

کاوه نشریه

شماره بیست و پنجم
زمستان ۱۴۰۳



سازمان اسناد و کتابخانه ملی
جمهوری اسلامی ایران



سازمان اسناد و کتابخانه ملی
جمهوری اسلامی ایران

بَابُ
الْبَرْجِ



هیأت تحریریه

صاحب امتیاز:

انجمن علمی دانشکده مهندسی مواد و متالورژی

مدیر مسئول:

سارا نجفی

سر دبیر:

سبحان حیدری

صفحه آرایی:

امیرحسین سرشتی، امیرعلی کریمی

گروه تحریریه:

سارا نجفی، آیدا صادقی، سبحان حیدری،

مهدی نعمت

اساتید:

دکتر امین جعفری رامیانی (هیأت علمیه)،

دکتر فائزه اژه‌ای (هیأت علمیه)



فهرست

۱	سخن نخست
۲	پیوند میان طبیعت و مهندسی
۱۴	به توان تمام کشور
۱۶	گامی برای پیشرفت
۱۹	الکتروکاتالیست‌ها
۳۰	چشم انداز دنیای مواد
۳۴	بازیافت
۴۰	رویدادهای اخیر



سخن نخست

ممکن است در عصر دیجیتال و هوش مصنوعی، انتشار و چاپ نشریات آن‌چنان معقول جلوه نکند، اما باور کنید، لذت پیاده‌سازی آنچه که به آن می‌اندیشید، بر روی یک صفحه سفید، فراتر از آن است که تصور کنید. نوشته‌ای که همچون یک اثر هنری از اعماق فکر و خیال و تلاش یک هنرمند نشأت گرفته است و نویسنده‌ای که همچون یک هنرمند، هر بار که به مخلوق خود می‌نگرد، بیشتر به آنچه که برایش تلاش کرده است، افتخار می‌کند. پس بیایید تا برای هر اثری که یک خالق مصنوعی یا زنده داشته است، ارزش یکسانی قائل نشویم.

نشریه‌ای که هم‌اکنون به آن می‌نگرید، بیست و پنجمین شماره از فصلنامه علمی دانشجویی کاوه پلی‌تکنیک است که در بیست و چهارمین سال از عمر خود قرار دارد. شاید در سال‌های اخیر، کاوه اسیر ناملایمتی‌هایی شده باشد که انتشار مرتب آن را با مشکل مواجه کرده باشد، اما یادآور سال‌ها تلاش دانشجویان دغدغه‌مندی است که روزگاری در کلاس‌های درس همین دانشکده نشسته و در راهروهایش قدم زده‌اند. به همین جهت، همدل شده‌ایم تا جان دوباره‌ای به آن ببخشیم.

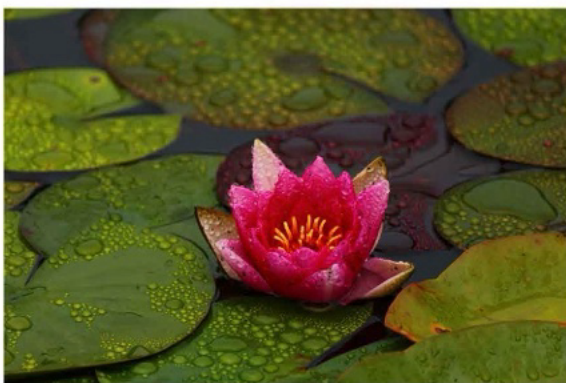
در این شماره از نشریه، سری به تازه‌های دنیای مواد زده‌ایم، چشم انداز مهندسی مواد را بررسی کرده‌ایم، گزارشی از مسابقه بازیافت دانشکده آورده‌ایم و در نهایت از مصاحبه با اساتید غافل نشده‌ایم. در پایان، بازگشت کاوه نیازمند همراهی شماست.

بیومیمتیک / پیوندی میان طبیعت و مهندسی

طبیعت، با تمام پیچیدگی و زیبایی‌اش، میلیاردها سال است که در حال تکامل است. از کوچک‌ترین موجودات میکروسکوپی تا بزرگ‌ترین موجودات زنده، هر یک به نوعی راه‌حل‌های هوشمندانه‌ای برای بقا و رشد در محیط خود یافته‌اند. این راه حل‌ها، حاصل میلیون‌ها سال آزمایش و خطا و انتخاب طبیعی است.

چرا باید به طبیعت به عنوان یک مهندس نگاه کنیم؟ طبیعت در طراحی و ساخت سازه‌ها و سیستم‌های خود به شدت بهینه عمل می‌کند. از ساختار لانه مورچه‌ها تا شبکه ریشه‌های درختان، هر چیزی با دقت و ظرافتی طراحی شده است که کمترین میزان مواد و انرژی را مصرف کند و بیشترین بازدهی را داشته باشد. همچنین، موجودات زنده با محیط اطراف خود سازگار شده‌اند و از منابع موجود به بهترین نحو استفاده می‌کنند. این سازگاری باعث شده است که طبیعت بتواند در طول میلیون‌ها سال به حیات خود ادامه دهد. علاوه بر این، طبیعت مملو از اشکال، رنگ‌ها و ساختارهای متنوع است که نشان‌دهنده وجود راه‌حل‌های مختلف برای یک مسئله است و می‌تواند الهام‌بخش ایده‌های نوآورانه در مهندسی باشد.

مزایای استفاده از الگوهای طبیعی در مهندسی بسیار است. با الهام از ساختار استخوان‌ها، می‌توان مواد کامپوزیتی سبک و مقاوم‌تری تولید کرد. با مطالعه فرآیند ترمیم زخم در موجودات زنده، می‌توان موادی ساخت که قادر به



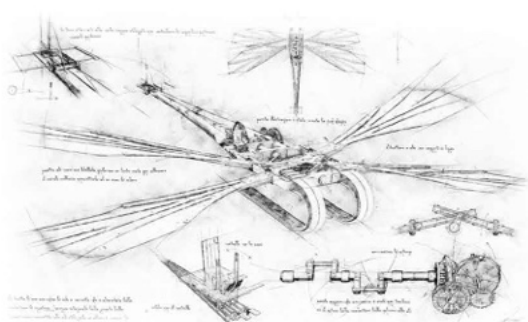
ترمیم خود باشند. همچنین، با الهام از ساختار برگ نیلوفر آبی، می‌توان سطوحی تولید کرد که آب و آلودگی را از خود دفع کنند. علاوه بر این، با مطالعه سیستم عصبی و مغز، می‌توان سیستم‌های هوشمندتری ساخت که قادر به یادگیری و تصمیم‌گیری باشند.

به عبارت دیگر، طبیعت یک کتابخانه عظیم از ایده‌ها و راه‌حل‌ها است که مهندسان می‌توانند از آن برای حل چالش‌های پیچیده استفاده کنند. با نگاهی دقیق‌تر به طبیعت، می‌توانیم به نوآوری‌هایی دست پیدا کنیم که نه تنها کارآمدتر و پایدارتر هستند، بلکه به ما کمک می‌کنند تا با چالش‌های بزرگتری مانند تغییر اقلیم و کمبود منابع مقابله کنیم.

الهام‌گیری از طبیعت از کجا شروع شد

بیومیمتیک ریشه‌های خود را از هزاران سال پیش می‌گیرد. انسان‌های اولیه با مشاهده و تقلید از رفتار و ساختار موجودات زنده، ابزارها و فناوری‌های ابتدایی خود را توسعه دادند. در دوران رنسانس، دانشمندان و هنرمندانی همچون لئوناردو داوینچی شروع به بررسی دقیق‌تر طبیعت و عملکرد موجودات زنده کردند. در دوران رنسانس، دانشمندان و هنرمندانی همچون لئوناردو داوینچی شروع به بررسی دقیق‌تر طبیعت و

عملکرد موجودات زنده کردند. داوینچی با مطالعه بال پرندگان و حرکات پروازی آن‌ها، اولین طرح‌های مربوط به ماشین‌های پرنده را ترسیم کرد. این رویکرد، نشان‌دهنده تلاش او برای یافتن روش‌هایی علمی بر پایه طبیعت بود.



دهه ۱۹۵۰ شاهد پیشرفت‌های جدیدی در علم بیومیمتیک بود. جک استیل، مهندس نیروی هوایی آمریکا، اولین کسی بود که اصطلاح "بیونیک" را ابداع کرد و از ویژگی‌های طبیعی برای بهبود عملکرد سیستم‌های فنی بهره گرفت. این رویکرد در سال‌های بعد به شکل علمی‌تر توسط محققانی نظیر اتو اشمیت توسعه یافت و اصطلاح "بیومیمتیک" رسماً به کار رفت. در این دوران، محققان توجه بیشتری به ساختارهای طبیعی مانند پوست حیوانات، بال پرندگان، و پوست خزندگان کردند.

در دهه ۱۹۹۰، بیومیمتیک به عنوان یک علم میان‌رشته‌ای به اوج خود رسید. پژوهش‌های گسترده‌ای در حوزه‌های مختلف علمی و مهندسی صورت گرفت که به پیشرفت در طراحی و ساخت مواد جدید کمک کرد. یکی از معروف‌ترین نمونه‌های این دوران، الهام‌گیری از ساختار سطح برگ نیلوفر آبی برای تولید مواد خودتمیزشونده و ضدآب بود که در صنایع متنوعی مورد استفاده قرار گرفت.



در قرن ۲۱، بیومیمتیک به یکی از برجسته‌ترین شاخه‌های تحقیقاتی تبدیل شده است. امروزه، الهام از ساختارهای طبیعی در تولید مواد مقاوم‌تر، سبک‌تر، و هوشمندتر، به‌ویژه در صنایع فناوری‌های نانو، پزشکی و مهندسی مواد، به کار گرفته می‌شود. نمونه‌هایی مانند چسب‌های الهام‌گرفته از پای مارمولک، زره‌هایی با الهام از صدف‌ها و پوشش‌های ضدآب، نشان‌دهنده کاربرد گسترده بیومیمتیک در زندگی روزمره است.

بیومیمتیک نه تنها به انسان‌ها در خلق فناوری‌های نوین کمک کرده است، بلکه الگویی پایدار برای حل مسائل زیست‌محیطی نیز ارائه می‌دهد. از این علم می‌توان در توسعه فناوری‌های سبز و پایدار و بهبود زندگی انسان‌ها استفاده کرد.

شاهکارهای مهندسی طبیعت

/ برگ نیلوفر آبی

برگ‌های نیلوفر آبی به دلیل ویژگی فوق‌آب‌گریزی (superhydrophobicity) خود شناخته شده‌اند، اما آنچه این خاصیت را به یک شاهکار تبدیل می‌کند، ساختار پیچیده و هوشمندانه آن‌هاست. این ساختار در شرایط محیطی مختلف، همچون باران‌های شدید یا تابش نور خورشید، همچنان کارایی خود را حفظ می‌کند. یکی از نکات جالب در این زمینه، پایداری حرارتی و شیمیایی برگ‌های نیلوفر است. حتی در محیط‌های اسیدی یا قلیایی، خاصیت فوق‌آب‌گریزی به دلیل وجود لایه موم مقاوم، حفظ می‌شود.

برگ‌های نیلوفر آبی از دو لایه اصلی تشکیل شده‌اند:

- لایه میکروسکوپی از برجستگی‌ها (micro-bumps): این برجستگی‌ها به‌طور نامنظم در سطح برگ توزیع شده‌اند و باعث کاهش تماس میان قطرات آب و سطح برگ می‌شوند. این کاهش تماس باعث می‌شود که قطرات آب به‌جای پهن شدن روی سطح، به شکل کره باقی بمانند.

- لایه نانومقیاس از موم‌های طبیعی (nano-waxes): روی این برجستگی‌های میکروسکوپی، لایه‌ای از ترکیبات موم مانند قرار دارد که آب‌گریزی را به حداکثر می‌رساند. این موم‌ها که از ترکیبات آلی خاصی تشکیل شده‌اند، در برابر جذب آب مقاومت کرده و سطحی بسیار لغزنده ایجاد می‌کنند.





اثر نیلوفر آبی (Lotus Effect)

زمانی که قطره‌ای از آب روی برگ نیلوفر می‌افتد، به دلیل حضور برجستگی‌های میکروسکوپی و لایه نانومقیاس، نیروی چسبندگی بین آب و برگ کاهش یافته و نیروی کشش سطحی قطره غالب می‌شود. این نیرو باعث می‌شود که قطره آب گرد باقی بماند و به راحتی از روی سطح بلغزد، در حالی که همزمان ذرات آلودگی را نیز با خود حمل می‌کند.

کاربردهای مهندسی

از زمان کشف اثر نیلوفر آبی، مهندسان در حوزه‌های مختلف تلاش کرده‌اند این ویژگی منحصر به فرد را بازتولید کنند. طراحی مواد با سطح فوق‌آب‌گریز و خودتمیزشونده یکی از دستاوردهای کلیدی در این زمینه است. برای مثال، در صنایع ساختمانی، پوشش‌های نانویی الهام‌گرفته از نیلوفر آبی برای ایجاد نمای خارجی ساختمان‌ها به کار رفته است که مقاومت بالایی در برابر آلودگی و گردوغبار دارند. این پوشش‌ها در مناطقی با آلودگی هوا یا بارش‌های اسیدی، تأثیر شگفت‌انگیزی در کاهش هزینه‌های نگهداری و پاک‌سازی ساختمان‌ها داشته‌اند.

در حوزه مهندسی محیط زیست، کاربرد فناوری‌های مرتبط با نیلوفر آبی به کاهش مصرف مواد شوینده کمک کرده است؛ چرا که سطوح خودتمیزشونده عملاً نیازی به تمیز کردن مکرر ندارند. همچنین در صنایع پزشکی، طراحی ابزارهایی که از تجمع آلودگی جلوگیری کرده و خاصیت ضدباکتری دارند، الهام‌گرفته از همین اثر است.

حتی در حمل‌ونقل، الهام از نیلوفر آبی به توسعه سطوحی در بدنه خودروها و هواپیماها منجر شده است که مقاومت کمتری در برابر هوا یا آب ایجاد کرده و راندمان انرژی را بهبود بخشیده‌اند. این سطوح، با کاهش اصطکاک، بهره‌وری سوخت را افزایش می‌دهند و در عین حال تمیز ماندن بدنه را تضمین می‌کنند.

چالش‌های مهندسان در بازآفرینی اثر نیلوفر آبی

بازسازی سازوکار فوق‌آب‌گریزی نیلوفر آبی در مقیاس صنعتی، چالش‌های متعددی را پیش روی مهندسان قرار داده است. یکی از اصلی‌ترین مشکلات، پیچیدگی ساختارهای نانومقیاس سطح برگ نیلوفر است. این ساختارها شامل ترکیبی از برجستگی‌های میکروسکوپی و لایه‌ای از ترکیبات شیمیایی ویژه هستند که بازتولید دقیق آن‌ها نیازمند تجهیزات پیشرفته و هزینه‌های بالا است.

علاوه بر این، پایداری مواد مصنوعی در شرایط مختلف محیطی، یکی دیگر از چالش‌های اساسی است. مواد طراحی‌شده باید مقاومت بالایی در برابر سایش، اشعه ماوراءبنفش، و تغییرات دما داشته باشند تا بتوانند در محیط‌های واقعی عملکرد مشابه برگ نیلوفر آبی را حفظ کنند.

یکی دیگر از موانع، محدودیت در دسترسی به مواد اولیه برای تولید سطوح فوق‌آب‌گریز است. بسیاری از پوشش‌های موجود برای ایجاد چنین ویژگی‌هایی، از ترکیبات شیمیایی فلورین استفاده می‌کنند که علاوه بر هزینه بالا، تأثیرات زیست‌محیطی مخربی دارند.

در نهایت، انتقال این فناوری از آزمایشگاه به مقیاس صنعتی، همچنان به تحقیقات گسترده و توسعه روش‌های تولید ارزان‌تر نیاز دارد. با وجود این چالش‌ها، تلاش‌های بی‌وقفه برای تقلید از نیلوفر آبی، نشان‌دهنده قدرت الهام‌گیری طبیعت در پیشرفت مهندسی است. این پدیده نه تنها محدود به خواص فوق‌آب‌گریزی است، بلکه چشم اندازهای جدیدی در طراحی مواد پیشرفته برای حل چالش‌های آینده فراهم می‌کند.



پوست کوسه /

پوست کوسه یکی از الهامات شگفت‌انگیز طبیعت است که در طراحی‌های مهندسی به ویژه در حوزه‌های هوافضا، دریانوردی و پزشکی مورد استفاده قرار گرفته است. این ساختار طبیعی به دلیل ویژگی‌های آیرودینامیک و خاصیت ضدباکتریایی، توجه دانشمندان و مهندسان را به خود جلب کرده است.

ساختار سطحی پوست کوسه

پوست کوسه از فلس‌های بسیار کوچکی به نام دنتیکل (denticles) تشکیل شده است. این فلس‌ها، برخلاف تصور اولیه، کاملاً صاف نیستند، بلکه شیارها و برجستگی‌هایی دارند که به شکلی منظم و همپوشان روی سطح پوست قرار گرفته‌اند. این طراحی خاص، اصطکاک بین بدن کوسه و جریان آب را به حداقل می‌رساند و نوعی "لغزش کنترل‌شده" ایجاد می‌کند که سرعت کوسه را بهبود می‌بخشد. علاوه بر این، این ساختار از چسبیدن باکتری‌ها و جلبک‌ها به پوست جلوگیری می‌کند و به نوعی خاصیت ضدباکتریایی طبیعی دارد.

تأثیر پوست کوسه در مهندسی

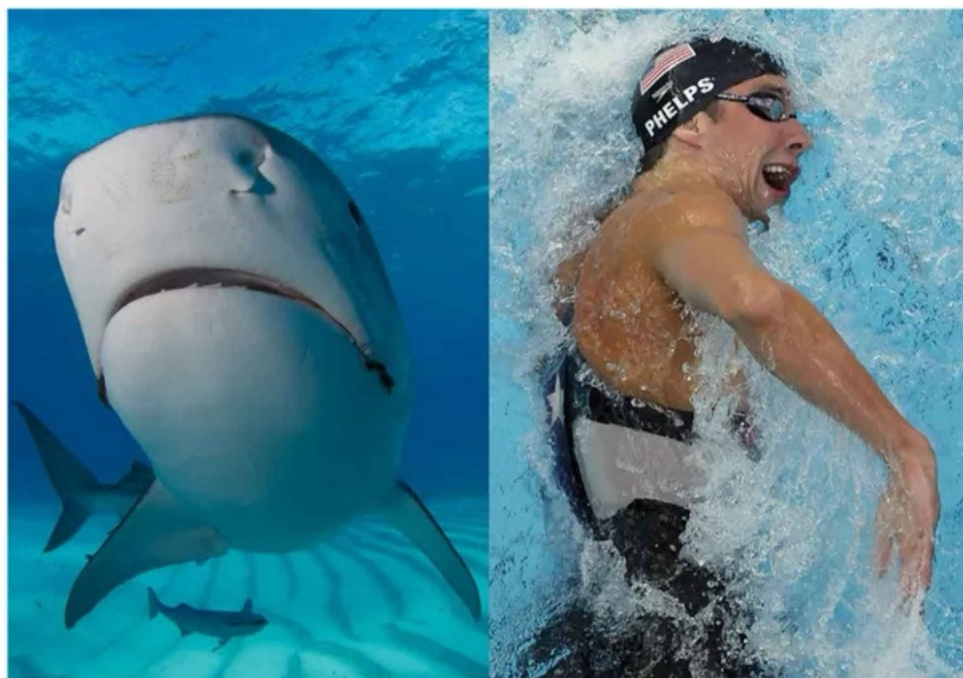
مهندسان مدت‌ها به دنبال راهی برای تقلید این ساختار در طراحی‌های خود بوده‌اند. در صنعت هوافضا، از فناوری الهام‌گرفته از پوست کوسه برای کاهش اصطکاک و افزایش کارایی در پرواز استفاده شده است. پوشش‌هایی که روی بال‌های هواپیما اعمال می‌شوند، با بازتولید شیارهای دنتیکل، جریان هوا را بهتر هدایت کرده و مصرف سوخت را کاهش می‌دهند. در حوزه دریانوردی نیز، بدنه کشتی‌ها با استفاده از فناوری مشابه پوشش داده می‌شود تا مقاومت آب کم شده و سرعت کشتی‌ها افزایش یابد. این طراحی همچنین از تجمع آلودگی‌های دریایی روی بدنه کشتی جلوگیری می‌کند که به کاهش هزینه‌های نگهداری کمک می‌کند.

علاوه بر این، مهندسان در حوزه پزشکی نیز از پوست کوسه الهام گرفته‌اند. ابزارهای جراحی با پوشش‌های ضدباکتریایی مبتنی بر این ساختار طراحی شده‌اند که از چسبیدن میکروب‌ها و باکتری‌ها جلوگیری می‌کنند. این فناوری، به ویژه در بیمارستان‌ها، نقش حیاتی در کاهش عفونت‌های ناشی از تجهیزات دارد. همچنین لباس‌های شنای حرفه‌ای با الگوبرداری از پوست کوسه ساخته شده‌اند که به ورزشکاران اجازه می‌دهد با کارایی بالاتر در مسابقات شرکت کنند.

چالش‌های مهندسان در بازآفرینی پوست کوسه

با این حال، تقلید از این طراحی طبیعی چالش‌های زیادی به همراه داشته است. یکی از بزرگ‌ترین مشکلات، بازتولید دقیق ساختار دنتیکل‌ها در مقیاس نانو است. فناوری‌های پیشرفته مانند لیتوگرافی نوری یا پرینت سه‌بعدی برای این کار مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما هزینه بالای آن‌ها مانع تولید انبوه شده است.

پوست کوسه نشان می‌دهد که طبیعت چگونه راه‌حل‌های هوشمندانه‌ای برای چالش‌های محیطی ارائه داده است. مطالعه این ساختارها، نه تنها به پیشرفت فناوری کمک می‌کند، بلکه به ما یادآوری می‌کند که طبیعت منبعی بی‌پایان از نوآوری‌هاست. درک بهتر این شاهکارها، مهندسان را به توسعه پایدارتر و فناوری‌هایی نزدیک‌تر به اصول زیست‌محیطی هدایت می‌کند.



/ صدف

پوسته صدف یکی از سازه‌های حیرت‌انگیز طبیعت است که به دلیل ساختار بی‌نظیرش، الهام‌بخش مهندسان در حوزه‌های مختلف بوده است. این ماده طبیعی با ترکیبی از استحکام و انعطاف‌پذیری، ویژگی‌هایی دارد که آن را به یکی از پیچیده‌ترین و کارآمدترین سازه‌های زیستی تبدیل کرده است. پوسته صدف که ساختاری لایه‌ای از مواد معدنی و آلی دارد، نمونه‌ای از مهندسی طبیعی برای مقابله با فشارهای مکانیکی و محیطی است.

ساختار پوسته صدف

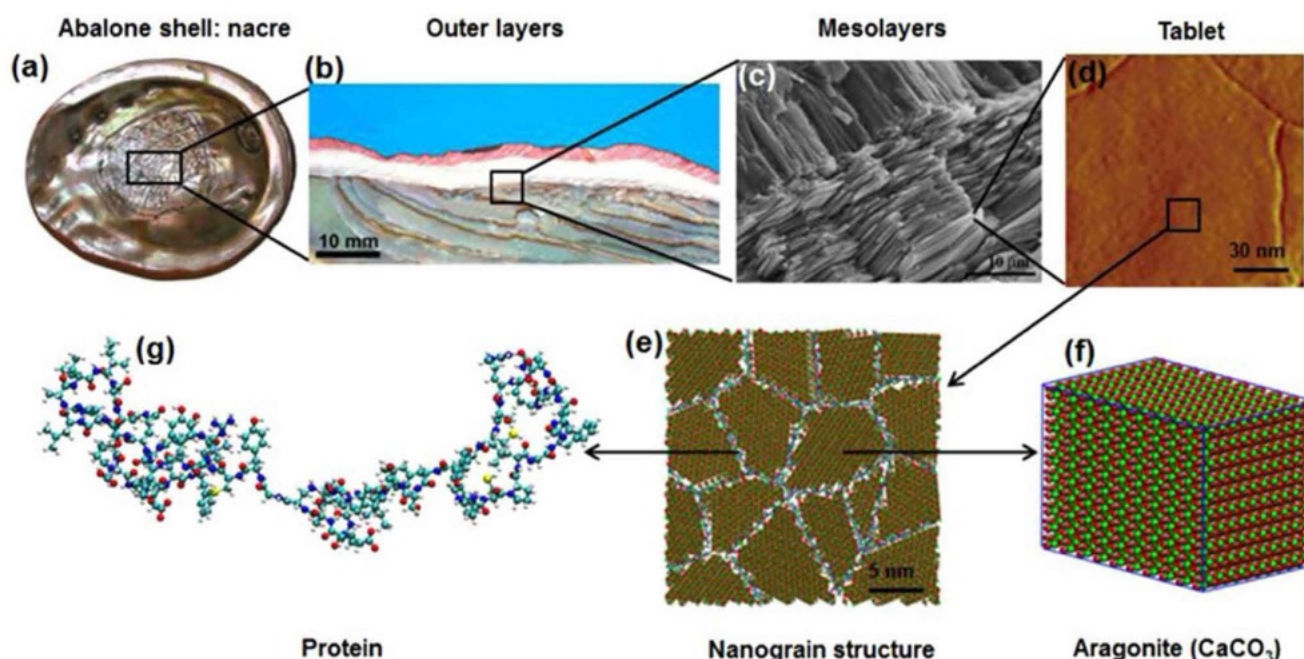
پوسته صدف عمدتاً از کربنات کلسیم (آراگونیت) تشکیل شده است، اما چیزی که این ماده را منحصر به فرد می‌کند، نحوه آرایش آن در ساختارهای میکروسکوپی است. این آرایش، که به نام Nacreous Layer Structure شناخته می‌شود، شامل لایه‌های نازکی از صفحات معدنی است که با یک ماتریس پروتئینی آلی به هم متصل شده‌اند. این طراحی لایه‌ای باعث می‌شود که پوسته صدف در برابر ضربه و فشار مقاوم باشد و در عین حال انعطاف‌پذیری خود را حفظ کند.

کاربردهای مهندسی

مهندسان با مطالعه ساختار پوسته صدف، به دنبال توسعه مواد مصنوعی با ویژگی‌های مشابه هستند. یکی از کاربردهای برجسته این تحقیقات در صنعت پزشکی است. برای مثال، مواد بیومیمتیکی الهام‌گرفته از صدف برای ساخت ایمپلنت‌های استخوانی استفاده می‌شوند که هم استحکام بالایی دارند و هم به خوبی با بدن سازگار هستند. این ایمپلنت‌ها می‌توانند مانند استخوان طبیعی، در برابر ضربه مقاوم باشند و فشارهای وارد شده را به طور مؤثر تحمل کنند.

از این ساختار نیز برای طراحی مصالح ساختمانی مقاوم در برابر زلزله الهام گرفته شده است. تصور کنید دیوارها و سقف‌هایی که نه تنها مقاومت بالایی دارند، بلکه در صورت وارد شدن تنش شدید، به جای فرو ریختن، انرژی را به طور یکنواخت جذب کرده و از گسترش خرابی جلوگیری می‌کنند.

همچنین در صنعت هوافضا، تحقیقات روی استفاده از این ساختار برای ساخت پوشش‌های سبک و مقاوم ادامه دارد. این پوشش‌ها می‌توانند در برابر ضربات خارجی و فشارهای شدید محافظت کنند، بدون اینکه وزن کلی سازه را به طور قابل توجهی افزایش دهند.

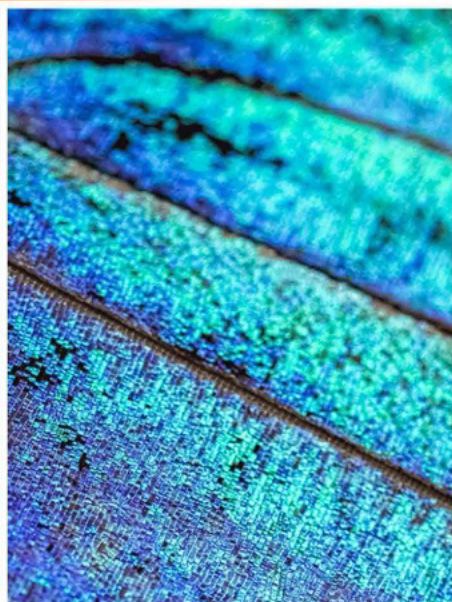


چالش‌های مهندسان در بازآفرینی پوسته صدف

با وجود پیشرفت‌های فناوری، بازتولید دقیق ساختار پیچیده پوسته صدف همچنان چالشی بزرگ است. یکی از مشکلات اصلی، تولید صفحات نانومقیاس معدنی با همان نظم و یکنواختی طبیعی است. همچنین، ایجاد ماتریس آلی با عملکرد مشابه آنچه در صدف وجود دارد، به دانش پیشرفته در حوزه نانوفناوری و شیمی نیاز دارد. یکی دیگر از موانع، هزینه بالای فرآیندهای تولید است. برای مثال، فرایندهایی که برای شبیه‌سازی ساختار صدف به کار می‌روند، مانند رسوب‌دهی لایه‌ای یا پرینت سه بعدی نانومقیاس، هنوز در مراحل ابتدایی توسعه قرار دارند و برای تولید انبوه مناسب نیستند.

پوسته صدف نمادی از طراحی هوشمندانه طبیعت است که ترکیبی بی‌نظیر از استحکام و انعطاف را ارائه می‌دهد. الهام گرفتن از این سازه، دریچه‌ای به سوی توسعه مواد نوآورانه باز کرده است. مهندسان با تلاش برای تقلید از این طراحی طبیعی، نه تنها به دنبال بهبود کارایی مواد مصنوعی هستند، بلکه به ما یادآوری می‌کنند که طبیعت همیشه یک قدم جلوتر از علم است و هنوز رازهای زیادی برای کشف دارد.

بال پروانه



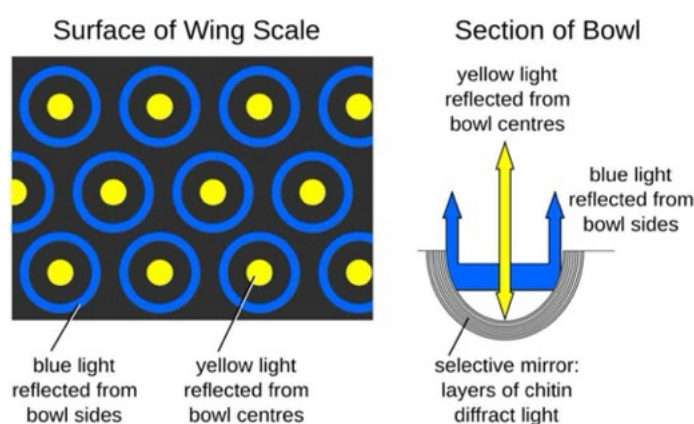
بال‌های پروانه‌ها، با زیبایی خیره‌کننده و رنگ‌های متنوع، نه تنها الهام‌بخش هنر و طراحی هستند، بلکه از نظر علمی نیز یک شاهکار طبیعی به حساب می‌آیند. سطح بال پروانه‌ها از پولک‌های میکروسکوپی تشکیل شده که به صورت همپوشانی چیده شده‌اند. این پولک‌ها شامل نانوساختارهایی با چینش دقیق هستند که باعث شکست، انعکاس،

و تداخل نور می‌شوند. این نانوساختارها معمولاً از لایه‌های شفاف کیتین تشکیل شده‌اند و به گونه‌ای طراحی شده‌اند که طول موج‌های خاصی از نور را تقویت و بقیه را حذف می‌کنند. به همین دلیل، رنگ‌های درخشان‌مانند آبی و سبز در بال‌های پروانه‌ها مشاهده می‌شود، بدون اینکه هیچ رنگ‌دانه‌ای در میان باشد. این پدیده را Structural Coloration می‌نامند. این رنگ‌دانه‌ها، برخلاف رنگ‌دانه‌های معمولی، نه تنها مقاوم‌تر هستند، بلکه پایدارتر نیز بوده و با گذر زمان از بین نمی‌روند. طبیعت با این روش توانسته بال‌های پروانه‌ها را هم به ابزاری برای جلب توجه تبدیل کند و هم به آن‌ها کمک کند تا در محیط‌های خاصی استتار کنند.

کاربردهای مهندسی

ساختار بال پروانه‌ها الهام‌بخش بسیاری از نوآوری‌ها در مهندسی بوده است. یکی از مهم‌ترین کاربردهای آن، تولید رنگ‌دانه‌هایی است که بدون نیاز به مواد شیمیایی مضر، رنگ‌هایی بادوام و جذاب ایجاد می‌کنند. این رنگ‌ها در صنایعی مانند مد، دکوراسیون، و حتی خودروسازی به کار گرفته شده‌اند. علاوه بر این، ساختار این بال‌ها الگویی برای بهبود بازدهی سلول‌های خورشیدی فراهم کرده است. با تقلید از نحوه تعامل نور با این پولک‌ها، مهندسان توانسته‌اند سلول‌هایی طراحی کنند که نور را بهتر جذب کرده و بازده انرژی بیشتری دارند.

یکی دیگر از دستاوردهای الهام‌گرفته از بال پروانه‌ها، توسعه پوشش‌های ضدانعکاس است. این پوشش‌ها، که در لنزهای دوربین، عینک‌ها و صفحات نمایش استفاده می‌شوند، بازتاب نور را به حداقل رسانده و کیفیت تصویر را بهبود می‌بخشند. همچنین، حساسیت بال پروانه‌ها به تغییرات محیطی، مانند رطوبت و دما، الهام‌بخش تولید حسگرهایی برای شناسایی شرایط محیطی و کاربردهای پزشکی شده است.



چالش‌های مهندسی در بازآفرینی بال پروانه

با وجود تمام این دستاوردها، بازتولید دقیق ساختار بال پروانه‌ها در آزمایشگاه هنوز چالش‌برانگیز است. فناوری‌های پیشرفته‌ای مانند نانوفابریکیشن و چاپ سه‌بعدی نانویی برای شبیه‌سازی این ساختارها استفاده می‌شوند، اما فرآیند تولید انبوه با چنین دقتی همچنان دشوار و پرهزینه است. علاوه بر این، یافتن مواد جایگزینی که خواص مشابهی داشته باشند، یکی دیگر از مشکلاتی است که مهندسان با آن مواجه هستند. با وجود این چالش‌ها، مطالعه بال پروانه‌ها نشان می‌دهد که طبیعت چطور می‌تواند الهام‌بخش فناوری‌های پیشرفته‌ای باشد که نه تنها عملکردی، بلکه زیباشناختی نیز هستند. این پیوند میان مهندسی و طبیعت، راه را برای ابداعات آینده هموار کرده و به ما نشان می‌دهد که با نگاه دقیق‌تر به محیط اطراف، می‌توان به دستاوردهایی خیره‌کننده دست یافت.

آینده علم بیومیمتیک

علم بیومیمتیک با نگاه به طراحی‌های پیچیده و عملکرد بی‌نظیر طبیعت، افق‌های جدیدی را برای مهندسان و دانشمندان گشوده است. اما آنچه تاکنون به دست آمده تنها آغاز راه است. آینده این علم، پر از نوآوری‌هایی است که نه تنها زندگی انسان‌ها را متحول می‌کند، بلکه تعاملی عمیق‌تر میان مهندسی و طبیعت برقرار خواهد کرد. با پیشرفت‌هایی که در هوش مصنوعی و فناوری شبیه‌سازی دیجیتال حاصل شده، دانشمندان توانسته‌اند مدل‌های طبیعی پیچیده را با دقت بی‌سابقه‌ای تحلیل کنند. این ابزارها امکان طراحی مهندسی با الهام از طبیعت را با سرعت و دقت بیشتری فراهم کرده‌اند.

شاید روزی برسد که به کمک بیومیمتیک بتوانیم خودمان "طبیعت مصنوعی" خلق کنیم؛ موادی که نه تنها الهام‌گرفته از طبیعت هستند، بلکه از آن فراتر می‌روند. بیومیمتیک دریچه‌ای به سوی آینده‌ای هوشمندتر است.

/ سبحان حیدری

به توان تمام کشور

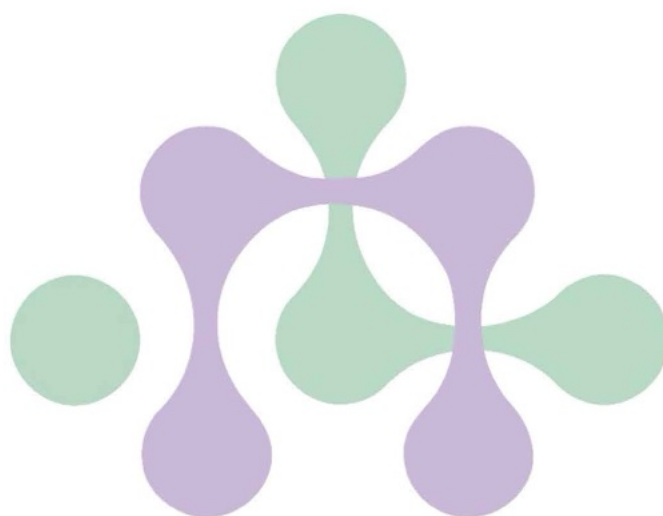
معرفی شبکه آزمایشگاهی فناوری‌های راهبردی (لبزنت)

سید محمد مهدی نعمت‌اللهی، دانشجوی کارشناسی‌ارشد مهندسی مواد دانشگاه صنعتی امیرکبیر

از الزامات انجام پژوهش‌های کاربردی برای پیشرفت و دستیابی به فناوری‌های جدید، دسترسی به تجهیزات آزمایشگاهی پیشرفته و استاندارد است. اگر شما هم قصد انجام یک پروژه تحقیقاتی را داشته باشید، قطعاً از خدمات آزمایشگاهی مورد نیاز برای آن آگاه هستید. اما اگر خدمات مورد نیاز را در دانشکده یا دانشگاه خودمان پیدا نکردیم، چاره چیست؟

از قدیم تا به امروز یکی از مشکلات پژوهشگران، دانشجویان و صاحبان صنایع این بوده است که وقتی نیاز به انجام یک آزمایش یا استفاده از تجهیزات آزمایشگاهی خاصی را داشته‌اند، هیچ پایگاه داده جامعی در دسترس نبوده است که بتوانند از طریق آن، خدمات موردنظر خود را پیدا کنند. در کشور ما باوجود سرمایه‌گذاری زیاد برای خرید تجهیزات پیشرفته و ایجاد آزمایشگاه‌های مختلف، همواره به دلیل ناکارآمدی سیستم خدمات‌دهی این آزمایشگاه‌ها، محققین با مشکل دسترسی به سرویس آزمایشگاهی مناسب مواجه بوده‌اند و تقاضا برای خرید تجهیزات جدید همیشه وجود داشته است. این در حالی است که ممکن است تجهیزات آزمایشگاهی پیشرفته‌ای در سطح شهر یا کشورمان وجود داشته باشد که آنطور که باید، مورد استفاده محققین قرار نگرفته باشد. از طرف دیگر، آزمایشگاه‌ها نیز همیشه به دنبال فضایی بوده‌اند تا بتوانند به‌وسیله آن، خدمات خود را معرفی کنند. برای حل این مشکل، معاونت علمی و فناوری ریاست‌جمهوری در سال 1393 بستری را با عنوان «شبکه آزمایشگاهی فناوری‌های راهبردی» یا همان «لبزنت» فراهم کرد تا از طریق آن به شناسایی و طبقه‌بندی آزمایشگاه‌های کشور و جمع‌آوری اطلاعات دستگاه‌ها و آزمون‌های موجود بپردازد.

امروزه پژوهشگران کشورمان، بسیاری از خدمات آزمایشگاهی خود را از طریق لبزنت دریافت می‌کنند. همچنین لبزنت حمایت‌های خوبی را نیز برای دانشجویان تحصیلات تکمیلی فراهم کرده است. دانشجویان کارشناسی‌ارشد و دکتری که پروپوزالشان ثبت شده باشد، برای هر فصل از سال می‌توانند از 4 میلیون تومان اعتبار برای استفاده از خدمات آزمایشگاهی با تخفیف 50% بهره‌مند شوند. همچنین دانشجویان کارشناسی نیز می‌توانند در صورت نیاز، از اعتبار استاد راهنمای خود استفاده نمایند. اگر شما نیز تاکنون از لبزنت استفاده نکرده‌اید، می‌توانید برای این منظور با مراجعه به وبسایت labsnet.ir، با خدمات آن آشنا شوید.



شبکه آزمایشگاهی فناوری‌های راهبردی

Iran High-Tech Laboratory Network

/ سید محمد مهدی نعمت‌اللهی

گامی برای پیشرفت

معرفی آزمایشگاه گام در مصاحبه با دکتر مالک نادری

سید محمد مهدی نعمت‌اللهی، دانشجوی کارشناسی‌ارشد رشته مهندسی مواد دانشگاه صنعتی امیرکبیر

آزمایشگاه تحقیقاتی گام یا Graphene and Advanced Materials از آزمایشگاه‌های پیشرو در انجام پروژه‌های تحقیقاتی و مرتبط با صنعت در کشور است. این آزمایشگاه با مدیریت دکتر مالک نادری، استاد دانشکده مهندسی مواد و متالورژی دانشگاه صنعتی امیرکبیر، همراه است. ایشان مقطع کارشناسی و کارشناسی‌ارشد خود را در دانشگاه علم و صنعت ایران و مقطع دکتری خود را در دانشگاه صنعتی آخن آلمان گذرانده‌اند. دکتر نادری در سال ۱۳۹۴ تصمیم به تأسیس آزمایشگاه گام جهت پیشبرد فعالیت‌های تحقیقاتی خود می‌گیرند. در این مصاحبه با ایشان همراه شدیم تا اطلاعات بیشتری را در رابطه با تاریخچه، سیر فعالیت‌ها و چشم انداز آزمایشگاه گام به دست بیاوریم:

- از تاریخچه تأسیس آزمایشگاه گام برایمان بگویید!

+ بسم الله الرحمن الرحيم. آزمایشگاه گام در شکل حاضر خود تقریباً از سال ۱۳۹۴ شکل گرفت. قبل از آزمایشگاه گام، من آزمایشگاه دیگری نداشتم و بچه‌ها خیلی سخت‌شان بود؛ مثلاً در یک زیرپله در دانشکده معدن کار می‌کردند یا آزمایشگاهی در مرکز تحقیقات زیست فناوری دانشگاه تهران اجاره کرده بودیم. الحمدلله با مساعدتی که دانشگاه داشت، یک مکانی را در محل آزمایشگاه مرکزی سابق به ما دادند و آزمایشگاه گام را تأسیس کردیم و از آن روز کارها را دنبال می‌کنیم.



- برجسته‌ترین پژوهش صورت‌گرفته در آزمایشگاه گام را چه چیزی می‌دانید؟

+ پژوهش‌های خیلی زیادی را ما اینجا انجام دادیم و هر کدامشان هم جذابیت‌های خاص خودش را داشته است. ولی شاید یک اتفاق خوب این بود که ما بحث گرافن یا هواژل گرافن را هم‌زمان یا با دو سه سال تأخیر نسبت به آنچه که در دنیا در حال رخ دادن بود، شروع کردیم. این واقعاً برای من خیلی جای خوشبختی بود که یک کاری را شروع کردیم که امروز در آزمایشگاه ما کاملاً نهادینه شده است. یک کار بسیار با دانش فنی بالا که سنتز و تولید آن را هم‌گام با روند جهانی پیش بردیم. در ادامه از این فناوری در پروژه‌های مختلفی استفاده کرده و بهره بردیم. پروژه‌های دیگری هم هست که واقعاً همه آنها موردعلاقه من است؛ یعنی همه‌شان پروژه‌های خیلی خوبی بوده‌اند، ولی بحث دستیابی به دانش فنی آئروژل گرافن برای من یک از جذاب‌ترین‌ها بوده است.

- آزمایشگاه گام در حال حاضر چه خدماتی را می‌تواند ارائه کند و قادر به انجام پروژه در چه زمینه‌هایی است؟

+ آزمایشگاه گام یک سری کارهای خدماتی ارائه می‌کند و دستگاه‌هایی نظیر کوره لوله‌ای، آسیاب گلوله‌ای ماهواره‌ای، سانتریفیوژ، انکوباتور، التراسونیک پروبی و حمامی را در دسترس دارد. همچنین می‌تواند آزمون‌هایی از جمله اندازه‌گیری زاویه تماس، طیف‌سنجی مرئی-فرابنفش و آزمون‌های الکتروشیمیایی را انجام دهد. اما عمده کارهایی که ما در آزمایشگاه گام انجام می‌دهیم، تحقیقات بنیادی و مرز دانش با رویکرد کاربردی است. ما در زمینه تلقیح کامپوزیت‌ها با نانومواد و گرافن، در بحث



جاذب‌ها، معرفی مواد جدید، فرایندهای جدید سنتز، استحصال مواد جدید و تولید و دستیابی به دانش فنی برخی از مواد پیشرفته هم می‌توانیم خدمات تحقیقاتی خیلی خوبی انجام دهیم.



- خاطره‌ای به یادماندنی از آزمایشگاه گام که بخواهید برای ما تعریف کنید؟
+ خاطره زیاد است، اما بهترین خاطره‌ای که از آزمایشگاه گام به خاطر دارم، همین ورود و خروج بچه‌های بسیار باهوش و بانگیزه است که در آزمایشگاه داشته و داریم و هر روز هم تکرار می‌شود. شاید نحوه شکل‌گیری آزمایشگاه گام هم خودش یک خاطره خیلی جذاب باشد که تقریباً از یک میز و پنج عدد صندلی دست‌دوم که از پارچه‌فروشی‌های کنار خیابان ولیعصر خریداری شده بود، شروع شد. روزی که بچه‌ها پشت آنها نشستند، من حس کردم که این آزمایشگاه دیگر شکل گرفته است.

- در نهایت چه چشم‌اندازی را برای آزمایشگاه گام متصور هستید؟
+ چشم‌اندازی که در ذهن دارم این است که ما تبدیل بشویم به یک آزمایشگاه تحقیقاتی بین‌المللی و دارای رتبه جهانی و شناخته‌شده در جهان. این هدفی است که ما دنبال می‌کنیم و من خیلی خوش‌بین هستم که این اتفاق بیفتد؛ یعنی روند آزمایشگاه گام در طی این چند سال و شتاب رشد آن، با توجه به ظرفیت دانشجوهای توانمندی که وارد آن می‌شوند، کاملاً این نوید را به ما می‌دهد که بتوانیم یک آزمایشگاه مطرح بین‌المللی داشته باشیم و در پروژه‌های بزرگی که در دنیا انجام می‌شود، نقش داشته باشیم. همچنین ان‌شاءالله محققینی از کشورهای مختلف هم داشته باشیم. همان‌طور که می‌دانید، هم‌اکنون آزمایشگاه گام در حال چاپ یک مجله بین‌المللی به نام NSAM است که دو شماره از آن تاکنون منتشر شده است. یک سطح بین‌المللی و با رتبه بالا برای آن متصور هستیم. مجله، کارهای تحقیقاتی، مقالات، اختراعات و کتاب‌های منتشرشده توسط ما با همکاری دانشمندان برجسته جهان، ان‌شاءالله این نوید را می‌دهد که آزمایشگاه گام، یک آزمایشگاه برجسته جهانی شود. من امیدوارم سخنرانی‌ها و ارتباطات بین‌المللی با دانشمندان مطرح جهان را همان‌طور که از قبل هم داشتیم، همچنان ادامه دهیم.

- کلام آخر یا صحبتی که بخواهید مطرح کنید؟
+ من می‌خواهم این را بگویم که ما کاستی‌های زیادی قطعاً در کشور داریم، ولی من خیلی امیدوار هستم که بتوانیم تحقیقاتی را در سطح جهانی داشته باشیم و فضایی را فراهم کنیم که بچه‌های باهوش و توانمند بتوانند در آنجا به‌خوبی فعالیت کنند. دوست دارم همکارانم، اساتید و دانشجویان را امیدوار کنم که علی‌رغم همه مشکلات، می‌شود کارهای خیلی بزرگی را انجام داد ان‌شاءالله.



الکتروکاتالیست‌ها

قهرمان پنهان دنیای واکنش‌های شیمیایی

فرض کنید می‌خواهید از روی یک تپه به پایین سُر بخورید. انرژی مورد نیاز برای غلتیدن به پایین، همان انرژی فعال‌سازی است. حال، اگر روی این تپه، مقداری روغن بریزید (کاتالیست)، اصطکاک کم شده و برای شروع حرکت به پایین، انرژی کمتری لازم است. روغن (کاتالیست) در این فرآیند مصرف نمی‌شود و همچنان می‌توانید از آن برای تسهیل سر خوردن‌های بعدی استفاده کنید.

الکتروکاتالیست‌ها مواد شیمیایی هستند که در فرآیندهای الکتروشیمیایی مانند تجزیه آب، سوخت‌های سلولی و تولید انرژی از واکنش‌های اکسایش و کاهش (Redox) نقش کلیدی دارند. این مواد قادرند واکنش‌های شیمیایی را با سرعت و کارایی بالاتر و عین حال نیاز به انرژی کمتر را تسهیل کنند. در این راستا، الکتروکاتالیست‌ها به‌ویژه در زمینه‌های تولید هیدروژن سبز، ذخیره‌سازی انرژی و سنتز مواد شیمیایی پایدار بسیار مهم هستند.

برای استفاده‌های صنعتی و تجاری، مواد مختلفی مانند فلزات گرانبها (مثل پلاتین)، ترکیبات غیرآلی (مثل کربن و نیتrideها) و مواد کربنی با فعالیت بالا به عنوان الکتروکاتالیست در نظر گرفته می‌شوند. در سال‌های اخیر، تلاش‌های زیادی برای کاهش هزینه‌ها و بهبود کارایی الکتروکاتالیست‌ها از طریق استفاده از مواد نانو و ترکیبات جدید صورت گیرد.



ویژگی‌های مطلوب یک الکتروکاتالیست

فعالیت بالا: کاتالیست باید توانایی افزایش سرعت واکنش شیمیایی را داشته باشد بدون اینکه خود در واکنش مصرف شود.

انتخاب‌پذیری: کاتالیست باید واکنش خاصی را تسهیل کند و از بروز واکنش‌های جانبی یا نامطلوب جلوگیری کند.

پایداری و طول عمر زیاد: کاتالیست باید در طول زمان و تحت شرایط مختلف واکنش، بدون کاهش عملکرد خود، باقی بماند.

قیمت مناسب: برای استفاده صنعتی، کاتالیست باید هزینه تولید و استفاده مناسبی داشته باشد تا از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه باشد.

قابلیت بازسازی و تجدید: کاتالیست باید قابل بازسازی یا احیا باشد تا پس از مصرف یا کاهش فعالیت بتوان آن را به حالت اولیه بازگرداند.

توانایی فعال‌سازی مولکول‌های واکنش‌دهنده: کاتالیست باید قادر باشد مولکول‌های واکنش‌دهنده را به شکلی فعال و قابل واکنش تبدیل کند.

عدم تغییر در ساختار و ویژگی‌ها در دما و فشار بالا: کاتالیست باید در شرایط سخت واکنش، مثل دما و فشار بالا، پایدار باقی بماند.

این ویژگی‌ها کمک می‌کنند تا الکتروکاتالیست به طور مؤثر و کارآمد در فرآیندهای شیمیایی مختلف عمل کند.

نقش سطح فعال در الکتروکاتالیست‌ها

در الکتروکاتالیست‌ها، سطح فعال نقش بسیار مهمی ایفا می‌کند زیرا واکنش‌های الکتروشیمیایی عمدتاً در سطح کاتالیست رخ می‌دهند. سطح فعال به مناطقی از کاتالیست اطلاق می‌شود که در آن‌ها مولکول‌ها یا یون‌های واکنش‌دهنده می‌توانند با کاتالیست تعامل کنند و واکنش‌های مورد نظر انجام شود.



انواع الکتروکاتالیست‌ها

الکتروکاتالیست‌های مبتنی بر فلزات گرانبها

الکتروکاتالیست‌های مبتنی بر فلزات گرانبها، به طور معمول شامل فلزاتی مانند پلاتین (Pt)، پالادیوم (Pd)، طلا (Au) و رودیم (Rh) هستند که به دلیل ویژگی‌های خاص خود در واکنش‌های الکتروشیمیایی به‌ویژه در سلول‌های سوختی، تجزیه و تحلیل گازها، و فرایندهای تولید هیدروژن و اکسیژن، استفاده می‌شوند.

در مجموع، الکتروکاتالیست‌های مبتنی بر فلزات گرانبها به دلیل ویژگی‌های ممتاز خود در واکنش‌های الکتروشیمیایی، به‌ویژه در فرآیندهای تولید انرژی پاک، از اهمیت زیادی برخوردار هستند، اما چالش‌هایی مانند هزینه و منابع محدود، استفاده گسترده از آن‌ها را محدود کرده است. این دسته منسوخ شده‌اند.

الکتروکاتالیست‌های مبتنی بر فلزات غیرگرانبها

الکتروکاتالیست‌های مبتنی بر فلزات غیرگرانبها (Non-precious metals) شامل فلزات ارزان قیمت‌تر و در دسترس‌تر از فلزات گرانبها هستند. این فلزات می‌توانند به عنوان جایگزین‌های اقتصادی برای فلزات گرانبها در فرآیندهای الکتروشیمیایی مانند تولید انرژی (سلول‌های سوختی، تجزیه و تولید هیدروژن) و تبدیل انرژی (باتری‌ها، الکترولیز آب) استفاده شوند.

الکتروکاتالیست‌های مبتنی بر فلزات غیرگرانبها به دلیل هزینه پایین و دسترسی بیشتر، به عنوان گزینه‌های جذاب برای کاربردهای صنعتی در فرآیندهای الکتروشیمیایی شناخته می‌شوند. با این حال، چالش‌هایی نظیر فعالیت کاتالیزوری کمتر و پایداری پایین‌تر نسبت به فلزات گرانبها وجود دارد که نیاز به تحقیقات بیشتر برای بهبود این ویژگی‌ها دارد.

الکتروکاتالیست‌های کربنی و نانومواد

الکتروکاتالیست‌های کربنی و نانومواد به مواد و ساختارهایی اطلاق می‌شود که برای تسهیل و بهبود واکنش‌های الکتروشیمیایی در فرایندهای مختلف مانند سوخت‌های سلولی، ذخیره انرژی و تبدیل انرژی استفاده می‌شوند. این مواد به دلیل ویژگی‌های خاص خود در مقیاس نانو و همچنین ساختار کربنی‌شان، در این زمینه‌ها توجه زیادی را جلب کرده‌اند.

ترکیب الکتروکاتالیست‌های کربنی و نانومواد

ترکیب کربن با نانومواد دیگر (مانند نانوذرات فلزی، اکسیدهای فلزی یا ترکیبات نانوکامپوزیتی) می‌تواند عملکرد کاتالیزوری را به شدت افزایش دهد. این ترکیبات به دلیل داشتن ویژگی‌های چندگانه، می‌توانند بهینه‌سازی واکنش‌ها را انجام دهند و کارایی سیستم‌های انرژی را بهبود بخشند.

الکتروکاتالیست‌های کربنی و نانومواد به دلیل ویژگی‌های خاص خود می‌توانند جایگزین‌های مناسبی برای کاتالیزورهای گران‌قیمت و ناپایدار باشند و در آینده نقش کلیدی در فناوری‌های انرژی پاک و پایدار ایفا کنند.

فرآیندها و کاربردهای اصلی الکتروکاتالیست‌ها

پیل‌های سوختی

پیل‌های سوختی در زمینه الکتروکاتالیست‌ها نقش اساسی دارند، زیرا این کاتالیزورها فرآیندهای الکتروشیمیایی را که در پیل‌ها رخ می‌دهند تسریع و بهینه می‌کنند. در واقع، الکتروکاتالیست‌ها به‌طور مستقیم در واکنش‌های اکسیداسیون و کاهش در آند و کاتد شرکت می‌کنند که منجر به تولید انرژی الکتریکی می‌شود. تحقیق در این زمینه به‌ویژه در جهت کاهش هزینه‌ها و افزایش پایداری سیستم‌ها، بسیار مهم است.

کاربردهای الکتروکاتالیست‌ها در پیل‌های سوختی

- پلاتین: رایج‌ترین کاتالیزور برای این واکنش‌ها در پیل‌های سوختی هیدروژنی است، به ویژه در کاتد برای واکنش کاهش اکسیژن.

- نانومواد: مواد کربنی یا نانوذرات فلزی به‌عنوان جایگزین‌های ارزان‌تر و پایداری‌تر برای کاتالیزورهای پلاتینیوم بررسی می‌شوند.

تولید هیدروژن

کاهش کربن دی‌اکسید به کمک الکتروکاتالیست‌ها یک راهکار مهم برای کاهش انتشار CO_2 به جو و تبدیل آن به مواد مفید و قابل استفاده است. این فرآیند می‌تواند در آینده نقش مهمی در کاهش اثرات تغییرات اقلیمی و تولید مواد شیمیایی و سوخت‌های پاک ایفا کند. با این حال، چالش‌هایی نظیر افزایش بازده و انتخاب‌پذیری محصولات همچنان نیاز به تحقیق و توسعه دارند تا به تجاری‌سازی این فناوری در مقیاس‌های بزرگ کمک کنند.

فرآیند کلر-آلکالی قلیا

فرآیند کلر-آلکالی قلیا با استفاده از الکتروکاتالیست‌ها به‌عنوان یک فناوری حیاتی در صنایع شیمیایی به‌شمار می‌آید. این فرآیند به تولید محصولات ارزشمندی مانند کلر، سود سوزآور و هیدروژن می‌پردازد و الکتروکاتالیست‌ها در این فرآیند نقش کلیدی در بهبود کارایی، کاهش مصرف انرژی و افزایش پایداری سیستم‌ها دارند.

کاهش CO_2

کاهش کربن دی‌اکسید (CO_2) در الکتروکاتالیست‌ها یک فرآیند شیمیایی است که به‌طور خاص برای تبدیل گاز CO_2 به ترکیبات مفیدتر مانند اتیلن (C_2H_4)، متان (CH_4)، متانول (CH_3OH) یا اسید فرمیک (HCOOH) از طریق واکنش‌های الکتروشیمیایی طراحی شده است. این فرآیند که به نام کاهش الکتروشیمیایی کربن دی‌اکسید (CO_2RR) شناخته می‌شود، یکی از روش‌های نوین برای مقابله با تغییرات اقلیمی و تولید انرژی‌های سبز محسوب می‌شود.

کاهش کربن دی‌اکسید به کمک الکتروکاتالیست‌ها یک راهکار مهم برای کاهش انتشار CO_2 به جو و تبدیل آن به مواد مفید و قابل استفاده است. این فرآیند می‌تواند در آینده نقش مهمی در کاهش اثرات تغییرات اقلیمی و تولید مواد شیمیایی و سوخت‌های پاک ایفا کند.

ویژگی های طراحی الکتروکاتالیست ها

طراحی الکتروکاتالیست ها به منظور بهبود عملکرد واکنش های الکتروشیمیایی نظری V واکنش های کاهش اکسیژن (ORR) و واکنش های تولید هیدروژن (HER) یا واکنش های کاهش نیتروژن (NRR) در سیستم های انرژی مانند سلول های سوختی و الکترولیزورها، به چندین ویژگی کلیدی نیاز دارد

فعالیت کاتالیزوری بالا

الکتروکاتالیست ها باید قادر به تسهیل واکنش های مورد نظر با کاهش انرژی فعال سازی و افزایش سرعت واکنش باشند. این ویژگی معمولاً با انتخاب مواد مناسب که توانایی جذب و فعال سازی مولکول های واکنش دهنده را دارند، حاصل می شود.

پایداری طولانی مدت

برای کاربردهای عملی، الکتروکاتالیست ها باید در شرایط عملیاتی مختلف (مانند دما و pH متغیر) به مدت طولانی پایداری خود را حفظ کنند. از این رو، مقاومت در برابر خوردگی و تغییرات فازی اهمیت زیادی دارد.

هدایت الکتریکی خوب

الکتروکاتالیست ها باید قادر به انتقال الکترون ها به طور مؤثر از سطح کاتالیزور به واکنش دهنده ها و محصولات باشند. این ویژگی باعث کاهش مقاومت داخلی و بهبود عملکرد کلی دستگاه می شود.

انتخاب پذیری بالا

در بسیاری از واکنش ها، انتخاب پذیری الکتروکاتالیست به این معنی است که کاتالیزور باید به طور خاص برای یک واکنش خاص فعال باشد و از واکنش های غیرمطلوب جلوگیری کند. این ویژگی بسیار حیاتی است، به ویژه در فرآیندهایی مانند تولید هیدروژن و اکسیژن.

هزینه و دسترسی مواد

برای استفاده تجاری و عملیاتی از الکتروکاتالیست ها، هزینه مواد اولیه و فرایندهای تولید باید اقتصادی و مقیاس پذیر باشد. استفاده از مواد نادر یا گران قیمت مانند پلاتین می تواند محدودیت هایی به همراه داشته باشد.

ساختار سطحی بهینه

سطح کاتالیزور باید به گونه ای طراحی شود که فعال ترین سایت ها برای واکنش های الکتروشیمیایی فراهم شوند. استفاده از نانوساختارها، چین خوردگی ها یا ترکیب با مواد دیگر می تواند به افزایش سطح فعال و بهبود عملکرد کمک کند.

حجم مولکولی و ترکیب مناسب

انتخاب ترکیب مناسب از مواد مختلف (مثلاً فلزات گرانبها، کربن و مواد کربنی) و کنترل ویژگی های ساختاری نظیر اندازه دانه ها، خلل و فرج سطح و ترکیب مولکولی می تواند به بهبود عملکرد الکتروکاتالیست کمک کند.

این ویژگی ها با هم، نقش اساسی در بهبود بازدهی، کارایی و پایداری سیستم های انرژی الکتروشیمیایی دارند.

چالش‌ها و محدودیت‌های الکتروکاتالیست‌ها

الکتروکاتالیست‌ها، علی‌رغم پتانسیل بالای خود در کاربردهایی مانند سلول‌های سوختی، الکترولیز آب، و تولید مواد شیمیایی از منابع تجدیدپذیر، با چالش‌ها و محدودیت‌های متعددی روبه‌رو هستند که می‌تواند توسعه و استفاده تجاری آن‌ها را محدود کند. برخی از چالش‌ها و محدودیت‌های اصلی به شرح زیر هستند:

پایداری و مقاومت در برابر خوردگی

- بسیاری از الکتروکاتالیست‌ها تحت شرایط عملیاتی (مانند pH پایین یا دمای بالا) ممکن است دچار تخریب یا تغییر فاز شوند. این تغییرات می‌توانند منجر به کاهش فعالیت کاتالیزوری و عمر کوتاه‌تر سیستم‌های الکتروشیمیایی شوند؛ به ویژه کاتالیزورهای مبتنی بر فلزات گرانبها مانند پلاتین ممکن است در طول زمان دچار خوردگی یا کاهیدگی شوند که عملکرد را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

هزینه بالا

- بسیاری از الکتروکاتالیست‌های مؤثر از مواد گرانبه‌ایی مانند پلاتین و رودیوم ساخته می‌شوند. این باعث افزایش هزینه تولید سیستم‌های الکتروشیمیایی و کاهش مقیاس‌پذیری آن‌ها می‌شود؛ تلاش برای جایگزینی فلزات گرانبها با مواد ارزان‌تر و فراوان‌تر (مانند کربن یا فلزات غیرگران‌بها) همچنان یک چالش است.

پایداری در طولانی‌مدت

- بسیاری از سیستم‌های الکتروشیمیایی در عمل ممکن است تحت شرایط متغیر (به‌ویژه در طی فرآیندهای طولانی‌مدت) دچار افت عملکرد شوند. این مسئله ناشی از تخریب سطح کاتالیزور، رسوب‌گذاری مواد غیرمطلوب یا تغییرات فازی است. بهبود پایداری در طولانی‌مدت، به ویژه در دماها و pH‌های بالا، یکی از چالش‌های بزرگ در طراحی الکتروکاتالیست‌ها است.

عدم توانایی در مقیاس‌پذیری

- حتی اگر الکتروکاتالیست‌ها در مقیاس آزمایشگاهی عملکرد خوبی داشته باشند، مقیاس‌پذیری به سطح صنعتی می‌تواند چالش‌های جدیدی ایجاد کند. فرایندهای تولید الکتروکاتالیست‌ها معمولاً پیچیده و پرهزینه هستند و انتقال آن‌ها به مقیاس بزرگ‌تر نیاز به پیشرفت‌های بیشتر در تولید و فناوری‌های فرآیند دارد.

طراحی و مهندسی مواد

- طراحی الکتروکاتالیست‌ها به‌طور دقیق و بهینه برای واکنش‌های خاص هنوز یک چالش عمده است. ویژگی‌هایی مانند ساختار نانوساختاری، ترکیب مواد، و نحوه توزیع سایت‌های فعال باید به دقت تنظیم شوند. این فرآیند نیاز به تحقیق و توسعه گسترده در سطح مولکولی و نانو مقیاس دارد.

دشواری در ارزیابی عملکرد

- ارزیابی دقیق و قابل اطمینان عملکرد الکتروکاتالیست‌ها در مقیاس‌های مختلف (آزمایشگاهی، نیمه‌صنعتی و صنعتی) به دلیل پیچیدگی‌های متدولوژیکی و عدم توافق در استانداردها چالش‌برانگیز است. روش‌های ارزیابی عملکرد باید به دقت طراحی شوند تا نشان‌دهنده عملکرد واقعی در شرایط عملیاتی مختلف باشند.

گزینش پذیری

گزینش‌پذیری در الکتروکاتالیست‌ها به توانایی کاتالیزور در هدایت یک واکنش خاص و جلوگیری از واکنش‌های جانبی غیرمطلوب اشاره دارد. این ویژگی برای بهبود بازده فرآیندهای الکتروشیمیایی، مانند واکنش‌های کاهش اکسیژن (ORR) یا تولید هیدروژن (HER)، اهمیت ویژه‌ای دارد. الکتروکاتالیست‌های با گزینش‌پذیری بالا قادرند تنها واکنش مورد نظر را تسهیل کنند و از تولید محصولات ناخواسته جلوگیری کنند. این امر معمولاً با طراحی دقیق سطح کاتالیزور، انتخاب مواد مناسب و کنترل ساختار نانوساختاری به دست می‌آید. با این حال، دستیابی به گزینش‌پذیری بالا در واکنش‌های پیچیده‌تر چالش‌برانگیز است و نیاز به پیشرفت‌های بیشتر در طراحی و مهندسی مواد دارد.

در مجموع، چالش‌ها و محدودیت‌های الکتروکاتالیست‌ها به مسائل مواد، هزینه، پایداری و عملکرد وابسته هستند. برای غلبه بر این چالش‌ها، تحقیقات بیشتری در زمینه‌های طراحی مواد، فناوری‌های نوآورانه، و مقیاس‌پذیری لازم است که مبدا حل این چالش‌ها پروژه‌های دانشگاهی و به‌خصوص پروژه‌های دانشجویی اند.



تحقیقات و نوآوری‌های اخیر

در سال‌های اخیر، تحقیقات گسترده‌ای در زمینه توسعه الکتروکاتالیست‌های کم هزینه و پایدار برای فرآیندهای انرژی و شیمیایی انجام شده است. این پیشرفت‌ها شامل استفاده از مواد جدیدی مانند نانوذرات فلزی، آلیاژها و مواد دو بعدی همچون گرافن است که عملکرد واکنش‌هایی مانند کاهش کربن دی‌اکسید و تولید هیدروژن را بهبود می‌بخشد. نانوذرات مس و آلیاژهای آن، به‌ویژه در تبدیل CO به محصولات مفید مانند اتیلن و متانول، مؤثرتر از مواد گرانبهایی چون پلاتین و ایریدیوم عمل کرده‌اند. علاوه بر این، الکتروکاتالیست‌های چندعملکردی که توانایی انجام چندین واکنش به طور همزمان را دارند، به عنوان روشی برای کاهش هزینه‌ها و پیچیدگی‌های فرآیندهای صنعتی مطرح شده‌اند. ترکیب این کاتالیست‌ها با فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر می‌تواند به توسعه سیستم‌های انرژی پایدار و کم‌هزینه کمک کند.

شبیه‌سازی

فرایند شبیه‌سازی در الکتروکاتالیست‌ها به عنوان ابزاری حیاتی برای درک و بهینه سازی عملکرد مواد در واکنش‌های الکتروشیمیایی شناخته می‌شود. این شبیه‌سازی‌ها به محققان این امکان را می‌دهند که بدون نیاز به آزمایش‌های پیچیده، ویژگی‌های کاتالیستی مواد و واکنش‌های مختلف مانند کاهش کربن دی‌اکسید (CO RR) و تولید هیدروژن (HER) را مدل‌سازی و تحلیل کنند. استفاده از تکنیک‌هایی مانند مدل سازی دینامیک مولکولی، شبیه‌سازی‌های کوانتومی و ترمودینامیکی به پیش‌بینی کارایی و پایداری کاتالیست‌ها کمک کرده و طراحی کاتالیست‌های بهینه برای واکنش‌های مختلف را تسهیل می‌کند. همچنین، شبیه‌سازی‌ها در مقیاس‌های مولکولی و نانو می‌توانند شرایط عملیاتی بهینه برای فرآیندها را شبیه‌سازی کرده و به تجاری سازی این فناوری‌ها در مقیاس صنعتی کمک کنند.

در ایران، استفاده از شبیه‌سازی در زمینه الکتروکاتالیست‌ها در حال رشد است، اگرچه هنوز در مراحل ابتدایی قرار دارد. برخی دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی معتبر، نظیر دانشگاه‌های صنعتی امیرکبیر و شریف، به انجام پژوهش‌های مربوط به شبیه سازی الکتروکاتالیست‌ها می‌پردازند.

استفاده از هوش مصنوعی در توسعه و بهینه‌سازی الکتروکاتالیست‌ها

روند جهانی و وضعیت ایران

در سطح جهانی، استفاده از هوش مصنوعی (AI) به ویژه در زمینه‌های یادگیری ماشین (ML) و تحلیل داده‌ها، نقش بسیار مهمی در توسعه و بهینه‌سازی الکتروکاتالیست‌ها ایفا کرده است. این فناوری به محققان امکان می‌دهد تا فرآیندهای الکتروشیمیایی پیچیده و رفتار کاتالیست‌ها را به‌طور دقیق‌تر و سریع‌تر مدل‌سازی کنند. AI در شبیه‌سازی‌های پیشرفته، طراحی مواد جدید و بهینه‌سازی شرایط آزمایشی کاربردهای فراوانی دارد و به‌ویژه در تولید سوخت‌های پاک و بهبود فرآیندهای شیمیایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در کشورهای پیشرفته‌ای همچون



چین، ایالات متحده، آلمان و ژاپن، مراکز تحقیقاتی و شرکت‌های بزرگ مانند BASF و Shell از هوش مصنوعی برای شبیه‌سازی واکنش‌های کاتالیستی و بهینه‌سازی تولید هیدروژن بهره می‌برند. این روند به تسریع کشف مواد جدید، کاهش هزینه‌ها و توسعه فناوری‌های پایدار و پاک در مقیاس جهانی منجر شده است.

در ایران، استفاده از هوش مصنوعی در علم الکتروکاتالیست‌ها هنوز در مراحل ابتدایی قرار دارد، اما توجه به این حوزه به تدریج در حال افزایش است. پژوهشگران و گروه‌های تحقیقاتی در دانشگاه‌ها و مراکز علمی کشور به‌طور محدود از AI برای شبیه‌سازی و پیش‌بینی رفتار الکتروکاتالیست‌ها بهره می‌گیرند. این کاربردها عمدتاً شامل مدل‌سازی ویژگی‌های مواد، تحلیل داده‌های تجربی و بهینه‌سازی ترکیب‌ها و ساختارهای کاتالیستی است. الگوریتم‌های یادگیری ماشین و مدل‌های شبکه عصبی در تحلیل داده‌ها و پیش‌بینی عملکرد الکتروکاتالیست‌ها در شرایط مختلف به کار می‌روند. با وجود این که استفاده از این فناوری هنوز در مراحل اولیه است، انتظار می‌رود که در آینده‌ای نزدیک نقش هوش مصنوعی در پیشبرد علم الکتروکاتالیست‌ها در ایران گسترش یابد.

آینده الکتروکاتالیست‌ها

الکتروکاتالیست‌ها در آینده صنعتی با توجه به توانایی‌شان در تولید هیدروژن سبز، ذخیره‌سازی انرژی و کاهش آلاینده‌ها، به فناوری‌های اصلی در صنایع پاک و پایدار تبدیل خواهند شد. استفاده از این کاتالیست‌ها در تولید هیدروژن از الکترولیز آب و تبدیل CO به سوخت‌های مفید، رشد چشمگیری را تجربه خواهد کرد. همچنین، تقاضا برای مواد کاتالیستی با عملکرد بالا و هزینه کم، به‌ویژه در زمینه تولید سوخت‌های تجدیدپذیر، به طور قابل توجهی افزایش خواهد یافت.



پیشرفت‌های فناوری شامل بهبود عملکرد کاتالیست‌ها با استفاده از نانومواد، آلیاژهای جدید و مواد ارزان‌قیمت مانند نیکل و آهن است که می‌تواند هزینه‌های تولید را کاهش دهد. استفاده از هوش مصنوعی و یادگیری ماشین برای شبیه‌سازی و طراحی کاتالیست‌ها و پیش‌بینی رفتار آن‌ها در شرایط مختلف، به تسریع فرآیند تحقیق و توسعه کمک خواهد کرد. علاوه بر این، تحقیقات برای تبدیل CO به سوخت‌های مفید نظیر متانول و اتانول، نقش اساسی در کاهش گازهای گلخانه‌ای خواهد داشت.

با وجود چالش‌هایی نظیر هزینه بالا، پایداری و مقیاس‌پذیری، فرصت‌های زیادی برای پیشرفت الکتروکاتالیست‌ها وجود دارد. در ایران، با توجه به پتانسیل‌های بالای تولید انرژی‌های تجدیدپذیر، استفاده از این فناوری‌ها برای تولید هیدروژن سبز و تبدیل CO به سوخت‌های مفید می‌تواند نقشی اساسی در حرکت به سمت اقتصاد کربن صفر ایفا کند. چالش‌هایی همچون محدودیت منابع و تجهیزات، نیاز به آموزش نیروی انسانی متخصص، و تقویت همکاری‌های بین‌المللی نیز باید مورد توجه قرار گیرد.

مطالعات انجام شده در دانشکده مهندسی و علم مواد امیرکبیر

یکی از کلیدی‌ترین موضوعات تحقیقاتی در دنیای امروز، الکتروکاتالیست‌ها به شمار می‌روند. در این میان، دانشکده مواد و متالورژی دانشگاه امیرکبیر با داشتن جمعی از اساتید برجسته در این حوزه، به یکی از مراکز پیشرو در تحقیق و توسعه الکتروکاتالیست‌ها تبدیل شده است.

اساتیدی همچون دکتر سیدمحمد موسوی خوئی، دکتر اسکندر کشاورز علمداری، دکتر سیدهادی طباییان، دکتر حمید امیدوار، دکتر مالک نادری، دکتر میلاد رضایی و دکتر سپیده امجد ایرانق هرکدام به نوبه خود در زمینه‌های مختلف تحقیقاتی مرتبط با الکتروکاتالیست‌ها، دستاوردهای چشمگیری داشته‌اند که پروژه‌های مربوطه به توسعه نانومواد جدید تا بهبود عملکرد کاتالیست‌های موجود می‌توان اشاره کرد.

هرکدام از این اساتید در تلاشند تا مسیر دستیابی به انرژی‌های پاک و پایدار را هموارتر کنند. پژوهش‌های آن‌ها نه تنها در آزمایشگاه‌ها بلکه در صنعت نیز کاربردهای زیادی پیدا کرده و به شکل مستقیم در ارتقای تکنولوژی‌های سبز و پایدار تاثیرگذار است. تلاش‌های این گروه علمی در دانشگاه امیرکبیر، نقطه عطفی است در زمینه تحقیقاتی که می‌تواند به کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و حرکت به سمت انرژی‌های تجدیدپذیر کمک کند.

علاوه بر این‌ها دانشجویانی از دانشکده در این باره کار کرده و پروژه‌های موفقی ارائه دادند که به خانم امیرخانی، خانم پرویزی، دکتر رسولی، مهندس امیرحسین درویشی، آقای علیرضا بابایی، دکتر حمزه .. اشاره می‌توان کرد.

برای اطلاعات بیشتر از پروژه‌های الکتروکاتالیست، می‌توان به اساتید نام برده، مقاله و پایان‌نامه های دانشجویان اشاره شده، مراجعه کنید.

سارانجفی /

The Matreials 2030 road map

راهی به سوی آینده‌ی پایدار: نقشه‌راه مواد برای تحولی در
صنعت و محیط زیست تا سال 2030

سند Materials Roadmap 2030 یا نقشه‌راه مواد 2030، یک برنامه راهبردی جهانی است که با هدف پیشبرد تحقیقات و توسعه فناوری‌های مواد در راستای نیازهای صنعتی و اجتماعی قرن ۲۱ طراحی شده است. این نقشه‌راه به‌ویژه بر چالش‌ها و فرصت‌های پیش‌رو در حوزه مواد تا سال 2030 تأکید دارد و به سازمان‌ها، دولت‌ها و صنایع کمک می‌کند تا مسیر تحول در این حوزه را شناسایی و به‌طور مؤثر مدیریت کنند.

در دنیای امروز، مواد در تمام بخش‌های صنعتی و فناوری از جمله انرژی، حمل‌ونقل، سلامت، محیط‌زیست و حتی فضا نقش حیاتی دارند. به همین دلیل، درک نیازها و تحولات آینده در زمینه مواد می‌تواند از اهمیت زیادی برخوردار باشد. این نقشه‌راه به عنوان یک چارچوب جامع، تمرکز خود را بر پیشرفت‌های نوآورانه در مواد به‌منظور حمایت از اهداف توسعه پایدار، کاهش مصرف منابع طبیعی، بهبود عملکرد صنعتی، و ارتقاء کیفیت زندگی انسان‌ها معطوف کرده است.

نقشه‌راه مواد 2030 بر توسعه مواد جدید و هوشمند، بهینه‌سازی مصرف انرژی و منابع طبیعی، و طراحی مواد سازگار با محیط‌زیست تأکید دارد. همچنین، این سند به تحلیل روندهای جهانی و فناوری‌های نوین در حوزه مواد، از جمله نانومواد، مواد پیشرفته برای انرژی‌های تجدیدپذیر، مواد به‌منظور کاهش آلاینده‌گی و بهبود کارایی در سیستم‌های صنعتی، می‌پردازد، در راستای تحقق اهداف این نقشه‌راه، همکاری‌های بین‌المللی و سرمایه‌گذاری در پژوهش‌های علمی و فناوری‌های نوین نقش اساسی دارند. همچنین، نیاز به به‌روز رسانی مستمر استراتژی‌های تحقیقاتی و صنعتی برای مواجهه با چالش‌های متنوع آینده از جمله تغییرات اقلیمی، کمبود منابع طبیعی و نیاز به افزایش بهره‌وری در صنایع مختلف، از جمله اولویت‌های این سند است.

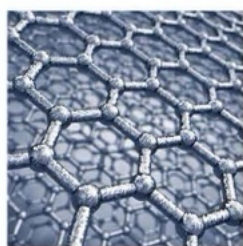
در نهایت، Materials Roadmap 2030 به‌عنوان یک نقشه‌راه جهانی، نه‌تنها از جهت فنی و علمی بلکه از جنبه‌های اقتصادی و اجتماعی نیز می‌تواند نقش محوری در شکل‌دهی به آینده صنعتی و علمی جوامع ایفا کند و راه‌حل‌های پایداری برای مشکلات زیست‌محیطی و اقتصادی بشر ارائه دهد.

فعالیت هایی که در آینده امکان پذیر است:

• فعالیت هایی برای پردازش و افزایش مقیاس در مواد



• توسعه مواد پیشرفته بر اساس داده ها



• مدیریت داده ها



• طراحی ایمن و پایدار



• شناسایی و تمرکز بر روی پر اولویت ترین بازارهای مواد



• همکاری استراتژیک



• هماهنگ کردن هنجارها و استاندارد ها



بازار های نوآوری:

• انرژی های نو



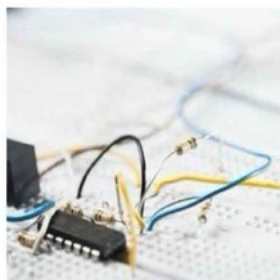
• ساخت و ساز



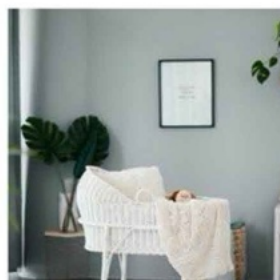
• مراقبت های بهداشتی



• وسایل الکتریکی



• بهداشت شخصی و منزل



• حمل و نقل



به طور خلاصه نکاتی که در سند 2030 به آنها اشاره شد:

1. تمرکز بر پایداری

1.1. تأثیرات زیست محیطی: توسعه مواد با کمترین آسیب به محیط زیست، ارتقای پایداری و بهبود فرایندهای بازیافت باید در طراحی‌های مهندسی در اولویت قرار گیرد. از جمله مواد قابل تجزیه‌پذیر، فرایندهای تولید انرژی کارآمد و جایگزین‌های زیست محیطی برای مواد نادر یا سمی است.

2.1. اقتصاد دایره‌ای: اقتصاد چرخشی از تولید و مصرف است که با استفاده از آن می‌توان چرخه عمر محصولات را افزایش داد و تا حد امکان از میزان ضایعات بکاهید. بازیافت مواد، کاهش ضایعات و اطمینان از اینکه محصولات در پایان عمر خود می‌توانند به طور موثر بازیافت یا طراحی شوند.

2. رویکرد چند رشته‌ای

1.2. همکاری بین رشته‌ها: مواد نویی که در آینده مهندسی خواهند شد شامل ادغام عمیق زمینه‌هایی مانند شیمی، فیزیک، زیست‌شناسی و مهندسی خواهند بود.

2.2. تفکر سیستمی: درک اینکه چگونه مواد با سیستم‌های بزرگ‌تر مانند فرایندهای تولید، سیستم‌های انرژی و سیستم‌های محیط زیستی تعامل دارند.

3. مواد و فناوری‌های نوظهور

1.3. مواد پیشرفته: مواد پیشرفته‌ای مانند مواد دو بعدی (گرافن و غیره)، متامواد و آلیاژهایی با آنتروپی بالا برای کاربردهای الکترونیکی، ذخیره‌سازی انرژی و محاسبات کوانتومی حیاتی خواهند بود.

2.3. نانومواد و نانو ساختارها: درک ویژگی‌ها و پتانسیل مواد در مقیاس نانو برای نوآوری در حوزه‌هایی مانند حسگرها و سیستم‌های دارورسانی ضروری خواهد بود.

3.3. مواد هوشمند: تحقیق و توسعه موادی که قادر به خودترمیمی، تغییر شکل یا واکنش به تحریکات خارجی مانند دما، فشار یا میدان‌های الکتریکی هستند.

4. داده‌ها و ابزارهای دیجیتالی

1.4. علم مواد محاسباتی: استفاده از ابزارهای پیشرفته بهیه‌سازی و مدل‌سازی (مانند یادگیری ماشین و هوش مصنوعی) برای پیش‌بینی ویژگی‌ها و رفتار مواد قبل از آزمایشات فیزیکی. این کار به سرعت بخشیدن به کشف و طراحی مواد جدید کمک می‌کند.

2.4. تصمیم مبتنی بر داده‌ها: مهارت‌هایی در تحلیل داده‌های کلان جهت تفسیر آنها که می‌تواند انتخاب و تکنیک‌های پردازش مواد را بهینه‌سازی کند، به ویژه در صنایعی مانند هوافضا، انرژی و خودروسازی.

5. در نظر گرفتن چرخه عمر مواد

1.5. ارزیابی چرخه عمر (LCA): مواد را نه تنها از طریق عملکرد بلکه از طریق چرخه‌ی زندگی کامل آنها از استخراج گرفته تا دفع آنها در پایان عمرشان باید مورد ارزیابی قرار داد. این کار می‌تواند در پیدا کردن مواد پایدار کمک شایانی کند.

2.5. طراحی جهت دوام: توسعه مواد که ماندگاری بالا، مقاومت در برابر تخریب و توانایی تحمل شرایط محیطی شدید را داشته باشند و نیاز به تعویض کاهش یابد و به پایداری کمک کنند.

6. تمرکز بر صنعت و کاربرد ها

1.6. دانش صنعت محور: دانش و تحصیلات به سمت تولید موادی با خواص خاص جهت استفاده در صنایعی مانند هوافضا، مراقبت‌های بهداشتی، الکترونیک و ... برود. برای مثال مواد سبک برای حمل و نقل یا مواد زیست سازگار پذیر برای دستگاه‌های پزشکی.

2.6. نوآوری در تولید: تکنیک‌های تولید جدید می‌توانند خواص و کاربردهای مواد را در این صنعت تغییر دهند.

7. تاثیرات جهانی و اجتماعی

1.7. چالش‌های جهانی: حوزه مهندسی مواد نقش مهمی در حل چالش‌های جهانی مانند تغییرات اقلیمی، کمبود منابع و نیاز به دسترسی به فناوری‌ها را ایفا می‌کند.

2.7. اخلاق: پیامدهای اخلاقی انتخاب مواد به‌ویژه در استخراج و فرایندهای تولید منابع مورد توجه قرار گیرد. در واقع هدف باید انتخاب موادی باشد که به نفع جامعه و محیط اطراف باشد.

8. پیشرفت و یادگیری مادام العمر

1.8. همگام بودن با پیشرفت ها: علم مواد یک حوزه در حال تکامل است. بنابراین مهندسان مواد باید با آخرین تحقیقات، پیشرفت های فناوری و روندهای صنعتی با مطالعه مقالات علمی، شرکت در کنفرانس ها و همکاری با انجمن ها به روز بمانند.

2.8. مهارت های میان رشته ای: مهندسان مواد باید مهارت‌ها و دانش خود را در زمینه های مرتبط مانند شیمی، فیزیک و علوم کامپیوتر افزایش دهند.

دانشجویان و فارغ التحصیلان مهندسی مواد و متالورژی می‌توانند با دنبال کردن نکاتی که در سند 2030 مواد آورده شده است خود را در صف نوآوران این علم قرار داده و در جهت حل چالش‌های آینده‌ی جهان بکوشند.

چهارمین دوره مسابقات سراسری بازیافت فلزات

نخستین رویداد کشوری دانشکده پس از همه‌گیری کرونا

بازیافت فلزات یکی از مهم‌ترین راهکارهای حفظ منابع طبیعی و کاهش اثرات زیست‌محیطی ناشی از استخراج و فرآوری فلزات خام است. فرآیند بازیافت شامل جمع‌آوری، جداسازی، ذوب و استفاده مجدد از فلزاتی مانند آهن، آلومینیوم، مس و فولاد است که در صنایع مختلفی کاربرد دارند. این فرایند نه تنها از اتلاف منابع ارزشمند جلوگیری می‌کند، بلکه مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از تولید فلزات جدید را به‌طور چشمگیری کاهش می‌دهد. با توجه به رشد جمعیت و افزایش مصرف مواد اولیه، بازیافت فلزات به‌عنوان یکی از راه‌حل‌های پایدار برای مدیریت پسماند و ایجاد اقتصادی مبتنی بر چرخه‌ای شدن مواد شناخته می‌شود.

مسابقات بازیافت فلزات با هدف ارتقای آگاهی عمومی و تشویق نوآوری در حوزه مدیریت پسماند برگزار می‌شوند. این رویدادها بستری فراهم می‌کنند تا دانشجویان، پژوهشگران و علاقه‌مندان به مسائل زیست‌محیطی، ایده‌های خلاقانه‌ای برای بهینه‌سازی فرآیندهای بازیافت ارائه دهند. فلسفه برگزاری این مسابقات مبتنی بر آموزش و فرهنگ‌سازی است؛ چرا که از طریق رقابت سالم، اهمیت بازیافت و تأثیر آن بر حفظ منابع طبیعی و کاهش آلودگی محیط زیست به افراد جامعه آموزش داده می‌شود. همچنین، این مسابقات فرصتی برای شناسایی و تقویت ایده‌های کاربردی است که می‌توانند به توسعه پایدار و کاهش وابستگی به منابع معدنی کمک کنند.

در سال جاری، چهارمین دوره از مسابقات بازیافت فلزات در دانشکده ی مواد و متالورژی دانشگاه صنعتی امیرکبیر برگزار شد. این رقابت پیش‌تر نیز در دومین دوره خود در همین دانشکده برگزار شده بود. این رویداد با استقبال گسترده‌ای از سوی دانشجویان سراسر کشور مواجه شد. این مسابقه با حمایت سازمان توسعه منابع انرژی (توان) برگزار شد و با رعایت استانداردهای علمی و اجرایی فضایی برای تبادل دانش و ارتقای مهارت‌های تخصصی دانشجویان فراهم گردید.

دکتر اسکندر کشاورز علمداری، عضو هیئت علمی دانشکده، به عنوان دبیر مسابقه و دکتر صادق فیروزی دیگر عضو هیئت علمی به عنوان دبیر علمی مسابقه نقش کلیدی در مدیریت و نظارت بر این رویداد داشتند. تلاش‌های مستمر این دو استاد به همراه پشتیبانی تیم اجرایی تضمینی بر موفقیت در برگزاری این رقابت علمی بود. در ادامه دبیر و دبیر علمی این مسابقه فلسفه ی برگزاری این رقابت و اهداف بلند مدت آن را تشریح کرده اند که به درک عمیق‌تر اهمیت این رویداد در تقویت ارتباط علمی و صنعتی کمک می‌کند.



مصاحبه با دکتر فیروزی دبیر علمی مسابقه

+ اهمیت این مسابقه از نظر شما به عنوان دبیر علمی؟

-مهم ترین بخش از نظر من علاقه مند کردن دانشجویها است از دو جنبه مرتبط با رشته و به طور خاص موضوعاتی که مرتبط با حوزه متالورژی استخراجی هستند، چراکه کشور ایران پتانسیل وسیعی در این حوزه و همینطور منابع گسترده ای در این زمینه دارد و به همین دلیل یک محیط باز برای دانشجویان محسوب می شود که به طور ویژه آنها را به متالورژی استخراجی علاقه مند می کند. از طرفی معمولا ارتباط صنعت و دانشگاه خیلی سخت به وجود می آید. در واقع ایجاد یک اعتماد و آوردن پروژه های صنعتی به دانشگاه مسیرهای دشواری دارد و مسابقه می تواند آن را ساده کند.

در مسابقه رسیدن به جواب خوب قطعی نیست ولی در پروژه ها شما باید گارانتی و تضمین کنید که به جواب خوبی می رسید که خب بخشی از موانع راه است و کار را پر ریسک می کند. در واقع مسابقه همانطور که اشاره شد مشکلاتی از این قبیل را کنار می گذارد و با این پیش فرض که افرادی که وارد این کار می شوند یا نتیجه ای بدست می آورند و موفق می شوند و یا در صورت نرسیدن به نتیجه دلخواه مزایای آن به انجام آن می ارزد.

+ دیدگاه علمی این مسابقه برای صنعت، دانشگاه و دانشجویان چگونه است؟

-مثلا برای دانشجویان کارشناسی اینطور است که دروس متالورژی استخراجی زیادی تدریس نمی شود و گرایش های مربوط به این بخش نیز از بین رفته اند. پس از این لحاظ برای دانشجویان کارشناسی فرصتی است که با این حوزه آشنا شوند.

در مورد صنعت، صنعت معمولا تجربه ی بهتر و بیشتری در کار دارد ولی آزادی عمل در بررسی ایده های مختلف و آزمایش ها را ندارد و بیشتر بر اساس تجربیات و قسمت های جا افتاده کار می کند. مسابقه این حق انتخاب را به آنها می دهد تا با روش های علمی مختلف که افراد زیادی آن را امتحان و آزمایش می کنند با هزینه ی کمتر ببینند و مزایا و معایب آن را بررسی کنند. چیزی که در جنبه ی دانشگاهی رخ می دهد ولی در صنعت روش معمولی نیست.



+چالش های اصلی بازیافت از نظر شما چیست؟

-درواقع فرایندهای بازیافت کمتر جا افتاده‌اند (روش‌های اولیه و ثانویه تولید فلزات و یا به عبارتی منابع اولیه و ثانویه تولید فلزات). منابع اولیه معمولاً دارای تکنولوژی جا افتاده‌ای هستند و در اشل بزرگ تری انجام می‌شوند و مشکلات آن معمولاً مشخص‌تر است و بخشی از آن نیز به سرمایه‌گذاری برمی‌گردد. بازیافت به سراغ منابع ثانویه می‌رود. منابع ثانویه معمولاً تکنولوژی کم‌تر جا افتاده‌ای دارند و بنابراین سوالات بیشتر و گوناگونی بیشتری نیز در آن وجود دارد. هر کارخانه و صنعتی به شکل مختلفی مواد پسماند را ممکن است تولید کند و تجربه‌ی قسمتی با قسمت دیگر در این بخش ممکن است مرتبط باشد و همین‌طور چالش‌های علمی دارد و چون اشل کمتری دارند هم یک حسن و هم یک عیب به‌طور هم‌زمان دارد. برای مثال چون اشل آن کمتر است، حجم سرمایه‌گذاری کمتری نیاز دارد پس راحت‌تر می‌توان آن را شروع کرد که این یک نقطه قوت محسوب می‌شود.

منابع اولیه هزینه‌ی هنگفت اولیه نیاز دارند و باید بررسی کامل اقتصادی شود. یکسری موانع هم مثل کمبود آب، نبود راه و خطوط مناسب وجود دارد که چون در فرایند بازیافت اشل کمتری دارند یک نقطه قوتی است ولی از طرفی چون حاشیه سود کمتری دارد ممکن است افراد کمتری سراغ آن بروند.

+نقش این مسابقه در بهبود فرایندهای بازیافت چگونه است؟

-طبق چیزی که پیش‌تر گفته شد مساله‌های بازیافت گوناگونی زیادی دارند و در همین مسیر نیز مشاهده می‌شود که هر سال سوال‌هایی که در مسابقه مطرح می‌شود نسبت به سال قبل متفاوت است. از آنجایی که تعداد افراد زیادی بر روی آن کار می‌کنند این شانس وجود دارد که حداقل یکی از مشکلات صنعتی و متالورژیکی که وجود دارد جواب داده شود. در واقع مسابقه مسیر رسیدن به جواب را کوتاه می‌کند.





+چه ابتکار های جدیدی در این مسابقه پیشنهاد شده است؟

در مورد موضوع امسال که غبار سرب بود، منابع محدودی دارد و همچنین صنعتی نیست که رو به رشد باشد و سرمایه گذاری زیادی بر روی آن انجام نشده و کشور ما نیز چون ایجاد کننده تکنولوژی نبوده و همیشه در تحریم هستیم و مشکلات زیادی از مالی گرفته تا تکنولوژی که صنایع ما دارند تحقیق زیادی در این زمینه نشده است. ایران دارای منابع سرب و تولید کننده های متوسط و کوچک زیادی است که همگی اینها پسماندهایی دارند. یکی از مواردی که سعی شد در مسابقه به آن توجه شود این بود که چقدر پروژه ها مساله های زیست محیطی را نیز در نظر گرفته اند و برای آن راه حل داده اند. هرچند در پایان نیز به این جواب داده نشد یعنی مطرح شد ولی به شخصه ایده های خیلی خوبی که مشکلات زیست محیطی را کم کند ندیدم. بنابراین نمی توان گفت به هدف رسیدیم.

نکته ی قابل توجه این است که تمام این تکنولوژی ها، تکنولوژی های پیرومتالورژی هستند که در عمل انجام می شوند و البته جایزه اول مسابقه نیز به فرایندی که بر پایه پیرومتالورژی بود داده شد. ولی به صورت بالقوه این قابلیت برای غبار وجود دارد که بخش های هیدرومتالورژی فرایند های پیرامون آن بیشتر شود که فکر می کنم واقعا در صنعت کم هست. در واقع این فرایند های هیدرومتالورژی باید بتوانند مکمل بخش پیرومتالورژی باشند. در این مسابقه نیز چند پروژه ایده های جالبی در این مورد داشتند ولی به نظر من هنوز اول راه است و هیچ کدام از آنها نتوانستند به صورت کامل به این بخش پاسخ دهند.

+نظر شما درباره ی همکاری شرکت ها و دانشگاه ها در بهبود این حوزه چیست؟

با توجه به چیزی که در ابتدا گفته شد همکاری بین صنعت و دانشگاه معضلات زیادی دارد که قسمتی از آن نیز این است که صنعت و دانشگاه یکدیگر را خوب متوجه نمی شوند. شرکت ها خیلی سریع به دنبال جواب آخر هستند و می خواهند در کمترین زمان و هزینه به چیزی برسند که باید سال ها بر روی آن تحقیق و کار می شد. از طرفی دانشگاه هم نیروی کار ماهر ندارد چرا که همکاری بین دانشجو و استاد است و در پی آن دانشجو نیاز به مطالعه زیادی در این زمینه دارد، سرعت کار بالا نیست و حرفه ای بودن شرکت های تحقیقاتی را ندارند. بنابراین انتظار صنعت از دانشگاه یک چیز است و توانایی خود دانشگاه چیز دیگر. در مسابقه چون پیش زمینه جواب قطعی نیست یک روی این مشکلات در مسابقه از بین می رود. این به عنوان یک نقطه شروعی برای کار های بعدی می تواند باشد. دانشگاه ایده های خود را مطرح می کند و صنعت تعداد زیادی از این ایده ها را می بیند و با هم مقایسه می کند.



سخنان دکتر کشاورز پیرامون فلسفه برگزاری این گونه مسابقات

مسئله بازیافت به خصوص بازیافت فلزات می‌تواند یک راهکار برای بزرگ‌ترین چالش‌های بشر باشد، چه در مسائل بقا چه در مسائل تجدید منابع. بشر تا زمانی که تکنولوژی امروزه را نیز نداشته به بقای خود ادامه داده و بعد ها برای اینکه به تکنولوژی دست پیدا کند مجبور بوده از منابع به خصوص منابع فسیلی استفاده کند. تحلیلی در این مورد هست که سن زمین حدود 4.5 میلیارد سال است و اگر هر 100 میلیون سال را یک سال سن انسان در نظر بگیریم زمین به مانند یک فرد 45 ساله است که از دوران کودکی او اطلاعات مشخصی در دسترس نیست. سال‌ها طول کشید تا منابع ایجاد شدند، تک‌یاخته‌ها به وجود آمدند، پیشرفته شدند و جهش یافتند، اولین دوزیستان از آب خارج شدند و سپس تکثیر رخ داد. بشر با کشاورزی آشنا شد و انقلاب صنعتی رخ داد و ... در اثر فجایایی که تا کنون رخ داده بسیاری از موجودات از بین رفته‌اند، در واقع بشر در این 45 سال عمر زمین آن را از بین برده است. پس لازم است که بشر در مورد این کاری انجام دهد و به محیط زیست احترام بگذارد. اهمیت بازیافت نیز از اوایل قرن بیستم بر مردم واضح بوده است. بازیافت

در واقع یک فرایند ابتکاری است، برخلاف تولید فلزات، چرا که یک روش دقیق و مشخصی دارند. ولی وقتی فلز قوی‌تری ایجاد می‌شود روش‌های بازیافت آن نیز با توجه به آن متفاوت خواهد بود.

حال چرا این گونه مسابقات برگزار می‌شوند؟ منی که در اینجا به عنوان عضوی از هیئت علمی و افرادی که در صنعت هستند به عنوان مهندس همگی اساس چیزی که یادگرفته‌ایم در دانشگاه و قبل از آن بوده است. پس با برگزاری این مسابقات در سطح دانشگاه دانشجو می‌تواند اهمیت این موضوعات را درک کند و به دانش خود بیافزاید.



این مسابقه یک Race نیست بلکه یک Competition است، یعنی یک رقابت. در یک رقابت این امکان وجود دارد که افراد از همدیگر مفاهیم علمی و رقابت سالم یاد بگیرند. مورد بعدی این است که هم شرکت کنندگان و هم برگزار کنندگان مسابقه کار گروهی را یاد می‌گیرند. و در نهایت بحث گذشت در کار است که این نیز مورد توجه قرار می‌گیرد. یکی دیگر از اهداف هم این است که پاسخ نهایی کار یا به عبارتی نتیجه کار به واسطه ی استمرار در کارهاست. در آخر هم مورد قابل توجه دوستی های پایدار است، زیرا اکثر افراد در این مسابقه که با هم نا آشنا هستند یک کار گروهی را پیش می‌برند و می‌توانند در این حین پتانسیل های یکدیگر را بشناسند و در آیند از یکدیگر کمک بگیرند. ما در طراحی این مسابقه یک تاکید داشتیم و آن این بود که حتما یکی از شرکت کننده‌گان از کارشناسی باشد، چرا که بحث بحث سلسله مراتب است. در صنعت بدون رده های پایین تر نمی‌توان کار را پیش برد و همینطور یاد دهنده‌ی این است که در حق زیر دستان در آینده‌ی کاری خود اجحاف نکنید.

صادقانه می‌گویم که در این چهارمین دوره هر چند که در دوره های اول و دوم و سوم در حال جلو رفتن بودند ولی این بار یک کار بزرگ و عالی انجام شد و از تمام دانشجویانی که پای کار بودند تشکر فراوان دارم. با آرزوی موفقیت برای همگی. امیدوارم باز هم شاهد چنین رویداد هایی باشیم.



/ آیدا صادقی، سارا نجفی

رویدادهای اخیر دانشکده

سمینار علمی در مقیاس نانو ساختار



بازدید از شرکت صنعتی آما



بازدید از شرکت صنایع آبکاری نگین



بازدید از شرکت مینا بویلر



نشریه کاوه

شماره بیست و پنجم

زمستان ۱۴۰۳

