



شماره سوم | تابستان ۱۴۰۴

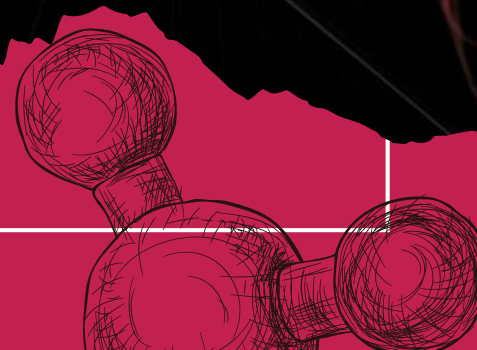


الکترون

با محوریت:
پلیمرهای آلی فلزی



ELECTRON





بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

قُلْ هَلْ يَسْتَوِي الَّذِينَ يَعْلَمُونَ وَالَّذِينَ لَا يَعْلَمُونَ
إِنَّمَا يَتَذَكَّرُ أُولُو الْأَلْبَابِ

بگو آیا کسانی که می دانند با کسانی که نمی دانند برابرند ؟
تنها خردمندان متذکر می شوند.

قرآن کریم، سوره زمر، آیه ۱۵

گازانه علمی دانشجویی الکترون

شماره سوم | تابستان ۱۴۰۴

صاحب امتیاز: غزل بخشی گنجه

مدیر مسئول: غزل بخشی گنجه

سر دبیر: هانیه وفايي نژاد

مشاور تیم: نیلوفر درستی

هیئت تحریریه:

محمد وزیری، علی حاصلی ولین، امیر حسین محمدیان،

فروغ شهرویی، زینب جوهری نژاد، بنت الهدی باقری

ویراستاران علمی:

جعفر جلیلیان، علی گرجی زاده کهواده، علی بخردیان

طراحی و صفحه آرایی: محمدمهدی حاتمی

تاریخ انتشار: تابستان ۱۴۰۴

آدرس: کهکیلویه و بویراحمد، یاسوج، میدان معلم، خیابان

دانشجو، دانشگاه یاسوج، معاونت فرهنگی و اجتماعی دانشگاه

راه ارتباطی با مدیر مسئول:



ghazal.bakhshi.ch@gmail.com

راههای ارتباطی با نشریه:



Electronjournal1@gmail.com



آنچه در این نسخه می خوانید...

سخن مدیرمسئول / سردبیر

۱

صفحه ۱

کامپوزیت های پلیمری آمیخته با
چهارچوب های آل-فلزی

۲

صفحه ۳

همنشینی علم و هنر

۳

صفحه ۹

در مسیر صنعت

۴

صفحه ۱۰

بررسی خواص فلونورسانس و
فسفرسانس لومینوفورهای آلای
سنتز شده و کاربردهای آنها

۵

صفحه ۱۴

از جداسازی تا شناسایی

۶

صفحه ۱۸

معجزه شیمی

۷

صفحه ۲۰

حسگرهای الکتروشیمیایی
پوشیدنی و قابل حمل

۸

صفحه ۲۲

سخنی با دانشجویان

۹

صفحه ۳۱





سخن مدیر مسئول

درود بر تمامی علاقه‌مندان به علم کیمیا

بسیار خرسندیم که در سالگرد یک‌سالگی انتشار اولین شماره از نشریه نوجوانان، شماره سوم آن را منتشر نمائیم و با همراهی و نظرات شما بزرگواران تلاش نمودیم تا سطح کیفیت مجله علمی دانشجویی شیمی دانشگاه یاسوج را ارتقا بخشیم و با افتخار اعلام نماییم که درصد تشابه مقالات منتشر شده در شماره دوم و سوم این مجله صفر بوده است.

محوریت این شماره را پلیمرهای فلزی آلی قرار دادیم؛ چرا که همچون جواهراتی درخشان در دنیای علم و فناوری، به ما این امکان را می‌دهند که مرزهای خلاقیت و نوآوری را جابجا کنیم. این ترکیبات شگفت‌انگیز، با پیوندی عمیق میان ساختارهای آلی - فلزی، دنیایی از امکانات جدید را در زمینه‌های مختلفی چون الکترونیک، پزشکی و انرژی‌های تجدیدپذیر به ارمغان می‌آورند.

با ورود به این عرصه، ما نه تنها به کشف رازهای طبیعت نزدیک‌تر می‌شویم، بلکه می‌توانیم راه‌حل‌های نوینی برای چالش‌های جهانی پیش رو بیابیم.

در انتها به حکم ادب، لازم است از سرکارخانم نیلوفر درستی، سردبیر اسبق این نشریه که حتی پس از دانش آموختگی، همواره همچون گذشته، پشتیبان تیم ما هستند، تشکر ویژه نمایم و قدردان کوشش ایشان برای ایجاد و پایداری نشریه الکترون باشیم.

با احترام و آرزوی شادی و کامیابی

غزل بخش گنجه

کارشناس شیمی محضر دانشگاه یاسوج



ghazal.bakhshi.ch@gmail.com

سفن سردبیر

شیمی، هنر دیدن نامرئی‌هاست؛ دانشی که به ما توان فهمیدن آن‌چه دیده نمی‌شود را می‌دهد؛ پیوندهایی که جهان را نگه می‌دارند، واکنش‌هایی که در سکوت رخ می‌دهند، و نظمی که در دل آشوب می‌زید.

اکنون که به سومین شماره از نشریه علمی دانشجویی شیمی رسیده‌ایم، بیش از همیشه به این نکته باور داریم که یادگیری علم، فقط در کلاس درس یا در آزمایشگاه اتفاق نمی‌افتد. گاهی در سطر به سطر یک مقاله دانشجویی، گاهی در تجربه‌ای ساده که به سوالی بزرگ منجر می‌شود، و گاهی در همین صفحاتی که پیش روی شماست.

در این شماره، تلاش کرده‌ایم نگاهی چندوجهی به دنیای شیمی داشته باشیم؛ نه صرفاً به عنوان رشته‌ای دانشگاهی، بلکه به عنوان ابزاری برای درک زیست‌جهان‌مان. از تحلیل مفاهیم بنیادی گرفته تا بررسی کاربردهای نوین، این صفحات حاصل نگاه جسورانه و کنجکاوانه دانشجویانی‌ست که در مسیر علم، نوشتن را انتخاب کرده‌اند.

در این مسیر، شاید هنوز راهی طولانی در پیش باشد. اما همین قدم‌های اول، همین آزمون و خطاها، و همین امیدهای کوچک هستند که افق فردای علم را می‌سازند.

سپاس از همراهی شما خواننده‌ی دقیق، و سپاس از تیم پرتلاشی که این شماره را ممکن کرد.

هانیه وفايي نژاد

کارشناس شیمی محضر دانشگاه یاسوج



haniyevafaenejhad@gmail.com





کامپوزیت‌های پلیمری آمیخته با چارچوب‌های آل-فلزی: ساختار، روش‌های سنتز و کاربردهای انرژی‌محور

محمد وزیری - مهندسی پلیمر دانشگاه یاسوج



m.vaziri1375@gmail.com

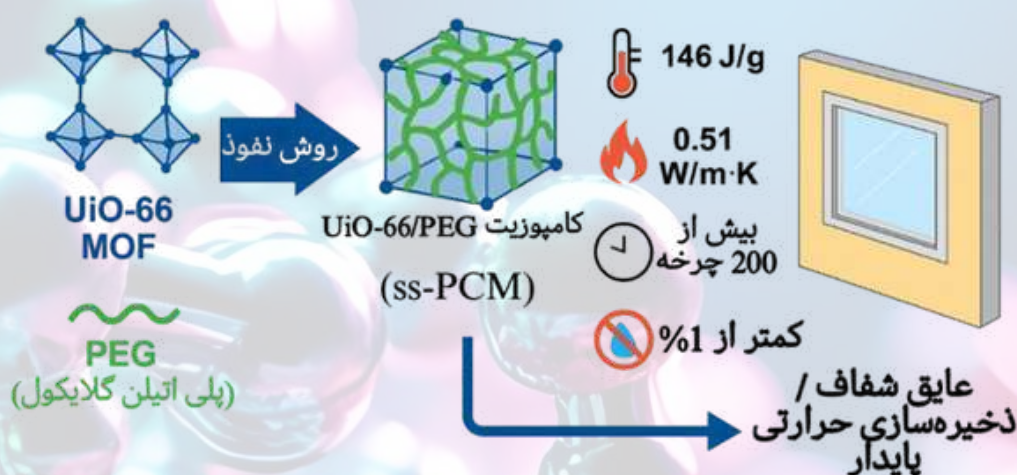


کامپوزیت‌های MOF-پلیمر، به دلیل ساختار منحصر به فرد، قابلیت بالایی در تنظیم‌پذیری و عملکرد چندمنظوره، به عنوان نسل جدیدی از مواد نوظهور در فناوری‌های انرژی مورد توجه قرار گرفته‌اند. ادغام چارچوب‌های آل-فلزی با پلیمرهایی نظیر پلی‌اتیلن گلاکول، موجب بهبود چشمگیر ویژگی‌هایی همچون پایداری ساختاری، افزایش هدایت حرارتی (تا 0.51 W/M.K) و کاهش محسوس نشت حرارتی (کمتر از 1٪) می‌شود.

به کارگیری چارچوب‌های آل-فلزی با محفظه‌های مولکولی (MC-MOF) علاوه بر حفظ تخلخل ذاتی MOF، شفافیت نوری را در عایق‌های حرارتی ارتقا می‌دهد. این مقاله با مروری جامع بر ساختار و روش‌های سنتز این مواد، شامل درون‌نشانی و اتصال سطحی، به بررسی کاربرد آن‌ها در ذخیره‌سازی انرژی گرمایی جامد-جامد پرداخته و در پایان، چشم‌اندازهایی برای بهینه‌سازی عملکرد و ارتقای مقیاس‌پذیری صنعتی بیان می‌کند.

کلمات کلیدی: کامپوزیت MOF-پلیمر، ذخیره‌سازی انرژی گرمایی، مواد تغییر فاز جامد-جامد، عایق حرارتی شفاف

کامپوزیت MOF-پلیمر برای ذخیره‌سازی و عایق‌بندی حرارتی با عملکرد بالا



۲. ساختار و خواص کلیدی کامپوزیت‌های MOF-پلیمر

کامپوزیت‌های MOF-پلیمر [1] از ترکیب مواد فلزی-آلی با شبکه‌های پلیمری تشکیل می‌شوند. این ساختارهای هیبریدی با بهره‌گیری از تخلخل بالا، سطح ویژه زیاد و قابلیت تنظیم‌پذیری ساختاری MOFها در کنار انعطاف‌پذیری و فرآیندپذیری پلیمرها، خواص منحصر به فردی را برای کاربردهای انرژی‌محور ارائه می‌دهند. (۱،۳) انتخاب دقیق نوع پلیمر، ساختار MOF و روش سنتز، امکان کنترل خواص کلیدی مانند پایداری حرارتی، استحکام مکانیکی، هدایت گرمایی و نوری، و کنترل نشت حرارتی را فراهم می‌سازد (۲). به عنوان نمونه، استفاده از ساختارهای چارچوب‌های فلزی-آلی با محفظه‌های مولکولی [2]، موجب می‌شود زنجیره‌های پلیمری در خارج از حفره‌های MOF تشکیل شوند و تخلخل داخلی دست‌نخورده باقی بماند (۱). این امر منجر به تولید موادی با شفافیت نوری بالا (بیش از 83٪)، پراکندگی نور کنترل‌شده و عملکرد حرارتی بهینه می‌شود که در عایق‌های شفاف حرارتی قابل استفاده هستند (۱،۲).

مقدمه

با افزایش نیاز جهانی به فناوری‌های انرژی پایدار و کارآمد، توسعه موادی چندمنظوره که بتوانند به‌طور هم‌زمان ویژگی‌های ساختاری، حرارتی و نوری مطلوبی ارائه دهند، اهمیت روزافزونی یافته است (۱). در این راستا، کامپوزیت‌های پلیمری آمیخته با چارچوب‌های فلزی-آلی (کامپوزیت‌های MOF-پلیمر) به عنوان رویکردی نوآورانه برای دستیابی به مواد با خواص ترکیبی برجسته مطرح شده‌اند (۲). چارچوب‌های فلزی-آلی (MOFs) به دلیل سطح ویژه بسیار بالا، ساختار متخلخل منظم و قابلیت تنظیم شیمی سطح، پتانسیل چشمگیری در حوزه‌هایی نظیر ذخیره‌سازی و تبدیل انرژی دارند (۳). ادغام شبکه‌های پلیمری با این چارچوب‌ها موجب بهبود خواص همچون پایداری مکانیکی، رسانایی گرمایی و نوری، و توزیع یکنواخت حرارت می‌شود. از نوآوری‌های مهم در این حوزه، استفاده از چارچوب‌های فلزی-آلی با محفظه‌های مولکولی است که امکان واکنش‌پذیری پلیمر را بدون انسداد تخلخل داخلی MOF فراهم می‌سازد (۱،۲). این پیشرفت‌ها بستر طراحی موادی با عملکرد حرارتی-نوری بهینه را فراهم کرده‌اند که می‌توانند در کاربردهایی همچون عایق‌های حرارتی شفاف، مواد تغییر فاز جامد-جامد و سامانه‌های مدیریت انرژی گرمایی مورد استفاده قرار گیرند (۱،۳).

[1] Metal–Organic Framework–Polymer Composite

[2] Molecular-Caged MOFs



۲.۱ ساختارهای نوین MOF - پلیمر با عملکرد

حرارتی بهینه

از جمله ساختارهای پیشرفته کامپوزیت‌های MOF-پلیمر، ترکیب UIO-66 با پلی‌اتیلن گلاکول (PEG) است که به‌عنوان یک ماده تغییر فاز جامد-جامد (SS-PCM) توسعه یافته و عملکرد حرارتی چشمگیری ارائه کرده است (۱). این کامپوزیت دارای ظرفیت ذخیره انرژی گرمایی 146 ژول بر گرم، هدایت حرارتی 0.51 وات بر متر-کلوین، طول عمر چرخه‌ای بیش از 200 چرخه و نشست حرارتی کمتر از 1٪ در فاز مذاب است (۳). چنین ویژگی‌هایی آن را به یکی از گزینه‌های مؤثر برای کاربردهای ذخیره‌سازی انرژی گرمایی تبدیل کرده است (۱،۲). جدول 1، خواص کلیدی حرارتی، پایداری و میزان نشست حرارتی ترکیبات مختلف SS-PCM از جمله UIO-66/PEG، PEG، و نمونه‌های اصلاح‌شده را مقایسه می‌کند:

پایداری حرارتی	نشست حرارتی در فاز مذاب	طول عمر چرخه‌ای	هدایت حرارتی (W/m·K)	ظرفیت گرمایی (J/g)	ماده	رفرنس
متوسط	(~12%) بالا	پایین (50-100 بار)		~150	پارافین	[3]
متوسط	(~8%) بالا	پایین (~50 چرخه)	0.21	180	خالص PEG	[2]
—	~3%	متوسط	0.38	140	PEG/SiO ₂	[1]
—	~2%	بالا	0.46	135	PEG/GO	[1]
بالا	(<1%) بسیار کم	بالا (چرخه >200)	0.51	146	UIO-66/PEG	[1]

این نتایج نشان می‌دهد کامپوزیت‌های MOF-پلیمر با حفظ ساختار متخلخل، عملکرد گرمایی-ساختاری بهتری نسبت به پلیمرهای خالص یا ترکیبات معمول دارد (۱،۲).



۲.۲ مزایای ترکیب MOF و پلیمر

ادغام MOF با پلیمر منجر به افزایش چشمگیر در برخی ویژگی‌های عملکردی می‌شود. جدول 2 این مزایا را به‌صورت کمی نشان می‌دهد:

جدول 2. تغییرات ویژگی‌های کلیدی حرارتی در نتیجه ترکیب MOF و پلیمر

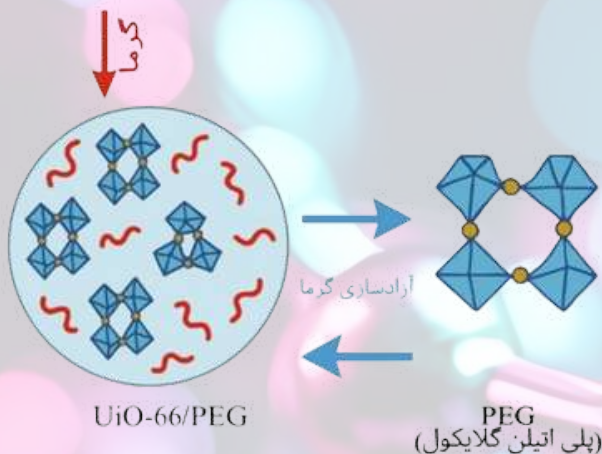
درصد بهبود تقریبی	ترکیب MOF-پلیمر (UiO-66/PEG)	نمونه خالص (MOF یا PEG)	ویژگی	رفرنس
<130%	0.51	0.22 (PEG) / 0.18 (MOF)	هدایت حرارتی (W/m·K)	[1]
-18% (افزایش پایداری)	146	180	ظرفیت گرمایی (J/g)	[2]
4 برابر	<200 چرخه	~50 چرخه	پایداری چرخه‌ای	[1]
کاهش 87%	<1%	8%	نشست حرارتی	[3]

* کاهش ظرفیت ذخیره انرژی گرمایی به دلیل محدودیت فضایی منافذ MOF و افزایش ثبات ساختاری می‌باشد.

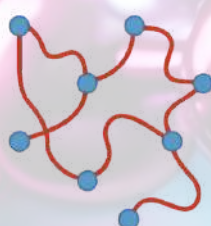
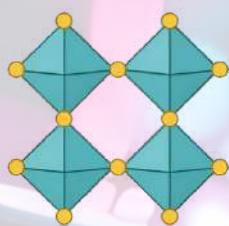


ذخیره سازی انرژی گرمایی

تغییر فاز جامد-جامد



شکل ۱: شماتیک ذخیره سازی و آزادسازی انرژی گرمایی در ترکیب UiO-66/PEG به عنوان یک ماده تغییر فاز جامد-جامد (SS-PCM) برای کاربردهای ذخیره سازی حرارتی پایدار.



۳. ذخیره انرژی حرارتی با کامپوزیت های MOF - پلیمر

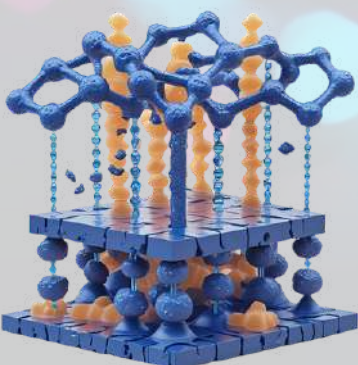
ترکیبات SS-PCM مانند UiO-66/PEG نشان داده اند که نه تنها انرژی حرارتی را در محدوده دمایی 25-80 درجه سانتی گراد ذخیره می کنند، بلکه در مقایسه با سیستم های سنتی نظیر پارافین یا PEG خالص، عملکرد حرارتی و پایداری بسیار بهتری ارائه می دهند. (۱،۳) همان گونه که در جدول 1 مشاهده می شود، ساختار ترکیبی UiO-66/PEG با وجود کاهش نسبی ظرفیت گرمایی، از نظر هدایت حرارتی، پایداری چرخه ای و کاهش نشت حرارتی عملکردی به مراتب برتر دارد (۳). این ویژگی ها آن را برای ذخیره سازی انرژی حرارتی در کاربردهای ساختمانی و صنعتی به گزینه ای مناسب و قابل اعتماد تبدیل می کنند. (۲،۳) عملکرد کامپوزیت UiO-66/PEG به عنوان یک ماده تغییر فاز جامد-جامد برای جذب و آزادسازی گرما در شکل 1 نمایش داده شده است.

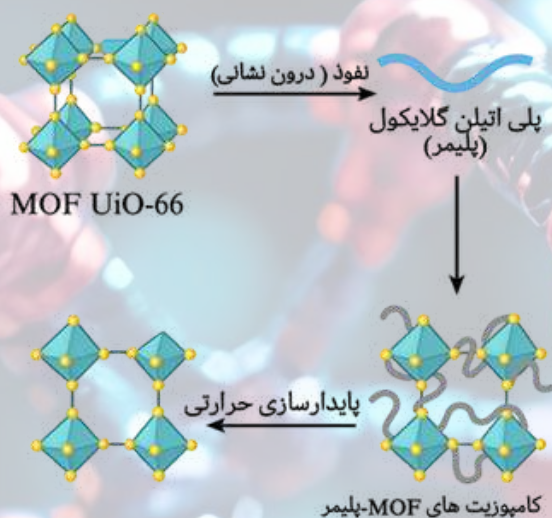
۳. مواد و روش ها

۳.۱ مواد اولیه

در سنتز کامپوزیت های MOF-پلیمر، معمولاً از پلی اتیلن گلیکول (PEG) با وزن مولکولی بین ۱۰۰۰ تا ۴۰۰۰ گرم بر مول به همراه چارچوب فلزی-آلی UiO-66 استفاده می شود که از پیوند یون های زیرکونیوم (Zr^{4+}) با لیگاند بنزن-۱،۴-دی کربوکسیلات ($BDC[1]$) تشکیل شده است (۲،۳).

همچنین، حلال هایی مانند دی متیل فرم آمید (DMF) و اتانول، به همراه لیگاندهای فضایی مهندسی شده برای ایجاد چارچوب های فلزی-آلی با محفظه های مولکولی (MC-MOF)، در فرایند سنتز به کار گرفته می شوند. (۱،۳)



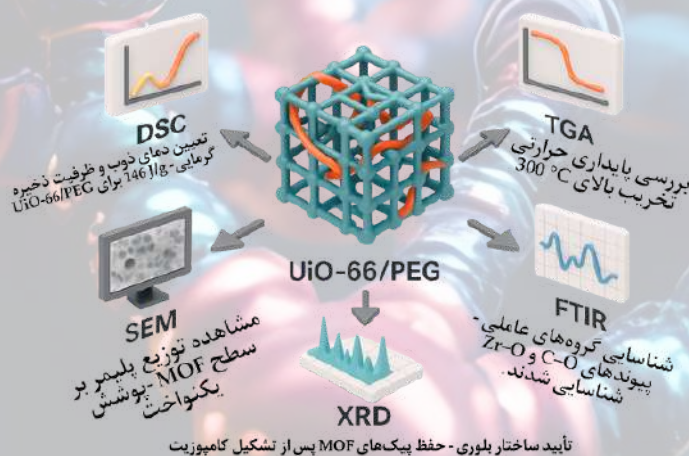


شکل ۲. مسیر سنتز کامپوزیت MOF-پلیمر از نوع UiO-66/PEG با استفاده از روش درون نشانی و پایداری سازی حرارتی.

۳.۳ مشخصه یابی و ارزیابی عملکرد
برای ارزیابی خواص مواد سنتز شده، از تکنیک های متعددی استفاده می شود که در جدول ۳ خلاصه شده اند:

جدول ۳. روش های مشخصه یابی و کاربرد آن ها در MOF-پلیمر

نمونه کاربرد در مقاله	هدف	روش تحلیلی	رفرنس
۱۴۶ J/g برای UiO-66/PEG	ظرفیت گرمایی و دمای ذوب	DSC	[1]
تخریب حرارتی بالای ۳۰۰°C	بررسی پایداری حرارتی	TGA	[3]
مشاهده توزیع پلیمر در سطح MOF	بررسی یکنواختی پوشش سطح	SEM	[2]
حفظ پیک های کریستالی پس از ترکیب	ساختار بلوری	XRD	[1]
تشخیص پیوندهای C-O و Zr-O در کامپوزیت	گروه های عاملی	FTIR	[3]



۳.۲. روش های سنتز

روش های سنتز کامپوزیت های MOF-پلیمر نقش تعیین کننده ای در ساختار و عملکرد نهایی آن ها دارند. از مهم ترین رویکردها می توان به پلیمریزاسیون درجا [2] اشاره کرد که با نفوذ مونومر به درون چارچوب MOF و انجام واکنش پلیمری، اتصال محکمی بین دو فاز ایجاد می کند، هرچند ممکن است موجب انسداد تخلخل شود (۱،۲). درون نشانی فیزیکی [3] یکی از پرکاربردترین روش ها است که در آن پلیمر مذاب، مانند PEG، به صورت کنترل شده وارد منافذ MOF می شود و ضمن حفظ ساختار متخلخل، ترکیبی مناسب برای مواد تغییر فاز جامد-جامد (SS-PCM) ایجاد می کند (۲،۳). در روش اتصال سطحی [4]، پیوندهای کووالانسی یا هیدروژنی بین پلیمر و سطح MOF شکل می گیرد که امکان کنترل ساختار بدون انسداد منافذ را فراهم می کند. همچنین، روش های مکانیکی نظیر آسیاب گلوله ای [5] یا پرس داغ به دلیل سادگی و هزینه پایین استفاده می شوند، اما اغلب منجر به یکنواختی پایین می شوند (۱،۲). در نهایت، روش ترکیبی چند مرحله ای (MC-MOF) [6] با استفاده از مهندسی لیگاند و طراحی چارچوب های فلزی-آلی با محفظه های مولکولی، امکان تولید کامپوزیت هایی با تخلخل حفظ شده و شفافیت نوری بالا را فراهم می سازد که برای کاربردهایی مانند عایق های شفاف حرارتی بسیار مناسب اند (۱،۳).

شکل ۲ فرایند کلی سنتز کامپوزیت های MOF-پلیمر را نشان می دهد. در این مسیر، پلی اتیلن گلیکول (PEG) با استفاده از روش درون نشانی مهمان-میزبان [7] به درون چارچوب متخلخل UiO-66 نفوذ کرده و با پایداری حرارتی حاصل از ساختار MOF، کامپوزیتی با عملکرد حرارتی بهینه ایجاد می کند (۱،۳).

۴. چالش‌ها و چشم‌انداز آینده

با وجود پتانسیل بالای کامپوزیت‌های MOF-پلیمر در کاربردهای انرژی، چالش‌هایی همچون پیچیدگی سنتز، هزینه‌های بالا، مقیاس‌پذیری محدود و پایداری نامشخص بلندمدت، مانع تجاری‌سازی گسترده آن‌ها شده‌اند (۳). بسیاری از فرآیندهای ساخت نیازمند شرایط خاص و خلوص بالا بوده و اغلب نسبت به آلودگی حساس‌اند. همچنین، ارزیابی عملکرد در شرایط محیطی واقعی و بررسی سمیت و بازیافت، به‌ویژه در مورد MOF‌های حاوی فلزات سنگین، هنوز به‌طور کامل انجام نشده است (۲،۳). در آینده، توسعه MOF‌های زیست‌پایه و رسانا، بهره‌گیری از طراحی ساختارهای هوشمند، و استفاده از شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای مانند نظریه تابعی چگالی [1] و یادگیری ماشین، می‌توانند مسیر بهینه‌سازی عملکرد و کاهش هزینه‌ها را هموار کنند (۱،۳). ساخت نمونه‌های کاربردی و آزمون آن‌ها در محیط واقعی، گام مهمی در انتقال این فناوری به صنعت خواهد بود.

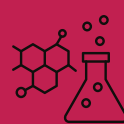
۵. نتیجه‌گیری

ترکیب چارچوب‌های آلی-فلزی (MOFs) با شبکه‌های پلیمری، بستری نوآورانه برای توسعه مواد چندمنظوره در حوزه فناوری‌های انرژی فراهم کرده است. این ساختارهای هیبریدی، با حفظ تخلخل MOF در کنار خواص انعطاف‌پذیر پلیمر، امکان ذخیره‌سازی مؤثر انرژی حرارتی، عملکرد پایدار در چرخه‌های حرارتی و کاربری‌های سازه‌ای هوشمند را به‌صورت هم‌زمان ارائه می‌دهند. با بهینه‌سازی فرآیندهای سنتز، کاهش هزینه‌ها و ارتقای دوام عملکرد در شرایط واقعی، کامپوزیت‌های MOF-پلیمر می‌توانند به‌عنوان عناصر کلیدی در نسل آینده سیستم‌های مدیریت و ذخیره انرژی نقش‌آفرینی کنند.

[1] Density Functional Theory

SCAN ME





همنشینی علم و هنر

گردآورنده: بنت الهدی باقری - کارشناسی شیمی محض دانشگاه یاسوج



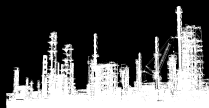
 hodabagheri921@gmail.com 

ماری که از برایم آشفته کرد احوال
چون کیمیاگر آن را نامیده بود بسیار
از سر به ته به خود داشت صدها هزار آلکن
گویا که او رزونانس همچون کتو-انول داشت
چشمان او پر از خون سُرخیده چون هماتیت
چون در بزاق او بود ترکیب آروماتیک
دیدم هزار آلکیل روییده بر زبانش
من هم سریع رفتم جایی پناه جویم
در بر گرفت من را چون لوله ی پُلیکا
من بس تلاش کردم تا او کند رهایم
من هم ز درد انگشت ناگه ز خواب جستم
گر هیچ شب نداری آسودگی خاطر
این شعر را سرودم با فنّ ماستمالی

دیشب به خواب دیدم ماری پر از خط و خال
افعی نبود این مار زنگی نبود این مار
زنجیره ی بلندش همچون پلی اِتیلن
روی سرش انول داشت سوی دُمش فنول داشت
رنگش سیاه و بدفام چون ظاهرِ گرافیت
بوی تعفّنی داشت همچون گریس و لاستیک
وقتی زبان درآورد از حفره ی دهانش
ناگه خزید و آمد او با شتاب سویم
از بخت بد فتادم در بند این هیولا
زنجیر کربنی اش پیچید دور پایم
در دم به نیشش آزد انگشت شست دستم
شایان تو هم حذر کن از شیمی پُلیمر
چون درس شیمی من هرگز نبود آلی

نویسنده:

مهدی راست گردانی



در مسیر صنعت

دکتر حامد جورابلی

مصاحبه اختصاصی



دکتری برق قدرت
دکتری مدیریت کسب و کار

مدیرعامل کارخانه آرد و نشاسته یاسوج

نقش علم شیمی در بهبود
کیفیت محصول نهایی

نقش دانشجویان و پژوهشگران
دانشگاهی در بهبود فرآیندهای صنعتی

۱۴۰۴

با ما همراه باشید تا از تازه‌ترین دیدگاه‌ها و چالش‌های صنعتی مطلع شوید!



مصاحبه تهران:

غزل بخشی گنجه

کارشناسی شیمی محض دانشگاه یاسوج



ghazal.bakhshi.ch@gmail.com

هانیه وفايي نژاد

کارشناسی شیمی محض دانشگاه یاسوج



haniyevafaenejhad@gmail.com



باما همراه باشید تا با دیدگاهها و چشم اندازهای یکی از مدیران تاثیر گذار حوزه صنایع غذایی کشور بیشتر آشنا شویم.



مسیر یک مدیر نوآور در صنعت غذا

از آزمایشگاههای دانشگاه تا قلب خطوط تولید، دکتر حامد جورابلی مسیری را پیموده که علم و صنعت را در هم تنیده است. او با دارا بودن دو مدرک دکتری در برق قدرت و مدیریت کسب و کار، سکان هدایت کارخانه آرد و نشاسته یاسوج و کارخانه خوراک دام پارس تهران را در دست دارد؛ اما آنچه او را متمایز می کند، نگاه علمی اش به امنیت غذایی و استفاده هوشمندانه از فناوری های روز است.

در نگاه او، علم شیمی نه فقط دانشی دانشگاهی، بلکه ابزاری زنده برای کاهش ضایعات، بهبود کیفیت و حفاظت از محیط زیست است. از به کارگیری آنزیم ها و نانوکاتالیزورها گرفته تا مدیریت پیشرفته پسماند و بازیافت آب، همه بخشی از رویکردی است که به توسعه پایدار می انجامد.

دکتر جورابلی معتقد است آینده صنعت غذا در گرو همکاری نزدیک با دانشگاه ها و ورود نسل تازه ای از فارغ التحصیلان است که هم دانش تئوری و هم مهارت عملی دارند. او دانشجویان را به حضور در محیط های واقعی تولید و لمس کردن چالش ها و فرصت های آن دعوت می کند؛ چرا که به باور او، صنعت را باید زندگی کرد، نه فقط مطالعه.

در این گفت و گو، دکتر جورابلی از مسیر علمی، دغدغه های مدیریتی، چالش های پیش روی صنایع غذایی، و آینده این حوزه در ایران و جهان سخن می گویند.





چطور وارد صنعت مواد غذایی، به‌ویژه تولید آرد و نشاسته شدید؟

ورود به این حوزه برای من حاصل علاقه شخصی به علوم پایه و هم‌زمان دغدغه‌مندی نسبت به امنیت غذایی و بهره‌برداری بهینه از منابع بود. تولید نشاسته به عنوان یکی از محصولات پایه در زنجیره غذایی، حوزه‌ای است که هم از نظر علمی جذاب است و هم از نظر اقتصادی و زیست‌محیطی حائز اهمیت. این صنعت بستری مناسب برای نوآوری، بهبود فرایندها و تأثیرگذاری واقعی فراهم می‌کند.



نقش علم شیمی در بهبود کیفیت محصول نهایی و کاهش ضایعات در کارخانه آرد و نشاسته چیست؟

علم شیمی در همه مراحل از تصفیه پساب و مدیریت مواد زائد گرفته تا فرمولاسیون بهینه تولید و کنترل کیفیت نهایی نقش کلیدی دارد. استفاده از نانوفیلترها، نانوجاذب‌ها و روش‌های شیمیایی مدرن باعث شده نه تنها کیفیت محصولات افزایش یابد، بلکه میزان ضایعات و آلاینده‌ها نیز به حداقل برسد. در واقع، پیوند شیمی و صنعت تضمین‌کننده پایداری و بهره‌وری فرایندهاست.



در فرآیند تولید نشاسته، چه نوع واکنش‌ها یا فرآیندهای شیمیایی عمده‌ای نقش دارند؟

تولید نشاسته شامل مراحل فیزیکی و شیمیایی متنوعی از جمله تهیه خمیر، هموژن‌سازی، جداسازی اجزاء (نشاسته، گلوتن، پنتازون)، شست‌وشو، خشک‌سازی و تغلیظ است. بسته به روش تولید (تری فاز، هیدروسیکلون، مارتین) از تجهیزات مختلفی چون دکانتر، سپراتور، و هیدروسیکلون استفاده می‌شود. همچنین واکنش‌های مرتبط با تغییرات ساختاری نشاسته در حضور آب و دما نقش مهمی در بهینه‌سازی محصول دارند.



آیا از روش‌های نوین مثل آنزیم‌ها، نانوکاتالیزورها یا تکنولوژی‌های سبز در فرآیند تولید استفاده می‌کنید؟

بله، استفاده از آنزیم‌ها و نانوکاتالیزورها به‌ویژه در بهبود کیفیت، تسریع فرایندها و کاهش ضایعات، بخشی از نوآوری‌های ما در خط تولید است. فناوری‌های سبز، علاوه بر سازگاری با محیط زیست، نقش بسزایی در ارتقاء عملکرد اقتصادی و کیفیت محصول نهایی دارند.



مدیریت پسماندها و پساب‌ها در کارخانه چگونه صورت می‌گیرد و چه استانداردهایی رعایت می‌شود؟

چقدر معتقد به نقش دانشجویان و پژوهشگران دانشگاهی در بهبود فرآیندهای صنعتی هستید؟

نقش دانشگاه و پژوهشگران در نوآوری‌های صنعتی به‌ویژه در صناعی نظیر تولید نشاسته، آرد، گلوکز و دکستروز کاملاً انکارناپذیر است. بسیاری از بهبودهایی که در بهینه‌سازی فرآیند استخراج نشاسته، افزایش راندمان تولید گلوکز، کاهش ضایعات آرد، و ارتقاء خلوص دکستروز حاصل شده، مرهون پایان‌نامه‌ها، مقالات تحقیقاتی و پروژه‌های دانشگاهی است که در تعامل با صنعت اجرا شده‌اند.

در حوزه‌هایی مانند تصفیه پساب‌های صنایع نشاسته، استفاده از آنزیم‌ها برای تبدیل سریع‌تر نشاسته به قند، یا طراحی نانوفیلترها برای بازیابی اجزای ارزشمند، حضور پژوهشگران دانشگاهی باعث تحولی جدی در کارایی و سازگاری زیست‌محیطی شده است. این همکاری‌ها می‌توانند شکاف میان علم نظری و فرآیندهای واقعی تولید را به‌خوبی پر کرده و در مسیر توسعه پایدار صنعتی نقش مهمی ایفا کنند.

چه توصیه‌ای برای دانشجویان رشته شیمی دارید که به ورود به صنعت فکر می‌کنند؟

پیشنهاد می‌کنم دانشجویان شیمی علاوه بر یادگیری مباحث تئوریک، حتماً با فرآیندهای صنعتی از نزدیک آشنا شوند. حضور در کارگاه‌ها، بازدید از کارخانه‌ها، و مشارکت در پروژه‌های تحقیق و توسعه می‌تواند درک آن‌ها را از کاربردهای عملی علم شیمی در صنعت عمیق‌تر کند. صنعت نیازمند افراد آگاه به اصول علمی اما مجهز به مهارت‌های عملی است.

در کارخانه، مدیریت پسماندها بر اساس اصول «کاهش، استفاده مجدد و بازیافت» صورت می‌گیرد. پسماندها اعم از جامد، مایع و گاز به طور جداگانه جمع‌آوری، طبقه‌بندی و به روش‌های تخصصی مدیریت می‌شوند. تصفیه‌خانه فاضلاب ما در سه مرحله (اولیه، ثانویه، تکمیلی) آلاینده‌ها را حذف کرده و کیفیت پساب نهایی را مطابق استانداردهای زیست‌محیطی تضمین می‌کند.



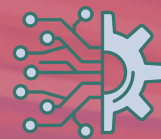
با توجه به حجم بالای مصرف آب در صنایع نشاسته، چه اقداماتی برای کاهش مصرف منابع یا بازیافت آب انجام داده‌اید؟

در کنار راه‌اندازی تصفیه‌خانه پیشرفته، اقدام به بازچرخش و بازیافت آب کرده‌ایم تا مصرف منابع جدید را به حداقل برسانیم. در مرحله بعد نیز تلاش کرده‌ایم با بهره‌گیری از تکنولوژی‌های نوین، روش‌هایی را در تولید نشاسته به کار گیریم که مصرف آب کمتری داشته باشند. این اقدامات هم در کاهش هزینه‌ها و هم در حفظ منابع آبی منطقه مؤثر بوده است.

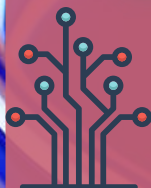
چه مهارت‌هایی را در فارغ‌التحصیلان رشته شیمی برای ورود به صنعت ضروری می‌دانید؟

علاوه بر دانش علمی، مهارت‌هایی نظیر آشنایی با ابزارهای آنالیز، توانایی کار در محیط‌های صنعتی، تفکر سیستمی، درک فرآیندهای تولید، و توانایی تحلیل داده‌ها بسیار مهم هستند. همچنین تسلط نسبی به زبان انگلیسی تخصصی و نرم‌افزارهای شبیه‌سازی شیمیایی می‌تواند مزیت رقابتی ایجاد کند.





بررسی خواص فلئورسانس و فسفرسانس لومینوفورهای آلی سنتز شده و کاربردهای آنها



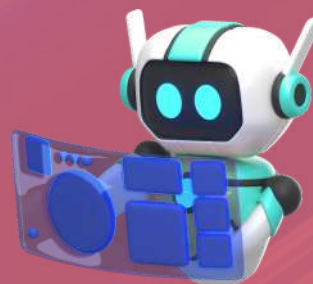
علی حاصلی ولین - کارشناسی ارشد شیمی پلیمر دانشگاه شهید بهشتی



 alihaselivalin98@gmail.com 

مقدمه

لومینوفورهای آلی به دلیل ساختار ساده و خواص نوری قابل تنظیم، مواد کلیدی در اپتوالکترونیک به‌ویژه در نمایشگرهای تمام‌رنگی هستند. برای تبدیل مؤثر انرژی الکتریکی به نور، مولکول‌های نشرکننده باید دارای بازده کوانتومی فوتولومینسانس بالا و عمر نشر کوتاه باشند. فرآیند نشر نور به دو دسته فلورسانس و فسفرسانس تقسیم می‌شود. فلورسانس معمولاً به نشر سریع از حالت برانگیخته یکتایی اطلاق می‌شود، در حالی که فسفرسانس از حالت سه تایی و با تغییر چندگانگی اسپین رخ می‌دهد. برخی پدیده‌ها مانند فلئورسانس تأخیری فعال‌شونده حرارتی [1] یا نشر ناشی از برخورد سه تایی [2] دارای عمر نشر مشابه فسفرسانس‌اند، اما منبع آن‌ها حالت یکتایی است (1).



[1] Thermally activated delayed fluorescence (TADF)

[2] Triplet-triplet annihilation (TTA)



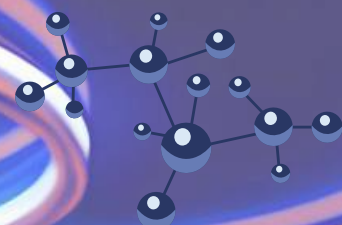
دیود های نورافشان آلی و نقش کمپلکس های فلزات سنگین

برای غلبه بر این محدودیت بازده کوانتومی داخلی در حدود 25%، در سال 1998، کمپلکس های فلزات سنگین مانند ایریدیوم، پلاتین، اوزمیوم، رنیوم و روتنیوم معرفی شدند، که با افزایش شدید جفت شدگی اسپین-مدار [۴]، عبور بین سیستم ها را تسریع کرده و اجازه می دهند، اکسیتون های سه تایی نیز به طور مؤثر به نور تبدیل شوند. این سازوکار امکان دستیابی به بازده کوانتومی داخلی نظری ۱۰۰٪ و افزایش چشمگیر بازده کوانتومی خارجی را فراهم کرد (3).



عملکرد دیودهای نورافشان آلی

دیودهای نورافشان آلی [۱]، که برای اولین بار در سال 1987 توسط تانگ [۲] و همکاران معرفی شدند، از چندین لایه آلی تشکیل شده اند که بین یک آند شفاف و کاتد فلزی قرار دارند. در این ساختار، تزریق و انتقال بار و ترکیب الکترون و حفره در لایه نشر منجر به تولید اکسیتون های (اکسیتون به حالتی در مواد نیمه رسانا یا مواد آلی گفته می شود که در آن، یک الکترون در اثر جذب انرژی مانند نور یا ولتاژ از مدار ظرفیت جدا شده و به یک تراز انرژی بالاتر می رود)، در نتیجه یک حفره (جای خالی الکترون) در مدار ظرفیت باقی می ماند. این الکترون و حفره به هم دلیل نیروی جاذبه الکترواستاتیکی به هم وابسته باقی می مانند و یک شبه ذره به نام اکسیتون را تشکیل می دهند (یکتایی و سه تایی به نسبت آماری 1:3 می شود. در دیودهای نوری نورافشان آلی اولیه، تنها اکسیتون های تک لایه منجر به نشر نور می شدند، که باعث محدودیت نظری بازده کوانتومی داخلی [۳] به ۲۵٪ می شد این یعنی تنها ۲۵٪ از اکسیتون های تولید شده می توانند به تابش نور منجر شوند، چون فقط اکسیتون های تک لایه در این فرآیند شرکت می کنند و اکسیتون های سه لایه به هدر می روند. در نتیجه، این مقدار برای فناوری های امروزی ناکافی تلقی می شود (3).

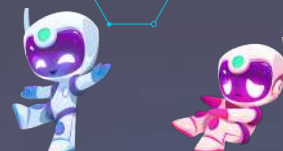


[1] Organic Light-Emitting Diode (OLED)

[۲] Tang

[۳] Internal Quantum Efficiency (IQE)

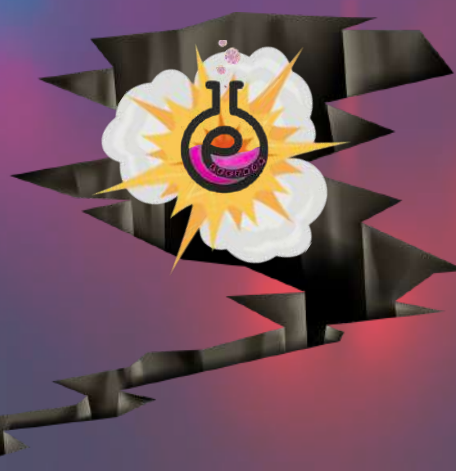
[۴] Spin-Orbital Coupling (SOC)



دیود های نورافشان مبتنی بر کمپلکس های ایریدیوم و ترکیبات جایگزین

در دو دهه اخیر، دیود های نورافشان آلی فسفرسانس دهنده مبتنی بر کمپلکس های Ir(III) پیشرفت چشم گیری داشته اند، و به طور گسترده در نمایشگرهای تلفن همراه و تلویزیون استفاده می شوند. با این حال، کمیاب بودن و هزینه بالای ایریدیوم چالشی جدی برای توسعه پایدار این فناوری محسوب می شود (4).

در سال های اخیر، ترکیبات فلزی دارای فلئوئورسانس تأخیری فعال شونده حرارتی به ویژه کمپلکس های دو ظرفیتی فلزاتی مانند مس یا طلا مورد توجه قرار گرفته اند، زیرا این ترکیبات می توانند هر دو نوع اکسیتون تک تایی و سه تایی را با کارایی بالا برای تولید نور در دیودهای نوری نورافشان آلی مورد استفاده قرار دهند. برخلاف مواد آلی فلئوئورسانس تأخیری فعال شونده حرارتی که به دلیل ضعف برهم کنش اسپین-مدار محدودیت دارند، کمپلکس های فلزی مانند Cu(I) به دلیل جفت شدگی اسپین-مدار قوی، نرخ بین سیستمی سریع تری دارند، و می توانند کارایی کوانتومی داخلی را تا ۱۰۰٪ افزایش دهند. طراحی مناسب لیگاندها در این ترکیبات امکان تنظیم خواص نوری، رنگ تابش و کارایی را فراهم می کند و در عین حال نسبت به فسفورها با فلزات گران بها، هزینه کمتر و سمیت پایین تری دارند. این مواد به عنوان جایگزینی امیدوارکننده برای بهبود عملکرد و کاهش هزینه در فناوری نمایشگرها و دیودهای نوری نورافشان آلی مطرح هستند [4].



طراحی مولکولی و خواص فوتوفیزیکی منتشرکننده های کاربن-فلز-آمید [۱] (cMa)

ساختار کلی cMa به این صورت است، که c نمایانگر یک کاربن، M یک فلز هم گروهی با پیکربندی الکترونی d^{10} و a یک لیگاند آمیدی با بار منفی است. کمپلکس های دو ظرفیتی Cu(I) و Au(I) برای دهه ها به عنوان کاتالیزورهای کارآمد مورد مطالعه قرار گرفته اند، به ویژه آن هایی که لیگاندهای NHC و هالوژن دارند. با این حال، نیاز به منتشرکننده های کارآمد نور مرئی، و ساختارهای الکترونی متمایز است. کمپلکس های cMa که از مکانیزم فلئوئورسانس تأخیری فعال شونده حرارتی تابش می کنند، به ویژه در کاربردهای لومینسانس بسیار مفید هستند (4,5).



کاربرد دیود های نورافشان آلی

در دیودهای نورافشان آلی، کمپلکس‌های دو ظرفیتی فلزات گروه مس با ساختار cMa و خاصیت فلوروسانس تأخیری فعال‌شونده حرارتی به‌عنوان مواد تابشی کارآمد و جایگزینی برای فلزات گران قیمت مانند ایریدیم و پلاتین استفاده می‌شوند. این کمپلکس‌ها علاوه بر تابش مستقیم، می‌توانند به‌عنوان حساس‌کننده برای جذب اکسایتون‌های یکتایی و سه تایی به کار روند و کارایی نوری را تا ۱۰۰٪ افزایش دهند(۶).

ساختار کلی دیودهای نورافشان آلی شامل لایه تابشی[۱] است، که بین آند، کاتد و چندین لایه عملکردی دیگر قرار دارد. مواد تابشی معمولاً در یک ماتریس میزبان پراکنده می‌شوند، تا از خاموشی خودبه‌خودی جلوگیری شود. برای بازدهی بالا، سطوح انرژی مواد تابشی و میزبان باید هماهنگ باشند. بارها پس از تزریق از الکترودها در لایه‌های انتقال‌دهنده حرکت می‌کنند، و در لایه تابشی بازترکیب می‌شوند، و نور تولید می‌شود. لایه‌های بازدارنده با طراحی مناسب از فرار اکسیتون جلوگیری و باعث بهبود عملکرد دستگاه می‌شوند، در سال‌های اخیر پیشرفت‌های چشمگیری در طراحی مولکولی، بررسی‌های فیزیک‌نوری، رابطه ساختار و خواص و ارزیابی این مواد در دستگاه‌ها حاصل شده است. در آینده، تمرکز بر اصلاح شیمیایی لیگاندها برای بهبود طیف رنگ سبز و قرمز و کاهش افت تابش غیرتابشی در مواد قرمز ادامه خواهد داشت. برای تابش آبی نیز، طراحی لیگاندهایی با انرژی سه تایی بالا ضروری است. کاهش زمان تابش در کنار حفظ بازده کوانتومی بالا یک چالش است. علاوه بر این، باید خواص نوری این کمپلکس‌ها برای کاربردهای عملی در دیودهای نورافشان آلی‌ها بهبود یابد، مخصوصاً از نظر خلوص رنگ و افزایش کارایی استخراج نور از طریق آرایش مناسب مولکول‌ها در لایه تابش و همچنین استفاده از این کمپلکس‌ها در لایه‌های خالص بدون ماتریس میزبان می‌تواند روند ساخت را ساده‌تر و کیفیت را یکنواخت‌تر کند. در نهایت، این مواد می‌توانند در تولید نور سفید با کیفیت بالا و کاهش تابش آبی مضر، و همچنین در حوزه‌هایی مانند لیزرهای آلی، فوتوکاتالیست، تبدیل انرژی خورشیدی، حسگرهای شیمیایی و تصویربرداری زیستی کاربرد داشته باشند(۷).

SCAN ME





هانیه وفایی نژاد - کارشناسی شیمی محض دانشگاه یاسوج



haniyevafaenejhad@gmail.com



معرفی دستگاه SEC-FTIR و HPLC-FTIR

فرض کنید قصد دارید یک مخلوط پیچیده از پلیمرها یا مواد دارویی را به طور همزمان جدا کرده و گروه‌های شیمیایی موجود در آن را شناسایی کنید. برای این کار به دستگاهی نیاز دارید که همانند یک کارآگاه ماهر، هم در جداسازی دقیق و هم در شناسایی ساختاری توانمند باشد. این همان کاری است که سیستم‌های HPLC-FTIR و SEC-FTIR انجام می‌دهند.

سیستم‌های HPLC-FTIR و SEC-FTIR ترکیبی قدرتمند از دو تکنیک تحلیلی مهم هستند که به پژوهشگران امکان می‌دهند فرایند جداسازی و شناسایی ساختاری را به طور همزمان انجام دهند:

• HPLC-FTIR: ترکیب کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) و

طیف‌سنجی مادون قرمز تبدیل فوری (FTIR) برای جداسازی، شناسایی و در برخی موارد تعیین کمیت ترکیبات موجود در نمونه.

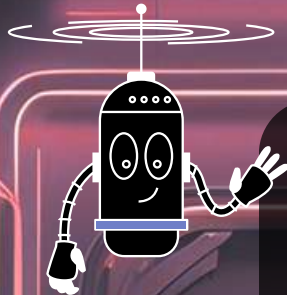
• SEC-FTIR: ترکیب کروماتوگرافی طرد اندازه (SEC) با FTIR برای جداسازی و شناسایی ترکیبات بر اساس اندازه و ویژگی‌های ساختاری.

انتخاب بین این دو روش، وابسته به نوع نمونه و هدف تحلیل است.

ساختار کلی سیستم

1. بخش جداسازی: با استفاده از HPLC یا SEC، اجزای مخلوط بر اساس ویژگی‌هایی مانند قطبیت، اندازه یا سایر خواص فیزیکی و شیمیایی از هم جدا می‌شوند.

2. بخش شناسایی (FTIR): هر جزء جدا شده، با طیف‌سنج مادون قرمز بررسی می‌شود تا اطلاعات دقیقی از گروه‌های عاملی و ساختار مولکولی آن به دست آید.





مراحل کار

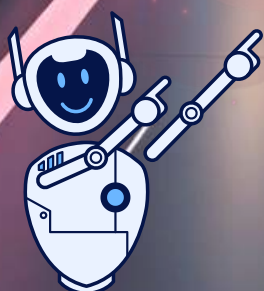
- تزریق نمونه به ستون HPLC یا SEC
- جداسازی اجزا و خروج آن‌ها به ترتیب از ستون
- انتقال خروجی ستون به رابط (Interface)
- Flow-cell: عبور مستقیم جریان مایع به سل FTIR
- Solvent-elimination: حذف حلال و جمع‌آوری ماده روی دیسک IR
- ثبت طیف مادون قرمز هر جزء توسط FTIR

کاربردها

- HPLC-FTIR: تحلیل ناخالصی‌ها، کنترل کیفیت دارو و مواد غذایی، پایش محیط‌زیست
- SEC-FTIR: مطالعه پلیمرها، پروتئین‌ها و سایر ماکرومولکول‌ها، تعیین توزیع وزن مولکولی و بررسی ساختار
- کاربردهای مشترک: شناسایی افزودنی‌ها و ناخالصی‌ها در پلیمرها، تحلیل داروها و ترکیبات طبیعی، بررسی محصولات جانبی واکنش‌ها، و جداسازی و شناسایی ایزومرها

تفاوت‌ها و ملاحظات کلیدی

- مبنای جداسازی: HPLC براساس طیفی گسترده از ویژگی‌ها (قطبیت، اندازه و غیره) جداسازی می‌کند؛ در حالی که SEC عمدتاً بر اساس اندازه مولکول‌ها عمل می‌کند.
- دامنه کاربرد: HPLC-FTIR برای مخلوط‌های پیچیده با جداسازی مبتنی بر قطبیت مناسب‌تر است؛ SEC-FTIR برای تحلیل ماکرومولکول‌ها و ساختارشان ترجیح داده می‌شود.
- سازگاری حلال: حلال مورد استفاده باید با FTIR سازگار باشد، زیرا سیگنال آن می‌تواند طیف نهایی را تحت تأثیر قرار دهد.





جادوی شیمی

زینب جوهری نژاد - کارشناسی شیمی محض دانشگاه یاسوج

 zeynabjoharinejad@gmail.com 

تفاوت بین نوشیدنی‌های طبیعی و رژیمی

بسیاری از افراد به دلیل بیماری و یا داشتن رژیم غذایی، نمی‌توانند از نوشیدنی‌هایی که دارای شیرین‌کننده‌های طبیعی مثل شکر می‌باشد، استفاده کنند. در مواد غذایی این افراد، شیرین‌کننده‌های مصنوعی به کار می‌رود. اگر ظاهر دو بطری نوشیدنی مشابه باشد، از کجا می‌توان به تفاوت آنها در نوع شیرین‌کننده پی برد.

مواد و وسایل لازم:

دو بطری حاوی نوشیدنی‌های طبیعی و رژیمی، دو بشر 1000 میلی‌لیتری، آب.

شرح آزمایش:

در هر کدام از بشرها، 600 میلی‌لیتر آب بریزید و یک بطری نوشیدنی را در آن بگذارید. یکی از آنها در آب فرو می‌رود و دیگری در آب شناور است. چرا؟ ظرفی که در ته آب فرو می‌رود، حاوی نوشیدنی طبیعی می‌باشد. چون چگالی مایع داخل ظرف از آب بیشتر است، در نتیجه سنگین‌تر شده، در آب فرو می‌رود. در ظرف شناور، نوشیدنی رژیمی قرار دارد. چگالی این مایع از آب کمتر است و معلق در آن می‌ماند. شیرین‌کننده‌های مصنوعی و رژیمی شیرین‌تر از شکر هستند، بنابراین برای شیرین شدن نوشیدنی (با همان طعم نوشیدنی‌های طبیعی) به مقدار کمتری از شیرین‌کننده مصنوعی نیاز می‌باشد. پس نوشیدنی‌های رژیمی چگالی کمتری از نوشیدنی‌های طبیعی دارند.





نورانی شدن دست ها و صورت



گاهی در سالن های مربوط به نمایش های تردستی، انسانی روی صحنه ای نیمه تاریک ظاهر می شود که صورت و دست های او به آرامی شعله می کشد؛ در حالی که دهان و چشم های او تاریک و سیاه است.

مواد و وسایل لازم:



فسفر، روغن زیتون، اسفنج

شرح آزمایش:



1 گرم فسفر را در 6 گرم روغن زیتون حل نمایید و آن را به آرامی در بنماری گرم کنید. این مایع را با یک تکه اسفنج به دستها و صورت بمالید و نورانی شدن آنها را مشاهده کنید. وقتی فسفر در روغن حل می شود، به تدریج به صورت بلور درمی آید و درخشش این بلورها باعث روشنی زیاد در اعضای بدن می شود.



کف رنگی

مواد و وسایل مورد نیاز:

جوش شیرین، صابون مایع، متیل اورانژ، هیدروکلریک اسید.

شرح آزمایش:

درون ارلن تخلیه، 30 گرم جوش شیرین بریزید. 10 میلی لیتر محلول صابون مایع و یک قاشق چایخوری متیل اورانژ را به ظرف بیفزایید. هیدروکلریک اسید (HCl) را در یک قیف جداکننده بریزید و شیر آن را به آرامی باز کنید تا اسید قطره قطره وارد ارلن شود. کف زیاد با رنگهای متفاوت مشاهده خواهد شد. وجود جوش شیرین به همراه صابون، کف زیادی تولید میکند و pH حاصل در داخل کف، با متیل اورانژ تنوع رنگ ایجاد می نماید.





حسگرهای الکتروشیمیایی پوشیدنی و قابل حمل مبتنی بر چارچوب‌های آلی-فلزی برای نظارت بر مراقبت‌های بهداشتی

امیرحسین محمدیان- کارشناسی ارشد شیمی تجزیه دانشگاه جامع امام حسین (ع)



 mohaamirhossein@gmail.com 





چکیده

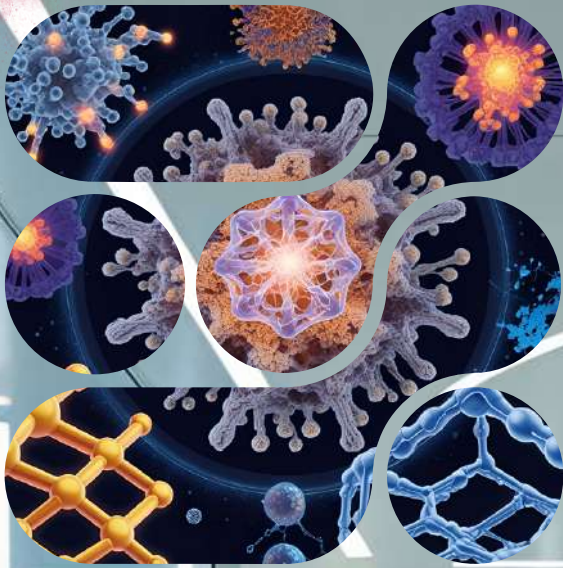
سیستم‌های بهداشت و درمان مدرن تلاش می‌کنند تا تجربه‌ای راحت‌تر و کم‌تهاجمی‌تر برای بیماران با تمرکز بر روش‌های تشخیصی و درمانی غیرتهاجمی و بدون درد فراهم کنند. یکی از اولویت‌های اصلی، تشخیص زود هنگام بیماری‌های تهدیدکننده زندگی است، که می‌تواند به‌طور قابل توجهی نتایج درمانی را از طریق آغاز درمان در مراحل ابتدایی بهبود بخشد. برای غلبه بر این چالش‌ها، ابزارهای سنجش پوشیدنی و نقطه‌ای مبتنی بر الکتروشیمی توسعه یافته‌اند که نقشی حیاتی در پایش غیرتهاجمی، پیوسته، دوره‌ای و از راه دور نشانگرهای زیستی کلیدی ایفا می‌کنند. چارچوب‌های آلی-فلزی (MOFs) مواد بلوری متخلخلی، که از نظر مالی، زیست‌سازگار، و قابل سنتز به صورت منطقی در مقیاس‌های بسیار بزرگ می‌باشند. در نهایت، این پژوهش به تبیین وضعیت کنونی این فناوری، چالش‌های پیش‌رو و فرصت‌های آینده در زمینه نوآوری‌های تشخیص با استفاده از حسگرهای پوشیدنی مبتنی بر MOF می‌پردازد.

کلمات کلیدی: چارچوب‌های فلزی آلی، متخلخل، الکتروشیمی

مقدمه

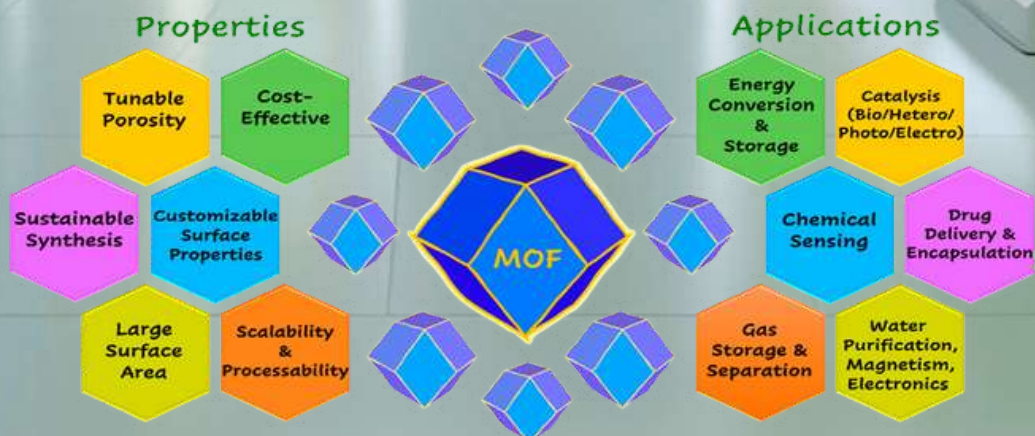
ارائه خدمات بهداشتی کافی، کنترل شیوع بیماری‌ها، و مدیریت بحران‌ها برای جمعیتی بیش از ۸ میلیارد نفر در سطح جهان، چالشی بسیار بزرگ محسوب می‌شود. این امر منجر به توسعه سیستم‌های نوین بهداشت و درمان شده است که به فناوری‌های پیشرفته تشخیصی و درمانی مجهز هستند. این سیستم‌های پیشرفته بر شناسایی زود هنگام بیماری‌های صعب‌العلاج، روش‌های تشخیص و درمان سازگار با بیمار، پایش از راه دور و مستمر آنالیت‌های زیستی مهم، و پیش‌بینی زود هنگام بیماری تمرکز دارند. این فناوری‌های پزشکی از راه دور می‌توانند مبدل‌های شیمیایی را با دستگاه‌های پوشیدنی یکپارچه کرده و به اینترنت اشیاء متصل شوند، تا حسگرهای هوشمند ایجاد کنند (۱). با ظهور دستگاه‌های انعطاف‌پذیر و قابل حمل، حسگرهای پوشیدنی توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند، به‌ویژه برای پایش لحظه‌ای نشانگرهای زیستی در مایعات بدن در حال حرکت این حسگرهای پوشیدنی غیرتهاجمی یا کم‌تهاجمی هستند، به این معنا که بیماران یا کاربران نیازی به طی کردن فرایندهای دردناک نمونه‌برداری ندارند حسگرهای پوشیدنی و نقطه‌ای مبتنی بر الکتروشیمی اخیراً به دلیل مزایای برجسته‌ای مانند اندازه کوچک، قابلیت حمل، سرعت پاسخ‌دهی بالا، مقرون‌به‌صرفه بودن، و کاربرد در محیط‌های دورافتاده، مورد توجه فراوان قرار گرفته‌اند (۲).





در این راستا، پژوهشگران متعددی از مواد، مولکول‌ها و ساختارهای هیبریدی گوناگون برای شناسایی حساس و اختصاصی آنالیت‌های زیستی مهم استفاده کرده‌اند. این مواد شامل نانوذرات فلزی، ساختارهای نانوی کربنی، مواد صفر تا سه‌بعدی، نقاط کوانتومی، مایعات یونی، پلیمرها، کمپلکس‌های فلزی، اکسیدهای فلزی، چارچوب‌های آلی، و غیره می‌باشند. برخی از ویژگی‌ها و کاربردهای شناخته‌شده MOFs در شکل (1) نشان داده شده‌اند. در میان ویژگی‌های مختلف MOFs، برخی از آن‌ها به‌طور خاص برای توسعه الکترودهای پیشرفته و حسگرهای الکتروشیمیایی مناسب هستند (۳).

سطح فعال بالا در MOFs، سطح مؤثر الکترو را افزایش داده و موجب بهبود جذب واکنشگرها و تسهیل تبدیل الکتروشیمیایی آن‌ها می‌شود. اندازه و حجم یکنواخت منافذ MOFs امکان محصورسازی و تثبیت مولکول‌های زیستی و سایر ترکیبات را فراهم می‌کند، که در نتیجه باعث پایداری بیشتر و افزایش فعالیت الکتروشیمیایی و الکتروکاتالیستی آن‌ها می‌شود. همچنین، از طریق مسیرهای سنتزی مختلف، می‌توان یک یا چند گروه عاملی شیمیایی را به درون منافذ یا سطح MOF وارد کرد، و در نتیجه، آن‌ها را به گزینه‌هایی بسیار مناسب برای شناسایی اختصاصی و حساس آنالیت‌های هدف تبدیل نمود. حسگرهای الکتروشیمیایی پوشیدنی و نقطه‌ای مبتنی بر MOF برای پایش سلامت، یک فناوری نوظهور محسوب می‌شوند که تنها توسط تعداد معدودی از گروه‌های پژوهشی مورد بررسی قرار گرفته‌اند (۴).



تصویر 1. نمایش گرافیکی ویژگی‌ها و کاربردهای چارچوب‌های فلزی-آلی (MOFs)



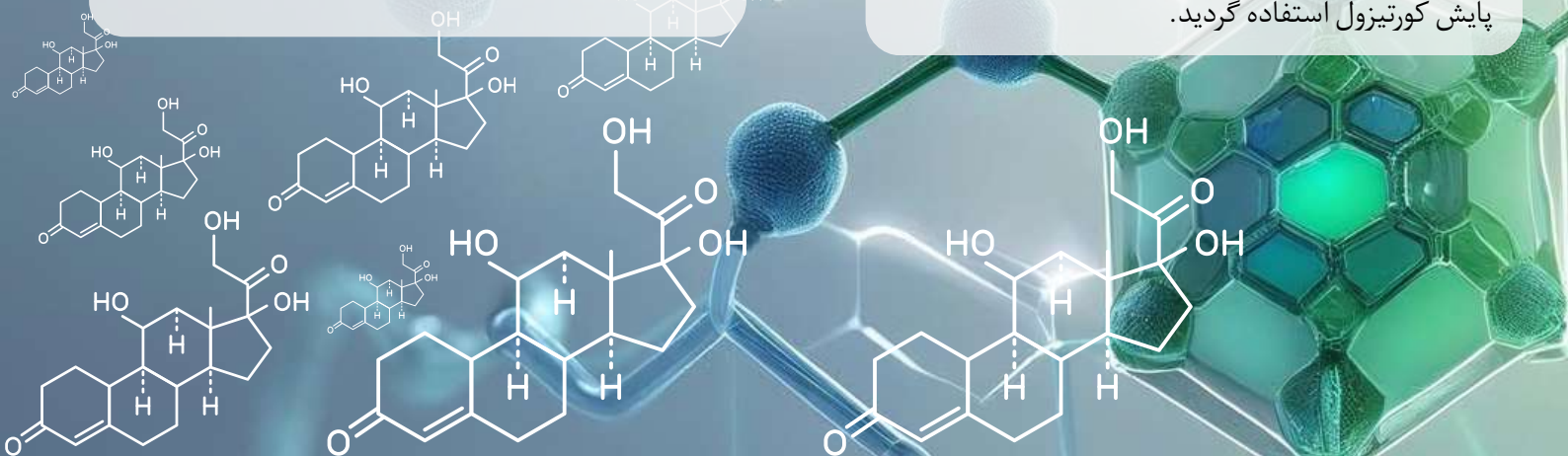
حسگرهای الکتروشیمیایی پوشیدنی و قابل حمل مبتنی بر چارچوب‌های فلزی-آلی

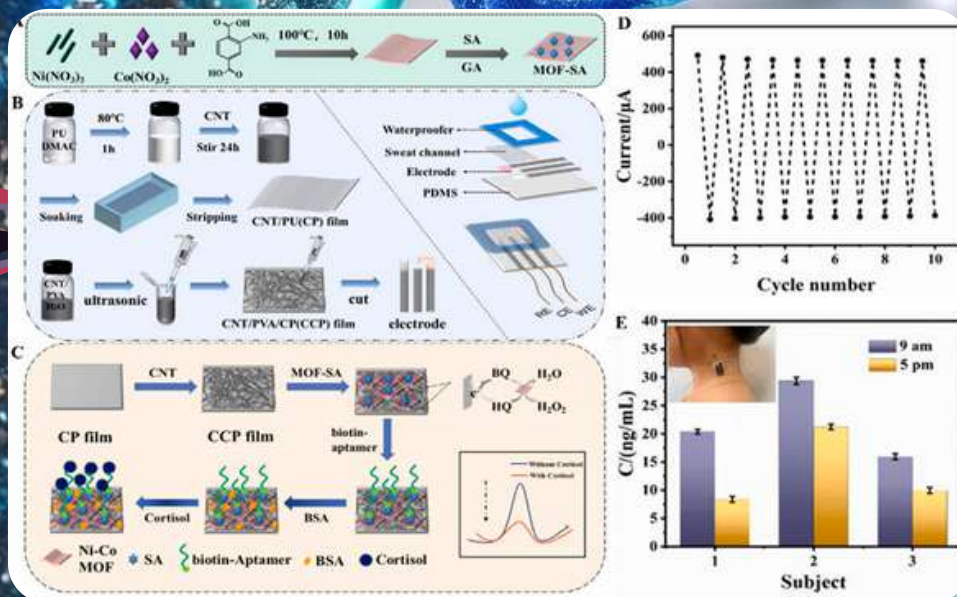
در این بخش، مجموعه‌ای از حسگرهای پوشیدنی و نقطه‌ای (PoC) مبتنی بر چارچوب‌های فلزی-آلی، که برای آشکارسازی الکتروشیمیایی آنالیت‌های زیستی و بالینی با اهمیت توسعه یافته‌اند، مورد بررسی و جمع‌بندی قرار گرفته‌اند. به منظور ارتقای درک مفهومی و امکان مقایسه‌ای منطقی میان عملکردها، این بخش بر اساس نوع آنالیت طبقه‌بندی شده است.

کورتیزول

کورتیزول یک نشانگر زیستی مرتبط با استرس است، که در فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلفی از جمله تنظیم فشار خون، سطح قند خون، و متابولیسم در اندام‌های مختلف نقش اساسی دارد. کورتیزول در مایعات مختلف بدن مانند عرق، بزاق، ادرار، خون، و مایعات میان بافتی وجود دارد. همچنین، تولید کورتیزول از یک ریتم شبانه‌روزی پیروی می‌کند، به طوری که غلظت آن در صبح به اوج می‌رسد و در طول روز به تدریج کاهش می‌یابد. سو و همکارانش یک اپتاسنسور الکتروشیمیایی پوشیدنی توسعه دادند که از نانورقه‌های MOF دو فلزی (Ni-Co) تقویت شده با فیلم‌های نانولوله کربنی/پلی‌اورتان برای پایش کورتیزول استفاده گردید.

در ابتدا، لایه نازک CNT/PU تهیه شد، و سپس MOF ترکیب شده با استرپتاویدین (SA-MOF) بر روی آن نشانداده شد تا حسگر مورد نظر شکل بگیرد. این MOF زیست‌فعال به دلیل سطح ویژه بسیار بالا، قادر است اپتامر کورتیزول را از طریق برهم‌کنش اختصاصی استرپتاویدین-بیوتین جذب کند. این حسگر انعطاف‌پذیر توانست غلظت کورتیزول را مستقیماً از عرق داوطلبان اندازه‌گیری کرده و پتانسیل قابل‌توجهی را برای پایش و مدیریت استرس نشان دهد. تصویر شماتیکی سنتز مواد، ساخت حسگر، و پاسخ‌دهی آن در ادامه آمده است (۵).



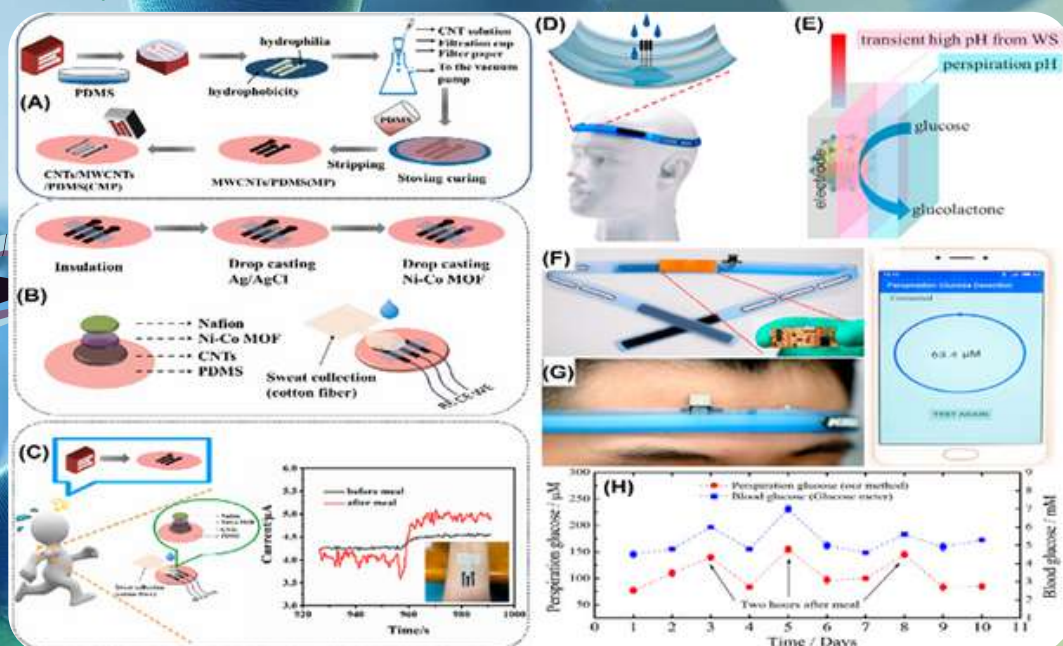


تصویر 2. (الف) شماتیکی از فرایند سنتز MOF دومتال و MOF متصل با استرپتاویدین (ب) ساخت حسگرهای پیچ انعطاف پذیر و پوشیدنی (پ) طراحی از فرایند ساخت حسگر کورتیزول (ت) تغییرات جریان پیک ردوکس حسگر در حضور هیدروکینون و پراکسید هیدروژن طی ۱۰ چرخه (ث) شناسایی کورتیزول در نمونه های عرق

حسگرهای گلوکز غیرآزمی

مطالعه های دیگر، یک سربند پوشیدنی برای پایش گلوکز طراحی شد که در آن نانوذرات پالادیم درون یک چارچوب آلی-فلزی کبالت (Co-MOF) نوع ZIF-67) محصور شده بودند. این Pd@Co-MOF با جوهر کربن رسانا مخلوط شده و روی یک فیلم PET چاپ شد، تا الکترود کاری حسگر پیشنهادی ایجاد شود. به طور مشابه، الکترود کمکی نیز با چاپ سیلک جوهر کربن رسانا ساخته شد. در حالی که الکترود مرجع به صورت ویژه ای با پوشاندن یک لایه پلیمری از پلی وینیل الکل حاوی KCl بر روی الکترود Ag/AgCl ساخته شد. حسگر Cu-MOF/PtNPs/AuE پاسخ الکتروکاتالیتیکی بهتری نسبت به سایرین نشان داد که احتمالاً به دلیل اثر هم افزایی بهبود یافته بین MOF و نانوذرات (و نه صرفاً تعامل بین نانوذرات) می باشد (۸).

یک حسگر گلوکز غیرآزمی پوشیدنی با عملکرد بالا با استفاده از نانورقه های با دوفلز Ni-Co مبتنی بر MOF دو بُعدی توسعه یافته است. این حسگر از طریق قطره چکانی کردن محلول MOF بر روی الکترود کاری ساخته شد و سپس اجازه داده شد تا خشک شود. در ادامه، یک لایه ژل پلی وینیل الکل (PVA)/KOH روی آن قرار گرفت. این الکترود دو عملکرد را داراست: به عنوان یک ریز ابرخازن (micro-supercapacitor) و همچنین به عنوان یک حسگر گلوکز، که آن را برای استفاده در سیستم های پایش گلوکز و منبع تغذیه پوشیدنی مناسب می سازد (۶). این حسگر حساسیت چشمگیری در شناسایی گلوکز از خود نشان داد و با موفقیت در نمونه های عرق برای پایش گلوکز مورد استفاده قرار گرفت. عملکرد برتر این سامانه را می توان به هم افزایی بین یون های فلزی نسبت داد. همچنین، رقابت بین یون های فلزی موجب تشکیل مراکز فلزی غیراشباع و نقص های ساختاری می شود (۷).

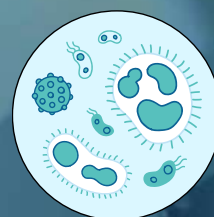


تصویر 3- (A) مراحل ساخت ترکیب CNT/MWCNT/PDMS (B) فرآیند ساخت حسگر گلوکز (C) پاسخ جریان الکتریکی ثبت شده توسط حسگر توسعه یافته برای تشخیص گلوکز در عرق داوطلبان (D) نمایش گرافیکی از هدبند طراحی شده (E) عملکرد حسگر گلوکز غیرآنزیمی با استفاده از هدبند (F) تصویر واقعی از هدبند یکپارچه شده با حسگر گلوکز (G) تصویر داوطلبی که هدبند را پوشیده و آنالیز عرق از طریق گوشی هوشمند انجام می دهد (H) مقادیر اندازه گیری شده ی غلظت گلوکز در عرق و خون انسان طی مدت ۱۰ روز

چالش های موجود در ساخت ابزارهای حسگر مبتنی بر MOF

بهبود پایداری و گزینش پذیری برای کاربرد عملی حسگرها در محیط های واقعی و پیچیده بسیار حیاتی است. همچنین، افزایش رسانی برای ساخت حسگرهایی با حساسیت بسیار بالا ضروری بوده و بر آستانه ی تشخیص و دقت عملکرد حسگر تأثیر می گذارد. برای ارتقای این ویژگی ها می توان از روش هایی مانند تنظیم هدفمند گروه های عاملی در لیگاندهای آلی، آلاینده کردن ناخالصی ساختارهای نانویی در طی یا پس از سنتز، یا کپسوله سازی و محصور سازی گونه های عملکردی درون ساختار متخلخل MOF ها استفاده کرد.

با وجود مزایای چشمگیر چارچوب های فلزی-آلی (MOFs)، چندین چالش کلیدی وجود دارد، که پیش از بهره برداری کامل از آنها باید مورد توجه قرار گیرند. این چالش ها را می توان به طور کلی در دو دسته ی مرتبط با ویژگی های ذاتی و مرتبط با قابلیت کاربردی تقسیم بندی کرد. ویژگی های کلیدی MOFs که نیاز به بهینه سازی دارند عبارتند از: پایداری، رسانی، زیست سازگاری و گزینش پذیری. این خصوصیات با یکدیگر در ارتباط هستند و مستقیماً بر عملکرد ابزارهای حسگری مبتنی بر MOF تأثیر می گذارند.





نتیجه‌گیری و آینده‌پژوهی

امکان سنتز مقرون به صرفه MOFها در مقیاس زیاد می‌تواند هزینه ساخت و نیز اثرات زیست محیطی این حسگرها را کاهش داده و زمینه را برای استفاده گسترده در حوزه سلامت فراهم سازد. با وجود عملکرد امیدوارکننده، چالش‌هایی در مسیر ادغام موفق MOFها با سیستم‌های پوشیدنی باقی مانده است. پیشرفت این حوزه نیازمند تلاش‌های گسترده در جهت بهبود پایداری، حساسیت، و عمر مفید حسگرها، همچنین جلوگیری از رشد میکروبی بر سطح حسگر است. بهره‌گیری از سطح بالا، ساختار متخلخل و ظرفیت بارگیری زیاد MOFها، می‌تواند از آن‌ها برای ذخیره‌سازی و رهایش کنترل شده داروها نیز بهره برد. پیش‌بینی می‌شود که تحقیقات آینده با غلبه بر محدودیت‌های کنونی، راه را برای کاربرد گسترده MOFها در پایش سلامت و رهایش داروی هوشمند هموار سازد و و اثربخشی و ایمنی تشخیص‌ها و درمان‌ها را افزایش دهند.

در این مطالعه به بررسی روش‌های درمانی زمینه، حسگرهای پوشیدنی و نقطه‌ای مبتنی بر الکتروشیمی پرداخته شده است. در میان مواد مختلف به کاررفته در الکترودها، چارچوب‌های فلزی-آلی از امیدبخش‌ترین گزینه‌ها به شمار می‌روند. این ساختارها دارای شبکه بلوری بسیار متخلخل، سطح ویژه بالا، قابلیت اصلاح سطح، و تخلخل قابل تنظیم هستند و همچنین می‌توان آن‌ها را به صورت اقتصادی و در مقیاس بالا سنتز کرد. تخلخل قابل تنظیم MOFها به صورت هدفمند می‌تواند برای به دام اندازی، کپسوله کردن گونه‌های زیستی و اکسایش-کاهش استفاده شود، که به افزایش گزینش‌پذیری، پایداری و کارایی حسگر کمک می‌کند. همچنین، می‌توان گروه‌های عاملی خاصی را بر سطح یا درون حفرات MOFها طراحی کرد که موجب ارتقاء ویژگی‌های کاتالیستی و گزینش‌پذیری می‌شود.

SCAN ME





فروغ شهرویی - دکتری شیمی تجزیه دانشگاه یاسوج



forogh_shahroei@yahoo.com

تشخیص بیماری با حسگرهای DNA مبتنی بر نانوذرات طلا:

نانوذرات طلا می‌توانند به رشته‌های خاصی از DNA متصل شوند و با ایجاد تغییر رنگ یا سیگنال نوری، بیماری‌ها را در مراحل اولیه شناسایی کنند. این روش در تست‌های تشخیص سریع سرطان، کووید و بیماری‌های ژنتیکی کاربرد گسترده دارد.

یخ داغ؛ کشف فاز هشتم آب!

در فشار بالا و دمای خاص، آب می‌تواند به فازی به نام ICE-VIII تبدیل شود که ساختار بلوری ویژه‌ای دارد. این نوع یخ در سیارات یخی مانند اورانوس و نپتون دیده می‌شود. این کشف، نه تنها ساختارهای عجیب آب را آشکار می‌سازد، بلکه برای مطالعه‌ی امکان حیات در سیارات دیگر نیز اهمیت دارد.

کربن منفی؛ شیمی جدید برای حذف گازهای گلخانه‌ای:

برای نخستین بار، دانشمندان در سوئیس توانسته‌اند فرایند «کربن منفی» را در مقیاس صنعتی پیاده‌سازی کنند. در این روش، با استفاده از کاتالیست‌های نانومغناطیسی، دی‌اکسیدکربن از هوا جذب و به متانول سبز تبدیل می‌شود؛ سوختی پاک که می‌تواند جایگزینی برای بنزین باشد.

کشف نشانه‌های احتمالی حیات در سیارات دیگر با کمک شیمی گازها:

دانشمندان با بررسی طیف گازهای موجود در جو سیارات فراخورشیدی، به دنبال نشانه‌هایی از حیات هستند. در سال ۲۰۲۳، مولکول فسفین (PH_3) به‌عنوان یکی از گزینه‌های بیوساینیچر (نشانه‌های زیستی) در جو سیاره زهره مطرح شد. دلیل اهمیت فسفین این است که تولید آن در شرایط غیرزیستی بسیار دشوار است.



میکرو راکتورهای سلولی؛ شیمی در مقیاس زیستی:

پژوهشگران موفق به اجرای واکنش‌های شیمیایی پیچیده درون لیپوزوم‌ها یا سلول‌های مصنوعی شده‌اند. این فناوری در تولید داروهای شخصی‌سازی شده، آنزیم‌های مصنوعی و نانوراکتورها کاربرد دارد.

شیمی صوتی؛ کنترل واکنش‌ها با امواج فراصوت:

شیمی‌دانان با بهره‌گیری از امواج فراصوت، واکنش‌هایی چون امولسیون‌سازی، پلیمریزاسیون و تولید نانوذرات را با سرعت بالا انجام داده‌اند. تصور کنید واکنش شیمیایی تنها با صدا آغاز شود!

چاپ سه‌بعدی شیشه با استفاده از شیمی نور-پخت:

با استفاده از رزین‌های فوتوپلیمریزه، پژوهشگران توانسته‌اند شیشه‌هایی با هندسه‌ی پیچیده را از طریق چاپگرهای سه‌بعدی بسازند. این روش در ساخت اجزای نوری، میکرو راکتورها و حسگرهای نوری کاربرد فراوانی دارد.



شیمی سبز با حلال‌های یونی عمیق:

حلال‌های یونی طبیعی مانند ترکیب کولین کلراید و اوره جایگزین حلال‌های سمی آلی شده‌اند. این ترکیبات بدون ایجاد آلودگی محیطی، در استخراج مواد، سنتز شیمیایی و الکترولیت‌های باتری کاربرد دارند.

سختی با دانشجویان



دکتر بهروز کریمی
استاد تمام رشته شیمی آلی، ریاست اسبق دانشگاه یاسوج

از نظر من، یک دانشجو و یک استاد باید کمک کنند تا مشکلات جامعه حل شوند. چرا که انتظارات از افراد دانشگاهی بسیار بالاست؛ انتظار دارند فرد دانشگاهی با فرهنگ، قانونمند، باسواد و در کل الگوی ادب و تربیت و فرهنگ باشد. که لازمه‌ی آن مسلط بودن اعتقادات و فرهنگ ملی و مذهبی، به زبان روز دنیا یعنی اینترنت، داده‌ها، پایگاه‌های اجتماعی، حوزه‌های فناوری و IT و... می‌باشد. مورد بعدی یادگیری زبان بین‌الملل است که برای درک بهتر آن لازم است دانشجو ابتدا بر زبان مادری خود مسلط باشد. مجموع این موارد ابزارهای زیرساختی هستند، برای اینکه دانشجو با تکیه بر آنها به شناخت علم شیمی برسد و در گرایش مورد علاقه خود به ادامه تحصیل بپردازد. در نهایت با کسب این علوم پس از فراغت از تحصیل، جامعه را بررسی کنند که چه مواردی نیاز دارد؟ به طور مثال در مسئله‌ی داروسازی چه مواد اصلی نیاز هست و در راستای تولید آن قدم بردارند. راه گام برداشتن به این سو چنین می‌باشد که گروه‌هایی تشکیل داده و با بهره‌گیری از علوم کسب شده، ایده‌های خود را از طریق مراکز رشد، پارک‌های علم و فناوری یا بنیاد ملی نخبگان پرورش داده و به عنوان فناور شروع به فعالیت کنند.



دکتر مسعود زعفرافهانی
استاد تمام رشته شیمی آلی

هدف ابتدایی دانشجو از تحصیل در دانشگاه این است که شغل مناسبی برای خود بدست آورده و آینده روشنی را برای خود بسازد که هم از لحاظ مادی و هم از لحاظ معنوی پیشرفت نماید. در عین حال طبیعی است که دانشجویان نگرانی‌هایی در رابطه با آینده زندگیشان داشته باشند که این ناشی از مشاوری‌های اشتباه افراد ناآگاه در انتخاب رشته تحصیلی و کمبود شغل‌های مرتبط با رشته تحصیلی، یا پرشدن جایگاه‌های شغلی مرتبط با حوزه تخصصی توسط افراد غیرمتخصص می‌باشد. بهر حال با توجه به اینکه دانشجویان این رشته تحصیلی را انتخاب کرده و وارد این مسیر شده‌اند و نعمت جوانی که با ارزش‌ترین سرمایه زندگی آنهاست را صرف کسب علم نموده‌اند و از طرفی چون انگیزه‌های جوانان برای ساختن زندگی بهتر بالاست، پس لازم است که با توان به این راه ادامه دهند. اگر می‌توانند، بهتر است در حین تحصیلشان کار کنند که بتوانند تجارب کسب شده را برای ایجاد راهکارهای خلاقانه در شغل آینده استفاده نمایند. این کارها می‌تواند در زمینه رشته تحصیلی یا غیر از آن باشد. پس می‌توانند تلاششان را در زمینه‌های تحصیلی و کاری انجام دهند که به یک نتیجه مطلوب برسند و ان شاء الله در آینده شغل مناسبی پیدا کنند. این فرصت‌های شغلی ممکن است پیش‌بینی یا اینکه برای ایجاد فرصت‌های جدید شغلی در راستای نیازها و نگرش‌های جدید در جامعه تلاش کنند. به طور مثال؛ شرکت‌های خصوصی بیشتر دنبال افرادی می‌گردند که توانایی حل مشکلاتشان را با تجربه بالا و ارائه ایده‌ای مناسب داشته باشند یا اینکه استعداد خوبی در این زمینه نشان دهند. به هر حال مهمترین عامل برای موفقیت، تقویت انگیزه است. مطمئناً در این مسیر رقابت هم وجود دارد و کسانی می‌توانند بیشتر موفق باشند که در دانشگاه دستاوردهای علمی و تجارب کافی کسب کرده باشند. بنابراین هرچه در این مقطع بیشتر تلاش کنند و خودشان را نشان بدهند، احتمال به دست آوردن فرصت‌های مناسب بالاتر می‌رود.



ELECTRON

ELECTRON



ELECTRON

