارجی ممنوع می باشد.

اگر برای تیم داور محرز گردد که باتری استفاده شده برای نیروی محرکه ي ماشین، جزء دسته باتری‌های صنعتی می باشد، موجب حذف تیم از کل مسابقات می گردد.

حرکت ماشین بایستی به وسیله فرآیند شیمیایی کنترل گردد و استفاده از وسایل کنترل از راه دور و موارد مشابه ممنوع است. مکانیزم‌هایی مثل هل دادن یا کوب کردن، بلند

- موارد ضروری مندرج بر پوستر به شرح زیر می باشد:
۱. مشخصات تیم شامل نام دانشکده، نام دانشگاه، نام سرپرست، نام اعضا، با ذکر رشته و مقطع تحصیلی هر یک و نام تیم شرکت کننده.
 ۲. توضیحات کامل نیروی محرکه و واکنش های شیمیایی به کار رفته در آن (گرماي واکنش، مکانیسم واکنش، محصولات واکنش و میزان ولتاژ، میزان آمپر تولیدی و)
 ۳. تشریح کامل سیستم ترمز.
 ۴. توضیح کامل خلاقیت و خصوصیات منحصر به فردی که در طراحی و ساخت وجود دارد.
 ۵. خصوصیات ایمنی و برگه های نشان دهنده ی ایمنی مواد شیمیایی مورد استفاده. به عنوان مثال: برگه های MSDS، تست فشار مخزن از مراکز و موسسات معتبر و
 ۶. دیدگاه های زیست محیطی به کار گرفته شده.
۷. اجزا مکانیکی به کار رفته در ماشین.
۸. وزن دقیق ماشین با متعلقات بدون سوخت.
۹. هزینه های ساخت ماشین و مواد مصرفی در واکنش (هزینه ها به صورت واقعی باشد).
۱۰. محاسبات مهندسی مربوط به پارامترهای مکانیکی و شیمیایی ماشین، کار تئوری ماشین.
۱۱. تصویر مشخصی از ظاهر ماشین.
- و در نهایت مسابقات طی دو روز با قوانین ذکر شده انجام می شود و امتیاز گروه ها، به تفکیک مراحل، مشخص می گردد و با نظر هیات داوران، تیم های برنده معرفی می شوند.

منابع:

[1] Rianola Kusmarinda, ST Tri Widayatno, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2019

[۲] مهران. ۷ بهمن ۱۳۹۱. مسابقات کمیکار (تاریخچه و آشنایی). برگرفته از لینک

<http://mohandesishimi91.blogfa.com/post/52>



هوش مصنوعی

نگارندگان:

مریم کاظمی نجف آبادی و کیمیا کویانی

مقدمه

هوش مصنوعی در واقع شبیه‌سازی یک فرآیند توسط یارانه است که در این شبیه‌سازی انسان نقشی ندارد. این ابزار قدرتمند می‌تواند مسائل غیرقابل حل را برطرف کند. اگر از آن به خوبی استفاده شود می‌توان آزمایشاتی با کم‌ترین خطا و شکست را نتیجه گرفت. (۱)

یکی از زیر شاخه‌های هوش مصنوعی یادگیری ماشین است، (۱) که موجب می‌شود یک هوش مصنوعی بتواند تصمیم‌گیری کند. داده‌ها منجر به یادگیری، پیش‌بینی و در نهایت بهینه‌سازی توسط ماشین می‌شوند. که در اینجا منظور از بهینه‌سازی یک بالابردن کیفیت است، دوم اینکه بهینه‌سازی در خط تولید برای جلوگیری از صرف هزینه و وقت زیاد با کیفیت قابل قبول می‌باشد. که بهینه‌سازی به دو صورت مستقیم و غیرمستقیم را تشکیل می‌دهد. (۲)

نوع داده‌های مورد استفاده برای هوش مصنوعی بسیار مهم است. زیرا داده‌ها انواع مختلفی دارند: کیفی و کمی، قابل کنترل یا غیر قابل کنترل (متغیرهای قابل کنترل را می‌توان تنظیم کرد ولی متغیرهای غیر قابل کنترل می‌توانند تغییر کنند یا ثابت بمانند). داده‌های قدیمی و حال (متغیرهای قدیمی باعث می‌شوند که سیستم یاد بگیرد و با استفاده از نتایج یادگیری خود و داده‌های حال برای آینده می‌تواند پیش‌بینی انجام دهد. البته نوع داده‌های مورد استفاده (داده‌های پرت، داده‌های در رنج) می‌تواند نوع تصمیم‌گیری را تغییر دهد). داده‌های شبیه‌سازی و داده‌های تجربی (باید نوع این دو داده مشخص شود زیرا در حالت شبیه‌سازی ما سعی داریم با شرایط ثابت کار کنیم که این امکان ممکن است در حالت واقعی رخ ندهد ولی در کل داده‌های شبیه‌سازی کیفیت و نوع محصول پایانی را به طور نسبی نشان می‌دهد). و یکسری داده‌ها مربوط به سنسورهای موجود در فرآیند است که البته ممکن است اطلاعات یک سنسور دقیق نباشد و برای اطمینان باید داده‌های چند سنسور در یک مکان را با هم مقایسه کرد. (۲)

اما با توجه به این که این سیستم از داده‌های قبلی یاد می‌گیرد ممکن است داده‌ها دارای مشکل باشند و اعتبار نداشته باشد و در نتیجه استفاده از آن‌ها موجب خطا و اشکال در فرآیند بررسی و تولید شود در نتیجه قسمتی دیگر از هوش مصنوعی وارد عمل می‌شود که این قسمت Deep learning نام دارد. که در این روش داده‌های غلط را کنار گذاشته و مدل‌سازی بر اساس داده‌های صحیح و بزرگ درست

می‌شوند. که امکان خطا را از بین می‌برد. (۳)
بهینه‌سازی یک فرآیند به چند طریق ممکن است:

- بهینه‌سازی بدون تغییر پارامتر: در این حالت می‌توان ریشه‌ها را پیدا کرد و یک الگوریتم خاص برای فرآیند پیدا کرد. سپس با در نظر گرفتن پارامترهای هزینه و زمان بهترین حالت را پیدا می‌کند.

- بهینه‌سازی با تغییر پارامتر: در این حالت به صورت خودکار یا دستی می‌توان یکسری از پارامترها را تغییر داد و ماشین با استفاده از تغییر متغیر و پارامترهای در دست یک نوع جدید الگوریتم برای خود می‌سازد. (۲)

هوش مصنوعی موجب کاهش هزینه می‌شود. زیرا می‌تواند میزان فروش را بررسی کند، قیمت تمام شده و قیمت نهایی محصول را تعیین کند و به قسمت بازاریابی کمک می‌کند تا بهترین فروش و سهم را در بازار داشته باشند همچنین توانایی پیش‌بینی بازار را دارد برای مثال محصولات با فروش ضعیف و محصولات با فروش خوب را شناسایی می‌کند تا از ضرر جلوگیری شود. (۳)

این مقاله افزایش دیجیتالی شدن داده‌ها در بخش داروسازی را مورد بحث قرار می‌دهد، که چالش‌هایی را در استفاده مؤثر از دانش گسترده به دست آمده ارائه می‌کند. برای رفع این مشکل، استفاده از هوش مصنوعی کاربرد دارد زیرا می‌تواند حجم زیادی از داده‌ها را مدیریت کند و اتوماسیون را بهبود بخشد. می‌دانید هوش مصنوعی چیست؟ هوش مصنوعی شامل ابزارها و شبکه‌های پیشرفته مختلفی است که هوش انسان را تقلید می‌کنند، بدون اینکه کاملاً جایگزین حضور انسان شوند. این مقاله یادگیری ماشین (ML) و زیرشاخه یادگیری عمیق آن (DL) را با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) برای تشخیص الگوها در داده‌ها معرفی می‌کند. انواع مختلف شبکه‌های عصبی مصنوعی، مانند شبکه‌های پرسپترون چندلایه (MLP)، شبکه‌های عصبی بازگشتی (RNN)، و شبکه‌های عصبی کانولوشنال (CNN)، با کاربردهای مربوطه توضیح داده شده‌اند. این مقاله همچنین به توسعه ابزارهای مبتنی

بر هوش مصنوعی مانند IBM Watson اشاره می‌کند، ابر رایانه‌های که برای تجزیه و تحلیل اطلاعات پزشکی برای پیشنهاد استراتژی‌های درمانی و تشخیص سریع بیماری استفاده می‌شود، که نمونه آن تشخیص سرطان سینه تنها در ۶۰ ثانیه است.

هوش مصنوعی در واقع به ابزاری حیاتی در صنعت داروسازی تبدیل شده است و فرآیندهای کشف و توسعه دارو را متحول کرده است. از طراحی منطقی دارو گرفته تا پزشکی شخصی و مدیریت داده‌های بالینی، هوش مصنوعی به مراحل مختلف توسعه دارو کمک می‌کند. علاوه بر این، پلتفرم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی مانند E-VAI به مدیران بازاریابی در تصمیم‌گیری آگاهانه، پیش‌بینی روند بازار و شناسایی فرصت‌های سرمایه‌گذاری کمک می‌کنند. ادغام هوش مصنوعی در بخش داروسازی پتانسیل بهبود قابل توجه کارایی، کاهش هزینه‌ها و تسریع توسعه داروهای جدید را دارد. با ادامه پیشرفت فناوری، نقش هوش مصنوعی در کشف و توسعه دارو حتی بیشتر خواهد شد و تغییرات متحول‌کننده‌ای در صنعت ایجاد می‌کند.

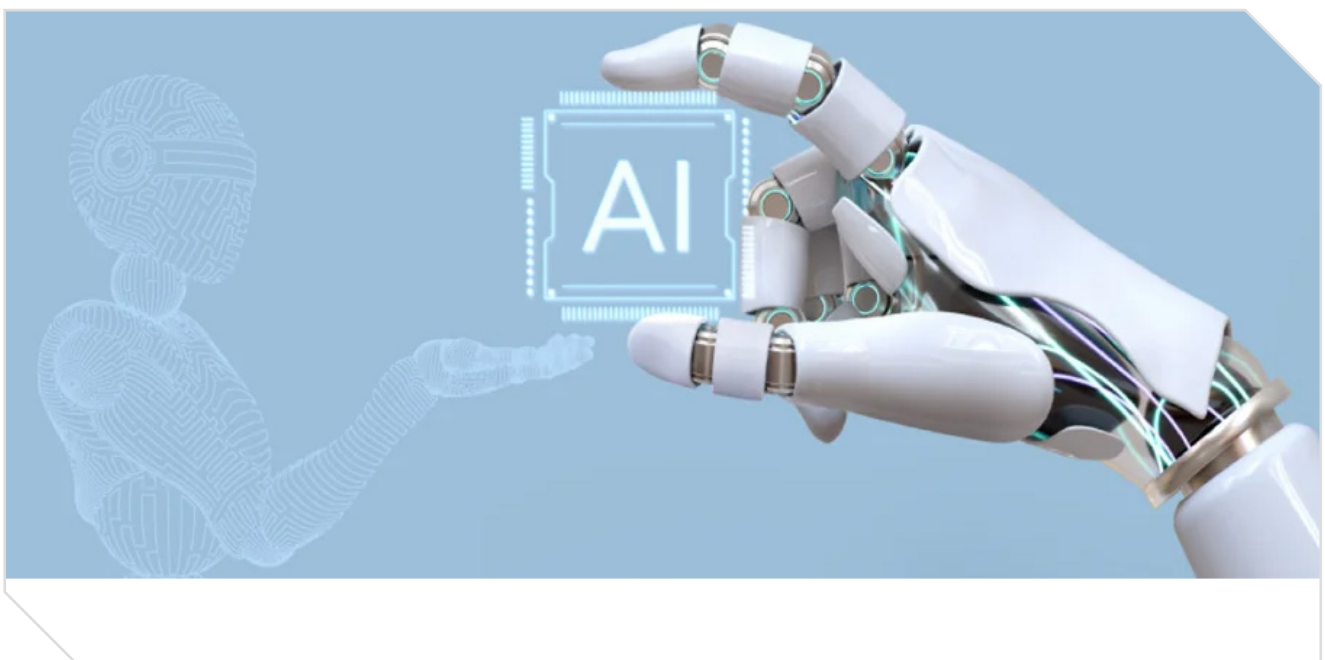
هوش مصنوعی ابزار قدرتمندی است که در تمامی مراحل تحقیق، بررسی و تولید دارو کاربرد دارد. از طرفی هم استفاده از این ابزار موجب می‌شود که در زمان سریع‌تر دارو دست یافته شود و خطاهای موجود کاهش یابد زیرا هوش مصنوعی راه‌های رسیدن به دارویی مدنظر و ترکیبات آن را بررسی می‌کنند و بهترین روش برای رسیدن به داروی هدف را با حفظ عملکرد بالا انتخاب می‌کنند. همچنین می‌تواند سمیت و مشخصات و اثرات روی بدن را تشخیص دهد (۱)، و در نهایت می‌تواند استاندارد مورد نیاز در خط تولید یک دارو را حفظ کند. (۳)

برای ایجاد ترکیبات موثر در داروها نیاز است که خواص فیزیکی و شیمیایی مواد و خواص ترکیب در حالت‌های مختلف مواد با هم را بدانیم. هوش مصنوعی می‌تواند به جای آزمون و خطاهای گذشته به کار گرفته شود، زیرا هوش مصنوعی با آزمایش‌های مجازی و داده‌ها به موارد مورد نیاز می‌رسد. همچنین مشکلات مختلف در حوزه فرمولاسیون ترکیبات را حل می‌کند که ترکیب مورد نظر به درستی تولید شود. (۳)

برای توسعه یک دارو ابتدا دارو باید تایید شود. که برای این کار سنتز دارو باید مورد بررسی قرار گیرد. در این مرحله هم هوش مصنوعی می‌تواند با ارائه بهترین روش سنتز باعث کاهش هزینه و زمان می‌شود. (۱)

نقش هوش مصنوعی در صنعت دارو چیست؟ هوش مصنوعی به چالش‌های ناشی از فضای وسیع شیمیایی می‌پردازد و توسعه دارو را سریع‌تر و کارآمدتر می‌کند. این به شناسایی ترکیبات ضربه‌ای و سرب، اعتبارسنجی اهداف دارویی و بهینه‌سازی طراحی دارو کمک می‌کند. با این حال، هوش مصنوعی به دلیل مقیاس، تنوع و عدم قطعیت در داده‌های دارویی با چالش‌های داده‌ای مواجه است. ابزارهای سنتی (ML) با مجموعه داده‌های بزرگ مبارزه می‌کنند، در حالی که مدل‌های یادگیری عمیق (DL) پیش‌بینی‌های بهتری را برای خواص بیولوژیکی پیچیده ارائه می‌دهند. غربالگری مجازی (VS) و روش‌های سیلیکونی با انتخاب مولکول‌های مناسب و حذف ترکیبات غیر سرب به کشف داروی مقرون به صرفه کمک می‌کنند. این ادغام رویکردهای هوش مصنوعی فرآیند کشف دارو را افزایش می‌دهد و هزینه‌ها را کاهش می‌دهد.

هوش مصنوعی نقش مهمی در پیش‌بینی میل اتصال به هدف دارویی (DTBA) دارد، که برای درک نحوه تعامل دارو با پروتئین یا گیرنده هدف آن ضروری است. تعاملات مبتنی بر ویژگی و شباهت، عوامل کلیدی در ارزیابی این تعاملات هستند. با استفاده



از مدل‌های هوش مصنوعی، که شباهت‌های شیمیایی و ساختاری را تجزیه و تحلیل می‌کنند، می‌توان میل پیوند را پیش‌بینی کرد. این بینش به درک اثربخشی دارو و عوارض جانبی بالقوه کمک می‌کند، به تصمیم‌گیری آگاهانه‌تر در طول توسعه دارو کمک می‌کند و نیاز به آزمایش‌های زمان‌بر را کاهش می‌دهد. هوش مصنوعی در غربالگری که انجام می‌دهد ملکول‌های مناسب را جدا و منجر به حذف سریع ترکیبات غیرسرب می‌شود که هزینه کلی کشف دارو را کاهش می‌دهد.

به طور قطع، گنجاندن هوش مصنوعی در غربالگری دارو مزایای قابل توجهی را برای شرکت‌های داروسازی ارائه می‌دهد. این به شناسایی نامزدهای دارویی بالقوه کمک می‌کند، روند کشف دارو را تسریع می‌بخشد و میزان موفقیت کارآزمایی‌های بالینی را افزایش می‌دهد. الگوریتم‌های هوش مصنوعی مختلف مانند طبقه‌بندی‌کننده‌های نزدیک‌ترین همسایه، جنگل تصادفی (RF)، ماشین‌های بردار پشتیبانی (SVM) و شبکه‌های عصبی عمیق (DNN) برای غربالگری مجازی (VS) استفاده می‌شوند. این الگوریتم‌ها عواملی مانند امکان‌سنجی سنتز را در نظر می‌گیرند و حتی می‌توانند فعالیت و سمیت درون بدن را پیش‌بینی کنند، که به تصمیم‌گیری آگاهانه‌تر در مراحل اولیه توسعه دارو کمک می‌کند. این ادغام هوش مصنوعی در فرآیندهای غربالگری دارو، پتانسیل ایجاد انقلابی در صنعت داروسازی را با صرفه‌جویی در زمان، منابع و بهبود خط لوله توسعه کلی دارو دارد.

بیاید در مورد استراتژی‌های مبتنی بر هوش مصنوعی که در کشف و توسعه دارو ذکر کردید، جزئیات بیشتری را بررسی کنیم:

۱. **تداخلات دارو-هدف (DTIs): برنامه‌های کاربردی وب مانند ChemMapper و رویکرد تشابه گروهی (SEA) به شناسایی تعاملات بین داروها و پروتئین‌های هدف کمک می‌کنند. تکنیک‌های یادگیری ماشینی (ML) مانند KronRLS و DTBA، SimBoost را با ارزیابی شباهت بین داروها و پروتئین‌ها پیش‌بینی می‌کنند. روش‌های یادگیری عمیق (DL) مانند DeepDTA، PADME، WideDTA و DeepAffinity در پیش‌بینی قرابت‌های اتصال، از روش‌های مبتنی بر شبکه بدون نیاز به ساختار پروتئین سه‌بعدی، بهتر از ML عمل می‌کنند.

۲. **پیش‌بینی سمیت: پیش‌بینی سمیت برای جلوگیری از عوارض جانبی حیاتی است. ابزارهای مبتنی بر هوش مصنوعی مانند pkCSM، admetSAR، LimTox و ToxTree به پیش‌بینی سمیت کمک می‌کنند. روش‌های پیشرفته هوش مصنوعی از شباهت‌های ترکیبی یا ویژگی‌های ورودی برای ارزیابی سمیت دارو استفاده می‌کنند. الگوریتم DeepTox ML با پیش‌بینی مؤثر سمیت بر اساس ویژگی‌های سم‌زایی از پیش تعریف‌شده، به‌عنوان پیشرو در چالش داده‌های Tox21 ظاهر شد.

۳. **ارزیابی ایمنی دارو: رویکرد گروه شباهت (SEA) ایمنی داروهای عرضه شده در بازار را در برابر اهداف ناخواسته پیش‌بینی می‌کند. رویکرد eToxPred سمیت و امکان سنتز را با دقت بالا تخمین می‌زند. ابزارهای منبع باز مانند TargeTox و PROCTOR به ترتیب با استفاده از شبکه‌های بیولوژیکی و امتیازات تولید شده توسط RF، پیش‌بینی خطر سمیت دارویی مبتنی بر هدف را ارائه می‌دهند.

۴. **ارزیابی سمیت: رویکرد Tox_(R)CNN از شبکه‌های عصبی کانولوشنال عمیق (CNN) برای ارزیابی سمیت سلولی داروهایی که در معرض سلول‌های رنگ آمیزی شده با DAPI قرار گرفته‌اند، استفاده می‌کند. این ابزارهای هوش مصنوعی به شناسایی اثرات سمی بالقوه کمک می‌کنند و به توسعه داروهای ایمن‌تر و مؤثرتر کمک می‌کنند.

۵. **غربالگری مجازی و استفاده مجدد از دارو: الگوریتم‌های هوش مصنوعی، مانند طبقه‌بندی‌کننده‌های نزدیک‌ترین همسایه، SVM، RF، و DNN، برای غربالگری مجازی استفاده می‌شوند. این فرآیند شامل انتخاب نامزدهای دارویی بالقوه برای آزمایش بیشتر از پایگاه‌های داده شیمیایی بزرگ مانند PubChem، DrugBank، ChemBank و ChemDB است. علاوه بر این، تکنیک‌های ML بدون نظارت مانند MANTRA و ترکیبات PREDICT بر اساس پروفایل‌های بیان ژن برای استفاده مجدد از دارو و درک مکانیسم‌های مولکولی.

۶. **پیش‌بینی متابولیسم دارو: ابزارهای مبتنی بر هوش مصنوعی مانند Xenosite، FAME، SMARTCyp، CypRules، MetaSite، MetaPred و WhichCyp مکان‌های متابولیسم دارو را پیش‌بینی می‌کنند و ایزوفرم‌های خاص CYP450 درگیر در متابولیسم را شناسایی می‌کنند. این ابزارها به درک و بهینه‌سازی متابولیسم داروها کمک می‌کنند.

همه این رویکردهای مبتنی بر هوش مصنوعی به طور جمعی به فرآیندهای کشف و توسعه دارو سریعتر و کارآمدتر کمک می‌کنند. این ابزارها با پیش‌بینی خواص، تداخلات و سمیت دارو، به محققان کمک می‌کنند تا تصمیمات آگاهانه بگیرند و امیدوارکننده‌ترین ترکیبات را برای مطالعه بیشتر در اولویت قرار دهند، که در نهایت منجر به ایجاد داروهای ایمن‌تر و مؤثرتر می‌شود. پیش‌بینی ساختار سه‌بعدی پروتئین‌های هدف برای توسعه موفق دارو بسیار مهم است و هوش مصنوعی با پیش‌بینی ساختارهای پروتئین هدف، نقش مهمی در کشف داروی مبتنی بر ساختار بازی



به طور مشابه، شیائو و همکاران. برای بهینه‌سازی داده‌ها برای توسعه iDrugTarget، از تکنیک نمونه‌برداری بیش از حد اقلیت مصنوعی و قانون تمیز کردن محله استفاده کردند. این پیش‌بینی‌کننده چهار پیش‌بینی‌کننده فرعی (iDrug-Chl، iDrug-GPCR، iDrug-Enz و iDrug-NR) را برای شناسایی تعاملات بین داروها و گیرنده‌های جفت‌شده با پروتئین (GPCR) G، کانال‌های یونی، آنزیم‌ها و گیرنده‌های هسته‌ای (NR) ترکیب می‌کند. به ترتیب، iDrugTarget از نظر دقت و ثبات پیش‌بینی از پیش‌بینی‌کننده‌های موجود بهتر عمل کرد، همانطور که توسط آزمایش‌های هدف-جک نایف مشهود است.

این رویکردهای مبتنی بر هوش مصنوعی، پتانسیل تکنیک‌های یادگیری ماشین، مانند روش‌های RF و بهینه‌سازی داده‌ها را در افزایش پیش‌بینی‌های تعامل دارو-پروتئین و پیشبرد تلاش‌های کشف دارو به نمایش می‌گذارند.

مسئله هوش مصنوعی ثابت کرده است که یک ابزار ارزشمند در استفاده مجدد از داروهاست که شامل شناسایی کاربردهای درمانی جدید برای داروهای موجود است. این رویکرد سودمند است زیرا می‌تواند توسعه دارو را با واجد شرایط ساختن مستقیم داروهای تغییر منظره برای آزمایش‌های بالینی فاز دوم تسریع بخشد و هزینه‌ها را در مقایسه با توسعه موجودیت‌های دارویی کاملاً جدید کاهش دهد.

با به کارگیری پیش‌بینی‌های تعامل دارو-هدف مبتنی بر هوش مصنوعی و رویکردهای مبتنی بر شبکه، محققان می‌توانند به‌طور کارآمد استفاده‌های جدید بالقوه داروهای موجود را شناسایی کنند، توسعه دارو را تسریع کنند مزایای درمانی را برای بیماری‌های مختلف به شیوه‌ای مقرون‌به‌صرفه به ارمان بیاورند که این بسیار برای آینده و امروز کاربردی است.

تداخلات دارو و پروتئین نقش مهمی در پیش‌بینی پتانسیل پلی‌فارماکولوژی ایفا می‌کند، جایی که یک مولکول دارو ممکن است با چندین گیرنده تعامل داشته باشد که منجر به اثرات نامطلوب خارج از هدف شود. هوش مصنوعی توانایی

می‌کند. با پیش‌بینی دقیق ساختار سه‌بعدی، طراحان دارو می‌توانند محیط شیمیایی محل پروتئین هدف را بهتر درک کنند و تأثیر یک ترکیب را بر روی هدف پیش‌بینی کنند و از ملاحظات ایمنی قبل از سنتز یا تولید اطمینان حاصل کنند.

پیش‌بینی تداخلات دارو و پروتئین برای درک اثربخشی و موثر بودن درمان‌ها، امکان استفاده مجدد از دارو، و اجتناب از پلی‌فارماکولوژی بسیار مهم است. روش‌های هوش مصنوعی در پیش‌بینی دقیق برهمکنش‌های لیگاند-پروتئین مفید بوده و منجر به بهبود اثربخشی درمانی می‌شوند.

// مسلماً هوش مصنوعی ثابت کرده است که یک ابزار ارزشمند در استفاده مجدد از داروهاست که شامل شناسایی کاربردهای درمانی جدید برای داروهای موجود است.



وانگ و همکاران مدلی را با استفاده از رویکرد ماشین بردار پشتیبان (SVM) توسعه داد که بر روی ۱۵۰۰۰ برهمکنش پروتئین-لیگاند آموزش دیده بود. این مدل بر اساس توالی‌های پروتئین اولیه و ویژگی‌های ساختاری مولکول‌های کوچک بود. از طریق این رویکرد، محققان توانستند ۹ ترکیب جدید و برهمکنش آن‌ها را با چهار هدف مهم کشف کنند، که این نشان‌دهنده پتانسیل روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی، مانند SVM، در پیش‌بینی تداخلات دارو و پروتئین است که می‌تواند به طور قابل توجهی به فرآیندهای کشف و توسعه دارو کمک کند و آن‌ها را کارآمدتر و مؤثرتر کند.

یو و همکاران از دو مدل جنگل تصادفی (RF) برای پیش‌بینی فعل و انفعالات دارو و پروتئین با ادغام داده‌های دارویی و شیمیایی و اعتبارسنجی آن‌ها در برابر پلتفرم‌های شناخته شده مانند SVM استفاده کرد. این مدل‌های RF حساسیت و ویژگی بالایی را نشان دادند و امکان پیش‌بینی ارتباط‌های هدف دارو را فراهم می‌کردند که می‌توان آن را به انجمن‌های هدف-بیماری و هدف-هدف گسترش داد، بنابراین روند کشف دارو را تسریع کرد.

فعالی مرتبط با بیش از ۳۰۰ کیناز، مطالعه گزینش پذیری کلی دارو را نسبت به خانواده کیناز و زیرخانواده‌های خاص امکان پذیر می‌کند. این قابلیت در طراحی اصلاح‌کننده‌های شیمیایی جدید و پیش‌بینی اهداف اولیه و خارج از اهداف ترکیبات مدل مانند NVP-BHG712 با دقت معقول بسیار ارزشمند است. چنین پیش‌بینی‌هایی به محققان در درک تداخلات داروها با کینازهای مختلف کمک می‌کند، که می‌تواند توسعه دارو را هدایت کند و ایمنی و اثربخشی درمان‌های بالقوه را بهبود بخشد.

نمونه مهم دیگر در زمینه کشف داروی مبتنی بر هوش مصنوعی، Ligand Express Cyclica است، یک پلت فرم غربالگری پروتئوم مبتنی بر ابر. Ligand Express از توصیفات مولکولی مولکول‌های کوچک در رشته‌های SMILES برای شناسایی گیرنده‌هایی که ممکن است با مولکول تعامل داشته باشند، استفاده می‌کند و برهمکنش‌های درون

تجزیه و تحلیل و پیش‌بینی این فعل و انفعالات را دارد که می‌توان از آن برای طراحی مولکول‌های جدید با کاهش خطر پلی‌فارماکولوژی و پروفایل‌های ایمنی بهبودیافته استفاده کرد.

در واقع، KinomeX، همانطور که توسط لی و همکاران نشان داده شده است، پتانسیل پلتفرم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی را در تشخیص پلی‌فارماکولوژی کینازها بر اساس ساختار شیمیایی آن‌ها به نمایش می‌گذارد. با استفاده از شبکه‌های عصبی عمیق (DNN) که با مجموعه داده‌های بزرگی از داده‌های زیست‌فعالی آموزش داده شده‌اند، KinomeX می‌تواند گزینش‌پذیری کلی یک دارو را نسبت به خانواده کینازها و زیرخانواده‌های خاص کینازها مطالعه کند. این پلت فرم به طراحی اصلاح‌کننده‌های شیمیایی جدید کمک می‌کند و هم اهداف اولیه و هم اهداف خارج از یک ترکیب مدل، مانند NVP-BHG712 را با دقت معقولی پیش‌بینی می‌کند. چنین قابلیت‌هایی می‌تواند به طور قابل توجهی



هدف و خارج از هدف را ایجاد می‌کند. این اطلاعات ارزشمند به محققان کمک می‌کند تا بینشی در مورد اثرات نامطلوب بالقوه دارو به دست آورند و می‌توانند تصمیم‌گیری را در طول فرآیند کشف دارو آگاه کنند. ادغام فناوری‌های غربالگری هوش مصنوعی و پروتئوم، نویدبخش پیشرفت تحقیقات دارویی و افزایش درک تداخلات دارویی است که منجر به نتایج درمانی بهتر می‌شود.

به طور قطع، هوش مصنوعی به طور قابل توجهی بر طراحی داروهای جدید تأثیر گذاشته است، رویکرد سنتی را تغییر داده و امکانات جدیدی را به وجود آورده است. ادغام روش‌های یادگیری عمیق (DL) در طراحی داروی نو به برخی از محدودیت‌های روش‌های مرسوم پرداخته است.

یکی از مزیت‌های اصلی طراحی داروی جدید مبتنی بر هوش مصنوعی، توانایی آن در تولید مولکول‌های دارو مانند جدید با خواص مطلوب است. مدل‌های DL می‌توانند از داده‌های شیمیایی گسترده بیاموزند و زیست‌فعالی این مولکول‌های جدید را با دقت بیشتری پیش‌بینی کنند. این قدرت پیش‌بینی به شناسایی نامزدهای دارویی بالقوه با شانس موفقیت بالاتر، صرفه‌جویی در

بر توسعه دارو تأثیر بگذارد و درک تداخلات دارویی را بهبود بخشد و در نهایت منجر به درمان‌های ایمن‌تر و مؤثرتر شود.

علاوه بر این، Ligand Express Cyclica نمونه قابل توجه دیگری از پلتفرم هوش مصنوعی غربالگری پروتئوم مبتنی بر ابر است. با تجزیه و تحلیل توصیف مولکولی مولکول‌های کوچک با استفاده از رشته‌های SMILES، Ligand Express، گیرنده‌هایی را شناسایی می‌کند که ممکن است با مولکول برهم‌کنش داشته باشند و برهمکنش‌های درون هدف و برهم‌کنش‌های خارج از هدف را پیش‌بینی کنند. این اطلاعات ارزشمند می‌تواند به محققان در ارزیابی اثرات نامطلوب احتمالی دارو و تصمیم‌گیری آگاهانه در طول فرآیند کشف و توسعه دارو کمک کند. پلتفرم‌های مجهز به هوش مصنوعی مانند KinomeX و Ligand Express در خط مقدم پیشرفت تلاش‌های کشف دارو و بهینه‌سازی هستند.

کار لی و همکاران بر روی KinomeX کاربرد عملی هوش مصنوعی را در تشخیص پلی‌فارماکولوژی کینازها بر اساس ساختار شیمیایی آن‌ها نشان می‌دهد. KinomeX با بکارگیری شبکه‌های عصبی عمیق (DNN) آموزش دیده با مجموعه داده قابل توجهی از ۱۴۰۰۰ نقطه داده زیست

مولکول‌هایی با اثرات درمانی مطلوب بدون تکیه بر قوانین پیچیده موفق بوده است. در مطالعه آن‌ها، پنج مولکول با استفاده از هوش مصنوعی مولد طراحی شدند و چهار مورد از آن‌ها فعالیت تعدیلی خوبی در سنجش سلولی از خود نشان دادند که اثربخشی این رویکرد را در سنتز مولکول‌های جدید برجسته می‌کند.

استفاده از هوش مصنوعی در طراحی دارویی *de novo* چندین مزیت از جمله یادگیری آنلاین و بهینه‌سازی همزمان داده‌های آموخته شده را ارائه می‌دهد. علاوه بر این، پلتفرم‌های هوش مصنوعی می‌توانند مسیرهای سنتز ممکن را برای ترکیبات پیشنهاد کنند و طراحی و توسعه سریع سرب را تسهیل کنند. این ادغام هوش مصنوعی با فرآیندهای کشف دارو، در تسریع شناسایی نامزدهای دارویی جدید و مؤثر، در نهایت به پیشرفت‌های پزشکی و مراقبت‌های بهداشتی کمک می‌کند.

هوش مصنوعی این پتانسیل را دارد که فرآیند طراحی فرمولاسیون را در صنعت داروسازی متحول کند. به طور سنتی، توسعه فرمول‌بندی نیازمند رویکرد آزمون و خطا بود، اما با استفاده از هوش مصنوعی و ابزارهای محاسباتی، می‌توان این فرآیند را ساده‌تر و کارآمدتر کرد.

ابزارهای ریاضی مانند دینامیک سیالات محاسباتی (CFD)، مدل‌سازی عناصر گسسته (DEM) و روش اجزای محدود را می‌توان با هوش مصنوعی ترکیب کرد تا خواص جریان پودرها را در طول پر کردن قالب فشرده‌سازی قرص مطالعه کند. این ترکیب به درک کامل‌تری از فرآیند تولید اجازه می‌دهد و می‌تواند منجر به تولید سریع محصول دارویی با کیفیت و ویژگی‌های بهبود یافته شود.

پلت فرم Chemputer نمونه‌ای از اتوماسیون دیجیتال برای سنتز و ساخت مولکول است. از *Chemical Assembly*، یک زبان برنامه‌نویسی، برای خودکارسازی سنتز مولکول‌هایی مانند سیلدنافیل، دیفن هیدرامین هیدروکلراید و روفینامید استفاده می‌کند و بازده و خلوص قابل مقایسه با سنتز دستی را به دست می‌آورد.

فناوری‌های هوش مصنوعی، مانند منطق فازی عصبی و شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN)، در تولید دارو برای بهینه‌سازی فرآیندها استفاده شده‌اند. آن‌ها می‌توانند متغیرهای حیاتی، مانند نسبت سیال دانه بندی، قطر پروانه، و سرعت تیغه در گرانولاتورها را پیش‌بینی کنند که منجر به تولید کارآمدتر و سازگارتر می‌شود.

رویکرد «کیفیت با طراحی» که توسط FDA معرفی شده است، بر درک عملیات حیاتی و معیارهای خاص حاکم بر کیفیت محصول نهایی تأکید دارد که می‌تواند از طریق اجرای هوش مصنوعی به دست آید. هوش مصنوعی می‌تواند در آزمایش‌های بالینی کاربرد داشته باشد. در این آزمایش‌ها که برای بیماری‌های خاص انجام می‌شود بسیار زمان‌بر و پرهزینه است. و در نهایت یک ترکیب انتخاب می‌شود. از طرف

زمان و منابع در طول فرآیند کشف دارو کمک می‌کند. علاوه بر این، هوش مصنوعی به برنامه‌ریزی سنتز به کمک رایانه کمک می‌کند و توانایی پیشنهاد و ارزیابی ساختارهای قابل سنتز متعدد را ارائه می‌دهد. با در نظر گرفتن مسیرهای مختلف سنتز، سیستم‌های هوش مصنوعی شناسایی نامزدهای بهینه برای سنتز را تسهیل می‌کنند و در نتیجه طراحی و توسعه داروهای جدید را ساده‌تر می‌کنند. به طور کلی، هوش مصنوعی در طراحی دارویی *de novo* این پتانسیل را دارد که صنعت داروسازی را با تسریع در کشف دارو، کاهش هزینه‌ها و ایجاد داروهای مؤثرتر و ایمن‌تر برای بیماری‌های مختلف متحول کند. همانطور که فناوری هوش مصنوعی به تکامل خود ادامه می‌دهد، می‌توانیم انتظار پیشرفت‌های بیشتری در طراحی و توسعه دارو در آینده داشته باشیم.

پلت فرم Chemputer نمونه‌ای از اتوماسیون دیجیتال برای سنتز و ساخت مولکول است. از *Chemical Assembly*، یک زبان برنامه‌نویسی، برای خودکارسازی سنتز مولکول‌هایی مانند سیلدنافیل، دیفن هیدرامین هیدروکلراید و روفینامید استفاده می‌کند و بازده و خلوص قابل مقایسه با سنتز دستی را به دست می‌آورد.

در واقع، هوش مصنوعی پیشرفت‌های قابل توجهی را در طراحی دارویی جدید، ارائه راه‌حل‌های نوآورانه و تسریع قابل توجهی در روند کشف دارو نشان داده است.

برنامه Chematica که اکنون با نام Synthia شناخته می‌شود و توسط Grzybowski و همکاران توسعه داده شده است، ابزار قدرتمندی است که مجموعه‌ای از قوانین را در ماشین کدگذاری می‌کند تا مسیرهای سنتز را برای اهداف ضروری پزشکی پیشنهاد کند. ثابت شده است که در بهبود بازده و کاهش هزینه‌ها کارآمد است و حتی می‌تواند استراتژی‌های سنتز جایگزینی را برای محصولات ثبت شده پیشنهاد کند و سنتز ترکیباتی را که هنوز کشف نشده‌اند، ممکن می‌سازد. شبکه‌های عصبی عمیق (DNN) نیز در کشف و طراحی دارو نقش مهمی داشته‌اند. کولی و همکاران از ML برای تعیین نتایج محصول غالب با اعمال یک الگوی واکنش رو به جلو سفت و سخت برای گروهی از واکنش‌دهنده‌ها استفاده کرد. این چارچوب سنتز محصولات شیمیایی امکان‌پذیر را با سرعت قابل توجهی امکان‌پذیر می‌کند. یکی دیگر از معماری‌های هوش مصنوعی به نام رایانه عصبی متخاصم تقویت شده (RANC) بر اساس یادگیری تقویتی (RL) توسط پوتین و همکاران به کار گرفته شده است. برای طراحی نوین مولکول‌های آلی کوچک، RANC مولکول‌هایی را با توصیف‌گرهای شیمیایی از پیش تعریف‌شده تولید می‌کند و در تولید ساختارهای منحصر به فرد بدون از دست دادن طول ساختاری، از سایر پلتفرم‌ها بهتر عمل می‌کند.

همانطور که مرک و همکاران نشان دادند، استفاده از مدل‌های هوش مصنوعی مولد در طراحی دارو در طراحی

«تحلیل پیش‌بینی هوشمند فروش هوشمند تجاری»، به شرکت‌های توزیع دارویی کمک می‌کند تا فروش محصول را از قبل پیش‌بینی کنند تا از سهام اضافی یا از دست دادن مشتری به دلیل کمبود جلوگیری کنند.

هوش مصنوعی با استفاده از توانایی خود در تجزیه و تحلیل مجموعه گسترده‌ای از داده‌های آماری و تقلید از تفکر متخصص انسانی، تحولی در تعیین هزینه محصول در صنعت داروسازی ایجاد کرده است. هنگام تعیین قیمت نهایی یک محصول دارویی، عوامل متعددی از جمله هزینه‌های تحقیق و توسعه، مقررات قیمت در بازار هدف، طول دوره انحصاری، سهم بازار، قیمت‌های محصول مرجع، و سیاست‌های تثبیت قیمت برای هر دو نوع برند و ژنریک وارد عمل می‌شوند.

تکنیک‌های یادگیری ماشینی امکان تجزیه و تحلیل داده‌هایی مانند هزینه‌های توسعه محصول، تقاضای بازار، هزینه‌های موجودی، هزینه‌های تولید و قیمت محصولات رقیب را فراهم می‌کنند. سپس الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند قیمت بهینه محصول را بر اساس مانند Wise Athena، Incompetitor و Navetti PricePoint، اطلاعات رقابتی خرده‌فروشی جامعی را ارائه می‌کنند و داده‌های قیمت‌گذاری رقبای تجزیه و تحلیل می‌کنند تا به شرکت‌های دارویی کمک کند تا رقابت را نظارت کنند و تصمیم‌گیری آگاهانه در مورد هزینه‌یابی محصول بگیرند.

با اتخاذ استراتژی‌های هزینه‌یابی محصول مبتنی بر هوش مصنوعی، شرکت‌های داروسازی می‌توانند تصمیمات قیمت‌گذاری را بهینه کنند، به تقاضاهای بازار به طور موثر پاسخ دهند، و ضمن در نظر گرفتن هزینه‌های تحقیق و توسعه و سایر عوامل حیاتی، از قیمت‌های رقابتی محصولات خود اطمینان حاصل کنند. این رویکرد مبتنی بر هوش مصنوعی، بینش‌های ارزشمندی را ارائه می‌دهد و شرکت‌ها را برای تصمیم‌گیری مبتنی بر داده‌ها توانمند می‌سازد، که منجر به استراتژی‌های قیمت‌گذاری دقیق‌تر و سودآورتر می‌شود. بازار دارویی برای هوش مصنوعی به سرعت در حال رشد است و سرمایه‌گذاری‌های قابل توجهی در فناوری‌های هوش مصنوعی انجام شده است. اندازه بازار از ۲۰۰ میلیون دلار در سال ۲۰۱۵ به ۷۰۰ میلیون دلار در سال ۲۰۱۸ افزایش یافت و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۴ به ۵ میلیارد دلار برسد. این رشد نشان دهنده تأثیر بالقوه هوش مصنوعی بر بخش‌های دارویی و پزشکی است که منجر به رشد پیش‌بینی شده ۴۰ درصدی می‌شود. از ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۴ شرکت‌های داروسازی به طور فزاینده‌ای از هوش مصنوعی برای کاهش هزینه‌های مالی و به حداقل رساندن احتمال شکست در کشف و توسعه دارو استفاده می‌کنند. همکاری بین شرکت‌های داروسازی و

دیگر خطاهای انسانی موجود در آزمایش خود یکی دیگر از مشکلات است. که ضرری بزرگی محسوب می‌شود. استفاده از هوش مصنوعی می‌تواند خطاها را کاهش دهد و در نتیجه شکست آزمایش را کاهش می‌یابد. (۳)

هوش مصنوعی این پتانسیل را دارد که میزان موفقیت آزمایشات بالینی را به میزان قابل توجهی بهبود بخشد و زمان و سرمایه‌گذاری مالی مورد نیاز را کاهش دهد. با استفاده از حجم گسترده داده‌های پزشکی دیجیتال موجود، هوش مصنوعی می‌تواند چالش‌های مختلفی را در مراحل مختلف آزمایش‌های بالینی برطرف کند.

در طول استخدام بیمار، هوش مصنوعی می‌تواند با تجزیه و تحلیل پروفایل‌های ژنوم-اکسپوزوم خاص بیمار، به شناسایی نامزدهای مناسب کمک کند و امکان انتخاب یک جمعیت بیمار خاص برای آزمایش‌های فاز II و III را فراهم کند. این استخدام هدفمند احتمال موفقیت را افزایش می‌دهد و میزان شکست ناشی از انتخاب نامناسب بیمار را کاهش می‌دهد. در مرحله پیش‌بالینی، تکنیک‌های یادگیری ماشینی پیش‌بینی‌کننده و استدلال مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند در شناسایی اولیه ترکیبات سرب که شانس موفقیت بیشتری در آزمایش‌های بالینی دارند، به ویژه در هنگام در نظر گرفتن جمعیت بیمار منتخب، کمک کنند.

علاوه بر این، هوش مصنوعی می‌تواند نقش مهمی در نظارت بر بیمار در طول آزمایشات بالینی ایفا کند. نظارت دقیق با استفاده از نرم‌افزار تلفن همراه، همانطور که AiCure در یک کارآزمایی فاز دوم برای بیماران مبتلا به اسکیزوفرنی نشان داد، می‌تواند از پایبندی بهتر به پروتکل کارآزمایی اطمینان حاصل کند و ترک تحصیل بیماران را کاهش دهد، که ۳۰ درصد از شکست‌های کارآزمایی بالینی را تشکیل می‌دهد. هوش مصنوعی می‌تواند کارآزمایی‌های بالینی را با بهینه‌سازی جذب بیمار، پیش‌بینی ترکیبات سرب، و بهبود نظارت بر بیمار ساده‌سازی کند که منجر به نرخ موفقیت بالاتر و فرآیند تولید داروی کارآمدتر می‌شود و نقش مهمی در موقعیت‌یابی، پیش‌بینی و تحلیل بازار برای شرکت‌های دارویی ایفا می‌کند. در موقعیت‌یابی بازار، شرکت‌ها از فناوری و پلتفرم‌های تجارت الکترونیکی برای ایجاد هویت منحصر به فرد خود و به رسمیت شناختن در حوزه عمومی استفاده می‌کنند. موتورهای جستجو و استراتژی‌های بازاریابی آنلاین برای رتبه بندی بالاتر از رقبای جذب مصرف‌کنندگان به کار می‌روند.

برای شرکت‌های B2B، فناوری‌های سلف‌سرویس امکان مرور و سفارش آسان محصولات بهداشتی را فراهم می‌کنند. شرکت‌های داروسازی نیز در حال معرفی اپلیکیشن‌های آنلاین برای رفع نیازهای بیماران هستند. تجزیه و تحلیل پیش‌بینی مبتنی بر هوش مصنوعی، مانند

شرکت‌های هوش مصنوعی منجر به توسعه ابزارهای ضروری مراقبت‌های بهداشتی شده است. به عنوان مثال، DeepMind Technologies، یکی از شرکت‌های تابعه گوگل، با بنیاد Royal Free London NHS Foundation Trust برای کمک به آسیب‌های حاد کلیه همکاری کرد.

با این حال، پذیرش هوش مصنوعی در صنعت داروسازی با چالش‌هایی همراه است. موفقیت هوش مصنوعی به در دسترس بودن مقدار قابل توجهی از داده‌های قابل اعتماد و با کیفیت بالا برای آموزش سیستم هوش مصنوعی بستگی دارد. این صنعت همچنین از نظر پرسنل ماهر برای راه اندازی پلتفرم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی، بودجه محدود برای سازمان‌های کوچکتر و نگرانی در مورد دادن شغل به دلیل اتوماسیون با چالش‌هایی مواجه است. علاوه بر این، ممکن است در مورد فرآیند تصمیم‌گیری سیستم‌های هوش مصنوعی که اغلب به عنوان پدیده "جعبه سیاه" از آن یاد می‌شود، تردید وجود داشته باشد.

در حالی که چالش‌هایی مانند در دسترس بودن داده‌ها و نگرانی‌های نظارتی برای غلبه بر وجود دارد، صنعت در حال حاضر شاهد افزایش سرمایه‌گذاری و همکاری بین شرکت‌های داروسازی و ارائه دهندگان فناوری هوش مصنوعی است. از آنجایی که راه‌حل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی بیشتر در خط لوله توسعه و تولید دارو ادغام می‌شوند، می‌توان انتظار داشت که محصولات دارویی کارآمدتر و مؤثرتری را ببینیم که نیازهای فردی بیمار را برآورده می‌کنند.

همانطور که فناوری‌های هوش مصنوعی به بلوغ و پذیرش خود ادامه می‌دهند، احتمالاً شاهد ظهور داروهای توسعه‌یافته با هوش مصنوعی در بازار خواهیم بود که دوران جدیدی را در نوآوری‌های دارویی رقم می‌زند. ترکیب تخصص انسانی با بینش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی، پتانسیل تسریع اکتشافات علمی و بهبود نتایج مراقبت‌های بهداشتی را دارد.

در نتیجه، پتانسیل هوش مصنوعی در بخش داروسازی امیدوارکننده است و توسعه و پذیرش مستمر آن، کلید صنعت دارویی پیشرفته‌تر، کارآمدتر و بیمار محورتر است. با رویکرد و همکاری صحیح، هوش مصنوعی می‌تواند به عنوان ابزاری قدرتمند برای ایجاد تحول در توسعه دارو و بهره‌برداری از شرکت‌های دارویی و بیماران به طور یکسان مورد استفاده قرار گیرد. (۴)

منابع:

1. Mak, K. K., & Pichika, M. R. (2019). Artificial intelligence in drug development: present status and future prospects. *Drug discovery today*, 24(3), 773-780.
2. Weichert, D., Link, P., Stoll, A., Rüping, S., Ihlenfeldt, S., & Wrobel, S. (2019). A review of machine learning for the optimization of production processes. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 104(5-8), 1889-1902.
3. Paul, D., Sanap, G., Shenoy, S., Kalyane, D., Kalia, K., & Tekade, R. K. (2021). Artificial intelligence in drug discovery and development. *Drug discovery today*, 26(1), 80.
4. Paul, D., Sanap, G., Shenoy, S., Kalyane, D., Kalia, K., & Tekade, R. K. (2021). Artificial intelligence in drug discovery and development. *Drug discovery today*, 26(1), 80.



آدرس: تهران، خیابان حافظ، روبروی خیابان سمیه،
دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشکده مهندسی شیمی،
انجمن علمی دانشجویی
ایمیل: sao.chemical@gmail.com