



Meta Chem

گاهنامه علمی متاکم

سال دوم / شماره سوم / شهریور ۱۴۰۵

باتری کوانتومی

هر شماره، گامی به سوی دانایی



گاهنامه علمی متاکم

شہر یور ۱۴۰۵

شماره سوم

جلد اول

شيما شعباني (دانشجوی دکتری شیمی آلی)

عبدالحمید دھقانی (دانشجوی دکتری شیمی آلی)

محمد امین ذکاري (دانشجوی کارشناسی مهندسی شیمی)

رامتین قیامی (دانشجوی کارشناسی ارشد داده‌کاوی)

سیمین بهرامی (دانشجوی کارشناسی شیمی)

زینب رحیمیان (دانشجوی کارشناسی شیمی)

صاحب امتیاز

سرديپير

مدير مسئول

مدیر اجرایی

تیم طراحی

دکتر مسعود خواجه‌نوری (عضو هیئت علمی و مدیر گروه مهندسی شیمی)

دکتر زهرا شعبانی (عضو هیئت علمی گروه مهندسی شیمی)

مهندس یگاہ ایزدی (مہندسی بازرسی فنی)

مهندس محمد علی موسوی (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی-صنایع گاز)

دکتر محسن اشجاری (عضو هیئت علمی گروه مهندسی شیمی)

دکتر سید محمد موسوی خطاط (استاد دانشگاه/دکتری نانو)

دکتر طاہرہ نعمتیاں (عضو ہیئت علمی و مدیر گروہ شیمی)

مهندس امیر حسین رجبی (مہندسی مکانیک)

زهرا ولی محمدی (دانشجوی دکتری نانوشیمی)

مهندس محسن یعقوبیان (دانشجوی دکتری مهندسی شیمی)

مهندس احمد مومنی (دانشجوی دکتری مکانیک)

هيئت نظارت

کمیته فنی

هیئت تحریریه

شیمی:

عبدالحمید دهقانی (دانشجوی دکتری شیمی آلی)
اعظم مؤذنی بیستگانی (دانشجوی دکتری شیمی آلی)
محیا صادقی نیا (دانشجوی دکتری نانوشیمی)
زهره اسدآبادی (دانشجوی دکتری شیمی فیزیک)
حدیث اکبری (دانشجوی دکتری نانو شیمی)
مهندسی شیمی:
پوریا تفرشی (دانشجوی کارشناسی ارشد کاتالیست)
یاسین سرپله (دانشجوی کارشناسی ارشد کاتالیست)
زهره جمالی (دانشجوی کارشناسی ارشد کاتالیست)

فهرست محتوا

گفت و گو

گفت‌وگو با دکتر مسعود خواجه نوری ۱۶

دانشگاه و جامعه علمی

گزارش عملکرد گروه مهندسی شیمی دانشگاه کاشان: از بازآفرینی ساختار تا کارآفرینی پایدار ۱۸

مقاله علمی

کاربرد روش‌های رادیواکتیو در ردیابی با تاکید بر جنبه‌های منابع آب زیست محیطی ۲۲

نانو و فناوری‌های نوین

شگفتی‌های علم نانو ۴
باتری‌های کوانتومی؛ رویای شارژ فوق‌سریع در دنیای کوانتوم... ۶

انرژی و فناوری‌های پایدار

سامانه‌های انرژی (انتشار کربن دی اکسید) ۸
سنتز سبز آمونیاک با کاتالیست‌های ناهمگن؛ از فعال‌سازی نیتروژن تا تولید پایدار ۱۰
هیدروژن، جایگزین سوخت‌های فسیلی با کمک پروسکایت‌های دوگانه ۱۲
ابرخازن‌های هوشمند: از نانومواد مهندسی‌شده تا نسل آینده سامانه‌های ذخیره‌سازی انرژی ۱۴

شگفتی‌های علم نانو



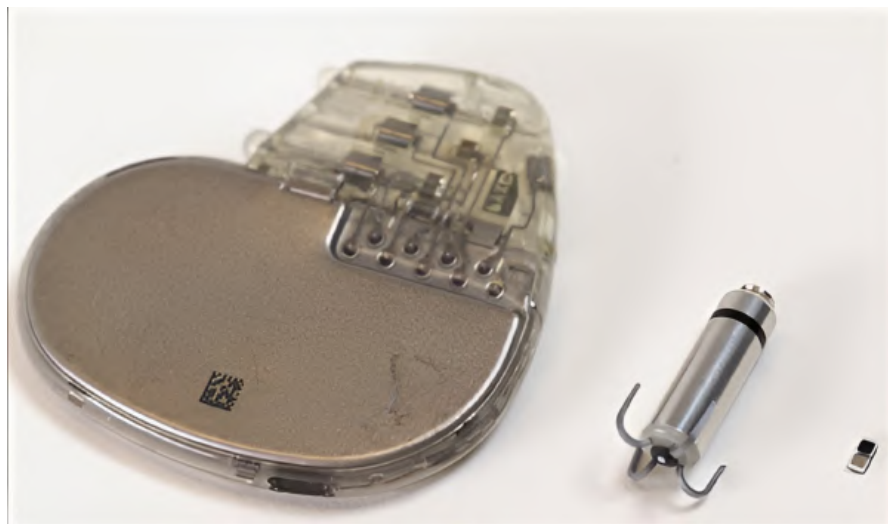
ضربان‌ساز نانویی گذرا و بی‌سیم فوتوالکتریک کاملاً زیست‌تخریب‌پذیر: نوآوری در درمان موقتی آریتمی قلبی با قابلیت تزریق از طریق سرنگ و حذف خودبه‌خودی بدون جراحی

مهندسان دانشگاه Northwestern یک سامانه ضربان‌سازی نانویی کاملاً زیست‌تخریب‌پذیر (ابعاد زیر 4×15 میلی‌متر و جرم کمتر از $2/0$ گرم) توسعه داده‌اند که از طریق نوک سرنگ (قطر داخلی $1 \geq$ میلی‌متر) قابل تزریق درون قلبی یا اپی‌کاردیال است.

نویسنده: عبدالحمید دهقانی

این فناوری به‌ویژه برای درمان آریتمی‌های گذرای پس از جراحی قلب باز در نوزادان و کودکان با نقایص مادرزادی طراحی شده‌است، جایی که استفاده از ضربان‌سازهای دائمی متداول به‌دلیل رشد سریع قلب و عوارض جراحی متعدد غیرقابل‌قبول است. نتایج منتشرشده در *Nature* نشان‌دهنده عملکرد موفق سامانه در مدل‌های حیوانی کوچک و بزرگ (موش، خرگوش، سگ) و همچنین قلب‌های انسانی اهدایی اکس‌ویو است؛ دستگاه قادر به ارائه بیش از ۱۰۰۰۰۰ پالس تنظیم‌کننده با دقت زمانی زیر ۵ میلی‌ثانیه و بدون نشت جریان یا التهاب بافتی بوده‌است. این دستاورد، نخستین نمونه بالینی-محور یک ضربان‌ساز نانویی کاملاً گذرا و خود حذف‌شونده را معرفی می‌کند و پارادایم درمان آریتمی‌های موقتی را از جراحی‌های تهاجمی به سمت روش‌های کم‌تهاجمی و خودکار تغییر می‌دهد.

این ایمپلنت فاقد باتری و سیم رابط بوده و انرژی خود را از واکنش‌های گالوانیک القایی در تماس با مایعات بدن تأمین می‌کند؛ کنترل آن به‌صورت بی‌سیم از طریق یک پیچ پوستی نرم و انعطاف‌پذیر انجام می‌شود که با تابش پالس‌های مادون قرمز نزدیک ($850-950 \text{ nm}$, NIR) از میان پوست، استخوان جناغ و بافت میوکارد عبور کرده و گیرنده‌های فوتوالکتریک ایمپلنت را فعال می‌سازد. تمام اجزا (شامل الکترودهای Mg، لایه‌های نیمه‌هادی GaInP/GaAs، عایق‌های پلیمر زیست‌تخریب‌پذیر و زیرلایه انعطاف‌پذیر) طی چند هفته تا چند ماه در مایعات بدن به متابولیت‌های بی‌ضرر (مانند یون‌های Mg^{2+} و اسیدهای آلی) تجزیه می‌شوند و نیاز به جراحی استخراج را کاملاً حذف می‌کنند.



از چپ، یک ضربان‌ساز سنتی، یک ضربان‌ساز بدون سیم و ضربان‌ساز جدید

منابع:





نویسنده: اعظم مؤذنی بیستگانی

کاربرد نانومقیاس در تولید رنگ‌های هوشمند: نگاهی نو به بازتاب نور و معماری ماده

در پژوهشی نوین در دانشگاه کمبریج، نانوذره‌هایی طراحی شده‌اند که رنگ آن‌ها نه بر اساس نوع یا شدت نور، بلکه تنها با تغییر زاویه دید ناظر تغییر می‌کند؛ پدیده‌ای که از ساختار نانومقیاس بال پروانه‌ی مورفو الهام گرفته شده و به‌عنوان رنگ‌زایی ساختاری زاویه‌وابسته شناخته می‌شود.

چنین ویژگی‌ای مسیر را برای کاربردهای گسترده در طراحی جوهرهای ضدجعل، نمایشگرهای زاویه‌پذیر و پوشش‌های بصری واکنش‌گرا هموار کرده‌است. این دستاورد نشان می‌دهد که می‌توان رنگ را به‌عنوان یک خاصیت فیزیکی، برخاسته از نظم ساختاری در مقیاس نانو، بازتعریف کرد و در نتیجه، زمینه‌ی فناوری‌های فوتونیکی مبتنی بر معماری ماده را فراهم ساخت.

در این ساختارها، آرایش منظم ذره‌های پلیمری به‌گونه‌ای است که بازتاب نور بر پایه اصل بازتاب براگ انجام می‌گیرد، به‌طوری که تغییر زاویه، موجب تغییر طول‌موج بازتابی و در نتیجه تغییر رنگ مشاهده‌شده می‌شود؛ بی‌آنکه تغییری در شرایط نوری صورت گیرد. این اثر نه از ترکیب شیمیایی بلکه از هندسه‌ی نانویی ماده ناشی می‌شود و با رنگ‌های سنتی که مبتنی بر رنگدانه یا نانوذره‌هایی فلزی‌اند تفاوت اساسی دارد.

منابع:



باتری‌های کوانتومی؛ رویای شارژ فوق‌سریع در دنیای کوانتوم

اگر شارژ کامل گوشی تنها چند ثانیه طول بکشد، دنیا چه تغییری خواهد کرد؟

از یک ایده علمی تا فناوری آینده

تصور کنید تلفن همراهتان تنها در چند ثانیه شارژ شود یا خودروهای برقی بدون ساعت‌ها انتظار دوباره آماده حرکت باشند. این ایده شاید امروز شبیه فیلم‌های علمی‌تخیلی باشد، اما پژوهشگران در حال توسعه فناوری‌ای به نام باتری کوانتومی (Quantum Battery) هستند که می‌تواند نگاه ما به ذخیره و انتقال انرژی را تغییر دهد. باتری‌های کوانتومی برخلاف باتری‌های لیتیوم‌یونی، که انرژی را از طریق فرایندهای الکتروشیمیایی ذخیره می‌کنند، از ویژگی‌های کوانتومی سامانه‌هایی مانند اتم‌ها، مولکول‌ها و دیگر اجزای کوانتومی برای ذخیره و انتقال انرژی بهره می‌برند. هدف اصلی این فناوری فقط افزایش مقدار انرژی ذخیره‌شده نیست؛ بلکه دستیابی به توان شارژ و تخلیه بالاتر از طریق برهم‌کنش‌های جمعی کوانتومی است. در واقع، باتری کوانتومی را می‌توان یک سامانه ذخیره انرژی در مقیاس بسیار کوچک دانست که در آن قوانین مکانیک کوانتومی نقش مهمی در نحوه ورود، ذخیره و خروج انرژی دارند.



نویسنده: زهرا اسدآبادی

از نظریه تا یک نمونه آزمایشگاهی واقعی

سال‌ها بخش بزرگی از پژوهش‌های مربوط به باتری‌های کوانتومی در قالب مدل‌های نظری انجام می‌شد. مرور جامع Campaioli و همکاران در سال ۲۰۲۴ نشان می‌دهد که ایده باتری کوانتومی در نقطه تلاقی ترمودینامیک کوانتومی، نظریه اطلاعات کوانتومی و فیزیک سامانه‌های چندذره‌ای شکل گرفته است. این پژوهش‌ها بررسی کرده‌اند که آیا همدوسی و برهم‌کنش‌های جمعی می‌توانند محدودیت‌های موجود در فرایندهای شارژ و تخلیه انرژی را تغییر دهند. اما در سال ۲۰۲۶، این ایده یک گام مهم به سمت آزمایش عملی برداشت. پژوهشگران نمونه‌ای از باتری کوانتومی را بر پایه یک ریزحفره نوری (Optical Microcavity) ساختند که در آن مولکول‌های Copper Phthalocyanine (CuPc) با میدان نوری برهم‌کنش قوی دارند. این برهم‌کنش، زمینه را برای رفتار جمعی کوانتومی و پدیده‌ای به نام Superabsorption فراهم می‌کند.

در این سامانه، انرژی ابتدا از طریق نور وارد باتری شده و پس از جذب توسط مولکول‌ها، به حالت‌های برانگیخته منتقل می‌شود. سپس لایه‌های انتقال بار، انرژی ذخیره‌شده را به جریان الکتریکی تبدیل می‌کنند. در نتیجه، این نمونه قادر است یک چرخه کامل شارژ، ذخیره و تخلیه انرژی را در مقیاس آزمایشگاهی انجام دهد.

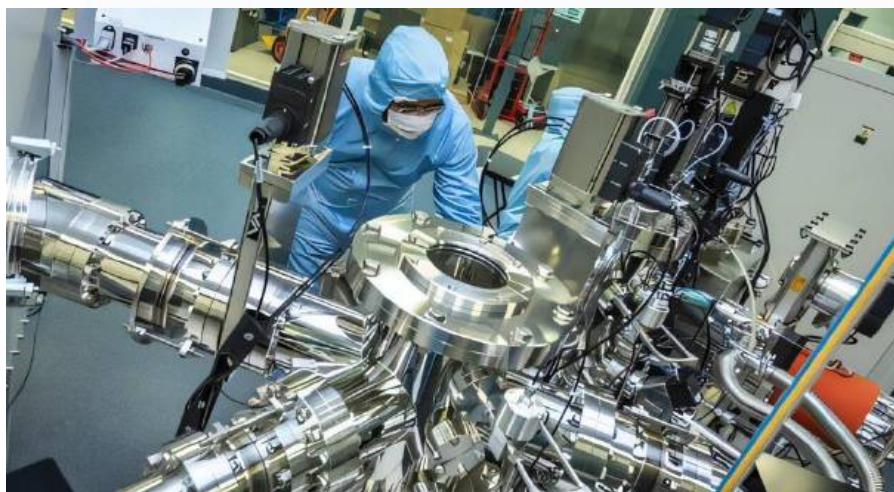
هدف اصلی این فناوری فقط افزایش مقدار انرژی ذخیره‌شده نیست؛ بلکه دستیابی به توان شارژ و تخلیه بالاتر از طریق برهم‌کنش‌های جمعی کوانتومی است. در واقع، باتری کوانتومی را می‌توان یک سامانه ذخیره انرژی در مقیاس بسیار کوچک دانست که در آن قوانین مکانیک کوانتومی نقش مهمی در نحوه ورود، ذخیره و خروج انرژی دارند.

چرا باتری‌های کوانتومی متفاوت‌اند؟

در یک باتری متداول، افزایش تعداد سلول‌ها معمولاً باعث افزایش ظرفیت ذخیره‌سازی می‌شود، اما سرعت شارژ نمی‌کند. در معماری‌های کوانتومی، اجزای باتری می‌توانند به صورت جمعی با یکدیگر و با منبع انرژی برهم‌کنش کنند. این رفتار جمعی می‌تواند انتقال انرژی را سریع‌تر کند؛ پدیده‌ای که در ادبیات این حوزه با مفاهیمی مانند Quantum Advantage و Superextensive Scaling توصیف می‌شود. نکته مهم این است که «مزیت کوانتومی» به این معنا نیست که هر باتری کوانتومی الزاماً با افزایش اندازه، به طور نامحدود سریع‌تر می‌شود. میزان این مزیت به معماری سامانه، نوع برهم‌کنش‌ها، میزان همدوسی، اتلاف انرژی و نحوه کنترل محیط بستگی دارد. پژوهش‌های نظری نشان داده‌اند که در برخی مدل‌ها توان شارژ می‌تواند با تعداد اجزای باتری سریع‌تر از رشد خطی افزایش یابد.

به زبان ساده، در یک سامانه کلاسیک می‌توان تصور کرد که هر سلول تقریباً به صورت مستقل شارژ می‌شود؛ اما در یک سامانه کوانتومی مناسب، تعداد زیادی جزء می‌توانند مانند یک سیستم جمعی رفتار کنند. همین رفتار جمعی است که زمینه ایجاد شارژ فوق‌خطی (Superextensive Charging) را فراهم می‌کند.

Electrolyte



آمار چه می‌گوید؟

پژوهش منتشرشده در سال ۲۰۲۶ نشان داد که یک نمونه آزمایشگاهی باتری کوانتومی با استفاده از مولکول‌های آلی داخل ریزحفره نوری ساخته شده‌است.

در این آزمایش:

۱. تعداد مولکول‌های فعال از 2.8×10^{14} تا 7.9×10^{14} تغییر داده شده‌است.

۲. با افزایش تعداد مولکول‌ها، توان خروجی بیش از رشد خطی افزایش یافت.

۳. این رفتار که Superextensive Power Scaling نام دارد، نخستین شواهد تجربی از مزیت کوانتومی در تولید توان الکتریکی محسوب می‌شود.

البته باید توجه داشت که این اعداد به معنای آن نیستند که یک گوشی هوشمند امروزی را می‌توان با این فناوری در چند ثانیه شارژ کرد. آزمایش انجام‌شده در مقیاس آزمایشگاهی و در معماری ویژه‌ای از ریزحفره‌های نوری انجام شده‌است. بنابراین فاصله میان این نمونه اولیه و یک باتری تجاری قابل استفاده در خودرو یا تلفن همراه همچنان بسیار زیاد است.

چالش‌های پیش رو

با وجود این نتایج امیدوارکننده، باتری‌های کوانتومی هنوز در مراحل ابتدایی توسعه قرار دارند. یکی از مهم‌ترین چالش‌ها، واهمدوسی کوانتومی (Decoherence) و حساسیت حالت‌های کوانتومی به عوامل محیطی است. همچنین، مقیاس‌پذیری و کنترل دقیق برهمکنش‌ها و اتلاف انرژی از موانع اصلی توسعه این فناوری به شمار می‌روند.

پژوهش‌ها نشان می‌دهند که پیشرفت در مواد پیشرفته، فوتونیک و فناوری‌های کنترل کوانتومی برای تجاری‌سازی این باتری‌ها ضروری است. از سوی دیگر، مدت‌زمان ذخیره انرژی نیز اهمیت دارد. در آزمایش ۲۰۲۶، انرژی در یک حالت برانگیخته متاپایدار ذخیره شد، اما این فناوری هنوز با باتری‌های تجاری که می‌توانند انرژی را برای ساعت‌ها یا روزها حفظ کنند فاصله دارد.

آینده‌ای که دور از دسترس نیست

امروزه شرکت‌ها و مراکز تحقیقاتی بزرگ سرمایه‌گذاری گسترده‌ای روی فناوری‌های کوانتومی انجام داده‌اند و باتری‌های کوانتومی نیز یکی از شاخه‌های نوظهور این حوزه به شمار می‌روند. هرچند جایگزینی کامل باتری‌های لیتیومی در آینده نزدیک واقع‌بینانه نیست، اما بسیاری از پژوهشگران پیش‌بینی می‌کنند که این فناوری ابتدا در رایانه‌های کوانتومی، ماهواره‌ها، حسگرهای فوق‌دقیق و تجهیزات پزشکی به کار گرفته شود و سپس به سایر صنایع راه پیدا کند. باتری‌های کوانتومی هنوز در آغاز مسیر هستند، اما همان‌گونه که رایانه‌های کوانتومی از یک ایده نظری به نمونه‌های عملی رسیده‌اند، این فناوری نیز می‌تواند در سال‌های آینده یکی از مهم‌ترین تحولات ذخیره‌سازی انرژی را رقم بزند.

منابع:



سامانه‌های انرژی (انتشار کربن دی اکسید)

این مقاله مروری، تحلیلی جامع و نظام مند از انتشار کربن دی اکسید در سامانه های انرژی و سیاست‌های کاهش انتشار آن در سه کشور آسیای مرکزی، شامل قزاقستان، ازبکستان و قرقیزستان، ارائه می‌دهد. دوره زمانی مورد بررسی از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۲ را در برمی‌گیرد. این سه کشور، به‌عنوان جمهوری‌های سابق اتحاد جماهیر شوروی، دارای پیشینه تاریخی مشترک و ساختارهای نهادی مشترک هستند. با این حال، از نظر منابع انرژی، ترکیب سبد انرژی و روند انتشار گازهای گلخانه‌ای تفاوت‌های قابل توجهی با یکدیگر دارند. هر سه کشور عضو توافق نامه پاریس هستند. از این رو، مسیرهای کاهش انتشار کربن در آنها از منظر تلاش‌های جهانی برای مقابله با تغییرات اقلیمی اهمیت ویژه‌ای دارد.



نویسنده: پوریا تفرشی

این مقاله همچنین مروری جامع بر چارچوب‌های سیاست‌گذاری انرژی و اقلیم در این کشورها ارائه می‌دهد که شامل اهداف توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، راهبردهای افزایش بهره‌وری انرژی و برنامه‌های بلند مدت کربن زدایی است. در این میان، قزاقستان و ازبکستان سیاست‌های بلندپروازانه‌تری را در پیش گرفته‌اند، از جمله برگزاری مزایده‌های رقابتی برای پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر، توسعه گسترده نیروگاه‌های خورشیدی و بادی، و تدوین راهبردهایی برای تولید هیدروژن کم کربن. در مقابل، تمرکز اصلی سیاست‌های قرقیزستان همچنان بر توسعه نیروگاه‌های برق آبی است. اما فرسودگی زیرساخت‌ها، محدودیت منابع مالی و آسیب‌پذیری در برابر تغییرات اقلیمی و نوسانات منابع آبی، روند پیشرفت این کشور را با چالش مواجه کرده است.

این پژوهش با استفاده از داده‌های بلند مدت آژانس بین المللی انرژی (IEA)، بانک جهانی و منابع آمار ملی، روند تغییرات عرضه اولیه انرژی، ظرفیت تولید برق، مصرف نهایی انرژی و انتشار کربن دی اکسید در بخش‌های مختلف را بررسی کرده است. توجه ویژه این مطالعه به انتشار کربن دی اکسید ناشی از تولید برق و گرما، بخش حمل و نقل و صنایع معطوف شده است. زیرا این سه بخش، مهم‌ترین منابع انتشار کربن دی اکسید در منطقه محسوب می‌شوند. اگرچه میزان انتشار کربن دی اکسید به ازای هر واحد تولید ناخالص داخلی (GDP) در هر سه کشور کاهش یافته است که نشان‌دهنده جدایی نسبی رشد اقتصادی از افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای است، اما مقدار مطلق انتشار در دوره‌های رشد اقتصادی همچنان بالا باقی‌مانده یا حتی افزایش یافته است. این یافته نشان می‌دهد که صرفاً بهبود بهره‌وری اقتصادی برای دستیابی به کاهش چشمگیر انتشار کافی نیست و تحقق این هدف مستلزم تحولات ساختاری عمیق در سامانه‌های انرژی ملی است.

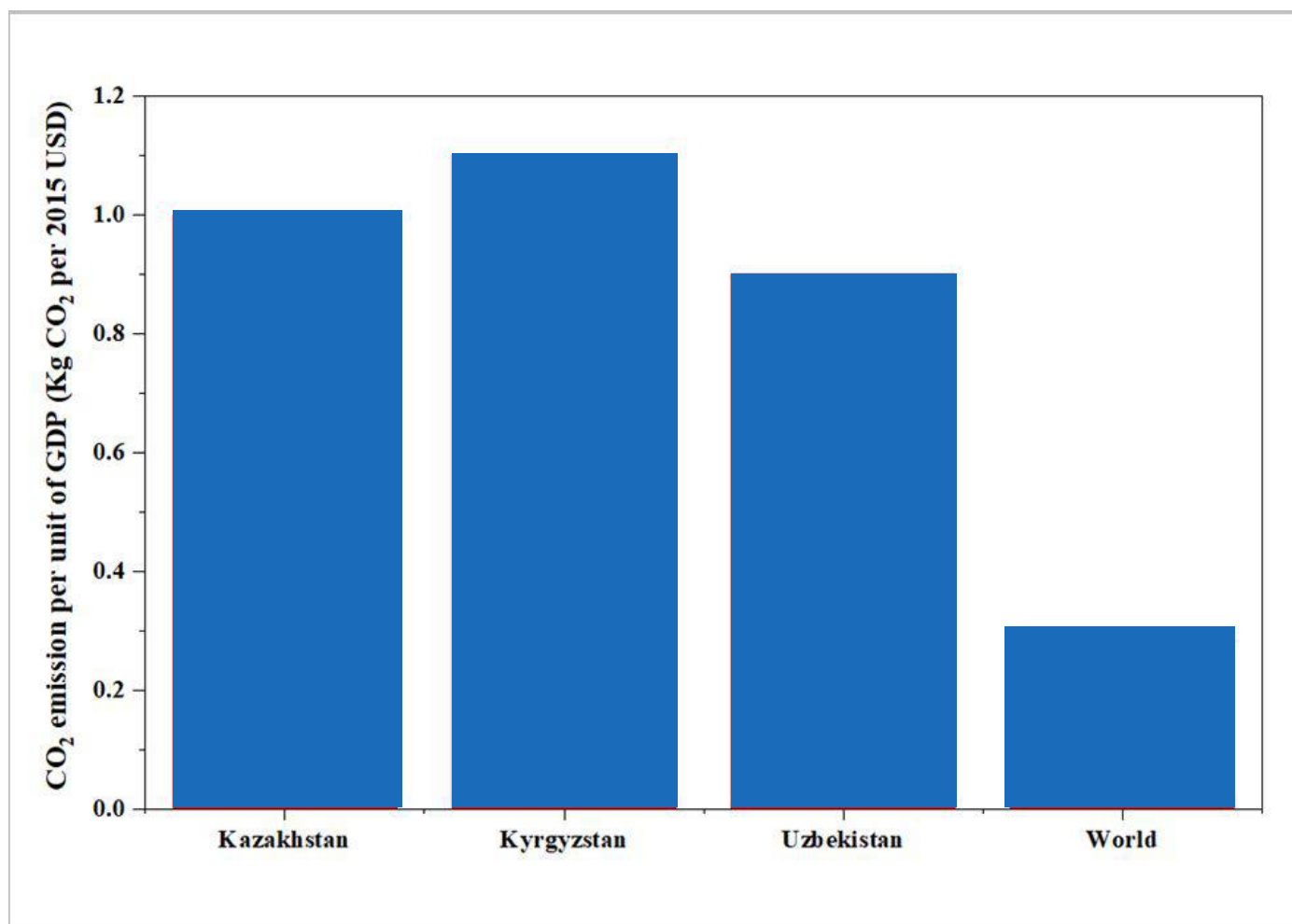
نتایج تحلیل نشان می‌دهد که شدت انتشار کربن دی اکسید در هر سه کشور، با وجود کاهش محسوس از اوایل دهه ۲۰۰۰، همچنان به‌طور قابل توجهی بالاتر از میانگین جهانی است. این شدت بالای انتشار عمدتاً ناشی از وابستگی ساختاری به سوخت‌های فسیلی، فناوری‌های کم بازده تبدیل انرژی، فرسودگی زیرساخت‌های تولید برق و نفوذ محدود فناوری‌های نوین بهره‌وری انرژی است. در میان این کشورها، قزاقستان به دلیل اتکای گسترده بخش‌های تولید برق و گرمایش به زغال سنگ، بالاترین میزان انتشار سرانه کربن دی اکسید را دارد و این بخش‌ها سهم عمده‌ای از انتشار ملی را تشکیل می‌دهند. در ازبکستان، الگوی انتشار عمدتاً تحت تاثیر وابستگی شدید به گاز طبیعی، به‌ویژه در تولید برق و کاربردهای صنعتی، قرار دارد. در مقابل، قرقیزستان اگرچه از ترکیب تولید برق نسبتاً کم کربن و مبتنی بر نیروگاه‌های برق آبی برخوردار است، اما با تلفات قابل توجه انرژی و مصرف غیربهرینه در بخش خانگی، به‌ویژه در فصل زمستان، مواجه است.

مهم‌ترین آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

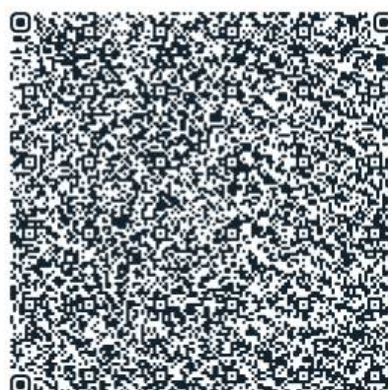
- ۱- توسعه گسترده و هدفمند انرژی‌های تجدیدپذیر
- ۲- بهبود مستمر و نظام‌مند بهره‌وری انرژی در تمامی بخش‌ها
- ۳- اصلاح تدریجی یارانه‌های سوخت‌های فسیلی
- ۴- تقویت ظرفیت‌ها و توانمندی‌های نهادی
- ۵- گسترش همکاری‌های منطقه‌ای در حوزه انرژی و محیط زیست

افزون بر این، با وجود ظرفیت بالای همکاری‌های منطقه‌ای برای افزایش امنیت انرژی و تسریع‌گذار به سامانه‌های کم کربن از طریق تجارت فرامرزی برق، این همکاری‌ها همچنان در سطحی محدود باقی مانده‌اند. در پایان، مقاله نتیجه‌گیری می‌کند که تسریع روند کربن‌زدایی در کشورهای آسیای مرکزی مستلزم اتخاذ رویکردهای سیاستی یکپارچه و هماهنگ است. این رویکرد ها باید مجموعه ای از اقدامات مکمل را در بر گیرند که از جمله

با وجود تدوین سیاست‌های مختلف و پذیرش تعهدات بین المللی در زمینه مقابله با تغییرات اقلیمی، این پژوهش چندین مانع ساختاری و نهادی پایدار را شناسایی می‌کند که اجرای موثر برنامه‌های کاهش انتشار را با مشکل روبرو ساخته‌اند. از جمله این موانع می‌توان به یارانه‌های سوخت‌های فسیلی، دسترسی محدود به منابع مالی اقلیمی، نبود ثبات در قوانین و مقررات، ضعف ظرفیت‌های نهادی و فاصله میان تدوین سیاست‌ها و اجرای عملی آنها اشاره کرد.



منابع:



سنتز سبز آمونیاک با کاتالیست‌های ناهمگن؛ از فعال‌سازی نیتروژن تا تولید پایدار

آمونیاک یکی از بنیادی‌ترین مواد شیمیایی جهان است؛ ماده‌ای که علاوه بر نقش اصلی در تولید کودهای نیتروژنی، امروزه به‌عنوان حامل هیدروژن و گزینه‌ای برای ذخیره انرژی نیز مطرح شده‌است. با وجود آنکه مولکول آمونیاک فاقد کربن است، روش متداول تولید آن الزاماً سبز نیست. فرایند هابر-بوش برای تبدیل نیتروژن و هیدروژن به آمونیاک، معمولاً در دمای حدود ۴۰۰ تا ۶۰۰ درجه سلسیوس و فشار ۱۵ تا ۳۰ مگاپاسکال انجام می‌شود. افزون بر مصرف انرژی زیاد، هیدروژن موردنیاز این فرایند عمدتاً از ریفرمینگ گاز طبیعی یا گازی‌سازی زغال‌سنگ تأمین می‌شود؛ ازاین‌رو، تولید آمونیاک سهم قابل‌توجهی در مصرف جهانی انرژی و انتشار دی‌اکسیدکربن دارد [۲۰].



نویسندگان: یاسین سرپله و زهرا جمالی

فوتوکاتالیز و کاتالیست می‌توانند با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، گونه‌های مختلف نیتروژن را در شرایط ملایم‌تر به آمونیاک تبدیل کنند [۲۱].

چرا فعال‌سازی نیتروژن دشوار است؟

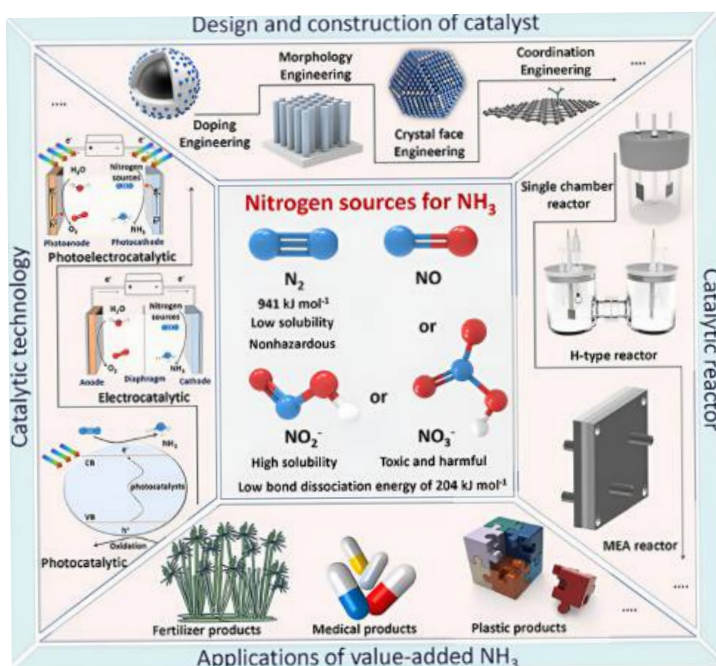
بزرگ‌ترین مانع در سنتز آمونیاک، پایداری بسیار زیاد مولکول نیتروژن است. انرژی پیوند سه‌گانه $N \equiv N$ حدود ۹۴۱ کیلوژول بر مول است و نیتروژن در محیط‌های آبی نیز حلالیت کمی دارد. در کاتالیز حرارتی، جذب و شکستن پیوند نیتروژن اغلب یکی از کندترین مراحل واکنش است. در سامانه‌های الکتروشیمیایی نیز واکنش جانبی تولید هیدروژن می‌تواند الکترون‌ها و پروتون‌ها را پیش از تبدیل نیتروژن مصرف کند [۴۰].

کاتالیست‌های ناهمگن با فراهم‌کردن سایت‌های فعال سطحی، جذب نیتروژن و انتقال الکترون به اوربیتال‌های ضدپیوندی آن را تسهیل می‌کنند. پس از فعال‌شدن نیتروژن، هیدروژناسیون مرحله‌ای روی سطح کاتالیست انجام می‌شود و حدواسطه‌های $*NH^*$ ، NH_2 و در نهایت NH_3 تشکیل می‌شوند. بنابراین، عملکرد کاتالیست به تعداد سایت‌های فعال، ساختار الکترونی، اندازه ذره‌ها، نقص‌های بلوری و برهم‌کنش میان فاز فعال و پایه وابسته است.

نسل جدید کاتالیست‌های ناهمگن

کاتالیست‌های آهنی همچنان اساس فرایند صنعتی هابر-بوش هستند، اما روتنیم و کبالت نیز به‌دلیل توانایی مناسب در فعال‌سازی نیتروژن مورد توجه قرار گرفته‌اند. تثبیت این فلزات روی پایه‌های بازی، هیدریدها، نیتریدها و الکترایدها می‌تواند چگالی الکترونی فلز را افزایش دهد و شکستن پیوند نیتروژن را آسان‌تر کند. برخی از این مواد در دماهای حدود ۲۵۰ تا ۳۰۰ درجه سلسیوس نیز فعالیت قابل‌توجهی نشان داده‌اند؛ هرچند هزینه روتنیم و پایداری بلندمدت پایه‌ها همچنان از محدودیت‌های اصلی است [۱].

در مفهوم آمونیاک سبز، هیدروژن از الکترولیز آب با نور خورشید، بادی یا دیگر منابع تجدیدپذیر به دست می‌آید و انرژی موردنیاز واحد سنتز نیز از منابع کم‌کربن تأمین می‌شود. بااین‌حال، جایگزینی هیدروژن فسیلی با هیدروژن سبز، به‌تنهایی برای کاهش هزینه و مصرف انرژی کافی نیست. مرحله تعیین‌کننده، توسعه کاتالیست‌هایی است که بتوانند واکنش تولید آمونیاک را در دما و فشار پایین‌تر و با سرعت مناسب پیش ببرند. همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، سنتز سبز آمونیاک مجموعه‌ای از منابع نیتروژنی، مسیرهای تبدیل انرژی و سامانه‌های کاتالیستی را دربرمی‌گیرد. روش‌های الکتروکاتالیستی،



شکل ۱) نمای شماتیک منابع نیتروژن، مسیرهای کاتالیستی، راهبردهای مهندسی کاتالیست و سامانه‌های راکتوری مورد استفاده در سنتز سبز آمونیاک؛ اقتباس از مرجع [۴].

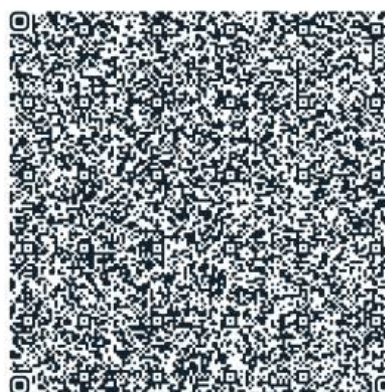
در کنار پروسکایت‌ها، مواد کم‌بعد شامل نانوذره‌های صفربعدی، نانومیل‌ها و نانوسیم‌های یک‌بعدی و نانوصفحات دوبعدی نیز اهمیت یافته‌اند. سطح ویژه زیاد، تعداد بالای اتم‌های لبه‌ای و قابلیت مهندسی ساختار الکترونی، این مواد را برای فرایندهای فوتوکاتالیستی و الکتروکاتالیستی مناسب می‌کند. ایجاد نقص‌های کنترل‌شده، دوپینگ و ساخت هتروساختارها می‌تواند جدایش بار، انتقال الکترون و جذب انتخابی نیتروژن یا نیترات را بهبود دهد [۳].

پروسکایت‌ها با ساختار عمومی ABO_3 از امیدبخش‌ترین خانواده‌های کاتالیستی هستند. جایگزینی عناصر در موقعیت‌های A و B، امکان تنظیم رسانایی، خواص اکسایش-کاهش، غلظت جای‌خالی‌های اکسیژن و قدرت جذب گونه‌های نیتروژنی را فراهم می‌کند. برای مثال، در پروسکایت اکسی‌نیتريد-هیدرید $BaCeO_3-xN_yH_z$ ، یون‌های نیتريد و هیدرید شبکه مستقیماً در تشکیل آمونیاک مشارکت می‌کنند. این مسیر که به سازوکار مارس-ون‌کرولن شباهت دارد، می‌تواند انرژی فعال‌سازی را در مقایسه با مسیر متداول سطحی کاهش دهد [۲].

مقایسه خانواده‌های مهم کاتالیستی

محدودیت اصلی	مزیت اصلی	کاتالیست‌های شاخص	روش سنتز
نیاز به هیدروژن و معمولاً دما و فشار بالاتر نسبت به مسیرهای نوین [۲و۱]	بیشترین نزدیکی به فناوری صنعتی و برخورداری از نرخ تولید نسبتاً بالا	تثبیت‌شده روی Fe، Ru و Co پایه‌های اکسیدی، هیدریدی، نیتریدی و الکترایدی	ترموکاتالیستی
رقابت واکنش تولید هیدروژن، حلالیت کم N_2 ، نرخ تولید و چگالی جریان پایین و پایداری محدود [۴و۱]	امکان استفاده مستقیم از برق تجدیدپذیر، طراحی واحدهای ماژولار و فعالیت در فشار اتمسفری و شرایط ملایم‌تر	پروسکایت‌ها، کاتالیست‌های تک‌اتمی، فلزات و اکسیدهای فلزی و مواد دوبعدی	الکتروکاتالیستی
بازترکیب سریع الکترون-حفره، جذب محدود نور مرئی، فعال‌سازی دشوار N_2 و بازده کوانتومی پایین [۴و۲]	استفاده مستقیم از انرژی نور و امکان انجام واکنش در شرایط نزدیک به محیط	تیتانیم دی اکسید، کربن نیتريد گرافیتی $g-C_3N_4$ و هتروساختارهای نوع S و Z	فوتوکاتالیستی
مصرف توان برای تولید پلاسما، بازده انرژی محدود و دشواری طراحی راکتورهای پیوسته و مقیاس‌پذیر [۲و۱]	فعال‌سازی N_2 در دمای پایین‌تر، کنترل‌پذیری الکتریکی و قابلیت سازگاری با واحدهای کوچک و انرژی تجدیدپذیر	فلزها و اکسیدهای فلزی، به‌ویژه سامانه‌های مبتنی بر Fe، Ru، Ni، Co	پلاسما-کاتالیستی

منابع:



هیدروژن، جایگزین سوخت‌های فسیلی با کمک پروسکایت‌های دوگانه

رشد جمعیت، توسعه صنایع و پیشرفت فناوری موجب افزایش مستمر تقاضا برای انرژی در سراسر جهان شده‌است. در حال حاضر، بخش عمده این تقاضا همچنان از طریق سوخت‌های فسیلی مانند نفت، زغال‌سنگ و گاز طبیعی تأمین می‌شود. با این وجود، محدود بودن ذخایر این منابع و افزایش هزینه‌های استخراج و بهره‌برداری از آنها، ضرورت حرکت به سمت منابع جایگزین و پایدار انرژی را بیش از گذشته آشکار ساخته‌است. از این رو، انرژی‌های تجدیدپذیر به دلیل دسترسی‌پذیری، پایداری و سازگاری بیشتر با محیط‌زیست، به یکی از ارکان اصلی سیاست‌های انرژی در بسیاری از کشورها تبدیل شده‌اند و سهم آنها در تأمین انرژی جهانی به طور پیوسته در حال افزایش است.



نویسنده: محیاصادق‌نیا

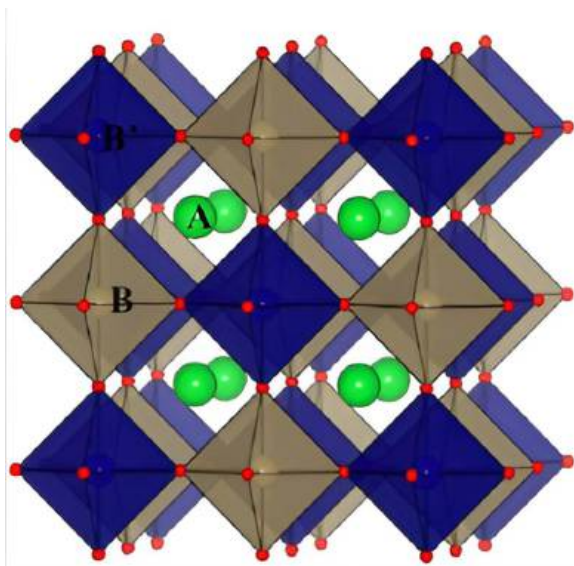
انتخاب روش مناسب به عواملی مانند هزینه تولید، بازده فرآیند، میزان انتشار آلاینده‌ها و دسترسی به منابع اولیه بستگی دارد. از این رو، توسعه فناوری‌هایی که ضمن کاهش هزینه‌های تولید، آثار زیست‌محیطی کمتری داشته باشند، از مهم‌ترین اهداف پژوهش‌های این حوزه به شمار می‌رود. در میان فناوری‌های موجود، اصلاح بخار متان به دلیل بازده بالا و صرفه اقتصادی، همچنان رایج‌ترین روش تولید هیدروژن در مقیاس صنعتی محسوب می‌شود. در مقابل، الکترولیز آب به‌ویژه در صورت استفاده از برق حاصل از منابع تجدیدپذیر، روشی پاک و پایدار برای تولید هیدروژن به‌شمار می‌آید و به همین دلیل در سال‌های اخیر توجه فزاینده‌ای را به خود جلب کرده‌است.

تولید می‌شود و انتشار مستقیم کربن دی اکسید رخ نمی‌دهد. از این رو، توسعه فناوری‌های مبتنی بر هیدروژن می‌تواند نقش مؤثری در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، بهبود کیفیت محیط‌زیست و حرکت به سوی سامانه‌های انرژی پایدار ایفا کند.

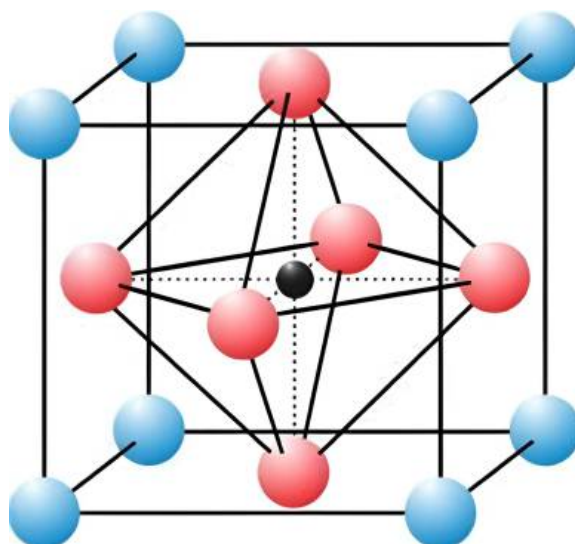
با وجود ظرفیت بالای هیدروژن برای ایفای نقش در سامانه‌های انرژی آینده، گسترش استفاده از این حامل انرژی مستلزم رفع چالش‌های فنی و اقتصادی متعددی است. یکی از مهم‌ترین این چالش‌ها، مدیریت مراحل پس از تولید، به‌ویژه انتقال، توزیع و ذخیره‌سازی ایمن و کارآمد هیدروژن است. به دلیل ویژگی‌های فیزیکی این عنصر، توسعه فناوری‌های مناسب برای ذخیره‌سازی و جابه‌جایی آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و همچنان یکی از محورهای اصلی پژوهش‌ها در حوزه انرژی هیدروژنی محسوب می‌شود. هیدروژن را می‌توان از طیف گسترده‌ای از منابع اولیه و با استفاده از فناوری‌های مختلف تولید کرد. به طور کلی، روش‌های تولید این حامل انرژی به سه دسته اصلی شامل فرآیندهای مبتنی بر سوخت‌های فسیلی، انرژی هسته‌ای و منابع انرژی تجدیدپذیر تقسیم می‌شوند.

همزمان با تشدید نگرانی‌ها درباره پیامدهای زیست‌محیطی ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای و تغییرات اقلیمی، دولت‌ها و سازمان‌های بین‌المللی راهبردهای متعددی را برای کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و توسعه فناوری‌های کم‌کربن اتخاذ کرده‌اند. در این چارچوب، هیدروژن به دلیل پاک بودن، قابلیت تولید از منابع گوناگون و نقش آن به‌عنوان یک حامل انرژی، به یکی از مهم‌ترین گزینه‌ها برای تحقق سامانه‌های انرژی پایدار و کاهش انتشار آلاینده‌های کربنی تبدیل شده‌است.

در سال‌های اخیر، هیدروژن به‌عنوان یکی از امیدبخش‌ترین حامل‌های انرژی، جایگاه ویژه‌ای در میان فناوری‌های نوین انرژی پیدا کرده‌است. ویژگی‌هایی نظیر آلاینده‌گی بسیار کم، قابلیت تولید از منابع مختلف و امکان استفاده در بخش‌های گوناگون از جمله حمل‌ونقل، تولید برق و صنایع، موجب شده‌است که هیدروژن به یکی از گزینه‌های اصلی برای کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی تبدیل شود. علاوه بر این، در فرآیند مصرف هیدروژن، آب به‌عنوان محصول اصلی



چشم‌انداز آینده پژوهش‌ها در این حوزه بر طراحی نسل جدید دابل پروسکایت‌های بدون سرب، توسعه نانودابل پروسکایت‌ها، ساخت کامپوزیت‌های مبتنی بر دابل پروسکایت و بهره‌گیری از روش‌های محاسباتی پیشرفته و هوش مصنوعی برای پیش‌بینی ترکیب‌هایی با عملکرد بهینه متمرکز است. انتظار می‌رود هم‌افزایی میان مهندسی ساختار، کنترل نقص‌های بلوری و اصلاح سطح، منجر به تولید دابل پروسکایت‌هایی با ظرفیت ذخیره‌سازی بالاتر، سینتیک سریع‌تر جذب و واجذب و پایداری چرخه‌ای بهتر شود. اگرچه هنوز چالش‌هایی نظیر افزایش ظرفیت ذخیره‌سازی در شرایط عملیاتی، کاهش انرژی فعال‌سازی و بهبود رسانایی یونی و الکترونی وجود دارد، اما شواهد منتشر شده در مقالات سال‌های اخیر نشان می‌دهد که دابل پروسکایت‌ها به دلیل قابلیت تنظیم گسترده خواص فیزیکی و شیمیایی، یکی از امیدبخش‌ترین گزینه‌ها برای توسعه سامانه‌های ذخیره‌سازی هیدروژن در فناوری‌های انرژی پاک و اقتصاد هیدروژنی آینده به‌شمار می‌روند.



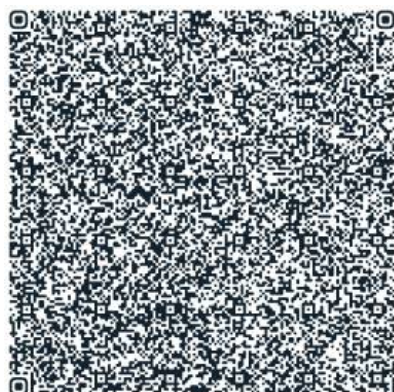
از دیدگاه فیزیکی، هیدروژن دارای چگالی انرژی جرمی بسیار بالایی است، اما چگالی انرژی حجمی آن در شرایط محیطی پایین است. این ویژگی موجب می‌شود که ذخیره‌سازی و حمل‌ونقل هیدروژن در مقایسه با بسیاری از سوخت‌های متداول با چالش‌های فنی بیشتری همراه باشد و توسعه فناوری‌های نوین ذخیره‌سازی را به ضرورتی اجتناب‌ناپذیر تبدیل کند.

در این میان، ترکیب‌های پروسکایتی به دلیل انعطاف‌پذیری ساختاری، پایداری شیمیایی مناسب، قابلیت اصلاح ترکیب شیمیایی و خواص فیزیکی و الکتروشیمیایی مطلوب، توجه بسیاری از پژوهشگران را به خود جلب کرده‌اند. این ویژگی‌ها سبب شده‌است که پروسکایت‌ها به‌عنوان گزینه‌هایی امیدبخش برای استفاده در سامانه‌های ذخیره‌سازی هیدروژن و سایر کاربردهای مرتبط با فناوری‌های نوین انرژی مورد بررسی قرار گیرند.

ساختار پروسکایت نخستین بار در سال ۱۸۳۹ و با شناسایی کانی کلسیم تیتانات در کوه‌های اورال معرفی شد. این کانی که پیش‌تر به افتخار کانی‌شناس روس، لو پروفسکی نام‌گذاری شده بود، مبنای نام‌گذاری گروهی از ترکیب‌های بلوری با ساختار مشابه قرار گرفت. امروزه تمامی ترکیباتی که از آرایش بلوری مشابه این کانی و فرمول عمومی ABX_3 پیروی می‌کنند، در دسته مواد پروسکایتی طبقه‌بندی می‌شوند.

پروسکایت‌های دوگانه در مقایسه با پروسکایت‌های ساده، از انعطاف‌پذیری ساختاری بیشتری برخوردار هستند که این ویژگی عمده‌تاً ناشی از حضور دو کاتیون متفاوت در جایگاه B شبکه بلوری است. در این گروه از مواد، ساختار کلی به‌گونه‌ای است که دو کاتیون با ماهیت یا ظرفیت متفاوت به‌صورت منظم در جایگاه‌های B و B' آرایش می‌یابند، درحالی‌که در برخی ترکیب‌ها، جایگاه A نیز می‌تواند به‌طور هم‌زمان به‌وسیله دو نوع کاتیون اشغال شود. این تنوع در آرایش کاتیونی، امکان کنترل و تنظیم دقیق‌تر ساختار الکترونی، توزیع بار و برهم‌کنش‌های میان یون‌ها را فراهم می‌کند. در نتیجه، پروسکایت‌های دوگانه نسبت به ساختارهای ساده، قابلیت بیشتری برای بهینه‌سازی خواص نظیر هدایت الکتریکی، رفتار مغناطیسی، فعالیت کاتالیستی و عملکرد الکتروشیمیایی دارند. به همین دلیل، این خانواده از مواد در سال‌های اخیر به‌عنوان یکی از گزینه‌های امیدبخش برای کاربرد در سامانه‌های تبدیل و ذخیره‌سازی انرژی، به‌ویژه ذخیره‌سازی هیدروژن، مورد توجه گسترده پژوهشگران قرار گرفته‌اند.

منابع:



ابرخازن‌های هوشمند: از نانومواد مهندسی‌شده تا نسل آینده سامانه‌های ذخیره‌سازی انرژی

پیشرفت سریع تجهیزات الکترونیکی قابل حمل، خودروهای الکتریکی و فناوری‌های مبتنی بر انرژی‌های تجدیدپذیر، نیاز به سامانه‌های ذخیره‌سازی انرژی الکتروشیمیایی با عملکرد بالا را به‌طور چشمگیری افزایش داده‌است. تصور کنید تلفن همراه یا خودروی الکتریکی‌ای که تنها در چند ثانیه به‌طور کامل شارژ شود، میلیون‌ها چرخه شارژ و دشارژ را بدون افت محسوس عملکرد پشت سر بگذارد و حتی در شرایط محیطی سخت نیز عملکردی پایدار و قابل اعتماد داشته‌باشد. دستیابی به چنین ویژگی‌هایی یکی از مهم‌ترین اهداف پژوهش‌های امروزی در حوزه ذخیره‌سازی انرژی است.



نویسنده: حدیث اکبری

در سال‌های اخیر، مهندسی پیشرفته الکترولیت‌ها به یکی از مهم‌ترین محورهای پژوهش در حوزه ابرخازن‌ها تبدیل شده‌است؛ زیرا عملکرد الکتروشیمیایی این سامانه‌ها حاصل برهم‌کنش هم‌افزایی میان مواد الکترودی و الکترولیت است. در این میان، نسل جدیدی از الکترولیت‌ها، از جمله الکترولیت‌های آب در نمک، حلال‌های یوتکتیک عمیق و الکترولیت‌های ژلی و حالت جامد، توانسته‌اند پنجره پایداری الکتروشیمیایی را به‌طور قابل توجهی گسترش دهند، ایمنی دستگاه‌ها را افزایش دهند و زمینه را برای توسعه سامانه‌های ذخیره‌سازی انرژی انعطاف‌پذیر و پوشیدنی فراهم کنند.

این پیشرفت‌ها نشان می‌دهد که دستیابی به ابرخازن‌های نسل آینده با عملکرد بالا، تنها به طراحی و مهندسی مواد الکترودی محدود نمی‌شود؛ بلکه مستلزم بهینه‌سازی هم‌زمان ترکیب و خواص الکترولیت، در کنار طراحی مناسب ساختار و معماری دستگاه است. به بیان دیگر، عملکرد نهایی ابرخازن‌ها حاصل هماهنگی و تعامل میان مواد الکترودی، الکترولیت و طراحی مهندسی سامانه ذخیره‌سازی انرژی خواهد بود.

- آیا ابرخازن‌ها تنها ابزارهایی برای ذخیره‌سازی انرژی هستند؟

پیشرفت‌های اخیر در حوزه نانوفناوری، علم مواد و سامانه‌های هوشمند انرژی، نقش ابرخازن‌ها را از تجهیزاتی صرفاً برای ذخیره‌سازی انرژی، به اجزایی چندمنظوره در سامانه‌های یکپارچه مدیریت انرژی ارتقا داده‌است. امروزه ابرخازن‌ها علاوه بر ذخیره‌سازی و تأمین سریع انرژی، به گونه‌ای طراحی می‌شوند که بتوانند انرژی موجود در محیط را برداشت کنند، وضعیت عملکرد خود را پایش نمایند و با سایر تجهیزات الکترونیکی تعامل داشته‌باشند. این قابلیت‌ها زمینه را برای توسعه سامانه‌های خودتأمین انرژی و فناوری‌های خودمختار فراهم کرده‌است. یکی از مهم‌ترین دستاوردهای این حوزه، توسعه سامانه‌های یکپارچه برداشت و ذخیره‌سازی انرژی است. در این سامانه‌ها، ابرخازن‌ها به‌طور مستقیم با تجهیزات برداشت انرژی، مانند سلول‌های فتوولتائیک، نانوزنراتورهای پیزوالکتریک و مولدهای ترموالکتریک، ترکیب می‌شوند تا انرژی خورشیدی، مکانیکی یا گرمایی را به‌صورت هم‌زمان دریافت و ذخیره کنند. چنین سامانه‌هایی می‌توانند منبع تغذیه‌ای پایدار برای حسگرهای بی‌سیم، تجهیزات اینترنت اشیا، سامانه‌های پایش محیطی و زیرساخت‌های هوشمند فراهم کنند.

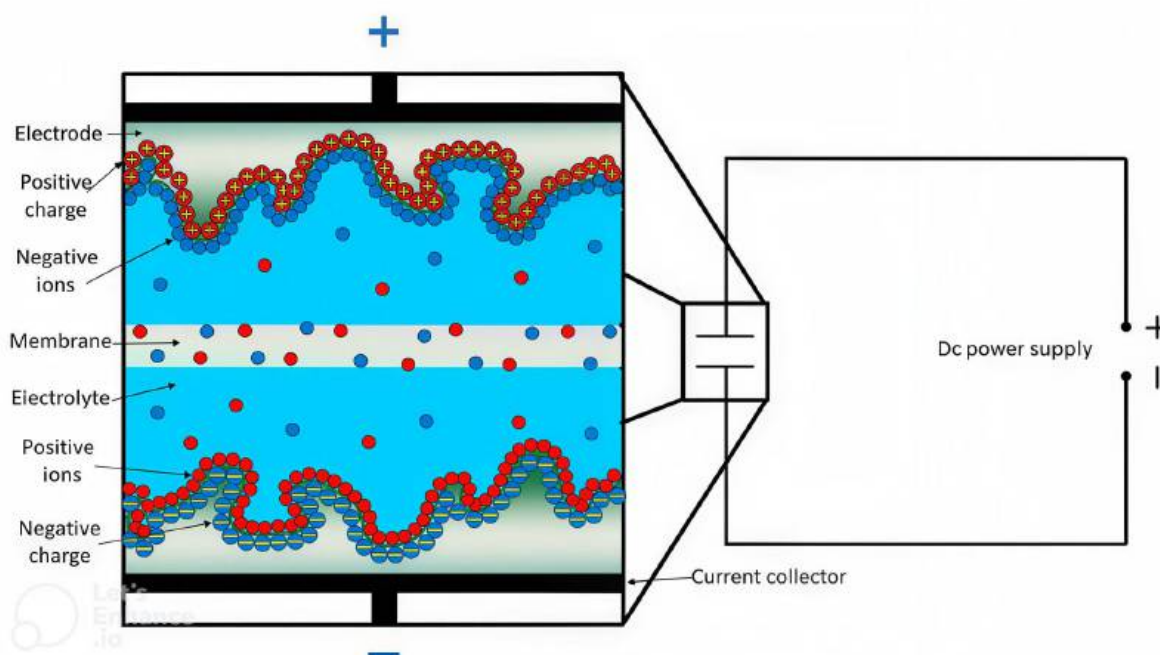
در حال حاضر، باتری‌های لیتیوم یونی به‌دلیل چگالی انرژی بالا، سهم عمده‌ای از بازار ذخیره‌سازی انرژی را به خود اختصاص داده‌اند. با این حال، این باتری‌ها با محدودیت‌های ذاتی متعددی از جمله سرعت نسبتاً پایین شارژ، طول عمر چرخه‌ای محدود، نگرانی‌های ایمنی ناشی از فرار حرارتی و کاهش تدریجی ظرفیت در طول استفاده طولانی‌مدت مواجه هستند. وجود این چالش‌ها، پژوهشگران را به توسعه فناوری‌های مکملی سوق داده‌است که علاوه بر تأمین توان بالا، از دوام و پایداری طولانی‌مدت نیز برخوردار باشند.

در میان فناوری‌های مختلف ذخیره‌سازی انرژی، ابرخازن‌ها به‌دلیل چگالی توان بسیار بالا، قابلیت شارژ و دشارژ فوق‌سریع، پایداری چرخه‌ای عالی و قابلیت اطمینان بالا، به‌عنوان یکی از امیدبخش‌ترین گزینه‌ها شناخته می‌شوند. این ویژگی‌ها سبب شده‌است که ابرخازن‌ها در طیف گسترده‌ای از کاربردها، از تجهیزات الکترونیکی قابل حمل و خودروهای هیبریدی و الکتریکی گرفته تا سامانه‌های یکپارچه‌سازی انرژی‌های تجدیدپذیر و مدیریت هوشمند انرژی، مورد توجه گسترده قرار گیرند. با وجود این مزایا، ابرخازن‌های متداول همچنان با یک محدودیت اساسی روبه‌رو هستند؛ چگالی انرژی آن‌ها به‌طور قابل توجهی کمتر از باتری‌های لیتیوم یونی است. از این رو، جهت‌گیری پژوهش‌های اخیر تنها بر افزایش ظرفیت ویژه متمرکز نبوده، بلکه به سمت طراحی هدفمند مواد الکترودی پیشرفته، ساختارهای متخلخل سلسله‌مراتبی و الکترولیت‌های نوین حرکت کرده‌است. هدف از این رویکردها، افزایش هم‌زمان چگالی انرژی بدون کاهش چگالی توان و پایداری چرخه‌ای است.

در این راستا، ظهور نسل جدیدی از مواد پیشرفته نظیر مکسین ها (MXene)، چارچوب‌های فلزی-آلی (MOFs)، چارچوب‌های آلی کووالانسی (COFs) و انواع نانوکامپوزیت‌های هیبریدی، فرصت‌های تازه‌ای را برای طراحی الکترودهای ابرخازنی با عملکرد بالا فراهم کرده‌است. این مواد به‌دلیل برخورداری از رسانایی الکتریکی مناسب، تعداد زیاد مراکز فعال الکتروشیمیایی و مسیرهای انتقال یونی کارآمد، نقش مهمی در بهبود عملکرد ابرخازن‌های نسل جدید ایفا می‌کنند.

این پیشرفت‌ها نشان می‌دهند که آینده ابرخان‌ها تنها به افزایش چگالی انرژی یا ظرفیت ویژه محدود نخواهد بود. در واقع، انتظار می‌رود نسل آینده ابرخان‌ها با بهره‌گیری از نانومواد پیشرفته، الکترولیت‌های نوین، هوش مصنوعی و فناوری‌های برداشت انرژی، به سامانه‌هایی هوشمند، چندمنظوره و خودتأمین انرژی تبدیل شوند. چنین سامانه‌هایی علاوه بر ذخیره‌سازی و تأمین انرژی، قادر خواهند بود شرایط عملکرد خود را به‌صورت هوشمند پایش و مدیریت کرده، با سایر تجهیزات الکترونیکی تعامل داشته باشند و بخشی از انرژی مورد نیاز خود را مستقیماً از منابع محیطی تأمین کنند. این تحول، چشم‌انداز تازه‌ای را برای توسعه نسل آینده سامانه‌های ذخیره‌سازی انرژی با کارایی، پایداری و استقلال عملکردی بالاتر ترسیم می‌کند.

از دیگر رویکردهای نوظهور، توسعه ابرخان‌های سازه‌ای است. در این فناوری، اجزای سازه‌ای علاوه بر ایفای نقش مکانیکی و تحمل بار، به‌طور هم‌زمان به‌عنوان واحد ذخیره‌سازی انرژی نیز عمل می‌کنند. این ویژگی موجب کاهش چشمگیر وزن و حجم سامانه‌ها شده و کاربردهای گسترده‌ای در صنایع حمل‌ونقل، هوافضا و رباتیک ایجاد کرده‌است. علاوه بر این، ابرخان‌های نوری با ادغام فرایند تبدیل انرژی خورشیدی و ذخیره‌سازی الکتروشیمیایی در یک دستگاه واحد، نیاز به اجزای مجزا را برطرف می‌کنند. این یکپارچه‌سازی ضمن کاهش اتلاف انرژی، امکان توسعه تجهیزات الکترونیکی پوشیدنی و قابل حمل خودتأمین انرژی را نیز فراهم می‌سازد.



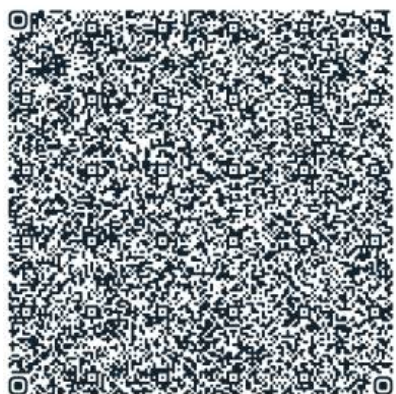
شکل ۱) نمای شماتیک یک سلول ابرخان و سازوکار ذخیره سازی بار بر پایه ظرفیت دولایه الکتریکی

صنایع هوافضا و سامانه‌های مبتنی بر اینترنت اشیا، تبدیل خواهد کرد. در نهایت، آینده ابرخان‌ها نه در کشف یک ماده شگفت‌انگیز و منفرد، بلکه در یکپارچه‌سازی هوشمند مواد پیشرفته، معماری‌های نوین دستگاه، فناوری‌های دیجیتال و راهبردهای طراحی مبتنی بر داده نهفته‌است. چنین رویکردی که بر همکاری میان رشته‌های مختلف علمی استوار است، مرز میان تولید، ذخیره‌سازی و مدیریت انرژی را بیش از پیش کمرنگ خواهد کرد و مسیر را برای توسعه سامانه‌های انرژی خودمختار، پایدار و با بازده بالا هموار می‌سازد.

-چشم‌انداز آینده: ابرخان‌ها در آستانه ورود به عصری نوین

آینده فناوری ابرخان‌ها فراتر از توسعه مواد الکترونیکی پیشرفته خواهد بود. مسیر پیشرفت این فناوری بیش از هر چیز، از همگرایی نانو فناوری، مهندسی مواد، الکترولیت‌های نوین، هوش مصنوعی و سامانه‌های یکپارچه برداشت انرژی تأثیر خواهد پذیرفت. انتظار می‌رود نسل آینده ابرخان‌ها تنها به‌عنوان تجهیزات ذخیره‌سازی انرژی با عملکرد بالا عمل نکنند، بلکه به سامانه‌هایی هوشمند تبدیل شوند که قادر به برداشت انرژی از محیط، پایش مستمر وضعیت عملکرد خود و برقراری ارتباط با شبکه‌های هوشمند انرژی نسل آینده باشند. با وجود پیشرفت‌های چشمگیر، چالش‌هایی نظیر افزایش چگالی انرژی، کاهش هزینه‌های تولید و فراهم‌سازی امکان تولید انبوه و تجاری‌سازی گسترده همچنان پیش روی این فناوری قرار دارد. با این حال، دستاوردهای اخیر نشان می‌دهد که ابرخان‌ها در آستانه یک تحول بنیادین قرار گرفته‌اند. ترکیب منحصربه‌فردی از چگالی توان بالا، پایداری چرخه‌ای فوق‌العاده و قابلیت‌های چندمنظوره، این سامانه‌ها را به یکی از اجزای کلیدی فناوری‌های آینده، از جمله خودروهای الکتریکی، تجهیزات الکترونیکی پوشیدنی و زیست‌پزشکی، شهرهای هوشمند،

منابع:





گفت و گویی با دکتر مسعود خواجه نوری



دکتر مسعود خواجه نوری (عضو هیئت علمی و مدیر گروه مهندسی شیمی)

به گرما، نور و زندگی تبدیل می‌کنند. الان سال‌هاست که میان طراحی فرایندهای فوتوکاتالیستی، شبیه‌سازی جریان گاز و کارآفرینی فعالیت می‌کنم، اما هنوز بوی نفت و صدای کمپرسورها برایم یادآور این حقیقت است: مهندسی شیمی، هنر بزرگ کردن واکنش‌ها از مقیاس لوله‌آزمایش تا اندازه‌ی یک مجتمع صنعتی است.

۲- اولین جرقه علاقه شما به مهندسی شیمی از کجا شکل گرفت؟

جرقه‌اش نه پشت میز دانشگاه که در یک بازدید صنعتی زده شد. یادم می‌آید در یک واحد تصفیه‌خانه‌ی صنعتی، کنار یک راکتور بزرگ ایستاده بودم و اپراتور توضیح می‌داد که چطور با تغییر یک ماده کاتالیستی، آلاینده‌های خطرناک تبدیل به آب و گاز بی‌خطر می‌شوند. همان لحظه برایم شگفت‌انگیز بود که یک ماده جامد کوچک، آن هم بدون مصرف شدن، می‌تواند چنین معجزه‌ای بکند. از آن روز دیگر برایم مهندسی شیمی فقط فرمول و معادله نبود؛ یک جادوی زمینی بود که می‌توانست هوا را تمیزتر، آب را پاک‌تر و انرژی را بهینه‌تر کند. فهمیدم این رشته یعنی همان جایی که علم به کار مردم می‌آید، بی‌آنکه ادعایی داشته باشد.

۳- در دوران دانشجویی، کدام استاد، تجربه یا اتفاق بیشترین اثر را بر شکل‌گیری نگاه علمی شما گذاشت؟

بی‌شک آقای دکتر مهران رضایی و سرکار خانم دکتر مشکانی در دوره‌ی کارشناسی ارشد، نگاه من را به پژوهش به‌عنوان یک مسیر لذت‌بخش و مسئولیت‌دار تغییر دادند. اما در مقطع دکتری، آقایان دکتر علی حقیقی‌اصل و دکتر سید جابر صفدری، به من یاد دادند که مدل‌سازی و بهینه‌سازی فرایندها یعنی دیدن پشت پرده‌ی پدیده‌ها. از هرکدامشان یک طرز فکر متفاوت آموختم؛ یکی دقت بی‌نهایت، یکی جرئت در فرضیه‌پردازی و دیگری ارتباط پژوهش با نیاز صنعت.

۴- اولین مواجهه جدی شما با فضای پژوهش یا آزمایشگاه چگونه بود و چه چیزی از آن تجربه در ذهنتان مانده‌است؟ اولین تجربه‌ی جدی‌ام در آزمایشگاه کاتالیست دانشگاه کاشان بود. به یاد دارم که یک راکتور کوچک را راه انداختم و اولین داده‌هایم را گرفتم. ساعتی نشده بود که دما از کنترل خارج شد و نتایج نامنظم شد. آن روز نه یک شکست بلکه یک درس بزرگ بود: پژوهش یعنی مدارا با خطا و دقت در تکرار. همان روز فهمیدم آزمایشگاه فقط جایی برای ابزار نیست، جایگاهی برای صبر و فروتنی است.

۱- برای شروع، خودتان را برای خوانندگان نشریه معرفی کنید و بگویید مسیرتان چگونه به مهندسی شیمی رسید؟

من مسعود خواجه‌نوری هستم؛ عضو هیئت علمی و مدیر گروه مهندسی شیمی دانشگاه کاشان. اما اگر بخواهم ریشه‌ی این مسیر را پیدا کنم، باید شما را ببرم به روزهایی که هنوز گرمای کوره‌های پالایشگاه را از نزدیک حس نکرده‌بودم. از دانشگاه کاشان و کاتالیست‌ها شروع کردم، در دکتری به دنیای شبیه‌سازی و مدل‌سازی جریان‌های گازی پا گذاشتم، اما نقطه‌ی عطف زندگی‌ام وقتی رقم خورد که کلاه ایمنی به سر کردم و رفتم میان هیاهوی پالایشگاه نفت اصفهان. آنجا، دیگر نه با معادلات انتزاعی، بلکه با خطوط لوله‌ی انبوهی روبرو شدم که نفت خام را به محصولات باارزش تبدیل می‌کنند؛ برج‌های تقطیر بلندی که سروصدایشان تا کیلومترها می‌رفت؛ کمپرسورهای غول‌پیکری که نفس‌کشیدن کنارشان آدم را به یاد قدرت عظیم صنعت می‌انداخت. نشستیم پای راکتورهای کاتالیستی و دیدم که چطور یک تغییر کوچک در دما یا فشار، می‌تواند خروجی یک واحد عظیم را دگرگون کند. آن سال‌ها نه فقط یک شغل، بلکه یک دانشگاه دوم بود؛ فهمیدم فرایندهای شیمیایی روی کاغذ با آنچه در دل تأسیسات غول‌پیکر می‌گذرد، زمین تا آسمان تفاوت دارد. ۱۳ سال در شرکت‌های سازمان انرژی اتمی و پالایشگاه نفت اصفهان، این تجربه را برای من کامل کرد که مهندسی شیمی یعنی پل زدن میان فرمول‌های روی تخته و آن لوله‌های فولادی داغی که نفت را

۹- در حوزه پژوهش، روی چه موضوعاتی تمرکز دارید و چرا این موضوعات برای شما جذاب هستند؟

تمرکز اصلی من روی طراحی و شبیه‌سازی فرایندهای شیمیایی، فوتوکاتالیستی و مدل‌سازی جریان گاز با روش‌های جدید است. جذابیت این حوزه برای من در تقابل علم پایه و کاربرد عملی است. مثلاً شبیه‌سازی حرکت مولکول‌ها در یک راکتور یا پیش‌بینی رفتار کاتالیست در نور خورشید، هم جذابیت ریاضی دارد، هم می‌تواند به تولید انرژی پاک یا جداسازی آلاینده‌ها کمک کند. این دوگانگی نظری-کاربردی، هیچ‌وقت خسته‌ام نمی‌کند.

۱۰- اگر بخواهید از یک تجربه پژوهشی سخت یا پرچالش بگویید، کدام پروژه یا مسئله بیشترین ایستادگی را از شما طلب کرده‌است؟

پروژه‌ای در پالایشگاه نفت اصفهان که به شبیه‌سازی یک واحد گازی با شرایط غیرایده‌آل مربوط می‌شد، یکی از سخت‌ترین تجربه‌ها بود. اما وقتی بالاخره مدل جواب داد، آن حس پیروزی غیرقابل وصفی بود. آن پروژه به من آموخت که در پژوهش، سرعت مهم نیست، استقامت در بازتعریف مسئله مهم است.

۱۱- ارتباط دانشگاه و صنعت را در مهندسی شیمی چگونه ارزیابی می‌کنید و فاصله موجود را چطور می‌شود کم کرد؟

ارتباط کنونی ضعیف و گاهی سلیقه‌ای است. صنعت معمولاً پژوهش را زودبازده می‌خواهد و دانشگاه، پژوهش بنیادی را ترجیح می‌دهد. برای کم کردن این فاصله، به تعریف پروژه‌های مشترک با خروجی مشخص، دوره‌های کارآموزی هدفمند و حضور اساتید در واحدهای صنعتی به‌عنوان مشاور نیاز داریم. من خودم همواره تلاش کرده‌ام پل باشم؛ هم در طراحی فرایندها برای صنعت و هم در آوردن مسائل صنعت به کلاس درس.

۱۲- به دانشجویان امروز مهندسی شیمی که می‌خواهند وارد پژوهش یا صنعت شوند، مهم‌ترین توصیه شما چیست؟

پرسشگری را فراموش نکنید و از خطا نترسید. مهندسی شیمی یعنی حل مسئله در شرایط واقعی، پس انتظار جواب‌های یک‌خطی نداشته باشید. همزمان، مهارت‌های نرم مانند کار گروهی، ارتباط موثر و آشنایی با نرم‌افزارهای شبیه‌سازی را جدی بگیرید. و از همه مهم‌تر، صنعت را نه به‌عنوان مقصد، بلکه به‌عنوان بستری برای یادگیری ببینید؛ چون هر کارخانه یک آزمایشگاه زنده است.

۱۳- در پایان، اگر بخواهید یک جمله به دانشجویان، همکاران و خوانندگان نشریه بگویید، آن جمله چه خواهد بود؟

مهندسی شیمی فقط تبدیل ماده به ماده‌ی دیگر نیست؛ تبدیل ایده به اثر، و اثر به خدمت برای جامعه است. پس هرگاه معادله‌ای سخت شد، یادتان باشد که شاید دارد راه حل یک زندگی را به شما می‌آموزد.

۵- چه زمانی احساس کردید که فقط یک دانشجوی یا پژوهشگر نیستید، بلکه کم‌کم نقش یک معلم و راهنما را هم پیدا کرده‌اید؟

زمانی که دانشجویان ارشد برای مشاوره درباره‌ی پروژه‌هایشان پیش من می‌آمدند و من می‌دیدم که حرف‌هایم روی مسیر تصمیم‌گیری‌شان تأثیر می‌گذارد. آن لحظه حس کردم که انتقال تجربه، از خود پژوهش هم ارزشمندتر است. مخصوصاً وقتی می‌دیدم یک دانشجوی با اشتیاق دنبال ریشه‌ی یک مسئله می‌گردد، یاد دوران خودم می‌افتم و می‌فهمم که راهنمایی کردن، یعنی ادامه‌دادن زنجیره‌ی یادگیری.

۶- به‌عنوان یک عضو هیئت علمی جوان، سخت‌ترین بخش ورود به فضای تدریس و مسئولیت دانشگاهی چه بوده‌است؟

سخت‌ترین بخش، تطبیق سرعت یادگیری با نسل جدید دانشجویان و همزمان حفظ استانداردهای علمی بود. دانشجویان امروز دسترسی بی‌سابقه‌ای به اطلاعات دارند، اما نیاز به جهت‌دهی و مهارت حل مسئله بیشتر از همیشه حس می‌شود. از طرفی، مسئولیت‌های اجرایی و آموزشی همزمان، تمرکز روی پژوهش را چالش‌برانگیز می‌کند. اما به مرور یاد گرفتم که چندوظیفه‌گی، اگر با اولویت‌بندی همراه باشد، خودش یک مهارت دانشگاهی است.

۷- مدیریت گروه مهندسی شیمی دانشگاه کاشان چه مسئولیت‌هایی دارد و برای شما مهم‌ترین اولویت در این نقش چیست؟

مدیریت گروه یعنی هماهنگی برنامه‌های آموزشی، پشتیبانی از پژوهش‌های اعضای هیئت علمی، ارتباط با صنعت، و مهم‌تر از همه، ایجاد فضایی که دانشجوی در آن رشد کند. برای من، مهم‌ترین اولویت ارتباط موثر با صنعت است؛ چون باور دارم که دانشگاه وقتی زنده است که مسائل روز جامعه را بشناسد و برایشان راه‌حل تولید کند. در کنار آن، توانمندسازی دانشجویان برای ورود به بازار کار یا ادامه‌ی تحصیل، خط قرمز من است.

۸- در آموزش مهندسی شیمی، مهم‌ترین چالش را چه می‌دانید؟ تغییر نسل دانشجویان، تحولات فناوری، یا فاصله دانشگاه و صنعت؟

فاصله‌ی دانشگاه و صنعت، مهم‌ترین چالش است؛ چون اگر این پل محکم نباشد، دانشجویان با سوال‌های واقعی روبه‌رو نمی‌شوند و فناوری بدون بستر اجرایی، روی کاغذ می‌ماند. تحولات دیجیتال و هوش مصنوعی هم سرعت دارند، اما اگر صنعت و دانشگاه دست به دست هم ندهند، این تحولات به جای کمک، به شکاف عمیق‌تری منجر می‌شود. من همواره سعی کرده‌ام پروژه‌های پژوهشی را با نیازهای صنعتی گره بزنم.

گزارش عملکرد گروه مهندسی شیمی دانشگاه کاشان: از بازآفرینی ساختار تا کارآفرینی پایدار (آبان ۱۴۰۳ تا بهار ۱۴۰۵)



گروه مهندسی شیمی دانشگاه کاشان، به عنوان یکی از گروه‌های کلیدی دانشکده مهندسی، در بازه زمانی آبان‌ماه ۱۴۰۳ تا کنون، با اتخاذ رویکردی تحول‌گرا، گام‌های مؤثری در راستای ارتقای کیفیت آموزشی، توسعه ارتباط با صنعت، توانمندسازی دانشجویان و ایجاد بسترهای کارآفرینی برداشته‌است. این گزارش، با استناد به اقدامات اجرایی، مستندات آماری و رویدادهای علمی-فرهنگی، به تشریح دستاوردهای این دوره می‌پردازد.

۴- راه‌اندازی نشریه علمی-دانشجویی "متاکم"

دعوت از کارافین نمونه دکتر سیدمحمد موسوی خطاط برای سخنرانی در رونمایی جلد اول نشریه متاکم. نشریه متاکم در سال ۱۴۰۳ با مشارکت دانشجویان کارشناسی، ارشد و دکتری تأسیس شد. تاکنون دو شماره از آن منتشر شده و شماره سوم در دست تهیه است. این نشریه بستری برای تقویت کار گروهی، افزایش انگیزه نگارش علمی و نمایش توانمندی‌های دانشجویی فراهم آورده‌است.

۳- توسعه ارتباط با صنایع کلیدی منطقه

مکاتبات و مذاکرات مستمر با مدیرعامل واحد منابع شرکت‌های پالایش نفت اصفهان و ذوب‌آهن اصفهان، به تخصیص سهمیه ویژه برای دانشجویان گروه در درس کارآموزی انجامید. این موفقیت، زمینه اجرای دوره‌های کارورزی هدفمند و اشتغال‌پذیر را برای دانشجویان فراهم کرده‌است.

۵- شبکه‌سازی علمی و شغلی در فضای مجازی

در سال ۱۴۰۳، سه گروه بزرگ در پیام‌رسان ایتا و تلگرام با رویکردهای متمایز راه‌اندازی شد.

نام گروه	تعداد اعضا	کاربرد
مهندسی شیمی و شیمی دانشگاه کاشان	۳۶۷ نفر	تبادل مطالب علمی و اطلاع‌رسانی رویدادها
مهندسی شیمی و شیمی دانشگاه کاشان	۱۳۵۰ نفر	جامع‌ترین گروه با رویکرد آموزشی و شغلی
کانال نشریه متاکم	۱۲۰۰ نفر	انتشار دستاوردهای علمی-دانشجویی

این شبکه‌ها با مدیریت فعال ادمین‌های مجرب، به مرجعی برای ارتباط فارغ‌التحصیلان و دانشجویان تبدیل شده‌اند.

۱- ارتقای ساختار اداری و تسهیل دسترسی دانشجویان

به منظور بهبود فرایندهای مشاوره و پیگیری مسائل دانشجویان، اتاق جداگانه‌ای برای مدیر گروه در طبقه‌ای مجزا از دانشکده تجهیز شد. این اقدام، ضمن افزایش محرمانگی گفت‌وگوها، موجب تسهیل مراجعات دانشجویی و افزایش رضایت مراجع‌های شده‌است.

۲- انگیزش بصری و آشنایی با محیط‌های صنعتی

با نصب بیش از ۱۰ تابلو شامل تصاویر باکیفیت از پالایشگاه‌ها، نیروگاه‌های گازی و واحدهای فرآیندی در مسیر دسترسی به گروه، فضای آموزشی از حالت انتزاعی خارج شده و دانشجویان با جلوه واقعی صنعت آشنا شدند. این اقدام، به عنوان یک روش کم‌هزینه اما مؤثر در توسعه دیدگاه مهندسی دانشجویان ارزیابی می‌شود.

۶- تأسیس نخستین هسته کارآفرینی در دانشکده مهندسی

با ترکیب دانشجویان تحصیلات تکمیلی، اولین هسته کارآفرینی دانشکده مهندسی شکل گرفت که منجر به ثبت شرکت دانش‌بنیان گردید. در حال حاضر، فرایند تخصیص مکان در پارک علم و فناوری در حال پیگیری است. این هسته، الگویی عملیاتی برای تبدیل ایده به کسب‌وکار ارائه کرده‌است.

۷- مدیریت پایدار گروه‌های مجازی در شرایط بحرانی

در دوران جنگ و پس از آن، جلسه‌های منظم با ادمین‌های گروه‌های تحت نظارت برگزار شد تا ضمن حفظ آرامش روانی، فعالیت‌های علمی و فرهنگی بدون وقفه ادامه یابد. این مدیریت هوشمند، نقش بسزایی در کاهش تنش و افزایش انسجام گروهی داشت.

۸- تعامل با تشکلهای دانشجویی و برنامه‌های فرهنگی

دعوت از ادمین‌های گروه‌های دانشجویی برای حضور در موبک دانشگاه کاشان (میدان عامریه) و مشارکت در برنامه «نیمکت»، همچنین برگزاری نخستین جلسه حضوری پس از دوران جنگ، نشان‌دهنده توجه ویژه به ابعاد فرهنگی و اجتماعی دانشجویان است.

۹- راه‌اندازی مجدد گرایش طراحی فرایند در مقطع کارشناسی ارشد

پس از چند سال وقفه، گرایش طراحی فرایند در مقطع کارشناسی ارشد مهندسی شیمی مجدداً فعال شد. این اقدام، نیاز صنعت به نیروی متخصص در زمینه شبیه‌سازی، بهینه‌سازی و طراحی واحدهای فرآیندی را پوشش خواهد داد.

۱۰- ارتقای ایمنی آزمایشگاه‌ها

برگزاری کارگاه ایمنی آزمایشگاه‌های تحقیقاتی ویژه اساتید در سال ۱۴۰۴.

بازدید دوره‌ای از کلیه آزمایشگاه‌های گروه به‌منظور شناسایی نقاط غیرایمن.

جذب کارشناس آزمایشگاه عملیات واحد و کنترل فرایند در سال ۱۴۰۵. این اقدامات، ایمنی محیط کار را به سطح استاندارد نزدیک کرده و زمینه تحقیقات ایمن‌تر را فراهم نموده‌است.

۱۱- نظام‌سازی انتخاب استاد راهنما

در سال ۱۴۰۴، جلسات معارفه اساتید با دانشجویان کارشناسی ارشد برگزار و فرم‌های انتخاب استاد راهنما به‌صورت شفاف و ساختاریافته تخصیص یافت. این فرایند، از سردرگمی دانشجویان کاسته و تطابق بهتری بین علایق پژوهشی و تخصص اساتید ایجاد کرده‌است.

۱۲- ایجاد کانال کارآفرینی ویژه فارغ‌التحصیلان

کانال تخصصی کارآفرینی با هدف تبادل اطلاعات در زمینه بازار کار، فرصت‌های شغلی و نیازهای صنعت، برای دانشجویان در شرف فارغ‌التحصیلی راه‌اندازی شده‌است. این کانال، پل ارتباطی مؤثری میان دانشگاه و صنعت محسوب می‌شود.





دانشجویان مقاطع مختلف طراحی و اجرا شد. این دوره‌ها با هدف تقویت مهارت‌های نرم، کارگروهی، حل مسئله و انتقال تجربه بین نسلی، به صورت ساختاریافته برگزار گردید. هم‌زمان، جلسه‌ها مجازی حداقل هفته‌ای یک‌بار با حضور ادمین‌های گروه‌های علمی-مجازی و اعضای انجمن دانشجویی مهندسی شیمی برگزار شده‌است. این جلسه‌ها بستری برای هماهنگی برنامه‌ها، بازخوردگیری از دانشجویان، برنامه‌ریزی رویدادهای علمی و فرهنگی، و همچنین پایش مستمر نیازهای آموزشی و رفاهی دانشجویان فراهم آورده‌است. استمرار این تعامل مجازی، انسجام گروهی را در شرایط مختلف حفظ کرده و به افزایش مشارکت دانشجویی در فعالیت‌های گروه انجامیده‌است.

۱۳- برنامه‌ریزی اردوهای علمی و کارگاه‌های تخصصی

جلسه‌های متعدد با اعضای انجمن دانشجویی مهندسی شیمی، منجر به برنامه‌ریزی برای برگزاری اردوهای علمی (بازدید از واحدهای صنعتی) و کارگاه‌های مهارت‌افزایی گردید. این اقدامات، آموزش نظری را با تجربه عملی پیوند زده‌است.

۱۴- راه‌اندازی دوره‌های همیاری دانشجویی «تاد» و پایش مستمر مجازی

در راستای توانمندسازی نیروی انسانی و ایجاد حس مسئولیت‌پذیری جمعی، دوره‌های همیاری دانشجویی تحت عنوان "تاد" با مشارکت فعال



۱۵- برگزاری بیش از ۳۰ دوره آموزشی تخصصی

در طول این دوره، بیش از ۳۰ کارگاه آموزشی در حوزه‌های: شبیه‌سازی و مدل‌سازی فرایندها، طراحی پایپینگ، آموزش انواع نرم‌افزارهای تخصصی (به صورت مجازی و حضوری) برگزار شده است که مورد استقبال گسترده دانشجویان و حتی فارغ التحصیلان قرار گرفته است.

رویکرد اصلی گروه مهندسی شیمی در این دوره، انگیزه‌آفرینی، امیدافزایی و توانمندسازی در میان دانشجویان، به ویژه در زمینه کارآفرینی بوده است. اقدامات انجام شده نشان می‌دهد که گروه مهندسی شیمی دانشگاه کاشان با گام‌های عملی، مسیر خود را از یک گروه صرفاً آموزشی به قطب توانمندسازی، شبکه‌سازی و توسعه صنعتی تغییر داده است.

در آینده، برنامه‌ریزی برای توسعه همکاری‌های صنعتی، تهیه مستند از توانمندی‌های اساتید و آزمایشگاه‌های تحقیقاتی مهندسی شیمی و انتقال آن به مدیران صنایع بزرگ در سطح شهرستان و همچنین راه‌اندازی مرکز نوآوری مهندسی شیمی در دستور کار قرار خواهد گرفت.

دکتر مسعود خواجه‌نوری
مدیر گروه مهندسی شیمی، دانشگاه
کاشان
بهار ۱۴۰۵

کاربرد روش‌های رادیواکتیو در ردیابی با تاکید بر جنبه‌های منابع آب زیست‌محیطی

بررسی نقش ایزوتوپ‌ها و روش‌های رادیومتری در شناخت منابع آب

نوع مقاله: مروری / نویسنده: عاطفه سلیم‌پور / حوزه پژوهش: هیدروژئولوژی و آب‌های زیرزمینی

محیط زیست مورد توجه قرار گرفته‌است. در بخش آزمایشگاهی نیز تجهیزات و روش‌های سنجش صحرایی و تحلیلی، از جمله pH متر، کنداکتیومتر، فلوریمتر، روش‌های ایزوتوپی و طیف‌سنجی جرمی، معرفی شده‌اند.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که ردیابی، در صورت انتخاب مناسب ردیاب، اجرای اصولی آزمایش و رعایت ضوابط زیست‌محیطی، ابزاری مؤثر برای شناخت رفتار آب‌های زیرزمینی و مدیریت و حفاظت از منابع آب است.



این پایان‌نامه به بررسی کاربرد روش‌های رادیواکتیو و ردیاب‌ها در مطالعات منابع آب با تأکید بر جنبه‌های زیست‌محیطی می‌پردازد. هدف اصلی، تبیین نقش ردیاب‌ها در شناخت رفتار آب‌های زیرزمینی، تعیین مسیر و سرعت جریان، شناسایی مناطق تغذیه و تخلیه، بررسی اختلاط آب‌ها و ارزیابی انتقال آلاینده‌ها در آبخوان‌ها است. در این پژوهش، ردیابی به‌عنوان روشی تکمیلی در کنار مطالعات کلاسیک هیدروژئولوژی، ژئوفیزیک، حفاری و چاه‌نگاری معرفی می‌شود؛ روشی که در شرایط ابهام‌های هیدروژئولوژیکی، به تکمیل تفسیر داده‌ها کمک می‌کند.

در بخش مبانی نظری، ویژگی‌های آبخوان‌های کارستی و سازنده‌های سخت بررسی شده‌است. آبخوان‌های کارستی به‌دلیل وجود شکستگی‌ها، مجاری انحلالی و غارها، از حساسیت بالایی نسبت به آلودگی برخوردارند و جریان آب در آن‌ها می‌تواند بسیار سریع و پیچیده باشد. در مقابل، در سازنده‌های سخت، حرکت آب عمدتاً از طریق درزه‌ها و تخلخل ثانویه انجام می‌شود. این تفاوت‌ها در انتخاب نوع ردیاب و نحوه اجرای آزمایش‌ها نقش تعیین‌کننده‌ای دارند.

همچنین ردیاب‌ها به دو گروه طبیعی و مصنوعی تقسیم شده‌اند. ردیاب‌های طبیعی شامل ایزوتوپ‌های پایدار مانند اکسیژن-18، دوتریوم و کربن-13، و ایزوتوپ‌های ناپایدار مانند تریتیوم و کربن-14 هستند. ردیاب‌های مصنوعی نیز شامل مواد رنگی، رنگ‌های فلئورسنت، نمک‌های معدنی، ردیاب‌های رادیوایزوتوپی و برخی مواد گازی و جامد می‌شوند. در میان این روش‌ها، کاربرد ردیاب‌های ایزوتوپی، رنگی و شیمیایی از اهمیت بیشتری برخوردار است.

در ادامه، مراحل برنامه‌ریزی، اجرای آزمایش، تزریق، نمونه‌برداری و آنالیز داده‌ها تشریح شده‌است. همچنین معیارهای فنی و زیست‌محیطی در انتخاب ردیاب مناسب، از جمله پایداری در آب، عدم واکنش با محیط، قابلیت آشکارسازی در غلظت‌های پایین و بی‌خطری برای انسان و

دسترسی به فایل کامل

مقاله

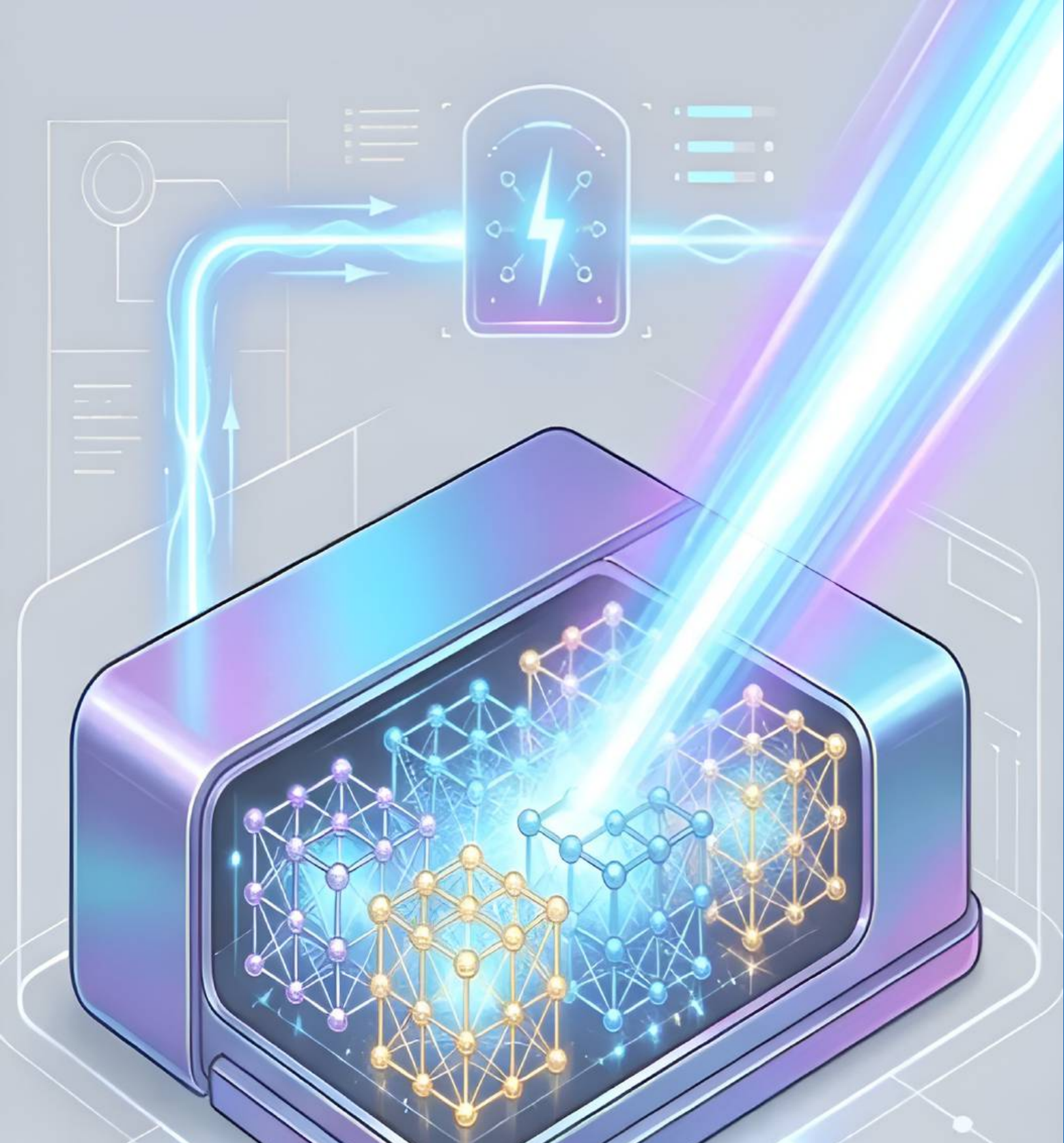
با اسکن QR code می‌توانید
فایل مقاله را مشاهده کنید.



اینجا محل مناسبی برای تبلیغ شماست :



۰۹۱۳۷۸۶۱۲۸۲



سلام همراهان کنجکاو Metachem!

این‌جا جایی است برای شنیدن صدای شما و خلق مجله‌ای که از دل شما و برای شما ساخته شود. دوست دارید درباره شیمی نوین بدانید؟ تأثیر علم در زندگی روزمره را کشف کنید؟ با پژوهشگران گفتگو کنید یا ابزارهای علمی جدید را بشناسید؟ ما مشتاقیم بدانیم! نظرات، ایده‌ها و حتی چند کلمه کوتاه شما می‌تواند راهنمای ما در ساخت مجله‌ای زنده، جذاب و علمی باشد. راه‌های ارتباطی ما همیشه باز است: ایمیل، اینستاگرام و تلگرام. صدای شما، چراغ راه Metachem است!