

FARAVARESH

MAGAZINE

نشریه فرآورش

پاییز ۱۴۰۰
شماره دوازدهم

نشریه علمی دانشکده مهندسی شیمی



سرمقاله

به نام خداوند بخشنده مهربان

عرض ادب و احترام خدمت مخاطبان محترم نشریه فرآورش

در این نسخه از نشریه علمی فرآورش، دانش‌جویان متعددی از ترم ۴ کارشناسی گرفته تا ترم ۲ کارشناسی ارشد رشته مهندسی شیمی، دست‌اندرکار بوده‌اند و برای تهیه آن تلاش کرده‌اند. در این مسیر این افتخار را داشتیم تا با دانش‌جویان بسیار مستعد و پرتلاش همکاری داشته باشیم و با هم این نسخه از نشریه فرآورش به را ثمر برسانیم. تهیه و گردآوری این نسخه از نشریه با توجه به سختی‌های فراوان ایام کرونایی، از راه دور و به صورت برخط انجام شده است. در این ایام ناامید نشدیم و همانند قبل برای تهیه نشریه‌ای با کیفیت و علمی تلاش کردیم تا بهترین شکل ممکن این نسخه را به نتیجه برسانیم. در تهیه و تدوین این نسخه اهداف مختلفی داشتیم که مهم‌ترین آنها به شرح زیر می‌باشند؛

- مهندسی شیمی رشته‌ای با دامنه بسیار گسترده است و یک مهندس شیمی می‌تواند در زمینه‌های مختلفی ایفای نقش کند. در مقالات موجود در این نشریه سعی بر این بوده تا به همگان نشان دهیم یک مهندس شیمی در کدام زمینه‌ها می‌تواند فعالیت داشته باشد و مثمر ثمر واقع شود. اگر چه این تنها بخش کوچکی از موضوعاتی است که مهندس شیمی با آنها دست و پنجه نرم می‌کند.
- تدوین و نگارش متن‌ها به صورتی است که همگان بتوانند آنها را مطالعه کنند. سعی بر این بوده است که ضمن حفظ بار علمی، متن روان باشد تا هر فردی در هر جایگاه و سنی بتواند آنها را به راحتی مطالعه کند و بهره کافی را ببرد و به علم مهندسی شیمی علاقه‌مند شود. در نتیجه مخاطبان این نشریه فقط مهندسين شیمی نیستند و همگان می‌توانند آن را مطالعه کنند.

ارتقاء سطحی علمی این نشریه و مطرح شدن آن در سطح بین‌المللی ممکن نیست مگر با حمایت و بازنشر آن توسط شما مخاطبان.



13 کار گروهی یا کار تیمی مسئله این است!

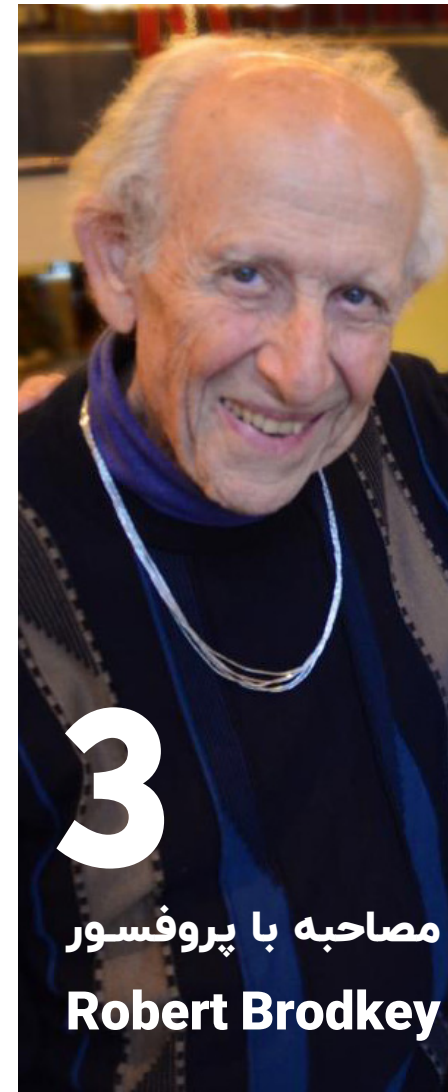


22 توسعه پایدار و ارزیابی اثرات محیط زیستی



11 جذب سطحی

در این شماره از نشریه فرآورش می‌بینیم:



3 مصاحبه با پروفسور Robert Brodkey

به نام خدا

نشریه فرآورش

نشریه علمی - دانشجویی دانشکده مهندسی شیمی پاییز ۱۴۰۰ - شماره دوازدهم صاحب امتیاز: انجمن علمی - دانشجویی دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر سردبیر: فراز عرفاتی مدیر مسئول: ابوالفضل ممیزالاشجار

طراح جلد: حدیثه کیخای مقدم ویراستار: مصطفی صالحی صفحه‌آرایی: حدیثه کیخای مقدم نگارندگان و دست‌اندرکاران: حسام‌الدین ابراهیمی - الیزه اشکلکی - سید امیر محمد الهی - آرشام باوفا - پوریا حبیب‌الهی - فاطمه خویی - نیکو دکامین - ویدا دهقان نیستانک - پویا ذاکر عباسی - زهرا ذبیح - حسین زرین‌اقبال - فراز عرفاتی - محمدهادی علیزاده - سجاد ملک‌زاده - گلنوش ملکی اردبیلی - امین نژادمقدم - محمّد ونداد - پدram یوسفی

۶	آشنایی با CFD	۲۹	اتانول زیستی؛ سوخت پاک
۸	مقدمه‌ای بر گوگردزدایی اکسایشی	۳۲	حسگر نوری برای تشخیص گازهای سمی
۲۰	سیمان خودترمیم‌شونده	۳۴	مواد تراریخته
۲۷	تصفیه فاضلاب صنعتی به کمک جریان الکتروسیسته	۳۷	پوشش خوراکی

انتخاب این رشته، بسیار انتخاب هوشمندانه‌ای بود؛ چراکه بسیار گسترده بوده و دانش‌های پایه‌ای چون فیزیک، ریاضی، شیمی و... نیاز دارد. همچنین به دلیل گستردگی آن می‌توان در فرصت‌های شغلی گوناگونی مشغول به کار شد.

مصاحبه با پروفیسور Robert Brodkey یکی از دانشمندان معاصر پدیده‌های انتقال

ممکن است خودتان را معرفی کنید؟

من برادکی هستم و اکنون ۹۲ سال سن دارم و به صورت رسمی بازنشسته شده‌ام، در طول دوره فعالیتیم در دانشگاه‌ها از سال ۱۹۵۷، انواع دروس مکانیک سیالات و پدیده‌های انتقال را تدریس کرده‌ام، همچنین کتاب‌هایی را در این زمینه تحریر کرده‌ام که به‌عنوان نمونه می‌توان به

The phenomena of fluid motions
Transport phenomena: A unified approach

اشاره کرد که اکنون در دانشگاه‌های سراسر جهان به‌عنوان منبع تدریس مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ممکن است قدری از سابقه تحصیلاتی، تحقیقاتی و کاری خود بگویید؟

من در لس‌آنجلس کالیفرنیا متولد شدم، اما بعدها به شیکاگو رفته و تحصیلات دبیرستانی را در آنجا گذراندم. سپس به دلایل کاری و تحصیلی دوباره به کالیفرنیا برگشتم و دوره کارشناسی و کارشناسی ارشد را در دانشگاه Berkeley بودم. در ابتدا می‌خواستیم یک شیمی‌دان بشوم که نشدم! اما به توصیه برخی از نزدیکانم تصمیم گرفتم که مهندسی شیمی را ادامه دهم. پس از اتمام این دوره از تحصیلات، به پیشنهاد یکی از دوستانم در

دانشکده، که اهل ویسکانسین بود، برای تحصیلات تکمیلی به ویسکانسین رفتیم و من دوره دکترا را در این دانشگاه گذراندم. پس از اتمام تحصیلات، احساس کردم که به‌عنوان یک مهندس نیاز است که ایده‌ها و تجربیات بیشتری را از تعاملات دنیای کسب‌وکار و رشته‌ای که در آن تحصیل کرده‌ام داشته باشم؛ برای همین پنج سال در شرکت Esso Standard Oil در نیوجرسی مشغول به کار شدم و سپس از آن جدا شدم. در آن زمان پیشنهادهای کاری متعددی در زمینه‌های مختلفی دریافت کردم، اما من کار در دانشگاه ایالتی اوهایو را انتخاب کردم زیرا در آن زمان دپارتمان وارد یک دوره گذار شده بود و به بازسازی نیاز داشت. پس در آنجا به من احتیاج بیشتری بود؛ این ایام مصادف بود با زمانی که Bird و همکارانش شروع به تألیف کتاب پدیده‌های انتقال کرده بودند. آن‌ها یک نسخه هشتصد صفحه‌ای از آن را برای من فرستادند و مطالعه نوت‌های نسخه اولیه این کتاب برای من نقطه شروعی بود تا به پدیده‌های انتقال به صورت جدی‌تر فکر کنم و در این زمینه فعالیت کنم.

پروفیسور شما گفتید که به‌منظور کسب تجربه در مورد تعامل دنیای کسب‌وکار و مهندسی شیمی وارد صنعت شدید، به‌طور خلاصه پس از آن تجربه صنعتی، نظرتان در مورد این رشته چه بود؟

من فکر می‌کنم که انتخاب این رشته، بسیار انتخاب هوشمندانه‌ای بود؛ چراکه بسیار گسترده بوده و دانش‌های پایه‌ای چون فیزیک، ریاضی، شیمی و... نیاز دارد. همچنین به دلیل گستردگی آن می‌توان در فرصت‌های شغلی گوناگونی مشغول به کار شد.

اگر موافق باشید قدری هم در مورد حوزه تخصصی شما یعنی پدیده‌های انتقال صحبت کنیم.

برای شروع، شما پدیده‌های انتقال را چگونه تعریف می‌کنید؟
پدیده‌های انتقال (Transport Phenomena) ... همان‌طور که می‌دانید به‌طور ساده کلمه (Transport) یعنی اینکه یک شیء را بردارید و از یک نقطه به نقطه دیگری ببرید، اما این دقیقاً چیزی نیست که ما در مهندسی شیمی به آن اطلاق می‌کنیم؛ البته برای تقریب ذهن زیاد هم بد نیست. در واقع ما در این رشته (پدیده‌های انتقال) به کمک علم ریاضی انتقال مفاهیم فیزیکی مانند حرارت، جرم و

شما برای ورود به بازار کار مرتبط با رشته تحصیلات لزوماً به تحصیلات تکمیلی نیاز ندارید.



مومنوم را تحت تأثیر عوامل محرک آن بررسی و توصیف می‌کنیم. این مجموعه به صورت واحد "پدیده‌های انتقال" نامیده می‌شود. در مقابل متخصص پدیده‌های انتقال دو جزیره وجود دارد: یکی واقعیت پدیده‌های فیزیکی مربوط به انتقال حرارت، جرم و مومنوم است و دیگری ریاضیات است. وظیفه‌ی او ایجاد پلی بین این دو امر برای توصیف بهتر پدیده‌هاست.

در این میان نکته‌ای که باید به آن توجه کنیم این است که با اینکه ما هر سه پدیده انتقال را مشابه هم در نظر می‌گیریم، اما باید بدانیم که به‌طور کلی فرآیند انتقال حرارت با سایرین متفاوت‌تر است. زیرا در انتقال حرارت ما مکانیزم تشعشع را داریم که کلاً با بحث انتقال متفاوت است. اما با این حال همان‌طور که Bird گفت می‌توانیم به آن‌ها به صورت مشابه نگاه کنیم؛ یعنی با اینکه پدیده‌ها از نظر ذات فیزیکی متفاوت هستند اما می‌توان از قوانین مشابهی برای توصیف آن‌ها استفاده کرد، مثلاً در انتقال حرارت و انتقال جرم، قوانین فوریه، و فیک موجود هستند که مشابه یکدیگرند.

به نظر شما اکنون رویکرد تحقیقاتی این رشته (پدیده‌های انتقال) به چه سمتی می‌رود؟
در مورد رویکرد تحقیقاتی، این مبحث که قبلاً دنبال می‌شد و رویکردی که گاهی اکنون دنبال می‌شود، شما را مجبور می‌کند که با خود فکر کنید و از خود پرسید که آیا ریاضیات و معادلاتی که برای توصیف این پدیده‌ها استفاده می‌کنیم صحیح و مطابق واقعیت است؟! یک جواب محتمل این است که بگوییم آن‌ها احتمالاً صحیح هستند، دقیقاً مانند پاسخی که در قبال یک سؤال چالشی از سیاست‌های جهانی کنترل کرونا می‌شنوید. اما ایده بهتر این است که به مبانی و علوم بنیادی برگردیم و درستی این مسئله را از این دیدگاه بررسی کنیم. مثلاً همان مورد تشعشع در انتقال حرارت، توجیه این پدیده به‌وسیله معادلات کلاسیک پدیده‌های انتقال امکان‌پذیر نبوده ولی با معادلات بنیادین فیزیک ممکن است.

یا مثلاً شما نمی‌توانید تصور درستی از کارکرد یک واحد عملیاتی داشته باشید درحالی‌که اجزا و ترکیب درصد خوراک ورودی به برج تقطیر را نمی‌دانید. این بازگشت به مفاهیم بنیادین و مقیاس میکرو مهم‌ترین نقش را در شکل‌گیری رویکرد فعلی و آتی این زمینه دارد و خواهد داشت. البته این بدان معنا نیست که در گذشته کارهایی در این زمینه نشده باشد، برای مثال GI Taylor که در حوزه دینامیک سیالات تلاش‌های شایانی داشت؛ روش‌های آماری را با مفاهیم آشفتگی جریانی گره زد و آغازگر رویکردی نوین شد. ما با آنکه به درک جریان آشفته نیازمندیم اما اطلاعات دقیقی از مفاهیم بنیادین آن نداریم. چراکه بسیاری از واکنش‌ها در حالت آرام، سریع اتفاق نمی‌افتند یا انتقال حرارت در جریان آشفته سریع‌تر اتفاق می‌افتد و درک کامل‌تر و بنیادین یک پدیده یعنی داشتن قدرت بیشتر برای ایجاد تغییر و مدیریت بهینه آن.

در زمینه‌های تحقیقاتی و عملی، مهم‌ترین ویژگی که یک شخص باید برای موفقیت در این رشته داشته باشد چیست؟

با دانستن مفاهیم ابتدایی اگر شما در ریاضیات مهارت کافی داشته باشید در این صورت خواهید دید که درک و کاربرد این رشته چقدر آسان است. البته برای مسائل پیچیده مانند برخی مسائل در فضای سه‌بعدی این موضوع متفاوت است و یادگیری برخی مفاهیم تخصصی‌تر را می‌طلبد. آن چه که در مقطع تحصیلی پایه (B.Sc) باید بیشتر به آن توجه شود، مفاهیم اولیه است و در مقاطع تحصیلات تکمیلی نقش ریاضیات پررنگ‌تر می‌شود.



بازگشت به مفاهیم بنیادین و مقیاس میکرو مهم‌ترین نقش را در شکل‌گیری رویکرد تحقیقاتی فعلی و آتی رشته پدیده‌های انتقال دارد و خواهد داشت.

آشنایی با CFD

در روش CFD برخلاف روش‌های تئوری و عددی، دیدگاه پیوسته مورد بحث و بررسی است و نیازی به حل روابط خطی یا حذف شرایط نامطلوب مسئله نیست. همانگونه که چندی پیش ذکر شد، در روش‌های تئوری حل مسئله بدون ساده‌سازی، تقریباً غیر ممکن است. اما در دینامیک سیالات محاسباتی از روابط Navier-Stokes که روابطی غیرخطی و جامع برای سیالات است، کمک می‌گیریم. در روش CFD به کمک معادلات Navier-Stokes دقیق‌ترین و سریع‌ترین و نزدیک‌ترین جواب‌ها به واقعیت به دست می‌آید. CFD نیازمند یک رایانه قدرتمند است تا بتواند معادلات پیچیده دیفرانسیلی را با شروط مرزی و اولیه متعدد حل کند. در دینامیک سیالات محاسباتی، شاخه‌های معادلاتی حاکم بر فیزیک و ساختار مسئله با سرعت بسیار بیشتری نسبت به روش‌های آزمایشی و تئوری، گسترش می‌یابند و نقاط بیشتری از بستر مورد بررسی ما را پوشش می‌دهند. الگوریتم‌ها و شبکه بندی در CFD باعث دسترسی بهتر به مسائل سیالاتی پیچیده‌تر می‌شود. در این روش می‌توان حجم بسیار زیادی از داده‌ها را برای مسائل پایا یا ناپایا پردازش کرد. در نرم‌افزارهای دینامیک سیالات محاسباتی می‌توان از رنگ‌های متفاوت برای فهم بهتر توزیع فشار، دما یا سرعت بهره برد. معادلات دیفرانسیلی پاره‌ای یا PDE که از ادغام معادلات جرم، مومنتوم و انرژی به دست می‌آیند بر جریان‌های سیال حاکم اند. CFD هنر تبدیل معادلات PDE با روابط جبری است تا کامپیوتر و محاسبه‌گر بتواند آن مسائل را پردازش و تحلیل کند.

داده‌های خروجی از دینامیک سیالات محاسباتی صد در صد قابل تعمیم و اطمینان نیستند، زیرا داده‌های ورودی ممکن است شامل حدس‌ها شرایط حذف‌کننده بیش از حد مجاز باشند؛ یا ممکن است مسائل و شروط ریاضی مورد نیاز مسئله ناکافی باشد. همچنین دقت داده‌های خروجی رابطه مستقیمی با قدرت و به روز بودن سیستم کامپیوتری دارد بدین صورت که هر چه پردازشگر قوی‌تر باشد، دقت داده‌ها بیشتر است. پس بدیهی است که میزان خطای ایجاد شده در روش CFD به نسبت سایر روش‌ها میزان کمتری دارد و داده‌ها بیشتر قابل استناد هستند.

از جمله نرم‌افزارهای به روز و محبوب دینامیک سیالات محاسباتی می‌توان به ANSYS Fluent و COMSOL Multi Physics اشاره کرد. هر یک از این دو نرم‌افزار قابلیت مشابه و منحصر به فرد خود را دارند و با توجه به میزان کارایی و دقت مورد نیاز پروژه می‌توان یکی از آن دو را برگزید. برای مسائلی که دقت کمتری می‌طلبند و کارایی بالا مد نظر نیست می‌توان از COMSOL Multi Physics

آیا تا به حال به روش حل مسائل فیزیکی پیچیده مثل اندازه گیری فشار سیال در یک لوله با جریان Supersonic یا مسائلی از این قبیل فکر کرده‌اید؟

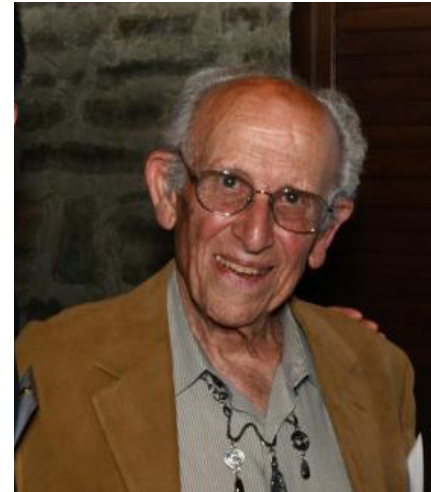
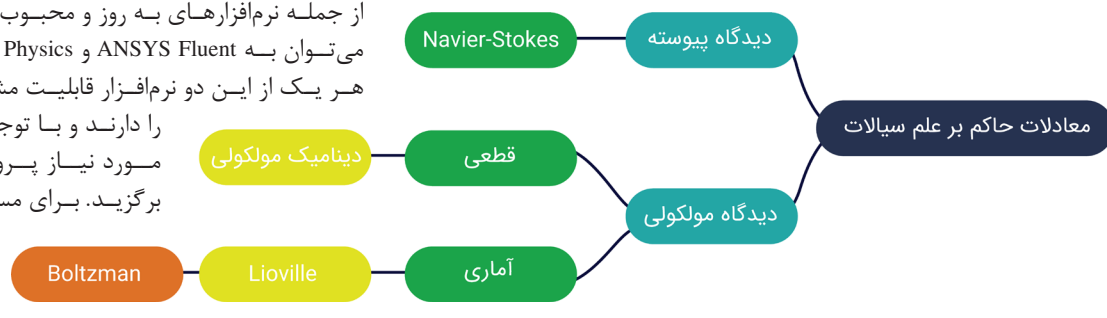
برای حل سوالات و مسائل پیچیده در علوم مهندسی، به طور کلی سه راه برای رسیدن به جواب موجود است :

۱. روش‌های آزمایشگاهی
۲. روش‌های تئوری به کمک ساده سازی معادلات
۳. روش دینامیک سیالات محاسباتی (Computational Fluid Dynamics) یا CFD

هر کدام از روش‌های بالا محدودیت‌ها و مزیت‌های خاص خود را دارد. در روش‌های آزمایشگاهی محاسبات و شبیه سازی‌ها در ابعاد بسیار کوچک‌تر انجام می‌شود و طراحی می‌بایست پس از اتمام آزمایش به کمک تغییر مقیاس (Scale Up & Scale Down) جواب واقعی و قابل پیش‌بینی مسئله را به دست بیاورد. همین امر ثابت می‌کند که تکرار آزمایش وقت و هزینه زیادی را می‌طلبد و هر چه بی‌دقتی‌ها، حتی بی‌دقتی‌های جزئی بیشتر باشد، نتیجه از واقعیت فاصله‌ی بیشتری می‌گیرد. لازم به ذکر است در دنیای پیشرفته امروز، داده‌های تجربی که به طریق آزمایش‌ها بدست می‌آید، کماکان مورد توجه دانشمندان و مهندسیان است اما این نتایج به هیچ عنوان به دور از خطا و بی‌دقتی نیستند!

در روش‌های تئوری نیز محدودیت‌ها و نقطه ضعف‌هایی به چشم می‌آید. در روش‌های عددی و تئوری، پس از طرح مسئله باید روابط مناسب آن مسئله شناسایی شود، سپس به کمک فرضیاتی که اغلب غیرواقعی هستند، برخی پارامترهای رابطه حذف شده و به کمک روش‌های ریاضیاتی مانند معادلات دیفرانسیل پاره‌ای و معمولی به جواب مسئله برسیم. همان‌گونه که مطرح شد با حذف و چشم‌پوشی از برخی شرایط مسئله، خطای نتایج خواه ناخواه بیشتر شده و ما از واقعیت فاصله می‌گیریم.

برای آشنایی با دینامیک سیالات محاسباتی یا CFD ابتدا لازم است معادلات حاکم بر علم سیالات را بشناسیم :



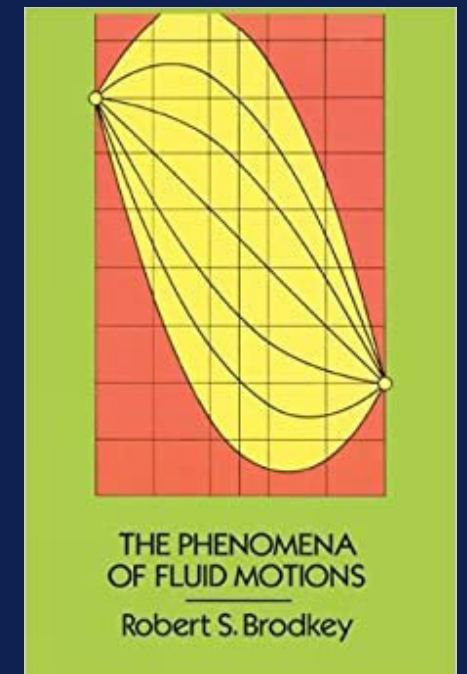
مهم‌ترین نکته‌ای که یک دانشجوی مهندسی شیمی باید برای ورود به بازار کار و شروع فعالیت‌های کاری مرتبط به رشته خود در نظر بگیرد چیست؟

یک تصور اشتباه و رایج که در بین برخی از دانشجویان وجود دارد این است که ابتدا باید تا مقطع Ph.D. پیش بروند و بعد وارد فضای کار شوند یا شروع به کسب درآمد کنند. این تصور کاملاً اشتباه است؛ شما برای ورود به بازار کار مرتبط با رشته تحصیلی‌تان لزوماً به تحصیلات تکمیلی نیاز ندارید و بهتر است که از فرصت‌های کاری یا تحقیقاتی هر چند کوچک، که معمولاً برای هر دانشجویی پیش می‌آید، استفاده کرده و به صورت تدریجی درگیر کار شوید. به‌عنوان نمونه اگر به مؤسسه بزرگ‌ترین شرکت‌های نفتی دنیا توجه کنید می‌بینید که تعداد قابل‌توجهی از آن‌ها از همان دوران کارشناسی یا حتی قبل‌تر از آن شروع به فعالیت کردند و به‌تدریج دامنه فعالیت‌های خود را گسترش دادند. جالب‌تر اینکه برخی از آن‌ها فقط دارای مدرک کارشناسی هستند. البته این مسئله صرفاً نشانگر این موضوع است که شما برای شروع الزاماً نیازی به مدرک مقاطع بالا ندارید، هر چند که برای رشد و گسترش شغل خود داشتن تحصیلات تکمیلی می‌تواند کمک شایانی به شما بکند.

پروفسور از شما بابت شرکت در این گفت‌وگو متشکریم، اگر موردی به‌عنوان کلام پایانی هست لطفاً مطرح کنید.

به‌عنوان سخنان پایانی می‌خواهم بگویم که مهم‌ترین اصل کاری این است که اگر با مشکلی روبرو شدید درگیر حل آن بشوید، حتی اگر لازم بود به صورت فیزیکی! اما حتماً سعی کنید که قبل از اقدام به کار، مشکل را خوب درک کنید. توجه کنید که چند ذهن بهتر از یک ذهن است و همیشه همکاری برای مواجهه با مسائل ما را سریع‌تر به راه‌حل می‌رساند. در نهایت هم به‌عنوان جمله پایانی بگویم که همه ما باید سعی کنیم که به این درک برسیم که هنوز درک ناقصی داریم و همه چیز را نمی‌دانیم.

محمدهادی عزیزاده، محمد ونداد





مقدمه‌ای بر گوگردزدایی اکسایشی

ترکیب‌های گوگردی، آلاینده‌های مواد نفتی^[۱]

گوگرد، نیتروژن و فلزهای سنگین مشکل‌های عملیاتی پرهزینه‌ای را در فرایندهای پتروشیمی ایجاد می‌کنند. در بسیاری از کشورها امکان جداسازی اقتصادی این آلاینده‌ها از نفت خام در صنایع بالادستی وجود ندارد و این عمل به واحدهای پالایشی در صنایع پایین‌دستی محول می‌شود. علاوه بر آن، در کشورهای مختلف قوانین متعددی برای میزان مجاز گوگرد در فرآورده‌های نفتی وجود دارد و این قوانین در طول زمان سخت‌گیرانه‌تر می‌شوند. این مورد مشکل‌هایی را از نظر اقتصادی و تکنیکی برای شرکت‌های فعال در زمینه پالایشی و پتروشیمی ایجاد می‌کند. در این میان، فرایند گوگردزدایی می‌تواند به تولیدکننده این فرصت را بدهد که در این شرایط منابع خود را از نظر اقتصادی ارتقاء دهد، چرا که محصول‌های کم گوگرد قیمت بالاتری دارند.

به‌طور کلی میزان گوگرد موجود در نفت خام و مواد نفتی می‌تواند بین ۰/۰۵ تا ۱۴٪ وزنی باشد اما به‌طور معمول این مقدار بین ۱-۴٪ وزنی قرار دارد.

هدف از حذف گوگرد کم کردن انتشار گازهای اکسید گوگرد به‌صورت گوگرد دی‌اکسید (SO₂) و گوگرد تری اکسید (SO₃) است. این اتفاق در اثر احتراق مواد نفتی به‌عنوان سوخت در مصارفی مانند، خودروها، لوکوموتیوها، کشتی‌ها و نیروگاه‌ها، کوره‌های صنعتی و... به وقوع می‌پیوندد. افزایش ظرفیت پالایشگاه که ناشی از افزایش تقاضای انرژی در سال‌های اخیر است، افزایش تقاضای نفت خام و مواد نفتی به‌عنوان خوراک فرایندهای پالایشی و پتروشیمی را در برداشته است. این موارد به دلیل کمبود خوراک‌های کم گوگرد، استفاده از خوراک‌هایی که دارای مقادیر زیاد گوگرد هستند را اجتناب‌ناپذیر کرده است؛ اما به دلیل محدودیت‌های موجود در مورد مقدار گوگرد در محصول‌ها، استفاده از فرایند گوگردزدایی الزامی است. علاوه بر آن، مقادیری هرچند کم از گوگرد می‌تواند با مسموم کردن کاتالیست و غیرفعال‌سازی آن، اثرات مخربی را بر روی فرایندهای کاتالیستی مانند تبدیل نفتا داشته باشد که این خود می‌تواند دلیلی بر استفاده تکنولوژی‌های مختلف گوگردزدایی قبل از چنین واحدهایی باشد.

علاوه بر H₂S ترکیب‌های گوگردی دیگری در مواد نفتی وجود دارد؛ ترکیب‌های گوگردی به‌صورت نامتوازن در برش‌های نفتی پراکنده شده‌اند اما به‌طور کلی برش آسفالت مقدار بیشتری از این مواد را در بر دارد که در آنها اتم‌های گوگرد به‌صورت یک پل میان حلقه‌های آروماتیک عمل می‌کنند و مولکول‌های بزرگ آسفالت و رزین را می‌سازند. به همین علت نفت‌های خام با میزان گوگرد بیشتر آسفالت‌های بیشتری دارد. نفت خام دارای مرکابتان‌های آلیفاتیک، سولفورهای خوشبو (انواع تیوفن‌ها) و مشتق‌هایی چون پلی‌سولفورهای حلقوی می‌باشد. روش‌های متعددی برای انجام فرایند گوگردزدایی وجود دارد که از میان آنها می‌توان به گوگردزدایی با هیدروژن

CFD



طراحی واکنش‌های شیمیایی

بررسی مسائل انتقال حرارت

طراحی مبدل‌های حرارتی

طراحی مخازن اختلاط

صنایع غذایی و بسته بندی

فرایند‌های جداسازی

طراحی خطوط انتقال سیالات

طراحی راکتور تک/چند فازی

پدرام یوسفی
حسام‌الدین ابراهیمی

که یک نرم‌افزار شبیه‌سازی چند منظوره است، بهره برد.

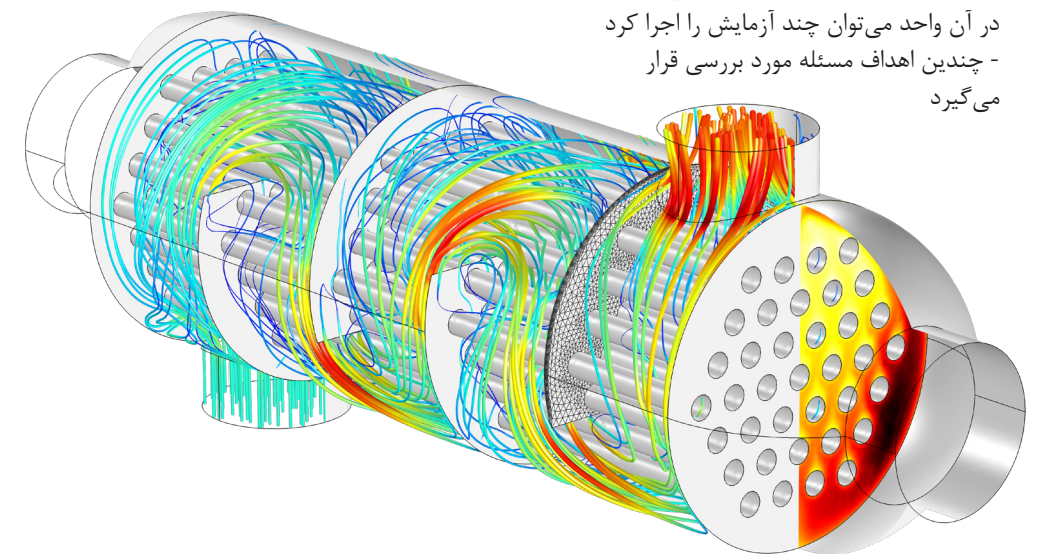
یکی از چالش‌های مورد توجه که در رابطه با دینامیک سیالات محاسباتی مطرح است، مقایسه آن با روش‌های آزمایشگاهی است. روش‌های آزمایشگاهی بسیار هزینه‌بر و وقت‌گیر هستند و نیازمند دقت بسیار بالا هستند. همچنین دقت داده‌ها ارتباطی جدا ناشدنی با توانایی و چیره‌دستی متصدی آزمایش دارد. به عنوان جمع‌بندی، روش‌های آزمایشگاهی و دینامیک سیالات محاسباتی را با هم مقایسه می‌کنیم:

روش آزمایشگاهی:

- مناسب برای یک مقدار در هربار
- مناسب برای تعداد محدودی از آزمایشات و شرایط مسئله
- مناسب برای مقیاس آزمایشگاهی
- گران
- سرعت بسیار پایین
- آزمایشات به صورت سری و پشت سر هم انجام می‌شوند
- یکی از اهداف مسئله مورد بررسی قرار می‌گیرد

روش شبیه‌سازی:

- مناسب برای تعداد نامحدودی از مقادیر
- دارای وضوح بسیار بالا در نقاط و زمان‌های متفاوت
- مناسب برای دامنه‌های واقعی جریان سیالات
- مناسب برای هر شرایطی از مسائل مختلف
- ارزان
- سریع
- آزمایشات به صورت موازی انجام می‌شوند و در آن واحد می‌توان چند آزمایش را اجرا کرد
- چندین اهداف مسئله مورد بررسی قرار می‌گیرد



(HDS^۲)، گوگردزدایی زیستی، جذب سطحی و گوگردزدایی اکسایشی اشاره کرد. در حال حاضر، فرایند HDS یک روش متداول و معتبر در سطح صنعتی است. واکنش‌های گوگردزدایی با هیدروژن در حضور کاتالیست‌های فلزی (Ni, Co, Mo) در دمای بالا (تا ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد) و فشار بالا (تا ۱۰۰ اتمسفر) با استفاده از گاز هیدروژن انجام می‌شود. این یک فرایند شناخته‌شده برای حذف ترکیب‌های گوگردی چرب و غیر حلقوی است. اما همان‌طور که گفته شد، این روش به شرایط عملیاتی سخت و هزینه‌های بسیاری نیاز دارد.

گوگردزدایی به روش Oxidative Desulfurization (ODS)

واکنش گوگردزدایی اکسایشی (ODS) یک فرایند دو مرحله‌ای است. در این روش محتویات گوگردی - آلی موجود در ماده ورودی به‌وسیله اکسیژن یا پراکسیدها و کاتالیست به سولفوکسیدها و سولفون‌ها تبدیل می‌شود و می‌توان گوگرد موجود در سوخت‌هایی از قبیل دیزل را تا حد بسیار زیادی (کمتر از ۱۰ ppm) کاهش داد.

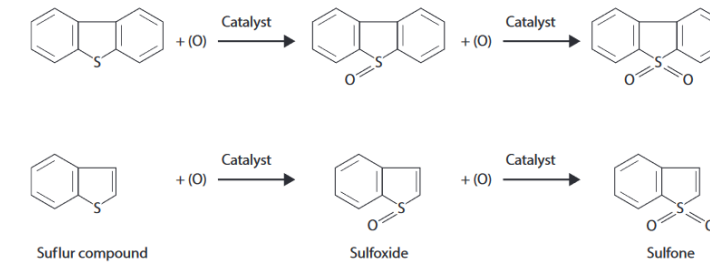
مراحل عملیاتی این روش به‌صورت زیر است:

۱. اکسایش

۲. استخراج و جداسازی

به‌طور کلی در مرحله اول ترکیب‌های گوگردی موجود در سوخت اکسید می‌شوند و سپس به‌وسیله تکنیک‌های جداسازی، اکسیدهای ایجاد شده از خوراک جداسازی می‌شوند و سوخت پاک باقی می‌ماند.

اکسیدسازی به‌طور معمول در یک واکنشگاه بستر ثابت و در دمای کمتر از ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد انجام می‌پذیرد و سپس ترکیب‌های گوگردی اکسید شده به‌وسیله فرایند استخراج مایع - مایع جدا می‌شوند که خروجی آن سوخت پاک است. در نهایت حلال غنی از مواد گوگردی طی یک فرایند تقطیر بازیابی می‌شود و دوباره مورد استفاده قرار می‌گیرد.



واکنش‌های کلی اکسید مواد گوگردی

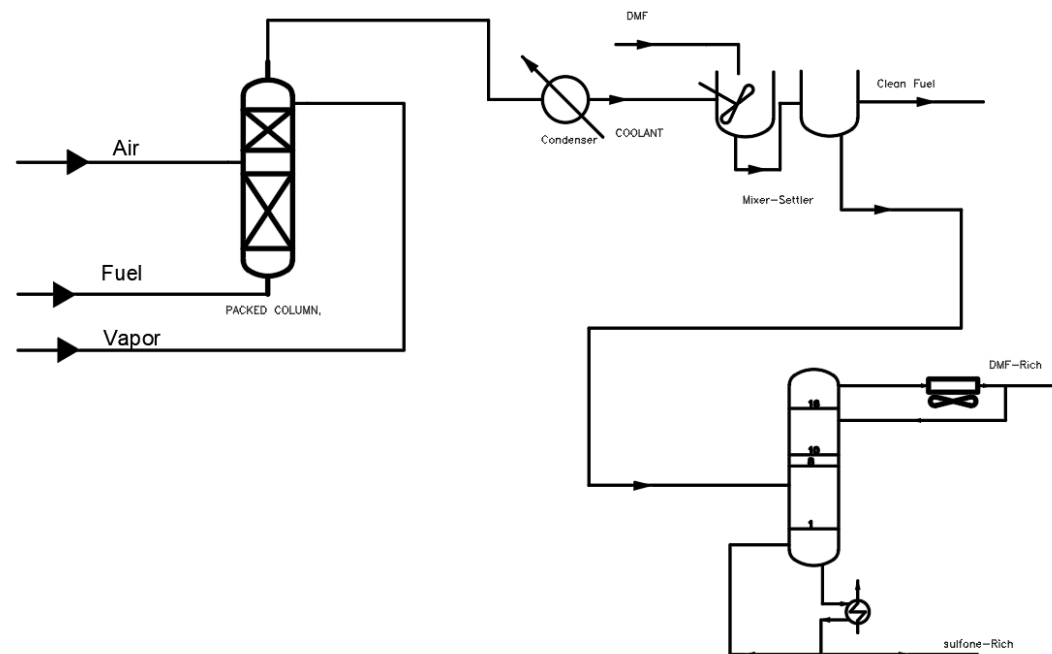
کاتالیست‌های جامد استفاده شده در روش ODS [2,3]

فرایند ODS به راه‌های مختلف انجام می‌پذیرد که هر کدام کاتالیست‌های خاص خود را می‌طلبند. این عمل ممکن است در فاز مایع به کمک کاتالیست‌های همگن مایع و در حضور پراکسیدهایی مانند H_2O_2 انجام شود و یا ممکن است این واکنش با کاتالیست‌های جامد انجام شود که در این صورت واکنش‌دهنده‌ها می‌توانند در فازهای مایع یا بخار (بسته به نوع فرایند و کاتالیست) وارد واکنشگاه که اغلب یک بستر پر شده است، شوند. برای مثال، در منابع کاتالیست $MoO_3/Al_2O_3-SiO_2$ به وسیله اکسیدکننده tert-butyl hydroperoxide به‌عنوان یک روش برای انجام این فرایند گزارش شده که اکسیدهای ایجاد شده به‌وسیله حلال N-Methyl-2-pyrrolidone استخراج می‌شود. همچنین فلز تنگستن و اکسیدهای آن و برخی زئولیت‌ها و غربال‌های مولکولی نیز به‌عنوان کاتالیست جامد این فرایند قابل‌استفاده هستند که هر کدام شرایط عملیاتی خاص خود را می‌طلبند. البته همان‌طور که گفته شد، این فرایند می‌تواند به‌وسیله کاتالیست‌های همگن مایع هم انجام شود؛ یک سیستم استخراج - اکسیداسیون، با استیک اسید (CH_3COOH) به‌عنوان کاتالیست و هیدروژن پراکسید (H_2O_2) به‌عنوان اکسیدکننده نمونه خوبی برای این مورد است.

هر چند که گستره گوگردزدایی اکسایشی محدود به موارد و نمونه‌های فوق نیست و انواع دیگری مانند استفاده از

تکنیک امواج فراصوت نیز دارد. با این حال، کاربرد کاتالیست‌های جامد برای ODS در مقیاس صنعتی بسیار فراگیرتر از سایر روش‌ها است.

شرحی مختصر از یک واحد پیشرفته عملیاتی ODS



شمایی کلی از یک نوع خاصی از فرایند ODS

سوخت موردنظر که قرار است گوگردزدایی شود در کوره‌ها تبخیر شده و وارد واکنشگاه پر شده از کاتالیست می‌شود؛ همچنین یک جریان از بخار آب نیز به واکنشگاه تزریق می‌شود. در این طراحی ماده اکسیدکننده هوا است و از پراکسید به‌عنوان اکسیدکننده استفاده نمی‌شود. دلیل این امر نیز استفاده از کاتالیست‌های مخصوصی است که تکنولوژی ساخت آن‌ها در انحصار شرکت‌های غربی و روسی است. میزان نسبت هوا به سوخت در طول واکنش طوری تنظیم می‌شود که پایین‌تر از حد دامنه احتراق سوخت موردنظر باشد (۰/۱-۰/۵٪ از کل محتوای جرمی ورودی به واکنشگاه). واکنش در دمایی بین ۱۵۰ تا ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد (بسته به نوع خوراک) و در فاز گازی انجام می‌گیرد و پس از میعان با استفاده از حلال DMF و طی فرایند جداسازی مایع - مایع با زمان ماندی حدود ۱۵ دقیقه، سوخت پاک و حلال غنی از سولفون‌ها و سولفوکسیدها از هم جداسازی می‌شوند. به دلیل گران‌قیمت بودن حلال، طی یک فرایند تقطیر DMF و سولفون‌ها و سولفوکسیدها جداسازی می‌شوند و DMF مجدداً مورد استفاده قرار می‌گیرد. طی این فرایند می‌توان گوگردزدایی را به‌صورت عمیق انجام داد و محتوای گوگرد خوراک را از چند هزار ppm به حد کمتر از ۱۵ ppm رساند.

محمدهادی علیزاده

مراجع:

- [1]. El-Gendy, N. S. & Speight, J. G. *Handbook of Refinery Desulfurization. Handbook of Refinery Desulfurization* (2015). doi:10.1201/b19102.
- [2]. Hossain, M. N., Park, H. C. & Choi, H. S. A comprehensive review on catalytic oxidative desulfurization of liquid fuel oil. *Catalysts* **9**, 1-12 (2019).
- [3]. Zhao, H. & Baker, G. A. Oxidative desulfurization of fuels using ionic liquids: A review. *Front. Chem. Sci. Eng.* **9**, 262-279 (2015).



جذب سطحی

جذب و ذخیره‌سازی کربن فرایندی است که پیش‌بینی می‌شود در میان‌مدت و کوتاه‌مدت سبب شود تا از انتشار کربن دی‌اکسید و بالاتر رفتن غلظت آن در جو جلوگیری شود.



یکی از کاربردهای جذب سطحی را می‌توان در صنایع دارویی جست‌وجو کرد. در واحدهای دارویی یکی از اصلی‌ترین فرایندها تولید ماده فعال دارویی (API)^۱ فرایند خالص‌سازی است. تولید ماده فعال دارویی فرایندی است که از فناوری پیچیده‌ای برخوردار است و در بعضی موارد مصرف این ماده کمتر از ۱ گرم در سال برای یک کشور می‌باشد. در واحدهای خالص‌سازی از بستریهای کروماتوگرافی استفاده می‌کنند. نحوه کار بستریهای کروماتوگرافی از بستریهای جذب سطحی کمی ساده‌تر است اما پیاده‌سازی آن برای صنایع دارویی چالش بزرگی است. بستریهای کروماتوگرافی نیاز دارند تا حجم دقیقی داشته باشند بنابراین سازنده‌های چنین بستریهایی سعی می‌کنند تا اگر فشار بستر بالا نباشد آن را از شیشه بسازند. ساخت این بستریها از شیشه سبب می‌شود تا حجم دقیقی فراهم شود اما جلوگیری از نشستی گاز یا مایع ورودی به بستر بسیار سخت می‌شود. از طرف دیگر خوراک ورودی به این بستریها به صورت پالسی از ماده مورد نظر برای جداسازی می‌باشد. برای مثال برای جداسازی دو ماده یک و دو که در حلالی حل شده‌اند را در نظر بگیرید، در بازه‌ای از زمان ماده مورد نظر برای جداسازی وارد بستر شده که ترکیبی از ماده یک، دو و حلال است و در بازه‌ای دیگر فقط حلال خالص وارد می‌شود. به این نحو در خروجی این بستریها ماده یک از دو جدا می‌شود. اگر حجم بستر دقیق نباشد یا محاسبات پهنای باند پالس اشتباه شود در خروجی بستر ماده یک از دو جدا نشده و به صورت مخلوط از بستر خارج می‌شوند. حال اگر جداسازی یک پروتئین دارویی مد نظر باشد که ارزش بسیار بالایی دارد، جداسازی دقیق این ماده اهمیت بیشتری پیدا می‌کند زیرا هدر رفتن مقدار بسیار کمی از آن ضرر بزرگی برای واحد تولیدی به همراه خواهد داشت. در شکل این بستریها در اندازه‌ها متفاوت مشخص هستند.

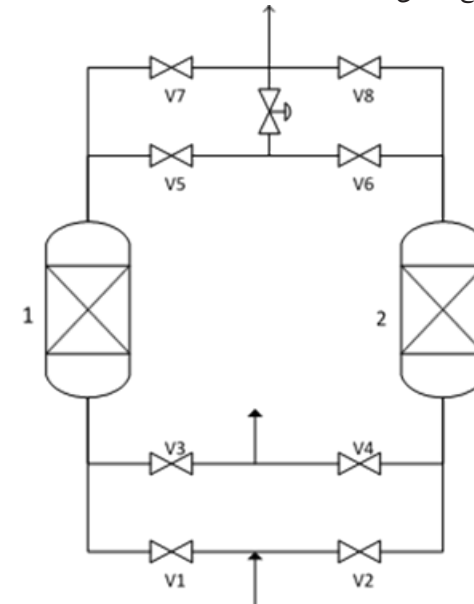
در کل فرایند جذب سطحی کاربردهای بسیار زیادی دارد که خلاصه کردن آن‌ها در چند صفحه امکان‌پذیر نیست. همین کاربردهای فراوان چالش‌های بسیاری را برای محققان فعال در این زمینه پدید آورده. جذب سطحی از محیط زیست تا صنایع نفت و گاز را در بر می‌گیرد و همگی در حال پیشرفت و بهبود هستند تا محصول و شرایطی مطابق میل و خواسته‌های کنونی را فراهم کنند.

سید امیرمحمد الهی

^۱ Active pharmaceutical ingredient

فشاری بالاتر از مرحله دفع انجام می‌شود این در حالی است که در فرایند نوسان دما مرحله‌ی جذب در دمایی پایین‌تر از دمای واجذب انجام می‌شود. این یعنی افزایش دما سبب کاهش میزان گاز روی جاذب می‌شود در صورتی که افزایش فشار سبب افزایش میان گاز روی جاذب می‌شود. کاهش فشار دفع به زیر فشار اتمسفر یا خلا در مواردی ظرفیت کاری را بهبود می‌بخشد. در این شرایط فرایند را نوسان خلا می‌نامند.

فرایند جذب سطحی از پیچیدگی‌های خاصی برخوردار است. متغیرهای زیادی در این فرایند تاثیر می‌گذارند که با بهینه کردن آن‌ها می‌توان به واحدهایی دست یافت که محصول بهتری با انرژی کمتری تولید می‌کنند فرایند جذب سطحی به‌طور ذاتی پویا و چرخه‌ای است. اگرچه جذب سطحی ناپایا است، اما با تکرار این چرخه‌ها فرایند به حالت پایای چرخه‌ای (CSS)^۲ می‌رسد. در شکل زیر یک نمودار جریان ساده از فرایند جذب سطحی به همراه دو برج نشان داده شده است.



^۱ Steam methane reforming

^۲ Cyclic steady state

هرساله تغییرات جوی به دلیل مصرف بی‌رویه سوخت‌های فسیلی پیشرفت چشمگیری دارد. انتشار گازهای گلخانه‌ای به‌خصوص کربن دی‌اکسید یکی از عوامل مهم در این تغییرات است. برای کاهش آلاینده کربن دی‌اکسید یا باید واحدهای مصرف‌کننده سوخت فسیلی به انرژی‌های تجدیدپذیر روی آورند یا آلاینده حاصل از احتراق را جدا کنند. بررسی‌های فنی-اقتصادی نشان می‌دهد که تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر کاری ایده‌آل اما در حال حاضر انجام نشدنی است. جذب و ذخیره‌سازی کربن فرایندی است که پیش‌بینی می‌شود در میان‌مدت و کوتاه‌مدت سبب شود تا از انتشار کربن دی‌اکسید و بالاتر رفتن غلظت آن در جو جلوگیری شود. علاوه بر لزوم جداسازی کربن دی‌اکسید از گازهای احتراق یا واحدهای تبدیل متان در بخار^۱، جداسازی ترکیب‌های دوجزئی یا چند جزئی کاربردهای بسیار زیادی دارند. جداسازی نیتروژن از اکسیژن یکی دیگر از این موارد است. اکسیژن و نیتروژن خالص هر دو در بسیاری از صنایع مانند شیشه‌سازی، هوافضا، پزشکی و شیمیایی استفاده می‌شوند.

فرایند جذب سطحی به‌عنوان یک روش به‌جای فرایندهای سرمایشی-تقطیری یا جذب توسط مایعات پیشنهاد می‌شود. در این روش گازها بر روی ذرات جامد که جاذب نامیده می‌شوند به‌صورت انتخابی جذب می‌شوند و هنگامی که ذرات جامد پر از گاز شد با افزایش دما یا کاهش فشار این گازهای جذب شده از روی جاذب جدا می‌شوند. این کار می‌تواند تکرار شود تا در نهایت یک فرایند برای جداسازی شود. این فرایند به‌صورت چرخه‌ای اتفاق می‌افتد به این معنا که دائماً جاذب‌ها از گاز پر و خالی شده تا در نهایت به‌طور پیوسته جداسازی گازها انجام شود. فرایند نوسان فشار به‌طور صنعتی برای جداسازی گازهای دوجزئی یا چند جزئی استفاده می‌شود. فرایند نوسان فشار به دلیل چرخه‌ای بودن شامل مراحل متوالی مختلفی می‌شود. از این مراحل می‌توان به مرحله‌ی جذب که جاذب‌ها در حال پر شدن هستند و مرحله دفع که جاذب‌ها در حال خالی شدن هستند اشاره کرد. در فرایندهای نوسان فشار مرحله جذب در

تعریف یک کارگروهی و کار تیمی چیست؟ مدیریت کارگروهی با کار تیمی چه تفاوتی دارد؟ روش‌های سنجیدن تیم خوب و ویژگی‌های آن چیست؟

در این یادداشت ابتدا به سؤال‌های بالا پاسخ می‌دهیم و در کنار آن به فواید و چالش‌های کار تیمی نیز می‌پردازیم.

کار گروهی: بین افراد کار مشترکی تقسیم می‌شود و هر شخص کار مشترک خود را انجام می‌دهد و ارتباط بین افراد گروه فقط در موارد جزئی وجود دارد. (انجام کار مشترک توسط افرادی که مستقل از هم کار می‌کنند را کار گروهی می‌گویند)

کار تیمی: از دو یا چند نفر تشکیل شده که روابط و وابستگی‌های متقابل دارند و با هم به اهداف خود دست می‌یابند. بین آنها تبادل اطلاعاتی وجود دارد و تصمیم‌های هر شخص بر اهداف مشترکشان تأثیرگذار است. (چند فرد مستقل در کنار هم، فرد واحد و بزرگی را به وجود آورده‌اند که بسیار کارآمدتر از تک تک آنها عمل می‌کند و این یک تیم است).

تفاوت گروه و تیم:

افراد تیم	افراد گروه
به هم وابستگی متقابل دارند	مستقل کار می‌کنند
در هدف‌گذاری‌ها سهمیه‌ها سهمیم بوده و اهداف واحد دارند.	در هدف‌گذاری‌ها سهمیه نیستند و حتی ممکن است اهداف مشترک نباشد.
در انجام کارها ابتکار و آزادی عمل دارند.	به آنها گفته میشود دقیقاً چه کاری بکنند.
به بیان عقاید مخالف تشویق می‌شوند.	بیان عقاید مخالف نوعی دشمنی حساب می‌شود.
برای پیشرفت تیم، در تصمیم‌گیری‌ها شرکت می‌کنند.	به صورت جدی در تصمیمات شرکت نمی‌کنند.
به هم اعتماد و اطمینان دارند و ارتباطشان صادقانه در جهت پیشرفت همه است.	همرنگی با جماعت مهم تر از رسیدن به نتایج مثبت است.
آرمان مشترک دارند و همه احساس تعلق و تعهد به تیم دارند.	به‌طور معمول دارای آرمان مشترک نیستند.
حاصل کارشان بیشتر از کار تک تک شان است و خاصیت افزاینده دارند.	حاصل کار از هم افزایی کارها بدست نمی‌آید لذا یا برابر یا جمع تک تک کارهاست یا کمتر

مدیریت تیم و گروه: فعالیت‌ها در گروه توسط مدیر گروه کنترل می‌شود اما یک تیم توسط رهبر هدایت و راهنمایی می‌شود چون در گروه افراد خود را رقیب دیگران می‌دانند و نیازی به کنترل جمعی ندارند.

فواید کار تیمی عبارتند از :

تقویت خلاقیت _ اعتماد سازی _ آموزش حل اختلاف _ القای حس مهم بودن و سهم و نقش _ معاشرت _ احساس مسئولیت _ گوش شنوا _ هوشیاری

چالش کار تیمی :

داشتن رهبر بد: هنگامی که رهبر بینش یا توانایی لازم را نداشته باشد، تیم انگیزه و اعتماد به نفس لازم را نخواهد داشت و موفق عمل نخواهد کرد.

برنامه‌ریزی ضعیف جهت دستیابی به اهداف: اگر اهداف مشخصی وجود نداشته باشد، اعضای تیم برای استفاده از استعدادهای فردی خود راهی نخواهند داشت و نمی‌توانند از این استعدادها در جهت دستیابی به هدفی مشترک استفاده کنند.

ضعف در برقراری ارتباط: عدم ارتباط میان اعضای تیم باعث می‌شود که افراد نتوانند راه‌حل مناسبی برای مشکلات پیش روی تیم خودشان پیدا کنند.

ناسازگاری شخصیتی: احترام نگذاشتن به سایر اعضای تیم می‌تواند به درگیری اعضا با یکدیگر منجر شود؛ بدین ترتیب، افرادی که با یکدیگر سازگاری ندارند یا به‌طور کلی سازگاری شفلی ندارند، اقدام‌های سازنده‌ی گروه را مختل می‌کنند.

کار گروهی یا کار تیمی

مسئله این است!

تعریف یک کارگروهی و کار تیمی چیست؟

مدیریت کارگروهی با کار تیمی چه تفاوتی دارد؟

روش‌های سنجیدن تیم خوب و ویژگی‌های آن چیست؟



در یادداشت قبلی به مفهوم پایه ای از کار گروهی و تیمی پرداختیم ؛ اینکه چه زمانی میتوان جمعی از افراد را گروه یا تیم دانست. و همچنین به کمک تست‌های از پیش تعیین شده دریافتیم که آیا این افراد برای رسیدن به یک هدف مشترک میتوانند کنار هم قرار بگیرند یا خیر. اما چرا این موضوع آنقدر مهم است که تحقیقات گسترده ای حول مفاهیم مرتبط شکل گرفته و حتی واژگان مشخص زیادی برای آن در نظر گرفته شده است؟ عوامل متعددی وجود دارد که باعث می شود کار تیمی در ارگان ها و سازمان های مختلف مورد بررسی قرار گیرد. در ادامه دلایل اهمیت و همچنین عوامل شکست یک کار تیمی را بیان می کنیم.

کار تیمی و عملکرد کارکنان

تأثیر کار تیمی بر عملکرد شغلی کارکنان، موضوع اصلی بسیاری از تحقیقات انجام شده در سالهای گذشته بوده است و دلیل آن این است که مفهوم عملی کار تیمی تأثیر شدیدی بر عملکرد هر سازمان و کارکنان شاغل در آن دارد. کار تیمی در برخی ارگان ها به عنوان یک مهارت شغلی ضروری تعریف شده است، به طوری که اهداف سازمان ها و افزایش عملکرد کارگران، با وجود کار تیمی افزایش پیدا می کند و به عنوان یکی از عوامل محرک اصلی برای بهبود عملکرد یک شرکت تلقی می شود. در حین این کار اعضای تیم، مهارت ها، دانش و توانایی های خود را افزایش می دهند و بهتر در مقابل چالش ها عمل می کنند.

رهبری و ساختار

شناسایی ویژگی‌های کار و نحوه‌ی هماهنگی آنها برای ادغام مهارت های فردی نیاز به رهبری و ساختار منسجم دارد. سبک رهبری کردن یک مجموعه (تحول آفرین ، معامله گر یا تبادلی) برای یادگیری و عملکرد سطح تیم بسیار مهم است چراکه هم بر رضایت کارکنان و هم بر عملکرد آنها تأثیر می گذارد.

سبک تحول آفرین در رهبری که با نقش‌ها و مسئولیت‌های مشخص اعضای تیم پشتیبانی می‌شود برای موفقیت یک تیم بسیار مهم است. این سبک باعث ایجاد انگیزه، هدایت، الهام بخشیدن و به چالش کشیدن تیم خود برای دستیابی به موفقیت می‌شود. علاوه بر رهبر، ساختار تیم نیز جزء مهمی است که بر موفقیت تیم تأثیر می گذارد.

سبک رهبری تبادلی به رابطه‌ی رهبر- پیرو به عنوان یک تبادل نگاه می‌کند. شخص با پذیرفتن نقشی به‌عنوان عضو گروه، اطاعت از رهبر را می‌پذیرد. در بسیاری از شرایط، همین موضوع در خصوص رابطه‌ی کارفرما-کارمند نیز صادق است که در آن کارمند در قبال انجام وظایف، دستمزد دریافت می‌کند. یکی از بزرگ‌ترین معایب سبک تبادلی، از بین رفتن زمینه‌های بروز خلاقیت و تفکر خارج از گود است(خلاف رهبری تحول آفرین).

اعتماد

مفهوم اعتماد تیمی زمانی ظاهر می شود که اعضای یک تیم به شایستگی و توانایی های شغلی یکدیگر اعتقاد دارند. بر اساس مطالعه‌ای که در این زمینه انجام شد، بین اعتماد و عملکرد تیم رابطه مثبت وجود دارد. اعتماد تیمی، می تواند مفاهیم و باورهای رفتاری کار تیمی و شخصیت افراد را تقویت کرده و مهارت ها و استعدادها را توسعه دهد. چنین قدرت جادویی تأثیر مثبتی بر عملکرد کارکنان دارد و زمانی مفهوم همکاری شکل میگیرد که اعتماد به عنوان یک اصل اساسی در پایه و اساس تیم باشد.

تفاوت گروه و تیم:

بر اساس تحقیق‌های انجام شده، هوش اعضا به‌صورت مجزا تأثیری در عملکرد کلی تیم ندارد. یعنی اگر باهوش‌ترین افراد را برای تیم خود انتخاب کنیم، هیچ تضمینی برای موفقیت تیم وجود ندارد. اما مهارت و توانایی اعضای تیم باید بتوانند دانسته‌های فنی و تخصصی خود را با یکدیگر به اشتراک بگذارند تا با هم‌افزایی مثبت برسند. عامل اثرگذار بعدی اهمیت دادن هر فرد به سایر اعضا می‌باشد. یعنی اعضای یک تیم باید نسبت به ناهنجاری‌ها و مشکلات اجتماعی و زیستی یکدیگر بی‌تفاوت نباشند. این ویژگی اجتماعی موجب انسجام اعضای تیم شده و هم موجب خواهد شد تمام اعضای تیم در قالب یک پیگیر واحد به اهداف خودشان برسند.

ندانستن ویژگی شخصیتی: کسب مهارت کار تیمی در دانشجویان دانشگاه از طریق فعالیت‌های فوق برنامه یکی از روش‌هایی است که امروزه مورد توجه بوده است. علت این امر هم عدم کفایت آموزه‌های آکادمیک در فضای دانشگاهی است. اما برای حل مشکلات ناشی از کار تیمی ابتدا باید اعضای هر تیم، ویژگی‌های شخصیتی خودشان را در یک تست خاص بررسی کرده و سپس در هر تیم این اشخاص در جایگاه مناسب خود قرار گیرند. قوانینی که یک گروه را تبدیل به یک تیم اثرگذار می‌کند، همچنین نقش رهبر گروه برای استفاده از ظرفیت‌ها و جهت‌دهی گروه در این یادداشت بررسی خواهد شد. تست بلبین یکی از روش های سنجش استعدادها را ارائه داده و در این روش ۹ شخصیت را مشخص کرده که عبارت‌اند از: **ایده پرداز، ارزیاب منابع، هماهنگ کننده، تسهیل گر، مجری، تمام کننده، متخصص، شکل دهنده، هشدار دهنده**

چه تیمی موفق است؟

به صورت کلی یک تیم موفق باید ویژگی‌های زیر را داشته باشد:

۱- شفافیت در اهداف و نقش‌ها: همه‌ی اعضای تیم باید در رابطه با چشم انداز تیم، اهداف کوچک-بزرگ و یا دور-نزدیک آشنایی داشته باشند و اعضای یک تیم موفق صرفاً به عنوان یک اپراتور مسلط به بخش خود نیستند و اطلاعات جامعی از تیم دارند.

۲- اعتماد به یکدیگر: اعتماد در اعضای تیم به طور طبیعی یکی از مهمترین ارکان پیشبرد اهداف یک پروژه است که موجب همدلی و آماده کردن اعضا جهت از خودگذشتگی برای پیشرفت تیم خواهد شد. عنصر اعتماد در برهه‌های حساس و چالش‌های یک تیم خودش را نشان خواهد داد.

۳- شنیده شدن تمامی نظرات: یک تیم موفق هیچگاه دچار "خودسانسوری" نخواهد شد و با شنیدن تمامی ایده‌ها و افکار علاوه بر آنکه زمینه رشد و شکوفایی خلاقیت را در تیم بالا می‌برد، موجب اتخاذ بهترین و بهینه‌ترین تصمیمات خواهد شد همچنین اعضا را نسبت به تیم وفادارتر می‌کند. در واقع اعضای تیم در این حالت تمامی تصمیم‌های تیم را تصمیم خود می‌دانند هرچند نظرشان علی رغم شنیده شدن و بحث و گفت‌وگو، مورد پذیرش واقع نشود.

۴- وجود تعارض و نظرات مختلف: شاید این گمان که اعضای یک تیم باید همگی دارای نظرات مشابه باشند تا تیم موفق باشد، باعث شود برخی تیم‌ها دست به یکپارچه سازی نفرات خود بزنند و این کار هرچند موجب می‌شود در فرآیندهای تصمیم گیری و عملیاتی سرعت بیشتری داشته باشند اما قطعاً این "کانالیزه" شدن تفکرات یک تیم در بلند مدت زمینه رشد و پیشرفت را خواهد گرفت چراکه رسیدن به بهترین تصمیمات در اکثر موارد در گروهی تضارب ارا رقم خواهد خورد.

ارزیابی عملکرد و پاداش

مدیران باید یک سیستم پاداش مناسب را برای کارمندان خود، برنامه ریزی و طراحی کنند و آن‌ها را نسبت به مشارکت در پروژه‌های تیمی تشویق کنند. آنها همچنین باید بین اهداف تیمی، عملکرد کارکنان و روش‌های دادن پاداش عادلانه، تعادل ایجاد کنند. پاداش می‌تواند انگیزه درونی و بیرونی را فراهم آورد و عملکرد کارکنان را بهبود بخشد. از این رو، ارزیابی عملکرد و پاداش، به عنوان یک عامل مهم موثر بر عملکرد کارکنان شناخته می‌شود. ایجاد یک کار تیمی شایسته به دلیل چالش‌های تکنولوژیکی مدرن و افزایش رقابت بین صنایع آسان نیست. اشکال مختلف چالش‌هایی که اخیراً به دلیل تحولات در همه زمینه‌ها ظاهر شده است، ایجاد ساختار قوی کار تیمی در محیط سازمانی را دشوار می‌کند. کارآمدترین عناصر برای غلبه بر چنین مشکلاتی در کار تیمی، ارتباط مثبت، اعتماد به نفس و رهبری مولد است. ایجاد یک کار تیمی کارآمد بدون این عوامل تقریباً غیرممکن است.

عوامل شکست یک کار تیمی

هر استارت‌آپ^۲ در شروع حرکت با مشکلات زیادی روبروست که بعضی از آن‌ها رفته رفته به نقطه ضعف یا حتی در حالت بحرانی در صورت عدم کنترل و اصطلاحاً سبب فروپاشی تیم خواهد شد. در این بخش سعی داریم به تعدادی از مهمترین عوامل شکست که مرتبط با کار تیمی است بپردازیم و راهکارهایی برای خروج از آن بحران بیان کنیم:

انتخاب نادرست اعضای تیم: طبق یک تحقیق آماری ۲۳ درصد از استارت‌آپ‌ها به دلیل انتخاب نادرست اعضای تیم‌شان

با شکست مواجه می‌شوند. برای موفقیت هر استارت‌آپ وجود تیمی هماهنگ که اعضای آن مهارت‌های مختلفی داشته باشند ضروری است. اعضای تیم باید به‌درستی انتخاب شوند و همه در راستای هدف اصلی تلاش کنند. در صورتی که استارت‌آپ با بیش از یک بنیان‌گذار راه‌اندازی شده است، این هماهنگی و هم‌فکری باید بین آنها نیز وجود داشته باشد. زیرا بسیاری از استارت‌آپ‌ها به دلیل ناهماهنگی و وجود نظرات متضاد بین بنیان‌گذاران با شکست مواجه شده‌اند. علت اصلی این مشکلات بحث عدم شناخت صحیح از مهارت‌های اعضای تیم و رفتارهای آن‌هاست. برای حل این مشکل ابتدا باید اعضای تیم متناسب با نیاز تیم و پروژه طبق یک آزمون یا مصاحبه شخصیت‌شناسی شوند و سپس به تیم بپیوندند. علاوه بر آن برای موفقیت تیم حتماً باید از نقش‌های شخصیتی تست بلبین به صورت درست استفاده کرد. حضور برخی شخصیت‌های رفتاری در کنار هم موجب بروز تنش و از عوامل شکست تیم خواهد بود.



تغییر ندادن مسیر نادرست توسط اعضای تیم: بسیاری از استارت‌آپ‌ها در ابتدای کار با اشتیاق راه‌اندازی می‌شوند اما پس از مدتی علاقه‌ی رهبر یا بنیان‌گذاران تیم برای ادامه‌ی کار فروکش می‌کند. براساس آمار، ۹ درصد از استارت‌آپ‌ها به دلیل بی‌علاقگی بنیان‌گذاران به حوزه‌ی فعالیت‌شان یا شناخت ناکافی از آن، شکست می‌خورند. در اینجا نقش رهبران و همچنین میزان دخیل کردن نظرات مختلف در راستای خروج از مسیر اشتباه الزامی است. رهبر تیم اگر شخصیت محافظه‌کاری داشته باشد ممکن است ریسک تغییر جهت را نپذیرد و در نهایت کل سازمان یا استارت‌آپ با بن بست روبرو شود.

نداشتن شبکه‌ی ارتباطی و مشاور: آمار نشان می‌دهد یکی از دلایلی که به موجب آن ۸ درصد استارت‌آپ‌ها شکست می‌خورند، نبود شبکه‌ی قوی ارتباطی بین بنیان‌گذاران با سرمایه‌گذاران و سایر عوامل تاثیرگذار بر سازمان و استارت‌آپ است. یکی از مهمترین نقش‌های شخصیتی تست بلبین حضور "ارزیاب منابع" است. ارزیاب‌های منابع معمولاً برون‌گرای مشتاق هستند. آن‌ها ارتباط خوبی با افرادی که در داخل و خارج از شرکت هستند ایجاد می‌کنند. آن‌ها مذاکره کننده خوبی هستند و در جستجوی فرصت‌های جدید و توسعه مهارت تلاش می‌کنند.

خستگی: معمولاً شروع کسب‌وکاری جدید با انرژی زیادی همراه است؛ به‌طوری‌که بنیان‌گذاران نمی‌توانند بین کار و زندگی‌شان تعادل برقرار کنند و به‌همین دلیل خسته می‌شوند. این موضوع یکی از دلایل مهم شکست ۸ درصد از استارت‌آپ‌هاست. اعضای اصلی تیم (بنیان‌گذاران) باید به‌موقع دست از

کار بکشند و پس از استراحت، تلاش را از سر بگیرند. راه‌اندازی کسب‌وکار به‌اندازه‌ی کافی ذهن را درگیر می‌کنند. برای حل این مشکل باید یک تیم خوب تشکیل شده و اعضای تیم بتوانند سختی راه‌اندازی استارت‌آپ و یا اداره‌ی سازمان را تحمل کنند تا فشار بیش از حد به اعضای تیم، موجب فروپاشی آن نشود.

البته تعداد زیادی از مشکلات و عوامل شکست هستند که به مسائل دیگری مانند شرایط جغرافیایی و عدم دانش کافی تمام اعضای تیم از نیاز بازار و ... مرتبط می‌شوند و برای پیشرفت در یک کار تیمی موفق باید همه‌ی آنها را لحاظ کرد.



وضعیت کار تیمی در دانشگاه‌های خارجی به چه شکل هست؟

"مصاحبه با سرکار خانم شقایق قزل‌ایاغ، دانشجوی رشته حقوق بین الملل و ادبیات دانشگاه Kent در انگلیس."

با سلام، لطفاً خودتون رو معرفی کنید.

من شقایق قزل‌ایاغ هستم و در دانشکده حقوق بین‌الملل و ادبیات دانشگاه کنت انگلیس در حال تحصیل می‌باشم.

کار تیمی در دانشگاه شما چقدر جدی است؟ به صورت مشخص‌تر چقدر اساتید در دوره‌ی آموزشی به کار تیمی اهمیت می‌دهند؟

حقیقت این است که ما در دانشگاه به ندرت کار تیمی انجام می‌دهیم! شاید هر ترم یک یا دو پروژه به صورت تیمی صورت گیرد. اگر در نظر بگیریم که در یک سال شش واحد داشته باشیم، دو واحد به صورت کار تیمی صورت می‌گیرد. حتی سر کلاس درس نیز که در حال حاضر به صورت برخط برگزار می‌شود، افراد در تیم‌های مختلفی دسته‌بندی می‌شوند. اما در کل، کار تیمی در انگلیس به صورت جدی صورت نمی‌گیرد. این می‌تواند به این دلیل باشد که افراد انگلیسی به نوعی فرد‌گرا هستند. البته می‌توان گفت که کار تیمی به رشته نیز بستگی دارد. رشته حقوق و ادبیات شاید زیاد نیازی به کار تیمی نداشته باشد اما اگر رشته‌های معماری، مهندسی، پزشکی و هنر را در نظر بگیریم، پروژه‌های بیشتری را به صورت تیمی لازم می‌دهند.

به صورت یک نمونه از کار تیمی که در دانشگاه انجام دادید، توضیحاتی ارائه بدهید. فضای کار چقدر جدی است، چپ‌نشین گروه‌ها با یک معیار خاصی صورت می‌گیرد یا تصادفی است؟

ما اگر ۶ واحد داشته باشیم برای یک سال، ۱۲۰ نمره داریم. یعنی به‌طور مثال یک واحدی که ۳۰ نمره در سال دارد (یک چهارم کل نمره سال) ۱۰ درصد نمره آن واحد به کار تیمی تعلق دارد. در حال حاضر که همه چیز به صورت مجازی می‌باشد، جلسه‌های برخطی در نرم‌افزار زوم برگزار می‌شوند و هر تیم کار خود را به‌صورت یک فایل پاورپوینت ارائه می‌کند. ده درصد نمره واحد یعنی دو و نیم درصد نمره کل سال، یعنی تا حدی نمره کار تیمی جدی می‌باشد و برای اساتید بیشتر این مهم می‌باشد که اعضای تیم بتوانند به خوبی با یکدیگر همکاری کنند.

چه تعداد پروژه در دوران دانشجویی به صورت تیمی انجام دادید؟

با توجه به این‌که من هر ترم یک کار تیمی داشته‌ام که مربوط به واحدهای ادبیات بوده است، ۲.۵ درصد نمره کل سال

مربوط به کارهای تیمی من بوده است. با توجه به اینکه من دو کار تیمی در سال انجام دادم ۵ درصد نمره سال من را کار تیمی تشکیل می‌دهد.

آیا شما رهبر تیم بودید یا فرد دیگری این وظیفه را بر عهده داشت؟ اگر پاسخ بله می‌باشد، چگونه رهبری تیم را برعهده داشتید؟

ما در تیم به طور مشخص درباره اینکه رهبر چه کسی است صحبت نکردیم. چون من تقسیم کارها را به عهده داشتم، شاید می‌توان گفت به نوعی رهبر تیم تلقی می‌شدم. اما چون پس از تقسیم کار، نظارت کافی بر روی روند کار باقی اعضا نداشتیم و فکر می‌کردم شاید آنها نیز به اندازه من به وظیفه تیمی خود اهمیت بدهند، باعث شد بعضی افراد در انجام وظیفه خود کوتاهی کنند و در پایان من مجبور به انجام بخش زیادی از کارهای تیمی به تنهایی باشم. همانطور که اشاره کردم چون پروفیسور به‌طور معمول انتخاب اعضاء را بر عهده دانشجو می‌گذاشت، من به ناچار با افرادی هم تیمی می‌شدم که شناخت کافی از آنان نداشتیم و صرفاً به دلیل انجام کار تیمی و از روی اجبار با یکدیگر هم تیمی می‌شدیم.

آیا خارج از فضای خود دانشگاه هم پروژه‌هایی به صورت کار تیمی انجام دادید؟ (اگر بله لطفاً کمی توضیح بدهید)

نه به این صورت. برای مثال یک گروه ۲۰۰ نفری برای بچه‌های حقوق دانشگاه تشکیل دادیم که در آن افراد در زمینه‌های مختلف با یکدیگر مشورت می‌کنند. نمی‌توان گفت که افراد در این گروه کار تیمی انجام می‌دهند اما چون در انگلیس با کپی کردن و تقلید از دیگری به صورت جدی برخورد می‌شود، افراد در گروه در زمینه‌های مختلف با هم مشورت و همکاری می‌کنند.

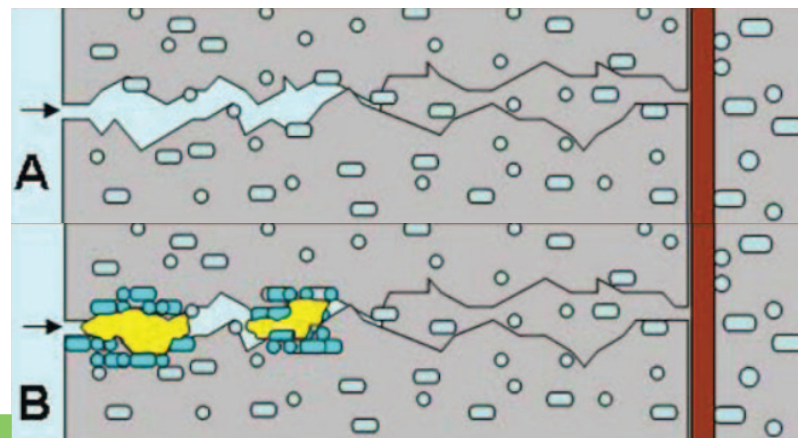
به نظر شما در کارهای تیمی‌ای که تا به حال انجام دادید چه ضعف‌هایی بوده و به نظرتان چه اتفاقاتی باید رخ بدهد تا یک کار تیمی موفق‌تر باشد؟

اگر روراست باشم، تا کنون در کارهای تیمی که داشته‌ام، متأسفانه در تیم، من همه‌ی کارها را انجام می‌دادم و کارها به صورت منصفانه تقسیم نمی‌شدند. بنابراین شاید کار تیمی نکات منفی نیز داشته باشد. برای مثال اگر پروفیسور انتخاب اعضای تیم را به عهده خود دانشجویان بگذارد، افرادی که با یکدیگر دوست هستند بدون توجه به توانایی‌های لازم برای تشکیل یک تیم خوب، تیم تشکیل می‌دهند یا شاید گاهی افرادی

سیمان خودترمیم‌شونده

که از طریق فرآیندهای زیستی سنگ‌آهک تولید می‌کند تا ترک‌هایی را که در سطح سازه‌های بتنی ظاهر می‌شود را پوشش دهد. برای ساخت این ماده، نوع خاصی از باکتری باسیلوس، با مواد مغذی کلسیم لاکتات، نیتروژن و فسفات، به مواد تشکیل‌دهنده بتن اضافه می‌شود. ماده خودترمیم‌شونده می‌تواند تا ۲۰۰ سال در داخل بتن باشد. وقتی یک سازه بتنی دچار ترک می‌شود و آب به داخل بتن نفوذ می‌کند، هاگ‌های باکتری شروع به فعالیت کرده و رشد می‌کنند. زمانی که باکتری‌ها فعال می‌شوند مواد مغذی و اکسیژن را مصرف می‌کنند تا کلسیم لاکتات به سنگ‌آهک تبدیل شود و ترک‌های ایجاد شده را پوشش دهد؛ در واقع به نوعی این فرآیند مشابه فرآیند ترمیم استخوان‌های شکسته‌ی حیوانات است. این مصرف اکسیژن یک مزیت دیگر نیز دارد که آن از بین بردن عامل اکسیدکننده است و مانع از زنگ‌زدگی بیشتر فولاد می‌شود.

برای ساخت این ماده دو بخش عامل خودترمیم‌کننده یعنی اسپورهای باکتریایی و مواد مغذی مبتنی بر کلسیم لاکتات، در داخل قرص‌های سفالی جداشده با فاصله ۲-۴ میلی‌متر در درون بتن قرار می‌گیرند. علت وجود این فاصله جلوگیری از فعال شدن هاگ‌ها طی فرآیند ترکیب کردن مواد اولیه در حین ساخت ماده است. در واقع زمانی که شکاف‌ها باز شوند و آب ورودی، کلسیم لاکتات را در تماس با باکتری‌ها قرار دهد، این هاگ‌ها فعال می‌شوند. در شکل زیر فرآیند گفته شده نشان داده شده است.



بتن خودترمیم‌شونده ماده‌ای است که از طریق فرآیندهای زیستی سنگ‌آهک تولید می‌کند تا ترک‌هایی را که در سطح سازه‌های بتنی ظاهر می‌شود را پوشش دهد.

در حال حاضر سیمان جزء یکی از اصلی‌ترین مواد سازنده یک ساختمان، پل و سازه‌های زیرزمینی است. سیمان‌هایی که از قدیم تا به امروز استفاده می‌شوند، تحت فشار و یا کشش ترک برمی‌دارند که گاهی اندازه آن در حد میکرومتر است و با چشم عادی دیده نمی‌شود. ولی همین ترک‌ها به‌مرور زمان بزرگ‌تر می‌شوند تا حدی که برای تعمیر آن‌ها باید از ملات استفاده کرد. به‌طور مثال این ترک‌ها به‌مرور زمان و تنش‌های وارد شده در پی یک ساختمان یا یک پارکینگ زیرزمینی رخ می‌دهند که استحکام سازه را تضعیف می‌کنند. علاوه بر این، در اثر ایجاد این ترک‌ها، میله‌هایی فولادی که به‌منظور تقویت مقاومت کششی در درون بتن تعبیه شدند در معرض خطر اکسایش قرار می‌گیرند. یک روش مرسوم ترمیم کردن این سازه‌ها با ملات است. گاهی باید این ملات را با میله‌های آهنی در جای خود محکم کرد تا اطمینان حاصل شود که ملات ترمیمی از جای خود خارج نمی‌شود، اما این کار برای سازه‌های زیرزمینی و سدهایی که شناسایی و دسترسی به ترک‌هایشان دشوار است، ممکن نیست و هزینه‌های زیادی دارد.

دکتر هنک جونکرز، دکتر میکروبیولوژیست دانشگاه Tu Delft یک سیمان خودترمیم‌شونده به کمک باکتری تولید کرده است. این باکتری در پودر سیمان ترکیب شده و سازه مدنظر با آن ساخته می‌شود. نحوه‌ی عملکرد این باکتری به این صورت است که در صورت ایجاد ترک، رطوبت به داخل بتن نفوذ کرده و

به باکتری میرسد. آنگاه چرخه‌های متابولیکی باکتری توسط آب فعال شده و سیمان تولید می‌شود. این فرآیند ترک‌ها را پوشش می‌دهد. دکتر جونکرز مدت زمان زیادی را با مهندس‌های سازه و عمران گذراند تا دید کامل‌تری از نحوه‌ی تشکیل شدن این ترک‌ها داشته باشد. به گفته‌ی او، "همکاری یک میکروبیولوژیست با مهندسی عمران و سازه، در نوع خود یک نوآوری بزرگ است". بتن خودترمیم‌شونده ماده‌ای است

پی نوشت: همانطور که در این مصاحبه مشخص شد، مشکلاتی که در کار تیمی‌های دانشگاهی داشتیم، در کشورهای دیگر هم وجود دارد. هرچند به گفته‌ی ایشان در دانشکده‌های فنی و مهندسی کار تیمی بیشتر جدی گرفته می‌شود اما با توجه به تعداد مقالاتی که هر سال چاپ می‌شوند یا تعداد سمینارهایی که در دانشگاه‌های مختلف با موضوع "اهمیت کار تیمی" برگزار می‌شوند، میتوان به این نتیجه رسید که امروزه کار تیمی حرفه‌ای نه تنها در کشور ما بلکه در دانشگاه‌های مطرح دیگر جهان هم یک معضل و نیاز به بازنگری دارد. آن چیزی که مسلم است، عدم تجارب موفق در کار تیمی است. شاید اگر همه‌ی دانشجویان تجربه‌ی یک کار تیمی حرفه‌ای را داشتند (و نه کارهای گروهی که صرفاً موجب ناراحتی و تنش می‌شود) تمایل بیشتری به تیم‌سازی و کار تیمی پیدا می‌کردند و از این امر فراری نبودند. به عنوان یکی از پیشنهادات، برگزاری مسابقات پژوهشی و کاربردی که در قالب کارهای تیمی هستند، میتوانند در بهبود ضعف‌های ما در این مهارت موثر باشند.

آرشام باوفا
فاطمه خوبی
زهرا ذبیح
امین نژادمقدم

که در کلاسها دوستی ندارند به ناچار با کسی هم تیمی می‌شوند که انجام هیچ کاری را در تیم به عهده نمی‌گیرد. البته باز هم تکرار می‌کنم به نظرم اینکه چه تعداد کار تیمی در سال انجام بدهیم به نسبت زیادی به رشته مربوط می‌باشد.

در خصوص خود مسئله و مفهوم کار تیمی چقدر در دانشگاه بحث می‌شود؟ آیا اساتید روند یک کار تیمی درست رو به شما توضیح دادند یا به صورت تجربی و انجام چند پروژه یاد گرفتید؟

در دانشگاه درباره نحوه انجام کار تیمی بحث نمی‌شود، یعنی می‌توان گفت از قبل دانشجویان با مفهوم کار تیمی آشنا هستند. یک نکته مثبت برای انجام کار تیمی در دانشگاه انگلیس این می‌باشد که پروفیسور معمولاً از دانشجویها می‌خواهد در انجام کارهای تیمی و تحقیقات خلاقیت داشته باشند.

با تشکر از وقتی که در اختیار ما قرار دادید.

مراجع:

[1] تیم محتوای کاربوم (۱۳۹۹، بهمن). کار تیمی چیست و چطور باید مهارت های کار تیمی را ارتقا داد؟. بازیابی شده در ۱۴۰۰/۱/۲۹، از <https://karboom.io/mag/articles/>

[۲] تیم محتوای متمم. مهارت کار گروهی و کار تیمی (نقشه راه یادگیری). بازیابی شده در ۱۴۰۰/۳/۲۰، از <https://motamem.org/>

[۳] رئیسی، سوگل (۱۳۹۹، اسفند). تفاوت کار تیمی و کار گروهی در چیست؟. بازیابی شده در ۱۴۰۰/۲/۲۰، از <https://tavanaedu.com>

[4] de Prada Creo, E., Mareque, M. and Portela-Pino, I. (2021), «The acquisition of teamwork skills in university students through extracurricular activities», Education + Training, Vol. 63 No. 2, pp. 165- 181. <https://doi.org/10.1108/ET-07-2020-0185>

[5] Shouvik Sanyal "The Impact of Teamwork on Work Performance of Employees: A Study of Faculty Members in Dhofar University." IOSR Journal of Business and Management (IOSR-JBM) 20.3 (2018): 15-22.

[6] Dr.Sonal Agarwal, Theophilus Adjirackor, European Journal of Business, Economics and Accountancy, Vol. 4, No. 6, 2016 ISSN 2056-6018

[۷] فرجام نیا، جاوید (۱۳۹۷، شهریور). ۲۰ دلیل اصلی شکست استارت‌آپ‌ها. بازیابی شده در ۱۴۰۰/۶/۲۴، از <https://www.chetor.com>

توسعه‌ی پایدار و ارزیابی اثرات محیط زیستی

تبیین نمود. فرض کنید می‌خواهیم تعیین نماییم تا سال ۲۰۵۰ و با توجه به رشد جمعیتی پیش بینی شده، باید تا چه میزان فعالیت‌های بشری را اصلاح - یا به اصطلاح - سبزتر نماییم تا آسیب‌های محیط زیستی نسبت به سال ۲۰۲۱ افزایش پیدا نکرده و ثابت بماند. طبق پیش بینی سازمان ملل، جمعیت کره‌ی زمین در سال ۲۰۵۰ به حدود ۹٫۷ میلیارد خواهد رسید که با توجه به جمعیت ۷٫۹ میلیاردی در حال حاضر به معنی رشد ۲۳ درصدی می‌باشد. همچنین برای در نظر گرفتن میزان مصرف به ازای هر فرد، می‌توان از شاخص GDP^۵ جهانی استفاده نمود که یکی از شاخص‌های مورد استفاده برای بیان میانگین مصرف هر فرد در جهان می‌باشد. تخمین زده می‌شود رشد سالانه حدود ۳/۵٪ در این شاخص می‌تواند به واقعیت نزدیک باشد. به عبارتی دیگر در طی حدود ۳۰ سال میانگین مصرف ۱۰۵٪ رشد خواهد داشت.

حال به طور حدودی می‌توان گفت:

$$P_{2021} A_{2021} T_{2021} = P_{2050} A_{2050} T_{2050}$$

$$یا: \frac{T_{2050}}{T_{2021}} = \left[\frac{P_{2021}}{P_{2050}} \right] \times \left[\frac{A_{2021}}{A_{2050}} \right] = \left[\frac{7,9}{9,7} \right] \times \left[\frac{1}{2,1} \right] = \frac{1}{2,6}$$

به بیان دیگر با یک تحلیل ساده می‌توان گفت اگر بخواهیم اثرات زیست محیطی بشر را تا سال ۲۰۵۰ ثابت نگه داریم، باید در تمام بخش‌ها ۲/۶ برابر انتشارات و آسیب‌های محیط زیستی کمتری داشته باشیم!

حال در مورد یکی از ابزارهای موجود برای دستیابی به توسعه‌ی پایدار می‌پردازیم که ارزیابی کلی اثرات یا EIA^۶ می‌باشد. EIA وسیله‌ای برای تصمیم‌گیری و سنجش مقیاس و اهمیت اثرات و ریسک‌های احتمالی روی محیط زیست می‌باشد که مانند تعریف پایداری در حوزه‌های اقتصادی، سیاسی و اجتماعی نیز مطرح می‌شود. به همین دلیل گسترده بودن تعریف و کاربرد آن، واضح است که این فرایند دارای پیچیدگی‌های بسیار زیادی می‌باشد. اگر بخواهیم این فرایند ارزیابی را به صورت مرحله‌ای توصیف کنیم، اولین مرحله مربوط به غربالگری^۷ و جمع‌آوری اطلاعات مرتبط می‌باشد. در این مرحله باید تمامی ابعادی که ممکن

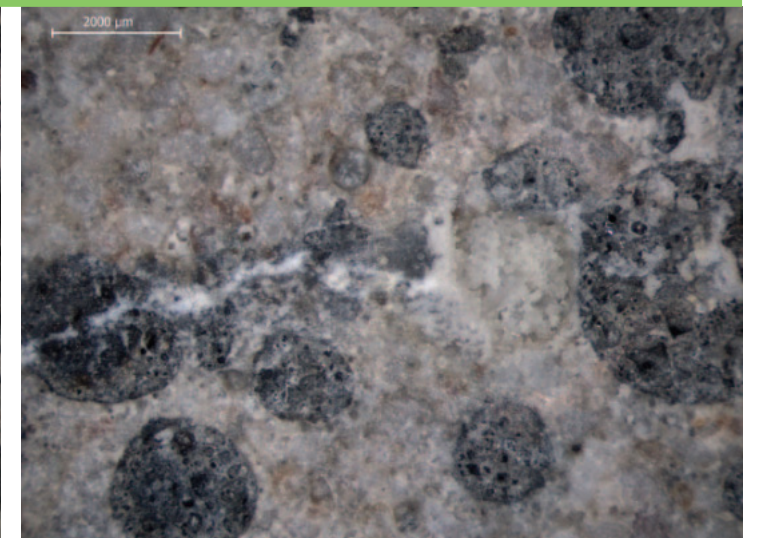
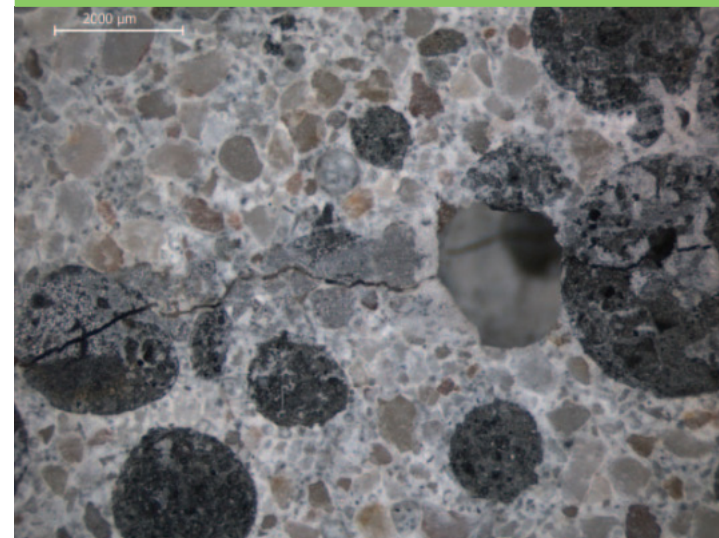
برای نخستین بار در سال ۱۹۸۳ و در جلساتی که توسط سازمان ملل برگزار می‌گردید، قوانین محیط زیستی به طور جدی و رسمی مورد بحث قرار گرفتند که هدف از این جلسات پایه گذاری برنامه‌هایی برای حفظ محیط زیست تا سال ۲۰۰۰ و پس از آن بود که بعدها به نام مسئول برگزاری آن، هارلم برانتلندا^۱ نام گذاری شد. در نتیجه‌ی این جلسات متوالی، در سال ۱۹۸۷ گزارشی تحت عنوان "آینده‌ی مشترک ما"^۲ تهیه و تصویب گردید. گرچه در این گزارش به طور مستقیم به واژه "توسعه پایدار"^۳ اشاره نشده است، اما هدف اصلی تهیه این گزارش مشابه همین مفهوم می‌باشد که به این صورت بیان می‌گردد:

"**جوامع انسانی باید برای برطرف ساختن نیازهای خود در طول زندگی باید به گونه‌ای عمل کنند که نسل‌های آینده برای مرتفع ساختن همان نیازها دچار مشکل و یا بحران نگردند.**"

بنابراین، طبق این تعریف می‌توان توسعه‌ی پایدار را در سه عنصر اصلی تعریف نمود: اقتصادی، اجتماعی (اجتماعی-سیاسی)^۴ و محیط زیستی. در این گزارش همچنان به طور واضح بیان می‌شود که گرچه توسعه پایدار توسط پیشرفت‌های فناوری و اقتصادی میسر می‌گردد، اولین و مهم‌ترین رکن آن تاثیر بر روی ساختار اجتماعی می‌باشد که طی آن تمامی مردم در زندگی خود و در جامعه باید دارای حقوقی برابر باشند. در ادامه و پس از بیان مفهوم توسعه پایدار، به بررسی و توضیح اثرات و پیامدهای محیط زیستی و همچنین چگونگی دستیابی به توسعه پایدار می‌پردازیم. ابتدا لازم است منظور و مقصود را از واژه‌ی "اثرات"^۴ که در ادامه به کرات مورد استفاده قرار می‌گیرد را واضح بیان نماییم. مقصود از این واژه نتایج یا پیامدهایی است که از انجام یک فعالیت، بهره‌برداری از یک پروژه صنعتی، انتشار گازهای مضر و تمامی پدیده‌های مشابه که به صورت مستقیم یا غیرمستقیم چرخه‌های طبیعی زیستی را تحت تاثیر قرار می‌دهند، می‌باشد. حال در خصوص یکی از ابزارهای تحلیلی که به نوعی موازنه‌ی اثرات محیط زیستی را بیان می‌کند بحث خواهیم کرد که به موازنه‌ی IPAT نیز شناخته می‌شود.

$$I=P \times A \times T$$

در این معادله I به معنی اثر نهایی هر پدیده بر روی محیط زیست، P به معنی تعداد جمعیتی که از در این پدیده دخیل هستند و آن را تحت تاثیر قرار می‌دهند، A به معنای میزان مصرف به ازای هر فرد و T برابر اثرات ناشی شده بر واحد زمان می‌باشد. لازم به ذکر است این رابطه صرفاً ابزاری ساده برای تحلیل‌های اولیه می‌باشد و لزوماً از لحاظ ریاضی دقیق نیست. کاربرد این رابطه را می‌توان تحت عنوان یک مثال



تصاویر ایجاد یک ترک و ترمیم آن توسط بتن‌های خودترمیم‌شونده

خودترمیم‌کننده، شامل ۲۰٪ حجمی از خاک رس هستند. خاک رس بسیار ضعیف‌تر از سنگ‌دانه معمولی است و استحکام بتن را تا ۲۵ درصد تضعیف می‌کند. در بسیاری از سازه‌ها این کاهش مقاومت خیلی جدی نیست اما برای ساختمان‌های بلند استفاده از این روش قابل اجرا نیست.

دومین عیب این است که هزینه‌ی بتن خودترمیمی به‌طور تقریبی دو برابر بتن معمولی است که برابر با ۱۶۰ یورو به ازاء هر مترمکعب می‌شود. اگر این سیمان در مقیاس صنعتی بخواهد تولید شود، باید سعی شود هزینه آن کاهش یابد اما از طرفی اگر عمر سازه را بتوان ۳۰ درصد افزایش داد، دو برابر شدن هزینه بتن باز هم در درازمدت پول زیادی را ذخیره می‌کند. گروه تحقیقاتی Delft در حال حاضر بر روی توسعه یک نسخه بهبود یافته و مقرون به‌صرفه‌تر کار می‌کند که انتظار می‌رود هزینه‌های بتن را تنها چند یورو افزایش دهد.

طبق گفته جونکرز: «اگر بتوان هزینه مواد خودترمیم‌کننده را به میزان کافی کاهش داد و نگرانی‌ها در مورد اثرات طولانی‌مدت بر عملکرد بتن را به‌درستی برطرف کرد، آنگاه این محصول می‌تواند پتانسیل بالایی داشته باشد»

سجاد ملک زاده

مراجع:

Arnold, D. (۲۰۱۱). *SELF-HEALING CONCRETE*. INGENIA.
Jonkers, H. (۲۰۲۱). *Self Healing Concrete, Technology for bio-based products*. Lecture, TU Delft.

^۱ Harlem Brundtland

^۲ Sustainable Development

^۳ Socio-political

^۴ Impacts

^۵ Gross Domestic Product (GDP)

^۶ Environmental Impact Assessment

^۷ Scoping and Screening

تغییرات آب و هوایی اثری ندارند. به عبارت دیگر، چون منبع این سوخت‌ها، گیاهان می‌باشند و کربن دی‌اکسید تولیدی بعد از انتشار مجدداً توسط همین گیاهان حین فوتوسنتز جذب می‌شود، مقدار آن در چرخه‌ی کربن محیط زیست ثابت می‌ماند. به اصطلاح به این نوع کربن دی‌اکسید، بیوژنیک می‌گویند. این در حالی است که کربن دی‌اکسید حاصل از احتراق سوخت‌های فسیلی، ابتدای این چرخه قرار دارد و به نوعی از اعماق زمین استخراج می‌شوند و برای این گاز گاخانه‌ای نمی‌توان استدلال مشابهی داشت.

اگرچه تفاوت بین کربن دی‌اکسید بیوژنیک و فسیلی در حین انتشار از سوخت‌های زیستی و فسیلی مشهود است، اگر بخواهیم با نگاه چرخه‌ی حیات این انتشارات را تحلیل کنیم، نه تنها کربن دی‌اکسید حاصل از مصرف سوخت‌های زیستی در تغییرات آب و هوایی بی‌تاثیر نبوده، بلکه ممکن است مضرات محیط زیستی متفاوت‌تری نسبت به سوزاندن سوخت‌های فسیلی داشته باشند. به عبارت دیگر، از دید ارزیابی اثرات در طول چرخه‌ی حیات، نباید تنها اثرات انتشارات ناشی از سوزاندن سوخت‌ها برای تامین انرژی وسایل نقلیه را بررسی کنیم، بلکه باید این اثرات را از هنگام به وجود آمدن مواد اولیه‌ی این سوخت‌ها بررسی نماییم که برای سوخت‌های زیستی، این مراحل در شکل شماره‌ی ۲ نشان داده شده است.



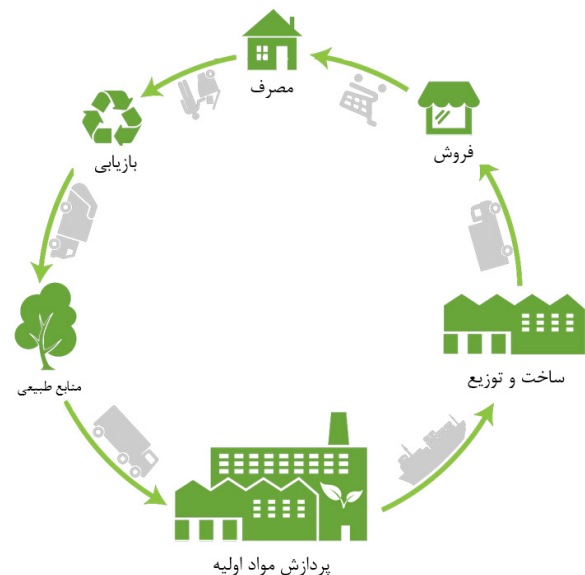
مشخص است که از دیدگاه LCA، هیچ نوع سوخت زیستی که مراحل بالا را طی می‌کند، بی‌تاثیر در محیط زیست نمی‌باشد چراکه در حین پالایش و تولید، در بخش‌های مختلف از سوخت‌های فسیلی استفاده می‌گردد. به علاوه آن‌که افزایش تقاضا برای سوخت‌های زیستی به معنای افزایش تقاضا برای ماده‌ی اولیه، دانه‌های گیاهی، است. این امر منجر به تبدیل زمین‌هایی که جزئی از منابع طبیعی هستند (مثل جنگل‌ها)، تبدیل به زمین‌های زراعتی گردند که این پدیده، تاثیر به‌سزایی در افزایش کربن دی‌اکسید در چرخه‌ی کربن محیط زیست دارد. این امر در آینده باعث افزایش استفاده از انواع کودها و آفت‌کش‌های شیمیایی شده که آب‌های سطحی و زیرزمینی را آلوده خواهند کرد. رقابت همزمان صنایع غذایی برای تولید دانه‌هایی که مصارف غذایی دارند با گسترش تولیدات سوخت‌های زیستی، افزایش یافته و همین امر باعث افزایش قیمت محصولات غذایی می‌گردد. با توجه به این مثال، در میابیم که مطالعات LCA، گسترده‌ی وسیعی از مشکلات و اثرات محیط زیستی را حین تولید یک محصول، در نظر می‌گیرد. ارزیابی چرخه‌ی حیات از چهار مرحله‌ی اساسی تشکیل شده است. در مرحله‌ی اول باید هدف ارزیابی مشخص باشد و بدانیم که نتایج این ارزیابی‌ها در چه کاربردی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در همین مرحله باید مرزهای سیستم و مراحل‌ی که قرار است حیات

از آنجا که مطالعات ارزیابی کلی اثرات محیط زیستی یک ابزار تصمیم‌گیری برای ذی‌نفعان می‌باشد، مطالعات تحلیلی در زیر مجموعه‌ی آن قرار دارند که در ادامه به یکی از آن‌ها می‌پردازیم که ابزاری تحلیلی برای در نظر گرفتن تاثیرات محیط زیستی در طول زنجیره‌ی تولید یک ماده می‌باشد.

هر محصول، از ابتدای استخراج مواد اولیه‌ی آن از معادن تا طی کردن فرآیندهای متعدد، سپس مصرف شدن توسط بازار و در نهایت دفع یا بازیابی شدن، چرخه‌ی حیات را می‌گذراند که در آن انواع انرژی مصرف شده و انواع آلاینده‌ها یا ضایعات منتشر یا تولید می‌گردند. این چرخه‌ی حیات تنها منحصر به محصولات نیست بلکه فرآیندها هم از زمان برنامه‌ریزی، تحقیقات و توسعه، چرخه‌ی حیات خود را طی می‌کنند. هر فرآیندی پس از طی کردن مرحله‌ی فعال خود، متوقف شده و در تمام این چرخه، به طور مشابه، انرژی مصرف و موادی تولید می‌شوند. چرخه‌ی حیات محصولات، به صورت ساده، در شکل شماره‌ی ۱ نشان داده شده است. هدف طراحان فرآیند و محصول آن است که طرحی را ارائه نمایند که بهترین عملکرد و کمترین اثر محیط زیستی را در طول حیاتشان داشته باشند.

مطالعات ارزیابی چرخه‌ی حیات^۱ (LCA)، به صورت جزئی و کمی، باید بتوانند تا اثرات محیط زیستی مصرف انرژی، مصرف مواد خام، تولید ضایعات و انتشارات را در طول حیات یک محصول یا فرآیند، ارزیابی، شناسایی و هدف گذاری نماید. برای آشنایی بهتر با این مفهوم، یک مثال را توضیح می‌دهیم.

سوخت‌های زیستی را در نظر بگیرید. دهه‌ی ۲۰۰۰ میلادی به دلیل افزایش قیمت و مضرات محیط زیستی سوخت‌های فسیلی، سوخت‌های زیستی گسترده و در صنایع انرژی، محبوب گردیدند. البته سوخت‌های زیستی به نوعی اولین منابع سوختی بشر، پیش از ذغال، نفت و گاز، و از چوب و پسماند گیاهان بوده‌اند. ادعا می‌شود که از آنجایی که کربن دی‌اکسید ناشی از سوخت‌های زیستی، جزئی از چرخه‌ی کربن در محیط زیست هستند، در



با یک تحلیل ساده می‌توان گفت اگر بخواهیم اثرات زیست محیطی بشر را تا سال ۲۰۵۰ ثابت نگه داریم، باید در تمام بخش‌ها ۲/۶ برابر انتشارات و آسیب‌های محیط زیستی کمتری داشته باشیم!

است تحت تاثیر قرار بگیرند و همچنین تمام ذی‌نفعان شناسایی شوند، سود یا ضرر هرکدام مشخص گردد و برآورد کاملی از خطرات احتمالی پیش رو تهیه گردد. در قدم بعدی این اثرات شناسایی شده، باید با توجه به قوانین مربوطه اصلاح یا بازبینی گردند و همچنین تمامی راه‌های جایگزین و احتمالی مورد بررسی قرار گیرند تا اثرات در تمامی زمینه‌ها به حداقل مقدار خود برسد. پس از این مراحل که همواره به طور موازی با نظارت مستقیم سازمان‌های قانونی مرتبط صورت می‌گیرد، نوبت به تصمیم‌گیری نهایی می‌رسد که با توجه به تمامی راه‌های بررسی شده و اطلاعات در دسترس، امکان پیاده سازی این طرح بررسی می‌گردد. اگر طرح یا پروژه‌ای بتواند با رعایت موانع قانونی و ارضا کردن خواسته‌ی تمامی ذی‌نفعان به تایید برسد، این پروژه طبق چارچوب ارزیابی انجام شده واجد اعتبار برای پیاده سازی می‌باشد. مرحله‌ی آخر ارزیابی که یکی از حیاتی‌ترین مراحل آن نیز می‌باشد، مربوط به پایش مستمر^۲ پس از راه اندازی و بهره برداری است که باید این اطمینان حاصل گردد که اثرات پیش بینی شده در مراحل قبلی پس از راه‌اندازی پروژه و با گذشت زمان همچنان مورد تایید قرار می‌گیرند.



^۱ Monitoring

^۲ Life Cycle Assessment _ Life Cycle Impact Assessment

البته لازم به اشاره است که مطالعات LCA، محدودیت‌هایی نیز دارند. این مطالعات، مشخص نمی‌کنند که در صورتی که تصمیم‌گیران به هر دلیلی انتخاب نمایند از فرآیندهایی با مضرات محیط زیستی بیشتر استفاده نمایند، چه راهکارهایی برای تقلیل دادن این اثرات پیش روی آن‌هاست. این نرم‌افزار همچنین نشان نمی‌دهد که انتشارات مواد در طول چرخه‌ی حیات، در چه محدوده‌ای باید باشند تا منجر به آسیب نشده و یا اثرات آن‌ها بر روی محیط زیست تا چه اندازه زیان‌بار است. این مطالعات تنها میزان کمی درگیر شدن احتمالی محیط زیست را نشان داده و مطالعه‌کنندگان باید با توجه به قانون گذاری‌ها و استانداردهای موجود تصمیم بگیرند که تا چه حدی این اثرات زیان‌بارند. به بیان دیگر ابزارهای ارزیابی چرخه‌ی حیات، اثرات احتمالی را گزارش می‌کنند و نقش تصمیم‌گیری برعهده‌ی فرد طراح، مدیران برنامه ریزی و سایر افراد مسئول، براساس این اطلاعات می‌باشد. محدودیت دیگری مطالعات LCA آن است که اثرات محیط زیستی را در حالت معمولی یک واحد بررسی می‌نماید. به عنوان مثال اگر نیروگاه‌های هسته‌ای در این مطالعات، دوستدار محیط زیست نشان داده شوند و اثرات زیان‌بار چندانی نداشته باشند، ریسک حوادثی مانند چرنوبیل در اکراین و اثرات ناشی از آن بر روی محیط زیست، در این مطالعات بررسی نمی‌شود و باید برای این منظور آنالیز و ارزیابی ریسک را انجام داد.

با توجه به مطالب یاد شده، می‌توان گفت که جهان اکنون بیش از پیش متمرکز بر روی تحلیل مسائلی است که اثرات محیط زیستی منجر به رخداد آنها می‌شود. چشم‌پوشی کردن از این اثرات در پروژه‌های صنعتی و سیاست‌گذاری‌های مربوطه، نه تنها باعث مشکلات محیط زیستی محلی شده، بلکه در آینده‌ای نزدیک تمام کشورها را درگیر می‌نماید.

پوریا حبیب‌الهی
ویدا دهقان نیستانک

رسمی خود^{۱۰}، دیتابیس‌های بیشماری را قبل از انجام مدل‌سازی در اختیار کاربران قرار داده‌اند تا با بارگذاری آن‌ها، در بسیاری از فرآیندهای صنعتی، نیازی به تعریف اطلاعات فیزیکی و شیمیایی ورودی‌ها و خروجی‌های اصلی نباشد. به عنوان مثال، اگر یک نیروگاه را در نظر بگیریم و در آن چرخه‌ی حیات مصرف ذغال سنگ را برای تولید یک واحد توان در نرم افزار OpenLCA ارزیابی نماییم، با داشتن میزان انتشارات به سه محیط آب، هوا و خاک و در سه مرحله‌ی استخراج، حمل و نقل و احتراق ذغال سنگ، می‌توانیم اثرات آن را بر روی عواملی مثل تغییرات آب و هوایی، مسمومیت‌ها و غیره به شرح شکل شماره ۳ تحلیل نماییم. با داشتن جدول زیر، که در محیط OpenLCA به صورت نمودار میله‌ای نیز نشان داده می‌شود، برای نیروگاه‌هایی متفاوت که از مواد دیگر و یا فرآیندهای دیگری برای تولد انرژی استفاده می‌کنند می‌توان تصمیم گرفت که فرآیند و مواد اولیه بهینه هم برای عملکرد و بازده فرآیند و هم از نظرات اثرات محیط زیستی کدام است.

مطالعات LCA کمی هستند، بسیار حائز اهمیت است. نتایج این مطالعات به سوالاتی مثل "تولید یک محصول، چقدر بر روی محیط زیست اثرگذار است؟" پاسخ می‌دهد. ویژگی کمی بودن این مطالعات این امکان را می‌دهد تا بتوانیم حین تولید یک محصول، فرآیندهای متفاوت را با یکدیگر از لحاظ میزان تاثیراتی که بر محیط زیست می‌گذارند، مقایسه نماییم. به عنوان مثال این یافته‌ها می‌توانند بر حسب تولید یک واحد محصول بدین گونه بیان شوند: انتشار ۰/۱۸۷ کیلوگرم کربن دی‌اکسید به هوا، ۰/۸۹۷ کیلوگرم نیتروژن به منابع آبی، ۰/۰۰۰۸۵۹ گرم دی‌اکسید به هوا و مصرف ۰/۳۳۱ متر مربع آب و از این قبیل اطلاعات. مرحله‌ی محاسبات و مدل‌سازی و دریافت آثار احتمالی بر محیط زیست، پیچیده‌تر می‌باشد و توسط نرم‌افزارهای تحلیل‌های عددی و مدل‌سازی انجام می‌گردد. یکی از کاراترین نرم‌افزارها در حوزه‌ی مطالعات LCA، ابزار مدل‌سازی OpenLCA می‌باشد. این نرم افزار در هر دو مطالعات ارزیابی چرخه‌ی حیات و ارزیابی پایداری استفاده می‌شود. این ابزار محاسباتی رایگان بوده و سازندگان این نرم‌افزار در وبسایت

محصول را در آنها بررسی کنیم، مشخص گردند. مرحله دوم که مهم‌ترین مرحله است، مقدمات محاسبات و کمی‌سازی فراهم می‌شود. در این مرحله باید مطمئن شویم که فرآیند را به خوبی شناخته‌ایم و ورودی و خروجی را با جزئیات مشخص کرده‌ایم. به عنوان مثال اگر مرزبندی ما تنها سوختن انرژی در وسایل نقلیه باشد اثرات متفاوت با مرزبندی تمام حیات ماده است. ورودی‌ها می‌توانند شامل مواد خام، انرژی و منابع طبیعی بوده و خروجی‌ها معمولا از ضایعات، انتشارات متنوع، محصولات مفید و یا جانبی تشکیل می‌شوند. در این مرحله لازم است که مدل خود را طراحی و داده‌های خود را طبقه بندی کرده و کمی‌سازی کنیم. همین مرحله نشان می‌دهد مطالعات چرخه‌ی حیات بسیار مفید و براساس علم تحلیل داده هستند. در مرحله سوم ارزیابی و آنالیزها انجام می‌شود. در این مرحله نتایج بدست آمده، که شامل میزان سمیت، میزان مضرات و استفاده از منابع محیط زیستی، میزان گرمایش زمین یا تقلیل لایه‌ی اوزون و غیره می‌باشند. در مرحله‌ی آخر باید این نتایج را تفسیر کرده، تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی نماییم. همانطور که گفته شد، این نکته که

Name	Category	Inventory result	Impact factor	Impact result	Unit
human toxicity				0.00000	kg 1...
climate change				6.07084E5	kg C...
urban land occupation				0.00000	m2*a
marine ecotoxicity				0.00000	kg 1...
natural land transformation				0.00000	m2
photochemical oxidant formation				3208.64865	kg N...
particulate matter formation				1590.30000	kg P...
terrestrial ecotoxicity				0.00000	kg 1...
water depletion				0.00000	m3
freshwater ecotoxicity				0.00000	kg 1...
marine eutrophication				1095.03500	kg N...
ionising radiation				0.00000	kg U2...
terrestrial acidification				6431.40000	kg S...
agricultural land occupation				0.00000	m2*a
metal depletion				0.00000	kg Fe...
freshwater eutrophication				0.00000	kg P...
ozone depletion				0.00000	kg CF...
fossil depletion				3.00300E4	kg oil...

شکل ۳- نمونه‌ای از نتایج اثرات محیط زیستی که نرم افزار OpenLCA در اختیار کاربران قرار می‌دهد.

^{۱۰} <https://www.openlca.org/>

طی آن، هیدروژن پراکسید نیز تولید می‌شود. با افزودن یون‌های آهن (II) به محلول، حال چه از طریق خارج از محلول و چه از طریق خورده شدن آن، واکنش اول انجام می‌شود. بعلاوه پس از افزایش یون‌های فرو، آنها علاوه بر اینکه با مشارکت آب اکسیژنه، رادیکال هیدروکسیل که اصلی‌ترین عنصر از بین برنده آلاینده‌هاست را تولید می‌کنند، خود نیز اکسید می‌شوند و در واکنش سوم در اثر مجاورت با هیدروپراکسی رادیکال، نمک‌های آهن (II) باز تولید می‌شوند. به غیر از این باز نوع باز تولید، در کاتد یون Fe^{2+} تولید شده به صورت مستقیم و با انتقال یک الکترون هم به Fe^{2+} می‌تواند احیاء شود.

مزایای فرآیند الکتروفنتون نسبت به فرآیند فنتون، به این شرح است که در فرآیند الکتروفنتون آب اکسیژنه در محل تولید می‌شود (گرچه می‌توان به‌صورت جبرانی آن را از خارج هم به ظرف واکنش افزود) و خطرات مربوط به انتقال، نگهداری و ذخیره‌سازی آب اکسیژنه حذف می‌گردد. به علت احیاء مداوم یون Fe^{2+} در کاتد راندام تخریب آلاینده‌ها بیشتر شده و لجن تولید شده نیز کمتر می‌شود.

هیدروکسیل در محیط اسیدی است. این رادیکال‌های آزاد بر اساس تجزیه کاتالیزی پراکسید هیدروژن تولید می‌شوند. قدرت اکسندگی این رادیکال‌های آزاد $2/33$ ولت می‌باشد که تنها از فلوئور کمتر است. روش معمولی و غیر الکتروشیمیایی فنتون که خود یک روش تصفیه است، شامل استفاده از یک یا چند عامل اکسیدکننده (اغلب پراکسید هیدروژن و در برخی موارد اکسیژن) و نمک‌های آهن (II) است که در آن، پراکسید هیدروژن به طریقی به رادیکال هیدروکسیل تبدیل شده و سپس به ترکیبات آلی حمله کرده آنها را تجزیه می‌کند.

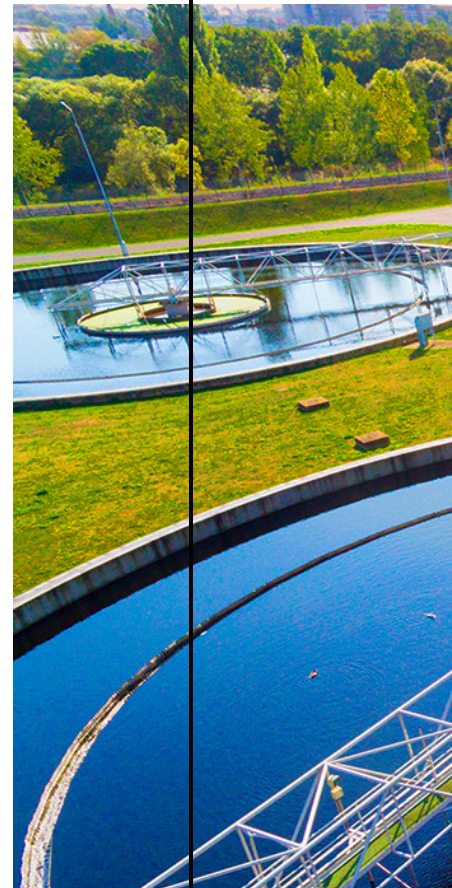
در فرآیند الکتروفنتون با تزریق هوا و یا اکسیژن و احیاء آن در یک کاتد مناسب، آب اکسیژنه به طریق الکتروشیمیایی تولید شده و در حضور یون آهن دوظرفیتی که به‌طور معمول در اثر خوردگی آند حاصل می‌شود، واکنش فنتون انجام می‌شود و سپس رادیکال هیدروکسیل تولیدی آلاینده را از بین می‌برد.

مکانیسم دقیق‌تر به این صورت است که با شروع واکنش‌ها و الکترولیز آب در آند، در کاتد واکنش‌های احیاء اکسیژن صورت می‌گیرد که

یک زیرمجموعه از فرآیندهای AOP شامل فرآیندهای الکتروشیمیایی هستند. فرآیندهای الکتروشیمیایی، جزء فرآیندهای نوین تصفیه به شمار می‌روند که در سال‌های اخیر در کشورمان، پس از این که مورد علاقه دانشگاهیان قرار گرفت، برخی از روش‌ها با استقبال صنایع نیز همراه شد؛ در حدی که تجاری‌سازی نیز انجام گرفت. این فرآیندها به‌طور معمول، همه با منبع جریان برق مستقیم^۱ کار می‌کنند، ولی مکانیسم هر یک از آنها متفاوت است. ضمن این که اصولاً این روش‌ها مکانیسم پیچیده‌ای داشته و همراه با انجام واکنش‌های متعددی در واکنشگاه‌های خود می‌باشند که محتمل‌ترین آن‌ها به‌عنوان مکانیسم، پیش‌بینی می‌شود. از جمله فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته که بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند می‌توان به انعقاد الکتریکی^۲، الکترواکسیداسیون^۳ و الکتروفنتون^۴ اشاره کرد. البته فرآیندهای دیگری نیز در این گروه مثل کاهش الکتروشیمیایی، سیستم الکترو سه بعدی و سیستم غشاء تبادل یون الکتروشیمیایی وجود دارند. در این بین، دو فرآیند انعقاد الکتریکی و الکتروفنتون صنعتی نیز شده‌اند که در این مطلب توضیحاتی درباره الکتروفنتون ارائه می‌شود.

حدود ۱۰۰ سال پیش آقای هنری فنتون کشف کرد که اگر کاتالیست آهن و پراکسید هیدروژن در مجاورت هم قرار گیرند؛ بسیاری از مولکول‌های آلی به راحتی اکسید می‌شوند. تحقیقات هنری نشان داد که روند اکسیداسیون فنتون به دلیل تشکیل رادیکال‌های

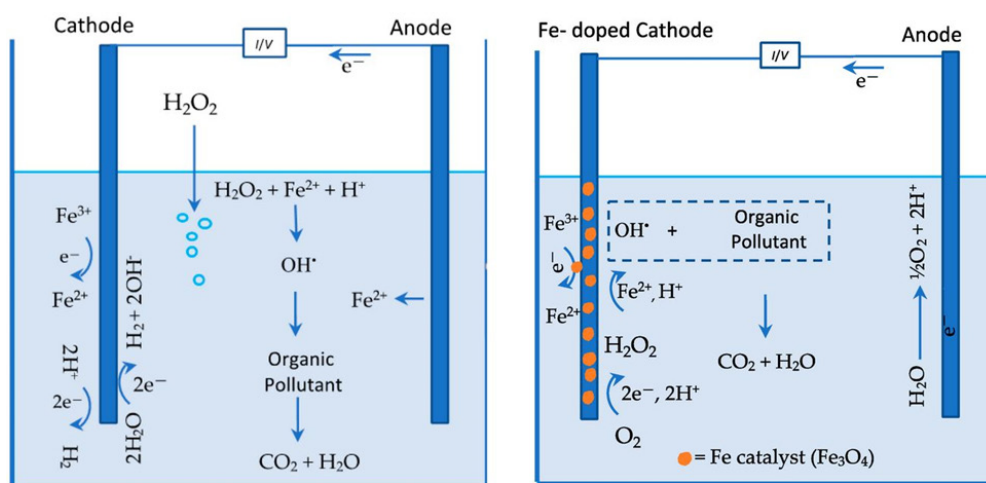
تصفیه فاضلاب صنعتی به کمک جریان الکتریسیته



تصفیه فاضلاب صنعتی به روش سنتی، شامل سیستم‌های مرسوم می‌شود که در حال حاضر، در اکثر صنایع کشور مشاهده می‌شوند. روش‌های تصفیه سنتی، شامل ۳ مرحله تصفیه فیزیکی، شیمیایی و زیستی می‌باشند که بحث درباره آنها مفصل است. تصفیه‌خانه‌های سنتی در صورتیکه فرض شود، به درستی طراحی و ساخته شده‌اند و با بازدهی حداکثر کار می‌کنند، چندین مشکل عمده دارند. بگذریم که در کشور ما، بسیاری از سیستم‌ها، کماکان نیازمند بهینه‌سازی و افزایش بهره‌وری هستند.

در این سیستم‌ها، لجن بسیار زیادی به‌خصوص در مرحله تصفیه شیمیایی تولید می‌شود. این لجن باید آب‌گیری و سپس به‌صورت بهداشتی دفن شود. همین عملیات آب‌گیری و دفن لجن، هزینه بسیار زیادی را به کارفرمایان وارد می‌کند. مواد منعقدکننده و کمک منعقدکننده مورد استفاده در فرآیند تصفیه سنتی فاضلاب نیز بسیار گران‌قیمت است و روزانه حجم بسیار زیادی از این مواد باید مصرف شود. تصفیه‌خانه‌های سنتی، فضا و زمین بسیار زیادی را اشغال می‌کنند و کارخانه‌هایی که محدودیت فضا دارند، نمی‌توانند از روش‌های سنتی بهره ببرند. ضمن این که تصفیه زیستی در از میان بردن بسیاری از آلاینده‌ها ناتوان است.

این مشکلات و مشکلات بسیار دیگر، پژوهشگران را به این فکر وا داشت که به روش‌های جدیدی برای تصفیه فاضلاب‌های صنعتی بیاورند. در سال‌های اخیر، به همت تمام محققین، دسته‌ای از روش‌های تصفیه فاضلاب به وجود آمده‌اند که به اختصار آن‌ها را روش‌های اکسیداسیون پیشرفته (AOP)^۱ نام گذاری کرده‌اند. روش‌های اکسیداسیون پیشرفته شامل فرآیندهای بسیار زیادی از جمله اوزون‌زنی، فرآیندهای فتوکاتالیستی، کاویتاسیون و غیره می‌باشند.



(a)

(b)

مکانیسم الکتروفنتون

شده است. مواد لیگنوسلولزی را می‌توان به پنج دسته کلی تقسیم‌بندی کرد^۹:

- (۱) ضایعات کشاورزی^{۱۰}
- (۲) چوب
- (۳) پسماند سلولزی^{۱۱}
- (۴) زیست‌توده گیاهان علفی (به‌طور مثال یونجه)
- (۵) پسماند جامد شهری

ویژگی که سلولز و به‌تبع آن همی‌سلولزها دارند این است که قابلیت تخمیر و تبدیل به الکل را دارا هستند. نکته‌ای که وجود دارد این است که بخش سوم مواد لیگنوسلولزی (لیگنین)، نقش محافظ را برای بخش‌های قابل تخمیر ایفا می‌کند و خود قابل تخمیر نیست؛ لیگنین دور همی‌سلولزها پیچیده شده است و خود همی‌سلولزها دور سلولزها قرار دارند. در نتیجه اگر هدف تخمیر قندهای قابل تخمیر و دستیابی به‌الکل باشد، باید تمهیداتی اندیشیده شود.



اتانول زیستی؛ سوخت پاک

سوخت نوعی از انرژی است که دنیا همیشه به آن نیاز دارد که یکی از انواع پرکاربرد آن سوخت‌های فسیلی است.

منبع اصلی سوخت‌های فسیلی نفت است. استفاده بی‌رویه از آن نگرانی‌ها مختلفی را ایجاد کرده است؛ یکی از آنها ترس اتمام آنها است. نیاز روزانه و جهانی به سوخت به قدری زیاد است که سرعت مصرف آن، از سرعت تولید آن پیشی گرفته است. همین امر موجب نگرانی‌هایی برای نیاز نسل آینده به سوخت شده است. نگرانی دوم بحث زیست‌محیطی آن است؛ یکی از محصولات اصلی حاصل از سوختن سوخت‌های فسیلی، کربن دی‌اکسید است.

کربن دی‌اکسید یکی از مواد خطرناک برای محیط زیست و هواکره است. گاز کربن دی‌اکسید یکی از عوامل اصلی گرم شدن کره زمین است. یکی از محصولات حاصل از پالایش نفت خام بنزین است. بنزین حاصل اغلب اوقات پایینی دارد. در گذشته برای افزایش اکتان بنزین، از ماده‌ای تحت عنوان 'MTBE' استفاده می‌شده است. بعد از گذشت مدتی دانشمندان و محققان متوجه شدند که این ماده بسیار سمی و سرطان‌زا است و آسیب‌های جبران‌ناپذیری را به محیط زیست وارد می‌کند. استفاده از MTBE در حال حاضر ممنوع است، اما ظاهراً در برخی واحدهای پالایشگاهی هنوز مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این میان تأثیر سوخت‌های سبز و پاک پررنگ‌تر از قبل خواهد شد. سال‌ها است که در کشورهای توسعه‌یافته، از سوخت‌های جدیدی تحت عنوان سوخت سبز استفاده می‌شود. سوخت سبز سوختی است که با محیط زیست سازگاری بیشتری دارد و تجدیدپذیر است. یکی از رایج‌ترین سوخت‌های تجدیدپذیری که مورد استفاده قرار می‌گیرد اتانول است. از اتانول هم به‌عنوان سوخت و هم به‌عنوان بالابرنده اکتان بنزین استفاده می‌شود و جایگزین بسیار خوبی برای مواد سمی از جمله MTBE به‌شمار می‌آید. اتانول حاوی دو برابر اکسیژن در مقایسه با MTBE است که این امر موجب به‌سوزی بنزین و در نهایت کاهش گازهای گلخانه‌ای می‌شود. علاوه بر مسائل زیست‌محیطی، اتانول از دیدگاه اقتصادی نیز مقرون به‌صرفه‌تر از MTBE است و

هزینه‌های نهایی آن به‌مراتب کمتر از MTBE است. اتانول سوختی تجدیدپذیر است و آلودگی‌های ناشی از آن، کمتر از آلودگی‌های ناشی از سوخت‌های فسیلی است. نکته‌ای که وجود دارد این است که اتانول به‌عنوان سوخت، توانایی رقابت با بنزین را دارد. یکی از منابعی که می‌توان به‌کمک آن به اتانول دست پیدا کرد، پسماند محصولات کشاورزی است. پسماندهای کشاورزی کاربرد خاصی ندارد و گاهی اوقات دفع آنها خود یک معضل جدید ایجاد می‌کند. پسماندهای کشاورزی، آشغال میوه، تفاله چای و قهوه و... همگی یک نقطه مشترک دارند و آن لیگنوسلولزی بودن آنها است. مواد لیگنوسلولزی موادی هستند که از سه بخش اصلی تشکیل شده‌اند؛

- (۱) سلولز
- (۲) همی‌سلولزها^۲
- (۳) لیگنین

سلولزها از واحدهای گلوکز تشکیل شده‌اند. همی‌سلولزها از قندهای مختلفی نظیر زیلوز^۳، زیلان^۴، آرابینوز^۵، گلوکز^۶، مانوز^۷ و گالاکتوز^۸ تشکیل

^۱ Methyl Tert-Butyl Ether

^۲ معنی لغوی همی‌سلولزها، نیم‌سلولزها است؛ ترکیب‌هایی که سرمنشاء اصلی آنها مواد سلولزی است.

^۳ Xylose

^۴ Xylan

^۵ Arabinose

^۶ Glucose

^۷ Manose

^۸ Galactose

قبل از این‌که وارد فرآیند شویم، باید یک خوراک مناسب انتخاب کنیم. در این فرآیند خوراک خوب خوراکی است که میزان سلولز و همی‌سلولزهای به‌نسبت بالایی داشته باشد تا الکل حاصل از تخمیر آن، کیفیت و درصد خلوص بالاتری داشته باشد. بهترین انتخاب از نظر ترکیب درصد، پسماند کاغذ است؛ بین ۸۵-۹۹٪ آن را سلولز تشکیل داده است و ۱۵-۲۰٪ آن را لیگنین تشکیل می‌دهد. بعد از آن باگاس^{۱۲} بهترین انتخاب است^{۱۳}. باگاس بین ۴۲-۴۰٪ سلولز، بین ۳۴-۲۷٪ همی‌سلولز و بین ۱۹-۱۰٪ لیگنین دارد [۱]-[۵]. در انتخاب خوراک علاوه بر این که باید به ترکیب درصد اجزاء اصلی مواد لیگنوسلولزی توجه شود، باید موارد دیگری نیز در نظر گرفته شوند، مواردی نظیر شرایط جغرافیایی، میزان تولید خوراک در جایی که قرار است پروژه عملی شود و از همه مهم‌تر قیمت خوراک. به‌طور مثال قطب تولید کاه برنج در دنیا قاره آسیا است. این آمار ارقام بیشتر برای کشورهای آسیای شرقی هستند و کاه برنج را نمی‌توان به‌عنوان یک خوراک خوب برای کشور عزیزمان ایران در نظر گرفت. در حالی که آسیا بعد از آمریکا، بیشترین

میزان تولید سالانه باگاس را دارد [۵]. میزان تولید سالانه باگاس در ایران به قدری زیاد است که گاهی اوقات برای دفع آنها به‌ناچار باید آنها را کوره سوزاند. محدودیت دیگر باگاس در حجیم بودن آن است، این پسماند به قدری حجیم است و چگالی کمی دارد که خود یک معضل برای دفع آن به‌شمار می‌آید. این در حالی است که با تخمیر قندهای قابل تخمیر آنها می‌توان به‌اتانول زیستی دست یافت و از آن به‌عنوان سوخت اتومبیل استفاده کرد.

قبل از تخمیر باید یک‌سری فرآیند جهت تخمیر بهتر صورت گیرند. یکی از آنها پیش‌آمایش^{۱۴} و دیگری آب‌کافت^{۱۵} است. بعد از تخمیر نیز هنوز کار تمام نشده است؛ همانند بقیه فرآیندها باید یک خالص‌سازی صورت گیرد. محصول حاصل از تخمیر حاوی مقدار بسیار زیادی آب است. در نتیجه باید طی یک‌سری فرآیندهای جداسازی، اتانول را خالص کرد. علاوه بر خالص‌سازی، نیاز به یک واحد تصفیه نیز حس می‌شود.

^۹ در این متن تنها به‌ضایعات کشاورزی پرداخته خواهد شد

^{۱۰} سوخت نسل دوم؛ سوختی که از ضایعات تهیه می‌شود. علاوه بر سوخت نسل دوم، سوخت نسل اول و سوخت نسل سوم نیز داریم که به‌ترتیب از مواد غذایی (به‌طور مستقیم) و میکروارگانیسم‌ها تهیه می‌شوند.

^{۱۱} کاغذ باطله و روزنامه

^{۱۲} تفاله نیشکر

^{۱۳} این مقایسه بین کاه برنج، کاه گندم، ضایعات ذرت، باگاس، کاه جو و پسماند کاغذ صورت گرفته است.

^{۱۴} Pretreatment

^{۱۵} Hydrolysis

حسگر نوری

برای تشخیص گازهای سمی

به‌ویژه حسگر مذکور، هنوز به کاربرد صنعتی ورود نکرده است.

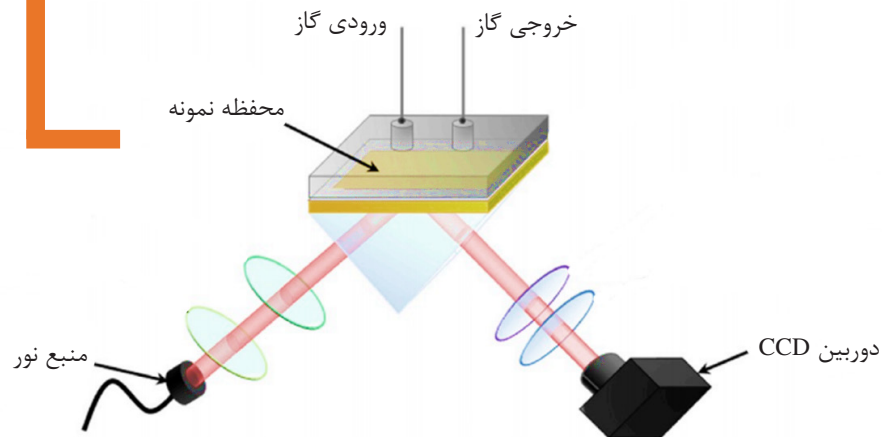
حسگرهای گازی همانند سایر حسگرها باید شناسایی سریع و در زمان داشته و انواع ترکیب‌های شیمیایی را از یکدیگر تمییز دهد. همچنین لازم است که خود تجهیز از لحاظ فیزیکی و شیمیایی مقاوم باشند. مهم‌ترین مزیت اکثر حسگرهای نوری نسبت به سایر حسگرها، مثل حسگرهای نیمه‌هادی، کاتالیستی و یا الکتروشیمیایی، آن است که بدون دست‌کاری نمونه، به‌اصطلاح برچسب‌گذاری، عامل مورد نظر را اندازه‌گیری می‌کنند. برای درک بهتر از نحوه کارکرد این حسگر تشدید پلاسمون سطحی، به شکل زیر توجه کنید. لازم به ذکر است که آرایش دیگری از اجزاء این حسگر وجود دارد اما آرایش بهینه برای تشخیص گاز، آرایش زیر، که به‌نام مخترع آن، **کرشمن** نام‌گذاری شده، می‌باشد.

همگی تقریباً مفهوم یکسانی دارند. پلاسمون‌های سطحی از نظر ماهیت، شبیه الکترون‌های آزاد سطح فلز هستند که هنگام برانگیخته شدن توسط نور تابیده شده به لایه‌ی فلز نازک (در حدود ۵۰ نانومتر) در یک زاویه‌ی ویژه، موجب تشکیل امواج الکترومغناطیس در سطح مشترک فلز و یک محیط غیر رسانا (دی‌الکتریک) می‌شود، که این محیط همان محفظه‌ی نمونه است. درک این پدیده‌ی فیزیکی نیازمند مطالعات بسیار است و این زاویه‌ی ویژه که در آن، پدیده‌ی تشدید پلاسمون‌های سطحی رخ می‌دهد وابسته به عوامل زیادی است که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌کنیم. عمده‌ی حسگرهای نوری ابزارهایی هستند که در زمینه‌های زیستی، استفاده‌های بیشتر و سابقه‌ی قدیمی‌تری دارند. به‌عنوان مثال حسگرهای نوری بر اساس تشدید پلاسمون‌های سطحی، حدود سه دهه است که در آزمایشگاه‌های تشخیص پیوندهای پروتئینی و دی‌ان‌ای برای تشخیص ویروس یا بیماری استفاده می‌شوند و شرکت‌هایی در سراسر جهان این حسگرها را برای چنین کاربردهایی تولید می‌کنند. در زمینه‌ی تشخیص گازی،

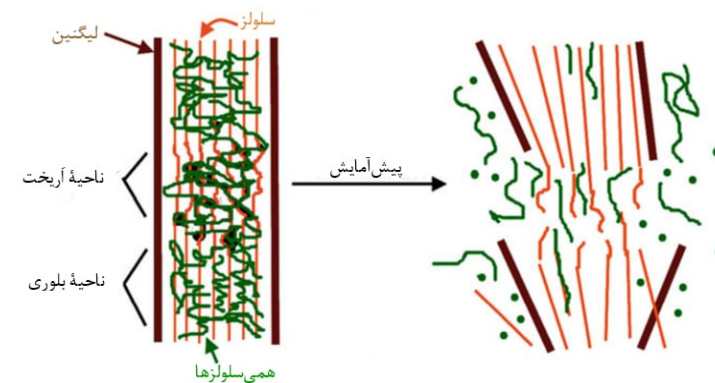
شناسایی گازها، به‌ویژه گازهای سمی و آلاینده‌ای همچون کربن مونوکسید، گوگرد دی‌اکسید، آمونیاک، ترکیب‌های فرار آلی و اکسیدهای نیتروژن، در صنایع متعددی ضروری و کاربردی است. صنایعی مثل نفت و گاز، تصفیه آب و پساب، محیط زیست، ایمنی فرآیند (برای جلوگیری از انفجار و آتش‌سوزی)، بخش‌های خصوصی مثل تهویه‌ی هوای منازل و بیمارستان‌ها.

حسگرها بسته به نوع و اساس عملکردشان قادرند که تغییرهای یک عامل فیزیکی یا شیمیایی را تشخیص داده و آن را اندازه‌گیری نمایند. سپس این اندازه‌گیری را به داده‌هایی قابل گزارش تبدیل نمایند. در مثالی ساده می‌توان گفت که دماسنج‌ها با اندازه‌گیری میزان انبساط مایع داخل محفظه‌ی تجهیز، این مقدار را به‌صورت دماهای مندرج گزارش می‌کنند. به‌عبارت دیگر هر واحد تغییرهای حجمی به واحدهای دمایی تبدیل می‌شود.

حسگرهای نوری، یک ویژگی نوری را اندازه‌گیری کرده و با تبدیل آن به یک سیگنال الکتریکی و سپس شناسایی توسط ابزار خاص (به‌طور معمول یک دوربین دیجیتال)، این ویژگی نوری را به‌عامل مورداندازه‌گیری ربط می‌دهد که این عامل می‌تواند همان غلظت گاز نمونه باشد. این ویژگی‌های نوری می‌توانند ضریب شکست، شدت یا قطبیدگی نور بازتابیده از سطح نمونه، میزان جذب نور توسط نمونه و تشدید پلاسمون‌های سطحی^۱ باشد که



^۱ Surface Plasmon Resonance (SPR)



تحت تصفیه بی‌هوازی قرار می‌گیرد که طی آن محتوای آلی و آلاینده‌ی آن کاهش می‌یابد اما رنگ تیره آن تغییر محسوسی نمی‌کند. بعد از کاهش آلاینده‌ی ویناس، می‌توان از آن برای کود آبیاری استفاده کرد به این منظور که هم‌زمان هم مزارع نیشکر اطراف واحد آبیاری می‌شوند و هم به دلیل وجود مواد مغذی موجود در آن، کود هم داده می‌شوند که این امر باعث کاهش استفاده از کودهای شیمیایی و در نتیجه کاهش هزینه می‌شود.

گلنوش ملکی اردبیلی
فراز عرفاتی
سجاد ملک‌زاده

مراجع:

- [1] M. Kapoor, D. Panwar, and G. S. Kaira, "Bioprocesses for Enzyme Production Using Agro-Industrial Wastes: Technical Challenges and Commercialization Potential," *Agro-Industrial Wastes as Feed. Enzym. Prod. Apply Exploit Emerg. Valuab. Use Options Waste Biomass*, pp. 61–93, 2016, doi: 10.1016/B978-0-12-802392-1.00003-4.
- [2] A. Moštafaiepour, A. Sedaghat, M. Hedayatpour, and M. Jahangiri, "Location planning for production of bioethanol fuel from agricultural residues in the south of Caspian Sea," *Environ. Dev.*, vol. 33, p. 100500, 2020, doi: 10.1016/J.ENVDEV.2020.100500.
- [3] C.-T. Buruiană, G. Garrote, and C. Vizireanu, "Bioethanol production from residual lignocellulosic materials: A review – Part 2," *Ann. Univ. Dunarea Jos Galati*, vol. 37, pp. 25–38, 2013.
- [4] C. Conde-Mejía, A. Jiménez-Gutiérrez, and M. El-Halwagi, "A comparison of pretreatment methods for bioethanol production from lignocellulosic materials," *Process Saf. Environ. Prot.*, vol. 90, no. 3, pp. 189–202, 2012, doi: 10.1016/j.psep.2011.08.004.
- [5] N. Sarkar, S. K. Ghosh, S. Bannerjee, and K. Aikat, "Bioethanol production from agricultural wastes: An overview," *Renew. Energy*, vol. 37, no. 1, pp. 19–27, 2012, doi: 10.1016/J.RENENE.2011.06.045.

^{۱۶} Ammonia Fibre Expansion

^{۱۷} Reactor

^{۱۸} CSTR(Continuous Stirred-Tank Reactor)

^{۱۹} Azeotrope

پیش‌آمایش (Pretreatment)

همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد، لیگنین از همی‌سلولزها و سلولز محافظت می‌کند. برای این که بتوانیم تخمیر را به‌خوبی انجام دهیم، باید سلولز و همی‌سلولزها در دسترس باشند. در نتیجه طی یک فرآیند باید لایه محافظ از روی آنها برداشته شود.

به این فرآیند به‌اصطلاح پیش‌آمایش گفته می‌شود؛ پیش‌آمایش برای عملیات واحدهای اصلی (آب‌کافت، تخمیر). طی این فرآیند اندازه آن کوچکتر و ساختار آن با حرارت و گاهی مواد شیمیایی گسسته می‌شود تا بتوان لایه حفاظتی لیگنین اطراف سلولز و همی سلولز را تضعیف کرد. تکنولوژی انتخاب شده برای بخش پیش‌آمایش AFEX^{۱۶} نام دارد که در آن باگاس با آمونیاک در دمای بالا در تماس قرار می‌گیرد که این امر منجر به شکسته شدن ساختار لیگنوسلولزی می‌شود.

آب‌کافت (Hydrolysis)

حال که ساختار لیگنوسلولزی شکافته شده و سلولز و همی‌سلولزها جدا شده‌اند، فرآیند آب‌کافت با روش اسید رقیق انجام می‌شود. این آب‌کافت در دو مرحله صورت می‌گیرد. به این صورت که ابتدا با اضافه کردن اسید رقیق در دمای پایین، همی‌سلولزها به قندهای پنج کربنه و سپس با اضافه کردن اسید رقیق در دمای بالا سلولزها به قندهای شش کربنه آب‌کافت می‌شوند.

تخمیر (Fermentation)

در این مرحله، قندهای تشکیل شده در مرحله آب‌کافت هرکدام وارد ظرف تخمیر جداگانه‌ای شده و با مخمرهای شش و پنج کربنه در دمای حدود ۳۵ درجه تحت عمل قرار می‌گیرند. واکنشگاه‌های^{۱۷} این بخش با توجه به ظرفیت واحد می‌توانند به صورت پیوسته یا نیمه‌پیوسته کار کنند. مدل واکنشگاه‌های هم‌زمان‌دار^{۱۸} ساده با پره‌هایی که تنش برشی کمی وارد می‌کنند به خوبی می‌توانند شرایط ایده آل یک مخمر را فراهم کنند. اتانول تولید شده در این بخش شامل ناخالصی‌های زیادی است که باید در مراحل بعد تغلیظ و خالص‌سازی شود.

جداسازی (خالص‌سازی)

پس از فرآیند تخمیر، محصول حاصل که اکثر آن متشکل از آب و الکل است، مورد جداسازی قرار می‌گیرد تا خلوص الکل بالا برود (بیشتر از ۹۹/۵٪). با توجه به این که مخلوط آب و الکل نقطه هم‌جوش^{۱۹} تشکیل می‌دهد، می‌توان ابتدا از یک تقطیر اتمسفری و سپس یک تقطیر تحت خلاء استفاده کرد تا با تغییر فشار، نقطه هم‌جوش را جابه‌جا کرد. بعد از این دو مرحله تقطیر، برای افزایش بیشتر خلوص، از جاذب‌های غریبال مولکولی استفاده می‌شود.

تصفیه

محصول پایین برج‌های تقطیر ویناس نام دارد که یک فاضلاب اسیدی و به رنگ قهوه‌ای تیره و دارای محتوای آلی زیاد است، که یک آلاینده هم برای محیط‌های آبی و هم محیط‌های زمینی محسوب می‌شود و به این علت یا باید آن را تصفیه کرد و یا کاربرد دیگری برای آن یافت. ویناس به‌دست آمده ابتدا

مواد تراریخته

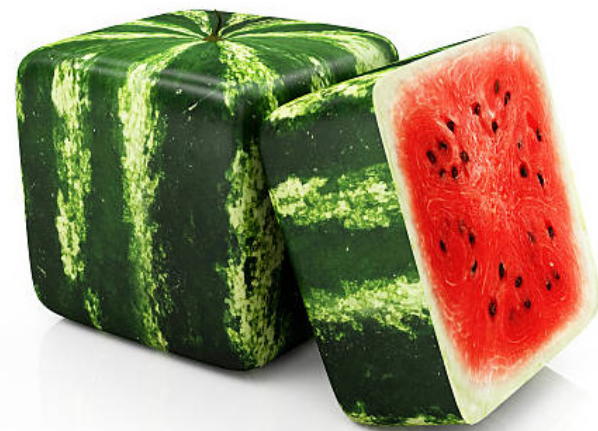


سیب تراریخته

ممکن است تا به حال تصاویر عجیبی درباره میوه‌ها، سبزیجات و دام‌هایی که روی آنها اصلاح ژنتیکی صورت گرفته است دیده باشید. گاهی هندوانه‌های مکعبی یا سیب‌هایی با رنگ‌های ناآشنا این تصور را به وجود می‌آورند که این غذاهای دستکاری شده، مواد شیمیایی مضر دارند؛ اما بر خلاف شایعاتی که درباره آن‌ها می‌شنوید اصلاح اصولی باعث افزایش کیفیت ماده غذایی، مقاوم‌سازی آن در برابر بیماری‌های گیاهان و دام‌ها و حتی افزایش مواد مغذی موجود در غذا می‌شود.

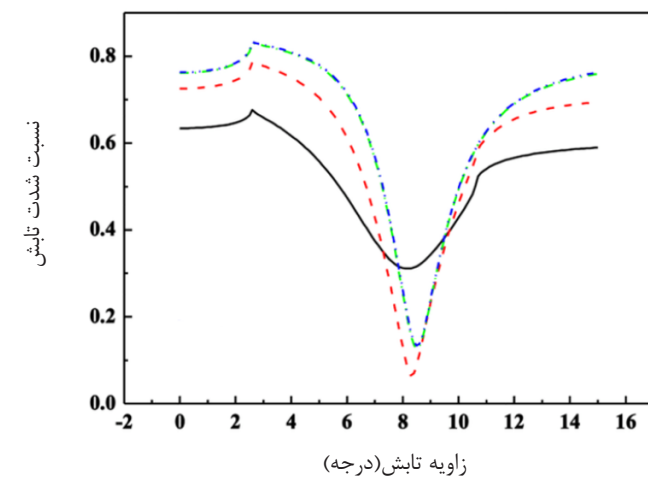
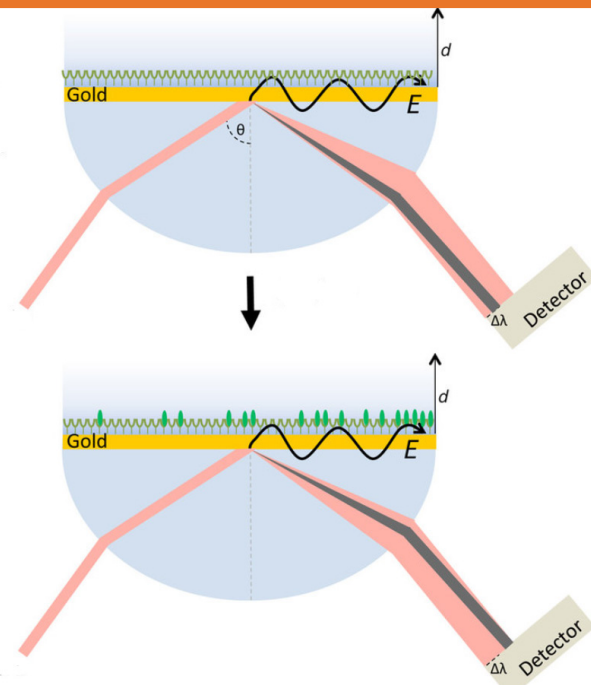
اولین محصول اصلاح شده‌ای که وارد بازار شد، یک نوع گوجه فرنگی به نام Flavr Savr بود. این محصول، نسبت به گوجه فرنگی‌های دیگر، با سرعت کمتری فاسد می‌شود؛ در نتیجه نگهداری و حمل و نقل آن راحت‌تر بود. با این حال در بازار فروش با شکست مواجه شد؛ چرا که عده‌ای معتقد بودند که محصول‌هایی که روی آن‌ها مهندسی ژنتیک صورت گرفته، حاوی یک ژن هستند که آن‌ها را در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها مقاوم کرده است و ممکن است این ژن، به بدن انسان منتقل شود و بدن انسان را در برابر آنتی‌بیوتیک‌هایی که پزشکان برای آن‌ها تجویز می‌کنند، مقاوم کند.

اصلاح نادرست ممکن است باعث ایجاد حساسیت یا تشدید حساسیت در فردی که از قبل حساسیت داشته بشود. تولید برخی از مواد سمی، به عنوان ابزار دفاعی گیاهان در برابر بیماری‌ها، یک امر طبیعی است اما ممکن است با اصلاح ژنتیکی، مقدار سم تولید شده کم یا زیاد شود. با بیشتر شدن مقدار این سموم، ممکن است که سلامتی انسان تهدید شود. با این حال، تا کنون موردی مبنی بر بیماری‌زا بودن محصول‌های تراریخته گزارش نشده است.



هندوانه تراریخته

اصلاح اصولی باعث افزایش کیفیت ماده غذایی، مقاوم‌سازی آن در برابر بیماری‌های گیاهان و دام‌ها و حتی افزایش مواد مغذی موجود در غذا می‌شود.



سینتیک پیوند و همچنین سنتز لایه‌های شیمیایی نازک می‌باشد. پیشرفت این حسگرها در صنایع گازی می‌تواند یک دستاورد بزرگ در صنایع مرتبط باشد.

هدف از این بخش در نشریه‌ی فرآورش، آشنایی دانش‌جویان با یکی از زمینه‌های بی‌شمار علم مهندسی شیمی می‌باشد که به آن کمتر اشاره می‌شود. واضح است که ساخت حسگرهای نوری حساس با آستانه‌های تشخیص پایین، نیازمند علوم متفاوت است. در حسگرهای تشخیص پلاسمون سطحی، دانش سطوح (که در صنایع نو دیگر مثل ساخت کاتالیست نیز مورد استفاده است)، پیوندهای شیمیایی و انواع روش‌های سنتز لایه‌های نازک، بیشتر از سایر بخش‌ها مربوط به مهندسان شیمی می‌شود.

ویدا دهقان نیستانک

^۱ Langmuir
^۲ ppb
^۳ ppm

همان‌طور که مشخص است، پرتوی نور با ویژگی‌های خاصی، از طریق منشور به سطح فلز هدایت شده و بعد از بازتابش، از آن خارج می‌شود. اگر این پرتو در همان زاویه‌ی ویژه بر روی سطح فلز تابیده شده باشد، با بررسی شدت بازتابش این نور در می‌یابیم که در این زاویه تابش، شدت بازتابش نور نسبت به بازتابش از زوایای دیگر، حداقل است که این زاویه به‌طور عمده به ضریب شکست نمونه، که تحت تأثیر غلظت گاز در محیط است، و ضخامت لایه‌های فلزی و نمونه بستگی دارد. برای بهینه کردن این تشخیص، محققان یک لایه‌ی جاذب در محل نمونه قرار می‌دهند تا ذرات گازی را محبوس کند که انتخاب این سطح جاذب بستگی به نوع گاز مورد بررسی دارد. شکل زیر این برقراری پیوند را به‌صورت ساده نشان می‌دهد. اگر بخواهیم نمودار تغییرات ضریب شکست نمونه بر حسب زمان را ترسیم کنیم، می‌توانیم از تئوری‌های مربوطه به این امر استفاده کنیم که ساده‌ترین آن تئوری لانگمور^۱ است.

با یافتن ارتباط میان این زاویه و ضریب شکست نمونه، و به تبع آن ارتباط میان ضریب شکست نمونه با غلظت گازی، می‌توان عامل مورد اندازه‌گیری را شناسایی کرد. همان‌طور که منحنی شدت بازتابش به زاویه‌ی بازتاب نشان می‌دهد، این زاویه برای غلظت‌های یک نمونه‌ی خاص در یک دستگاه خاص، منحصر به‌فرد است.

بزرگ‌ترین محدودیت این حسگرها، عدم انتخاب‌پذیری آن‌ها است. به عبارت دیگر طبق نتایج تحقیقات، این حسگر قادر است تا حدود یک قسمت در میلیارد^۲ از ترکیب‌های دوجزئی گاز با هوا یا نیتروژن را تشخیص دهد، اما اگر این گاز با ترکیب‌های دیگر که غلظت‌شان مجهول است وارد محفظه‌ی نمونه شود، حسگر تشدید پلاسمون‌های سطحی قابلیت تشخیص غلظت هر کدام از آن‌ها را به‌سادگی ندارد. حضور لایه‌ای جاذب که اکثراً از جنس مواد آلی یا اکسید فلزی است، به‌دلیل محبوس کردن گاز هدف، تا حد خوبی این محدودیت را کاهش می‌دهد. به‌عنوان مثال فرض کنیم که می‌خواهیم در یک محیط فرآیندی، غلظت گاز کربن مونوکسید را در حدود یک قسمت در میلیون^۳ تشخیص دهیم. به دلایلی، هم‌زمان در این محیط کربن دی‌اکسید و متان هم منتشر می‌شوند. ما اگر لایه‌ی جاذب را لایه‌ی قلع IV اکسید به‌ضخامت نانومتر استفاده کنیم، به دلیل پیوندهای موقت میان این لایه و مولکول‌های کربن مونوکسید، با انتخاب‌پذیری بالایی (در حدود ۵ ppm) می‌توانیم گاز مذکور را تشخیص دهیم.

منبع نور، نوع لایه‌ی فلزی، نوع نمونه و عوامل متعدد دیگری بر روی عملکرد این حسگرها تأثیرگذاراند، اما انتخاب لایه‌ی جاذب با توجه به کاربرد این حسگر، بیشتر نیازمند دانش



جهش‌های ژنتیکی دیگری که ممکن است به طور ناخواسته (مخصوصاً در مورد بیماری‌زا بودن آن‌ها) روی دهند، مطالعه و مشاهده شده تا از دسترسی آن برای عموم مردم جلوگیری شود.

مقاوم نبودن در برابر خرابی و

بیماری برای موادی که به عنوان خوراک در صنایع غذایی و دارویی استفاده می‌شوند، کاهش کیفیت پس از نگهداری طولانی مدت در انبار، افزایش فساد پس از باز شدن بسته‌بندی در حین مصرف، پیچیدگی فرآیند تولید، هدر رفت خوراک فرآیند و افزایش ماده نگهدارنده مورد نیاز را به دنبال دارد. اصلاح ژنتیکی بسیاری از این معضلات را برطرف کرده و باعث استفاده کمتر از آفت‌کش‌ها در مزارع می‌شود که به کاهش آلودگی محیط‌زیست نیز کمک می‌کند. به طور معمول در صنعت، پاستوریز کردن با اعمال حرارت انجام می‌شود (ترکیب دما و زمان با هم). با استفاده از مواد تراریخته میزان حرارت اعمال شده کمتر شده و آسیب حرارتی ایجاد شده در اثر از بین رفتن مواد حساس به دما شامل مواد مغذی یا تغییر ساختار برخی مواد مانند پروتئین‌ها به حداقل می‌رسد. با وجود این همه مزایا همچنان دید بدی در جامعه به مواد تراریخته وجود دارد. با تبلیغ‌های صحیح و آگاه‌سازی مردم، در کنار پیشرفت علم بیوتکنولوژی قادر به بهبود کیفیت خروجی صنایع و کمک به محیط زیست خواهیم بود.

پوریا حبیب الهی

نیکو دکامین

پویا ذاکرعباسی

۳. وارد کردن به محیط کشت میزبان

پس از ساختن پلاسمید که ژن مورد نظر را نیز در بر دارد و معرفی آن به هسته سلولی باکتری‌ها، این سلول‌ها در شرایط آزمایشگاهی و تحت نظر کشت داده می‌شوند تا پس از رشد به تعداد مطلوبی برسند. مرحله بعدی جداسازی ژن‌های کشت داده شده است که در نهایت این امکان را فراهم می‌کند تا زنجیره DNA که حاوی کدهای ژنتیکی اصلاح کننده است جدا گردند. در مرحله نهایی نیز این ژن‌ها که از یک سلول میزبان گرفته شده و کشت داده شده‌اند، به سلول مورد نظر وارد می‌گردند تا خاصیت اصلاح شده را از خود بروز دهند. لازم به ذکر است این همراه سازی و معرفی ژن جدید به سلول نه تنها دارای پیچیدگی‌های متعددی است بلکه در طول زمان و با توجه به ابزار در دسترس به روش‌های مختلفی انجام می‌گیرد.

۴. رشد دادن گونه‌های جدید و در سطح انبوه

گونه‌های جدید که رفتار ژنتیکی متفاوتی نسبت به گونه‌های قبلی از خود نشان می‌دهند باید در شرایط مختلف رشد داده شده و مورد بررسی قرار گیرند تا

مراجع:

- [1] U. Munusamy, *Genetically Modified Organisms in Food Production*. Oakville: Delve Publishing, 2019.
- [2] L. Yaunt, *Biotechnology and Genetic Engineering*, 3rd ed. New York: Facts On File, 2008.
- [3] G. C. Nelson, *Genetically Modified Organisms in Agriculture Economics and Politics*. Academic Press, 2001.
- [4] R. R. Watson and V. R. Preedy, *Genetically Modified Organisms in Food: Production, Safety, Regulation and Public Health*. Academic Press, 2016.
- [5] H. Le Vine, *Genetic engineering*, 2 nd. ABC-CLIO Inc.
- [6] A. M. Holban and M. A. Grumezescu, *Genetically Engineered Foods: Handbook of Food Bioengineering, Volume 6*. London: Academic Press, 2018.

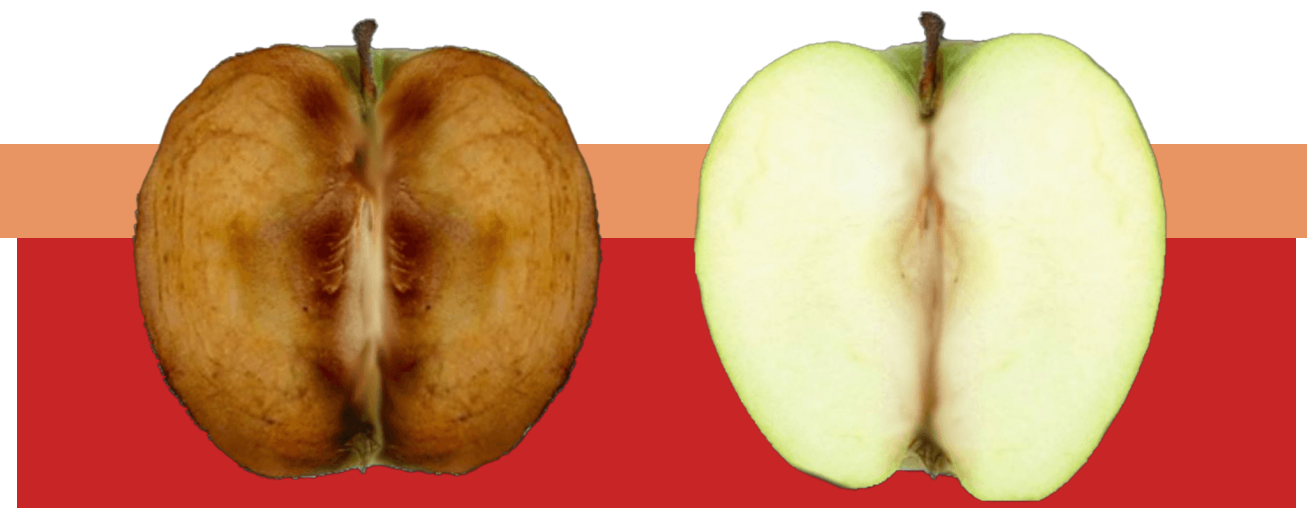
ملون	به تأخیر انداختن چروکیدگی شدن و خرابی (برای مقاصد تجاری) بالا بردن مقاومت در برابر آنتی بیوتیک‌ها (برای مقاصد تحقیقاتی)
سیب‌زمینی	بالا بردن مقاومت در برابر زخمی شدن، کاهش تولید آکریل آمید (که یک ماده سرطان‌زا در سیب‌زمینی سرخ کرده است)
آناناس	بالا بردن مقاومت در برابر بیماری
گوجه فرنگی	ماندگاری بالا، مقاومت در برابر بیماری، افزایش رشد

نام محصول	تأثیر اصلاح ژنتیکی
سیب	از بین بردن آنزیم پلی‌فنول اکسیداز و در نتیجه جلوگیری از قهوه‌ای شدن سیب
موز	افزایش مقاومت در برابر بیماری‌های ناشی از قارچ‌ها (مانند بیماری پاناما)
لوبیا	افزایش مقاومت در برابر ویروس golden mosaic
ذرت	بالا رفتن کیفیت، کاهش میکوتوکسین‌ها، تجزیه ی بیشتر زیست توده (استفاده به عنوان سوخت)، بازدهی تولید بالاتر، نیاز به زمین کمتر برای رشد، غنی شدن با روی

مراحل ساخت این موجودات اصلاح شده یا "نوترکیب" را به صورت ساده شده می‌توان به صورت زیر بیان نمود:

۱. مشخص کردن هدف از اصلاح

در این مرحله ابتدا باید دانست که چه خصوصیتی از موجود میزبان به عنوان هدف باید مورد اصلاح قرار گیرد؛ پس از این مشخص سازی باید به دنبال موجود دیگری بود تا به کمک ساختار ژنتیکی آن بتوان این اصلاح را انجام داد. در ادامه و بعد از پیدا کردن و مشاهده خصوصیت مطلوب در موجود زنده دوم، نیاز است تا مطالعه‌ی ژنتیکی بسیار جزئی‌تر روی توالی کدهای ژنتیکی روی DNA این موجود صورت گیرد تا عامل بروز این خاصیت مطلوب مشخص شود یا به عبارتی ژن مطلوب شناسایی و مشخص گردد. جست‌وجو و غربال‌گری برای یافتن این ساختار ژنتیکی مورد نظر مرحله‌ای کلیدی و بسیار مهم در کل فرآیند تولید این محصولات است. برای مثال می‌توان مقاومت در برابر حشره‌های مختلف را به عنوان هدف اصلاح در گیاهان، مدنظر قرار داد. در این راستا مشاهده شده است



تفاوت سیب تراریخته و سیب غیرتراریخته پس از برش و گذشت زمان

که یکی از باکتری‌های خانواده باسیلوس (*Bacillus thuringiensis*) یا به اختصار Bt که در طبیعت به راحتی قابل دسترسی است، می‌تواند ماده‌ای تولید نماید که یک حشره‌کش طبیعی محسوب می‌شود، از این رو این باکتری را می‌توان به عنوان هدف انتخاب نمود.

۲. کپی کردن ژن مورد نظر

پس از شناسایی کد ژنتیکی مرتبط، ابتدا باید کپی کردن و جداسازی آن از سلول میزبان اولیه صورت گرفته و آن را وارد سلول دیگری نمود. سلول دوم یا به اصطلاح سلول "ناقل" را به طور عمده از خانواده باکتری‌ها انتخاب می‌نمایند که ساختار ساده‌تری دارند. در ادامه در این سلول‌ها، ژن مورد نظر باید به زنجیره DNA حلقوی یا همان پلاسمید متصل گردد که این اتصال توسط آنزیم‌هایی به نام دی‌ان‌ای لیگاز انجام می‌شود. به این سلول‌های باکتریایی ساخته شده که حامل ژن مورد نظرمان برای تولید هستند، باکتری‌های تراریخته نیز گفته می‌شود.

پوشش خوراکی

در دوره‌ای که بخش اعظمی از آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از استفاده‌ی بی‌رویه از پلاستیک است، استفاده از پوشش‌های خوراکی برای بسته بندی مواد غذایی راهی موثر برای کاهش آلاینده‌های زیست تخریب ناپذیر است. برای مثال برخی مواد غذایی مانند میوه‌ها و سبزیجات تازه یا کمتر فرآوری شده، با کمک این پوشش‌ها می‌توانند مدت زمان بیشتری در انبار بمانند. مسائلی که ذهن را درگیر می‌کند جنس این پوشش‌ها، مزایا، معایب و ظاهر احتمالا عجیب آن‌هاست.

به طور کلی نمی‌توان از این نوع پوشش در بسته‌بندی همه مواد غذایی استفاده کرد و محدودیت‌های متعددی در این زمینه وجود دارد. نکته کلیدی در بسته‌بندی، طول عمر ماده غذایی در انبار یا یخچال‌های فروشگاه‌ها پیش از مصرف است. از عوامل مهم دیگر می‌توان به نفوذ پذیری گاز در پوشش [مخصوصا گازی مانند اکسیژن که باعث خرابی و فساد غذا می‌شود]، رطوبت، دما و شرایط اتمسفری اشاره کرد. این موارد در کنار نوع ماده غذایی، تعیین‌کننده نوع و ضخامت پوشش هستند. برای تهیه پوشش مواد خوراکی از لایه نازکی از بسپارهای زیست تخریب‌پذیر استفاده می‌شود. به این لایه نازک، «فیلم خوراکی» نیز گفته می‌شود و



معمولا از جنس پروتئین‌هایی مثل پروتئین موجود در ماهی یا آب پنیر و کربوهیدرات‌هایی مانند نشاسته، پکتین و آلژینات هستند. با توجه به نقاط قوت و ضعف مختلف در بسپارهای گوناگون، برای داشتن یک فیلم بسپار زیستی، باید از ترکیب بسپارهای زیستی متنوع با خواص مختلف استفاده کرد تا نواقص یکدیگر را رفع کنند؛ به طور مثال، فیلم‌های پلی‌ساکاریدی، مقرون به صرفه هستند اما مانع مناسبی برای نفوذ رطوبت نیستند، یا فیلم‌های پروتئینی شکل‌پذیر، ارتجاعی و مقاوم در برابر عبور اکسیژن اند اما شکننده هستند. همچنین فیلم‌های لیپیدی در صورتی که گروه‌های عاملی قطبنده داشته باشند سدهای مناسبی برای مولکول‌های آب داخل غذا و گازهای خارجی نخواهند بود. برای رفع نقایص و بهبود خواص شیمیایی و مکانیکی، علاوه بر استفاده از ترکیب بسپارهای زیستی مختلف، می‌توان از افزودنی‌هایی نظیر طعم‌دهنده‌ها، مواد ضد میکروب، ضد قارچ و ... نیز استفاده کرد.

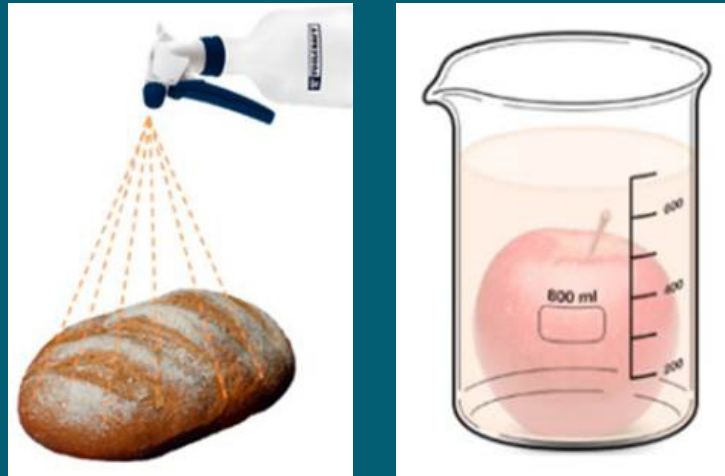
به این لایه نازک، «فیلم خوراکی» نیز گفته می‌شود و معمولا از جنس پروتئین‌هایی مثل پروتئین موجود در ماهی یا آب پنیر و کربوهیدرات‌هایی مانند نشاسته، پکتین و آلژینات هستند.

در ادامه به معرفی سه جنس پر کاربرد از این بسپارهای زیستی می‌پردازیم:

۱. **پلی لاکتیک اسید:** منبع تهیه‌ی پلی لاکتیک اسید، خوراک دام مانند ذرت و گندم و آب پنیر است؛ از این رو منابع آن قابل دسترس و ارزان قیمت هستند و به همین علت منبع مقرون به صرفه و کارآمدی برای استفاده کلان اند.
۲. **پلی هیدروکسی بوتیرات:** نقطه قوت این بسپار نسبت به سایر بسپارها ساختار بلوری آن است که با داشتن این ساختار، نفوذپذیری آب در آن پایین است و همین خاصیت، این بسپار را یک بسپار مطلوب برای ساخت پوشش و جایگزینی پلاستیک می‌کند؛ البته در حالت کاملا خالص ماندگاری پایینی دارد که این نقص می‌تواند با نانو کامپوزیت‌های زیستی مناسب، رفع شود.
۳. **کیتوزان:** کیتوزان از دی‌استیل‌سیون کیتین که در سخت‌پوستان و شمار زیادی از حشرات وجود دارد، استخراج می‌شود؛ نقطه قوت کیتوزان، خاصیت ضد میکروبی آن است؛ بنابراین می‌توان با استفاده از این بسپار مدت زمان بیشتری از مواد غذایی با ارزشی مانند مواد لبنی بهره برد که عموما به خاطر فعالیت میکروارگانیسم‌ها به سرعت فاسد می‌شوند.

پوشش خوراکی

برای ساخت فیلم‌ها عموما دو روش کلی وجود دارد. روش اول تهیه با فرآیند خیس (دارای حلال) و روش دوم، فرآیند خشک (بدون حلال) است. طی فرآیند خیس ماده مورد نظر در مجاورت محلولی که بسپار در آن امولسیون شده است قرار می‌گیرد و سپس در طی فرآیندهای بعدی فرآوری غذا یا بر روی یک سطح خاص، حلال خود را از دست می‌دهد تا فیلم خوراکی تشکیل شود. در امولسیون‌های با گرانش پایین به صورت اسپری کردن و در امولسیون‌های گرانش با فرو بردن جسم در امولسیون انجام می‌شود.



این روش معمولا در کارهای تحقیقاتی آزمایشگاهی استفاده شده و با انواع بسپارها قابل انجام است اما در صنعت کاربرد چندانی ندارد هر چند تجهیزات محدودی به این منظور وجود دارد. محدودیت آن، زمان زیاد خشک کردن در ضخامت‌های بیشتر فیلم است زیرا با افزایش اندازه ماده غذایی و رطوبت آن به فیلم‌های ضخیم‌تری نیاز است. فرآیند صنعتی اصلی در تهیه فیلم‌های خوراکی مانند تهیه سایر فیلم‌های ترموپلاستیک است. ترموپلاستیک ماده ای است که با افزایش دما بدون ذوب شدن نرم و منعطف شده و با کاهش دما، جامد سخت‌تری تشکیل می‌شود. در این فرآیند ورقه‌های بسپاری مناسب از نظر استحکام، نفوذ ناپذیری رطوبت و ...، گرم شده و به دمای مناسب می‌رسند تا قابلیت تا شدن پیدا کنند. سپس ماده غذایی را با این ورقه‌ها بسته بندی کرده و سرد می‌کنند. به این فرآیند شکل‌دهی



گرمایی می‌گویند. اگر این منعطف کردن با استفاده از دما و فشار بالا بر مخلوطی از بسپارها انجام شود به آن شکل‌دهی گرمایی-فشاری می‌گوییم. در مقایسه این دو روش، روش خشک در تولید انبوه صنعتی کاربرد بیشتری دارد زیرا خواص مکانیکی (استحکام و ...) بهتری به ما ارائه می‌دهد و ساختار فیلم تشکیل شده در مقیاس میکروسکوپی منظم‌تر است. در سال‌های اخیر، میانگین ۸ درصد به تولیدات بسته‌بندی شده در صنایع افزوده می‌شود. از پلاستیک تولید شده در این چرخه تنها ۵ درصد آن بازیافت یا بازیابی می‌شود که ارقام بسیار نگران‌کننده‌ای برای محیط زیست است. به کمک بسته‌بندی‌های خوراکی قادر به حفظ مواد نفتی با ارزش و افزایش سود صنایع با افزایش طول عمر مواد غذایی خواهیم بود. بهتر است پوشش‌های خوراکی با وجود محدودیت‌های فعلی، در صنایع و سبدهایی نقش پررنگ‌تری داشته باشند و شیمی‌دانان و مهندسان شیمی و بسپار با توسعه و بهبود خواص این مواد قدم‌های بزرگی در راستای کاهش آلودگی طبیعت و هدر رفت مواد غذایی بردارند.


مراجع:

- [1] B. Yousuf and O. S. Qadri, *Preservation of fresh-cut fruits and vegetables by edible coatings*. Elsevier Inc., 2019.
- [2] E. M. Nunes, A. I. Silva, C. B. Vieira, M. de S. M. Souza Filho, E. M. Silva, and B. W. Souza, *Edible coatings and films for meat, poultry, and fish*. CRC Press, 2017.
- [3] A. Jiménez, R. Requena, M. Vargas, L. Atarés, and A. Chiralt, *Food Hydrocolloids as Matrices for Edible Packaging Applications*. Elsevier Inc., 2018.
- [4] J. A. Aguirre-Joya et al., *Basic and Applied Concepts of Edible Packaging for Foods*. Elsevier Inc., 2018.



گوشت و پنیر در پوشش خوراکی بسپاری

الیزه اشکلکی
فاطمه خوبی
نیکو دکامین



آدرس: تهران، خیابان حافظ، روبروی خیابان سمیه،
دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشکده مهندسی شیمی،
انجمن علمی دانشجویی

ایمیل: sao.chemical@gmail.com