انجمن علمی دانشجویی
دانشکده شیمی
دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

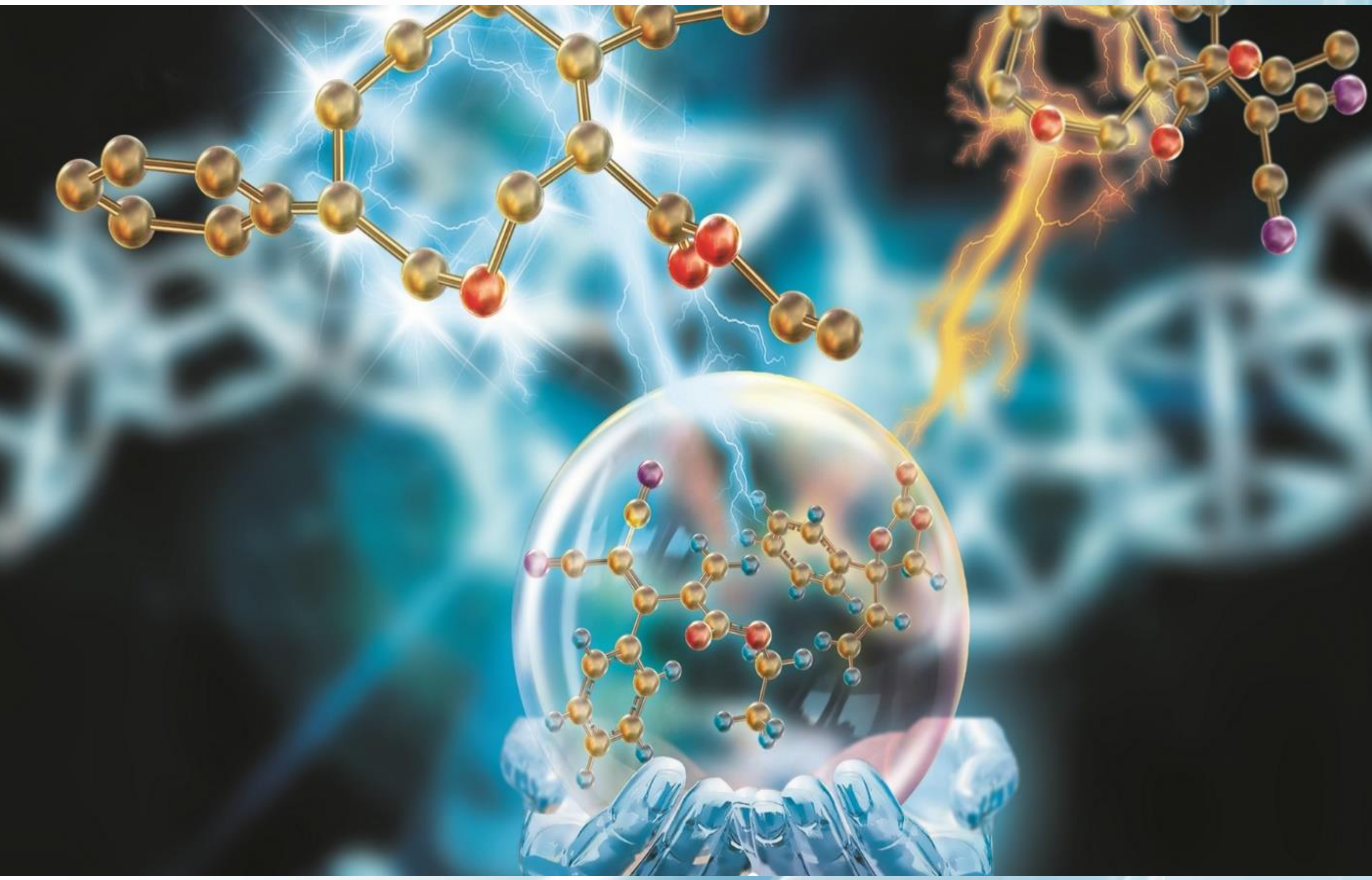
aut.chem

@aut_chem

سال اول-شماره یک-بهار ۱۴۰۱

نشریه علمی تخصصی

# استریو شیمی



- تکنولوژی و فناوری در دست شیمیدانان
- نوبل ۲۰۲۱
- مصاحبه با آقای دکترمهران جوانبخت
- تازه‌های شیمی
- دانشکده شیمی در یک نگاه

# فهرست مطالب

# نشریه علمی دانشجویی استریو شیمی


صاحب امتیاز | انجمن شیمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر

مدیر مسئول | مصطفی ترکاشوند

سردبیر | سیده مهتاب حسینی

ویراستار | سیده مهتاب حسینی

طراحی جلد و صفحه آرایی | سیده مهتاب حسینی





نشانی| تهران - میدان ولیعصر - خیابان حافظ - پلاک ۳۵۰ - دانشکده شیمی

صندوق پستی :۴۴۱۳-۱۵۸۷۵


**Amirkabir University of Technology**

**Chemical**

**Society**

## سخن سردبیر

سپاس پروردگار هستی بخش را که به لطف و کرمش، توفیقی حاصل شد تا اولین شماره مجله استریو شیمی را با هدف ارائه مجموعه تحقیقات در حوزه های مختلف شیمی منتشر کنیم. یکی از مولفه‌های توسعه در هر کشوری، تولید علم است و هر کدام از کشورهای دنیا در تولید علم نقش و سهم مجزایی دارند. پیشرفت علم و تکنولوژی در دهه‌های اخیر، بسیار بالا بوده است. از جمله بسترهای لازم جهت رشد علمی بروز، ظهور و توسعه نشریات علمی می باشد؛ به همین دلیل یکی از اهداف اصلی انجمن های علمی انتشار نشریات تخصصی است. بدون تردید این نشریات از مهمترین منابع جدید علمی محسوب می شوند که دستاوردها ی جدید علمی، پژوهشی و نوآوری را در دسترس پژوهشگران، دانشجویان، اساتید و سایر علاقمندان قرار می دهند. در همین راستا برآن شدیم با انتشار این نشریه گامی در جهت ارتقاء سطح علمی، افزایش آگاهی و انگیزش برای انجام فعالیت های علمی و پژوهشی در دانشجویان ایجاد کنیم. امید است توانسته باشیم گامی هر چند کوچک در جهت ارتقاء سطح علمی شما عزیزان برداشته باشیم. همچنین از اساتید محترم، اعضای هیأت تحریریه، و همه دست اندرکاران تهیه فصلنامه که در انتشار و ارتقای سطح علمی فصلنامه، نقش اساسی داشته اند تشکر ویژه به عمل می‌آید. از تمامی اعضاء دانشکده شیمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر تقاضامندم مشارکتی فعال در این نشریه داشته باشند تا ضمن حفظ نشاط و پویایی نشریه، نسخه های جدید فصلنامه نیز پربارتر گردد. تمامی علاقه مندان به همکاری با ما در نشریه می توانند با هیئت تحریریه مجله یا سردبیر در ارتباط باشند.

سیده مهتاب حسینی

سردبیر

# حسگرهای تعریق

سیده مهتاب حسینی

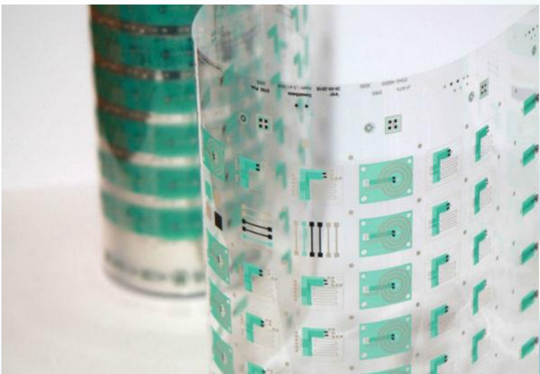
عرق انسان شامل اطلاعات گسترده فیزیولوژیکی است، که منبع امیدوار کننده ای برای نظارت بر سلامتی در بدن در زمان واقعی بوده است. در سال های اخیر، تجزیه و تحلیل عرق محبوبیت بیشتری پیدا کرده است، زیرا به روش های نمونه گیری تهاجمی نیاز ندارد.

ترکیبات عرق و خون از نظر اسمزی مرتبط هستند، محتوای متابولیت های خاص در عرق می تواند مستقیماً منعکس کننده بیماری باشد. تشخیص عرق می تواند به عنوان جایگزینی برای تشخیص خون مورد استفاده قرار گیرد و امکان کنترل مداوم را فراهم می کند.

اخیراً، همراه با بازار آینده برای فناوری های مصرفی پوشیدنی، دستگاه های تعریق پوشیدنی علاقه تحقیقاتی بیشتری پیدا کردند. تولید حسگرهای شیمیایی پوشیدنی به دلیل کاربردهای بالقوه بسیار زیاد در زمینه های پزشکی، ایمنی شغلی، بهداشت و ورزش توجه بسیاری را به خود جلب کرده است .

علاقه در زمینه حسگرهای تعرق از دهه ۱۹۵۰ آغاز شده است. اولین نسل حسگر تعرق به سال ۲۰۰۰ برمی گردد. از پیشگامان اولیه، لینچ و همکاران بودند. نوعی آرایه میکرو حسگر متشکل از الکترودهای انتخابی یون حالت جامد کوچک که به طور همزمان غلظت عرق $Na^+$، $K^+$ و $Cl^-$ را تشخیص می دهد، ایجاد کردند. عرق تحریک شده توسط یونتوفورز[1] با پیلوکارپین[2] توسط تجهیزات مخصوص ساعت مچی جمع آوری شد. سیگنال بدست آمده توسط مینی کامپیوتر متصل پردازش و تجزیه و تحلیل شد. کل این سیستم را می توان نمونه اولیه اولین حسگرهای عرق پوشیدنی دانست. غدد عرق را می توان به دو دسته اکرین و آپوکرین طبقه بندی کرد. اما در گزارشات به دسته سوم نیز اشاره می شود آپواکرین. غدد عرق اکرین در کل بدن ظاهر می شوند در حالی که آپوکرین و آپوکراین فقط در مکان های محدود ظاهر می شوند. عرق انسان سرشار از مواد شیمیایی است و می تواند وضعیت فیزیولوژیکی بدن انسان را منعکس کند. عرق اکریلی انسان مایع کمی اسیدی با مقادیر pH معمولی بین ۴/۰ تا ۶/۰است و عمدتاً از آب (۹۹٪) تشکیل شده است. غلظت برخی از اجزای شیمیایی در عرق وابسته به میزان عرق است، از جمله الکترولیت هایی که می توانند توسط مجرای غدد عرق، یعنی $H^+$، $HCO3^-$، $Na^+$، $Cl^-$ و همچنین متابولیت هایی مانند لاکتات که وابسته به فعالیت متابولیک، سلولهای غدد عرق خودشان هستند.

از نظر تاریخی، غربالگری پزشکی مبتنی بر عرق برای تشخیص فیبروز سیستیک، که یک بیماری وابسته به $Cl^-$ عرق است، استفاده شده است. به عنوان مثال، $Na^+$ و $K^+$ در عرق از گرفتگی عضلات، کمبود آب بدن، هیپوناترمی و هیپوکالمی خبر می دهند. لاکتات عرق می تواند هشدار سریع ایسکمی فشار را ارائه دهد. گلوکز موجود در عرق از نظر متابولیکی با گلوکز خون ارتباط دارد. گزارش شده است که کورتیزول عرق مربوط به استرس حاد و مزمن است.



در سالهای اخیر تلاش های تحقیقاتی بیشتری در زمینه توسعه سیستم عامل های سنجش عرق پوشیدنی نشان داده است. گروه های تحقیقاتی در سراسر جهان در حال طراحی فناوری های جدیدی هستند که برای نظارت بر سلامت افراد در دستگاه های پوشیدنی گنجانده شده است. علاوه بر این، استارتاپ ها و شرکت های تأسیس شده فاصله بین راه حل

[1] Iontohoresis

[2] Pilocarpine

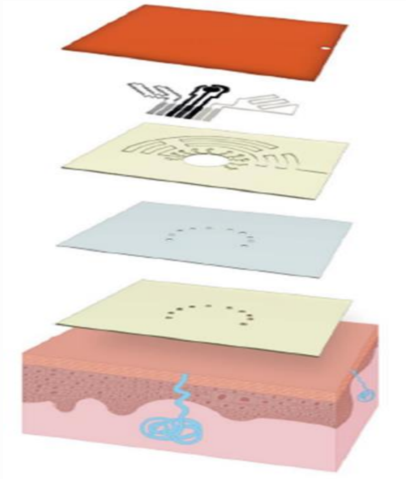
های تحقیقاتی و تجاری را پر کرده و سنسورهای عرق پوشیدنی را به بازار آورند. یک حسگر تعریق پوشیدنی کاملاً یکپارچه از قسمت های زیادی تشکیل شده است که همه آنها برای یک مورد استفاده خاص طراحی شده اند. دو جزء اصلی آن **جمع کننده عرق** و **سنسور** است.

پیشرفت های اخیر فن آوری در حسگرهای پوشیدنی، شناسایی اجزای عرق را آسان تر کرده است، اما درک محدود ما از عرق، کاربرد آن را محدود می کند. یک گلوگاه مهم برای تجزیه و تحلیل عرق زمانی و منطقه ای دستیابی به ساخت یکنواخت و با بازده بالا از اجزای حسگر عرق، از جمله تراشه میکروسیال و الکترودهای سنجش است. انتخاب مکانیسم جمع آوری عرق معمولاً بر اساس میزان عرق تولید شده توسط کاربر است. دستگاه سنجش عرق پوشیدنی که برای ورزشکاران در نظر گرفته شده است باید حجم کافی داشته و بتواند عرق فراوان را از بین ببرد. در مقابل ورزشکاران، بیماران بی تحرک در بیمارستان هستند، مکانیسم های جمع آوری عرق در دستگاه های تشخیص عرق برای این کاربران باید از تکنیک هایی برای جمع آوری مقدار کمی عرق استفاده کند. سنجش عرق پوشیدنی با جمع آوری نمونه آزمایش، یعنی عرق اکرین آغاز می شود این عرق که از غدد عرق اکرین نشات می گیرد، متعاقباً به سنسور منتقل می شود تا غلظت آنالیتهای هدف را اندازه گیری کند. جمع کننده های عرق شامل جمع کننده میکروسیال، جمع کننده جذب و جمع کننده مستقیم روی پوست است.

## جمع کننده میکروسیال

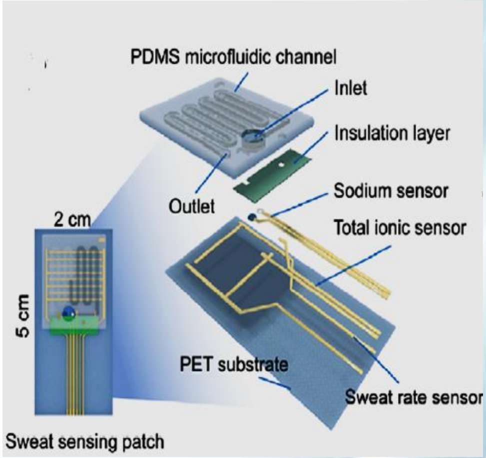
از تکنیک های میکروسیال معمولاً در دستگاه های سنجش عرق پوشیدنی برای جمع آوری و انتقال نمونه های کوچک عرق استفاده می شود. میکروسیالات به محدود سازی و کنترل دقیق میکرو / نانولیتر مایعات در مقیاس کوچکی که در آن نیروهای مویرگی بر انتقال جرم حاکم هستند، اطلاق می شود. طراحی ویژگی های میکروسیالی می تواند ساده باشد و روش های ساخت مناسب مرتبط با آن به طور گسترده ای مورد مطالعه قرار گرفته است. تکنیک های ساخت از لیتوگرافی نرم تا ماشین کاری لیزر و تولید انبوه با استفاده از قالب سازی متفاوت است. رویکردهای مبتنی بر میکروسیالات برای جمع آوری عرق باحجم زیاد، که بین غده عرق و سنسور وجود دارد که می تواند بین ۱۰ تا ۲۰ میکرولیتر باشد. میکروسیالات مفید است برای نظارت بر ورزشکاران، اما برای بیماران کم تحرک که در آن میزان عرق به ترتیب ۱-۰/۱ نانولیتر /دقیقه / غده بیشتر دیده می شود، کمتر مناسب است.

شکل ۱ پلت فرم حسگر عرق میکروسیالی را نشان می دهد.



شکل ۱- پلت فرم حسگر عرق میکروسیالی

ساختار میکروسیال در این دستگاه بدین شرح زیر است: ۱- کاملاً لیزری ساخته شده از پلی اتیلن ترفتالات (PET)، ۲- چسب های درجه پزشکی برای سهولت مقیاس پذیری تولید. این دستگاه قادر است غلظت اسید اوریک و تیروزین را با جمع آوری نمونه های عرق از تمرین افراد در یک ماژول میکروسیالی چند ورودی کنترل کند. با ورودی ۱۰و سرعت جریان ۱/۵ میکرولیتر بر دقیقه، زمان تازه سازی برای رسیدن به ۹۰ درصد غلظت آنالیت جدید به ترتیب ۳-۲ دقیقه، برای تغییر غلظت آنالیت از ۲۰ میکرومولار به ۸۰ میکرومولار. شکل۲ نمونه ای از دستگاه میکروسیال را نشان می دهد که برای تشخیص میزان تعریق با تعیین میزان موقعیت جلوی جریان عرق در زمان طراحی شده است.

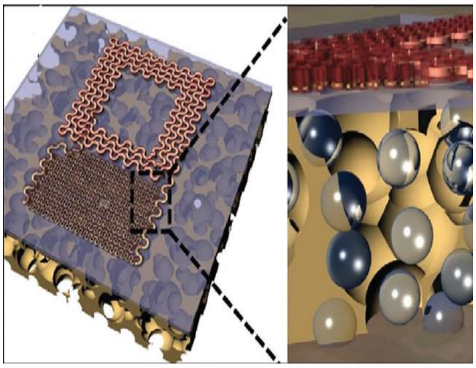



شکل ۲-نمونه ای از دستگاه میکروسیال

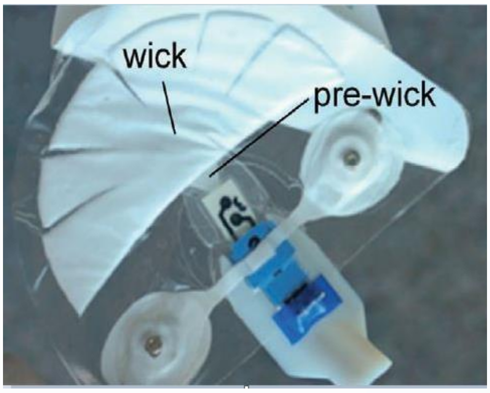
## جمع کننده جذب

از یک ماده جاذب می توان برای جمع آوری نمونه بهبود یافته با کشیدن عرق از پوست به داخل دستگاه استفاده کرد. تکنیک های جذب زمانی مفید می باشند که کاربران سنسورهای پوشیدنی کم تحرک هستند و بنابراین به اندازه کافی عرق نمی کنند تا دستگاههای میکروسیال موثر واقع شوند، و همچنین هنگامی که نیاز به جمع آوری سریع نمونه است. یک ماده جاذب را می توان روی پوست قرار داد تا عرق را از پوست به داخل دستگاه ببندد. دستگاهی که در شکل۳ نشان داده شده است از یک لایه میکرومتخلخل به عنوان ماده جذب کننده عرق استفاده می کند. پنج لایه متخلخل آب دوست به عنوان مواد جاذب عرق آزمایش شده اند : کاغذ سلولزی واتمن، اسفنج سلولزی بازیافتی اسکاچ بریت، اسفنج پلی وینیل الکل، پانسمان فوم پلی اورتان آب دوست کندال و پانسمان فوم سیلیکونی میپلکس.

دستگاه نشان داده شده در شکل۴ به طور بهینه از تکنیک های جذب در طراحی حسگر عرق پوشیدنی سازگار استفاده می کند. از مواد و اشکال جذب متعدد برای بهینه سازی جمع آوری عرق برای به حداقل رساندن تاخیر سنسور و امکان حذف سریع عرق از محل سنجش برای به حداقل رساندن اثرات بر روی فیزیولوژی عرق استفاده می شود.



شکل۳-یک لایه میکرومتخلخل به عنوان ماده جذب کننده عرق

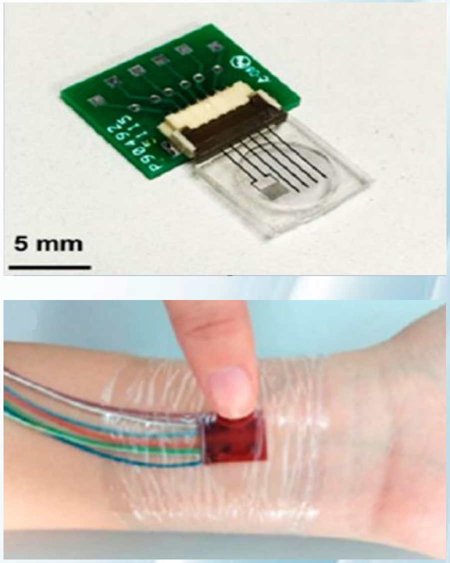



شکل۴-نمونه ای از دستگاه جمع کننده جذب در حسگر پوشیدنی

## جمع کننده مستقیم روی پوست

به جای طراحی مکانیزمی برای جمع آوری عرق و حمل و نقل بعدی به سنسورها، سنسور را می توان مستقیماً روی پوست قرار داد. در این حالت، یا عرق درون حفره دستگاه مستقر بر روی پوست جمع می شود، یا زبری ذاتی پوست خود به عنوان یک ساختار جمع کننده عمل می کند. یک مزیت عمده جمع آوری و حس مستقیم روی پوست این است که نیازی به ترکیب مکانیسم اختصاصی جمع آوری نیست، که ساخت و طراحی آن را به طور قابل توجهی ساده می کند. با این حال، هنگامی که از عرق نمونه برداری نمی شود اما مستقیماً روی پوست احساس می شود، توپوگرافی پوست و pH می تواند به طور قابل توجهی در نتایج اندازه گیری تداخل ایجاد کند. بعلاوه، از آنجا که مکانیزمی برای از بین بردن فعال عرق از سنسور وجود ندارد، آنالیت ها هم از عرق و هم از طریق پوست در حجم اندازه گیری شده پخش می شوند و بنابراین اندازه گیری ها نتایج جهانی و

متوسط را ارائه می دهند. دستگاهی که در شکل۵ نشان داده شده است نمونه ای از دستگاه سنجش عرق پوشیدنی را نشان می دهد که دارای حفره ای با حسگر یکپارچه برای جمع آوری و تشخیص عرق روی پوست است.




شکل ۵- نمونه ای از دستگاه سنجش عرق پوشیدنی

اکثر دستگاه های سنجش عرق پوشیدنی که در حال حاضر تولید شده اند از یکی از تکنیک های فوق برای جمع آوری نمونه های عرق استفاده می کنند. با این حال، از آنجا که هر تکنیکی معایب خود را دارد، تکنیک های جمع آوری جایگزین نیز در حال بررسی هستند.

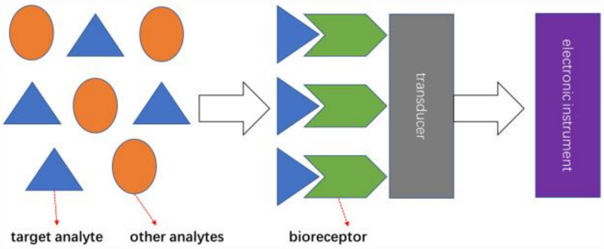
## فن آوری های سنجش

اصول سنجش عرق را می توان تقریباً به دو نوع سنجش الکتروشیمیایی و سنجش نوری تقسیم کرد. سنجش نوری شامل رنگ سنجی، فلورسانس و لومینسانس و غیره است . در اینجا ما سه نوع روش سنجش عرق رایج، سنجش فلورسنت، سنجش الکتروشیمیایی و سنجش رنگ سنجی را معرفی می کنیم.

جدول زیر این اصول سنجش و آنالیزهای قابل شناسایی در عرق را با این روشها فهرست می کند.

| Sensing principle | Suitable analytes |
|---|---|
| Fluorescent technology | $Cl^-$, $Na^+$, $Cu^{2+}$, $Hg^+$ |
| Electrochemical method | Glucose, lactate, $Na^+$, $K^+$, pH, $Cl^-$ |
| Colorimetric method | Glucose, lactate, pH, $Cl^-$ |

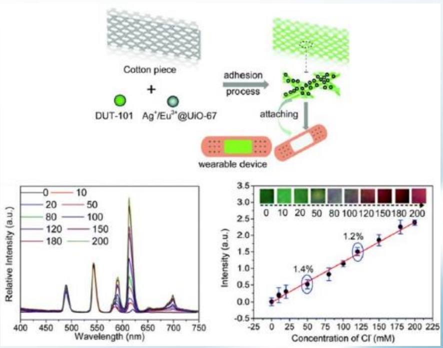
شکل ۶ شماتیک اجزای مختلف یک حسگر زیستی را نشان می دهد. آنالیت هدف در عرق با یک گیرنده بیولوژیکی خاص ارتباط برقرار می کند و سپس مبدل زیستی سیگنال بیولوژیکی را به سیگنال الکتریکی قابل پردازش یا سیگنال نوری تبدیل می کند و در نهایت دستگاه الکترونیکی سیگنال را بیشتر پردازش می کند (به عنوان مثال تقویت و فیلتر کردن) و از آن خارج می شود.




شکل ۶- شماتیک اجزای مختلف یک حسگر زیستی

## سنجش فلورسانس

روش فلورسانس یک فن آوری سنجش نوری است. این روش به رابطه بین غلظت آنالیت و شدت فلورسانس متکی است. هنگامی که ماده فلورسنت در معرض نور تحریک خاص قرار می گیرد، باعث ایجاد فلورسانس می شود. هنگامیکه ماده فلورسنت با آنالیز مورد نظر واکنش خاصی نشان دهد، سیگنال فلورسنت تغییر خواهد کرد. از مزایای سنجش فلورسانس می توان به حساسیت بالا، انتخاب پذیری بالا و سهولت استفاده از آن اشاره کرد(شکل۷)



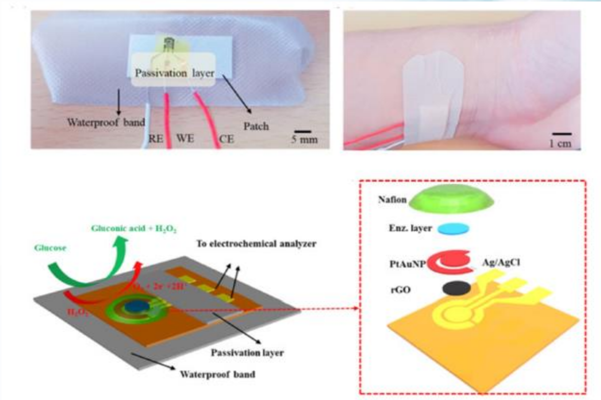

*شکل ۷- سنجش فلورسانس*

## سنجش الکتروشیمیایی

سنجش الکتروشیمیایی این است که مواد حساس به زیست (مانند آنتی ژن، آنتی بادی، آنزیم، هورمون و غیره) را روی الکترود ثابت

کرده و سپس واکنش خاصی را با مولکول های هدف انجام داده و سیگنال های الکتریکی تولید می کند تا به تشخیص کیفی یا کمی آنالیت های هدف برسد(شکل ۸).

سنجش الکتروشیمیایی یک روش آنالیز عرق رایج و بالغ است که به طور گسترده ای در سنسورهای پوشیدنی استفاده می شود.

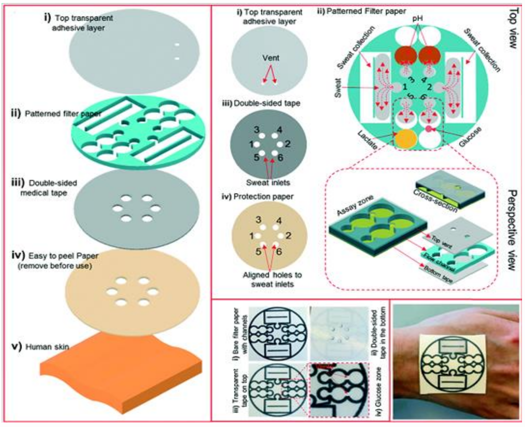



شکل ۸ -سنجش الکتروشیمیایی

## سنجش رنگ سنجی

سنجش رنگ سنجی یک فناوری سنجش نوری است که به طور گسترده ای در تشخیص عرق استفاده می شود. این روش به رابطه بین غلظت آنالیز و شدت رنگ متکی است. وقتی ماده سنجش در یک واکنش شیمیایی خاص با آنالیت هدف واکنش می دهد، رنگ تغییر می کند. با تعیین کمیت این تغییر رنگ، تشخیص نشانگرهای زیستی عرق حاصل می شود. سنجش رنگ سنجی به تجهیزات تشخیص نوری نیز نیاز دارد. امروزه اندازه گیری رنگ سنجی توجه بیشتری را به خود جلب کرده است. گزارش شده است که متابولیت ها (مانند گلوکز و لاکتات) و الکترولیت ها (مانند $H^+$ و $Cl^-$)در عرق را می توان از طریق سنجش رنگ سنجی تشخیص داد(شکل ۹).

در این راستا Zhu و همکارانش سنسور الکتروشیمیایی انعطاف پذیر مبتنی بر فیلم پلی آنیلین (PANI) دو کاره برای تشخیص pH و لاکتات در عرق بدن انسان گزارش کردند. فیلم PANI با سنتز سطحی بدون هیچ گونه قالب و سورفکتانت اضافی تهیه می شود و به راحتی از سطح آب به هر بستری منتقل می شود. سطح فیلم PANI صاف و دارای درجه خاصی از تبلور است. سنسور




شکل ۹- سنجش رنگ سنجشی

انعطاف پذیر مبتنی بر فیلم PANI عملکرد الکتروشیمیایی خوبی را نسبت به pH و لاکتات نشان می دهد. و سنسور PANI انعطاف پذیر قابلیت تکرار، انتخاب پذیری و پایداری طولانی مدت خوبی دارد. در همین حال، سنسور PANI نیز برای تشخیص نمونه واقعی (مانند غذا و عرق انسان) استفاده می شود و نتایج مطابق با pH متر تجاری است که نشان دهنده قابل اعتماد بودن سنسور PANI است.

سنجش عرق پوشیدنی هم از نظر تحقیق و هم از نظر صنعتی مورد توجه قرار گرفته و فناوری را به بازار سوق می دهد. با این حال، امروزه سنجش عرق هنوز به عنوان یک روش آزمایش ثابت در زمینه مراقبت های بهداشتی فاصله دارد. در حالی که عرق به دلیل دسترسی ساده و محتوای غنی از نشانگر زیستی، کاندیدایی ایده آل برای نظارت بر بیمار به نظر می رسد، اما چالش های همراه با نمونه برداری، حمل، سنجش و تفسیر بالینی اجزای موجود در عرق هنوز قابل توجه است

منابع:

[1]Yu H & Sun J, “Sweat detection theory and fluid driven methods: A review”. Nanotechnology and Precision Engineering 3 (2020) 126–140.

[2] Emma J.M, and et al. “Wearable sweat sensing for prolonged, semicontinuous, and nonobtrusive health monitoring”. VIEW. (2020).

[3] Zhu C, and et al. “A dual-functional polyaniline film-based flexible electrochemical sensor for the detection of pH and lactate in sweat of the human body” Talanta 2022.

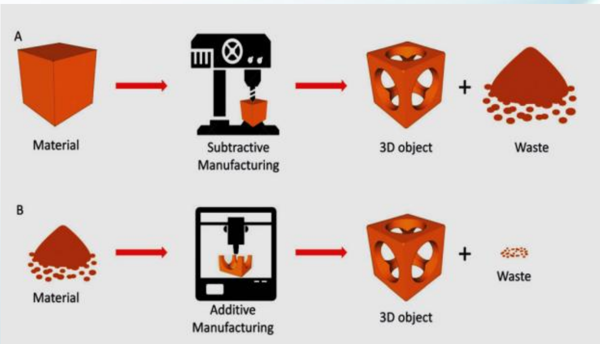
# پرینترهای سه بعدی

نیکتا رهگذر

پرینت سه بعدی از زمان پیدایش خود در دهه ۸۰ که به عنوان تولید افزودنی نیز شناخته می‌شود و توجه و علاقه بی‌سابقه ای را از سوی صنعت و آزمایشگاه‌های تحقیقاتی دریافت کرده است. علاوه بر این کاربران زیادی از فراگیر شدن دستگاه‌های چاپ در اندازه رومیزی و نسبتا ارزان در دسترس بهره برده‌اند. پرینت سه بعدی تقریباً بی نهایت امکانات را برای نمونه سازی سریع فراهم می کند. بنابراین، برای کاربرد در زمینه‌های تحقیقاتی متعددی از جمله مکانیک، پزشکی، دارو، علم مواد و بخصوص شیمی مورد توجه قرار گرفته است. چاپ سه‌بعدی به انگلیسی Three-Dimensional Printing: 3D printing را می‌توان به عنوان فرآیندی تعریف کرد که برای ساخت اشیاء سه بعدی بر اساس رسوب کنترل شده دیجیتالی لایه های متوالی مواد تا ایجاد ساختار نهایی استفاده می شود.

اولین فناوری چاپ سه‌بعدی در سال ۱۹۸۰ میلادی مشاهده شد. دکتر کودامای ژاپنی اولین بار این فناوری را به نام خود ثبت کرد. در آن زمان این فناوری نمونه‌سازی فوری خوانده می‌شد، این نام‌گذاری به این دلیل بود که این فناوری در واقع برای ساخت سریع و کم‌هزینه‌ی نمونه‌ی اولیه برای یک تولید انبوه طراحی شده بود. سپس چالز چاک هال (Chuck Hull)در سال ۱۹۸۶ میلادی دستگاه استریولیتوگرافی را به نام خود ثبت کرد. البته هال دستگاه خود را در سال ۱۹۸۳ اختراع کرده بود. هال بعدها گفت که اختراعش از تلاش برای حل یک مشکل شروع شد: او در شرکتی حوزه صنعت مبلمان کار میکرد که برای سخت کردن پوشش روی میزها از نور UV استفاده می‌کردند. او در طول کار مجبور بود نمونه‌های پلاستیکی را از طریق نوعی قالب‌گیری تولید کند که خودش آن را «فرایندی واقعاً خسته کننده» توصیف میکرد. او با در نظر گرفتن زمان و تلاش لازم برای این کار، به دنبال راهی بود که روند کاری خود را ساده تر و سریع تر کند که در نهایت منجر به اختراع این دستگاه شد.

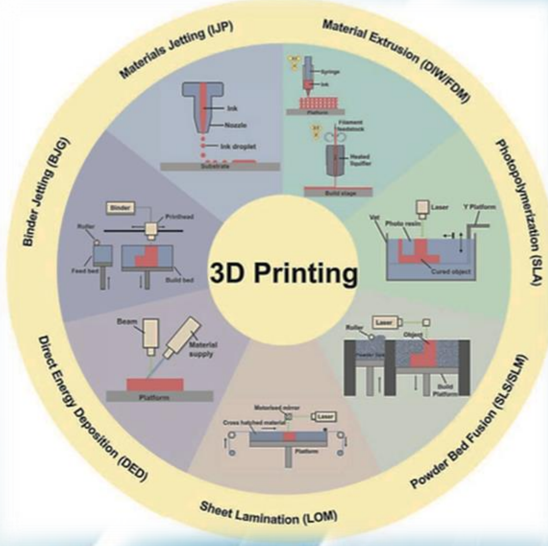
همانطور که گفته شد پرینت سه بعدی به عنوان تولید افزودنی شناخته می شود، چاپ سه بعدی از اصول ساخت متضاد تولید تفریقی پیروی می‌کند که در تولید تفریقی اجسام سه بعدی با استفاده از فرآیندهای حذف مواد مانند حفاری، آسیاب، اره، برش زدن و غیره ایجاد می شوند. انتخاب نوع این روش-ها بستگی به در نظر گرفتن برخی از عوامل مانند پیچیدگی اشیاء ساخته شده، مواد به کار رفته، تعداد تکرارهای مورد نیاز و البته هزینه دارد. پیچیدگی هندسی شی نشان دهنده عاملی است که در درجه اول این دو روش را متمایز می کند. طرح‌های پیچیده با چندین قسمت توخالی را فقط می توان با ساخت افزودنی (چاپ سه‌بعدی) به دست آورد زیرا این قطعات همراه با قسمت‌های جامد به صورت لایه به لایه چاپ می شوند. در کنار این تفاوت‌ها، مهم است که در نظر بگیریم که تولید مواد افزودنی (چاپ سه بعدی) می‌تواند هزینه‌های انرژی را با استفاده از ماشین‌های با انرژی کمتر کاهش دهد و همچنین ضایعات مواد را به میزان قابل توجهی کاهش دهد (شکل ۱).




شکل ۱- تولید افزایشی در مقابل تولید تفریقی

## تکنیک های چاپ سه بعدی

تکنیک های چاپ سه بعدی را به هفت نوع طبقه بندی می کند: چاپ جوهر افشان (IJP)، اکستروژن مواد (شامل نوشتن جوهر مستقیم (DIW) و مدل سازی رسوب ذوب شده (FDM) ، فوتوپلیمریزاسیون vat (به عنوان مثال، استریولیتوگرافی (SLA) ، همجوشی بستر پودری. (از جمله تف جوشی لیزری انتخابی (SLS) و ذوب لیزری انتخابی (SLM)، تولید اشیاء چند لایه (LOM)، جت بایندر (BJG)، و رسوب مستقیم انرژی (DED).




شکل ۲- تصویر شماتیک از تکنیک های مختلف چاپ سه بعدی

## کاربرد پرینت سه بعدی در شیمی

چاپ سه بعدی به دلیل سادگی و توانایی آن در تولید سریع دستگاه های تحلیلی با هزینه کم، مورد توجه شیمیدانان تحلیلی قرار گرفته است. اکنون محققان می‌توانند دستگاه‌هایی را در محل، به صورت تک مرحله‌ای، با هندسه‌های پیچیده از چندین ماده در چند ساعت بسازند که قبلاً هرگز نبوده است. چاپگرهای سه بعدی مانند FDM در حال حاضر توسط شیمیدانان تحلیلی برای ساخت دستگاه های میکروسیال، الکترودها، ستون های کروماتوگرافی و ... با هزینه کم و دقت بالا و قطعات مرتبط با اندازه گیری های آزمایشگاهی استفاده می شوند.

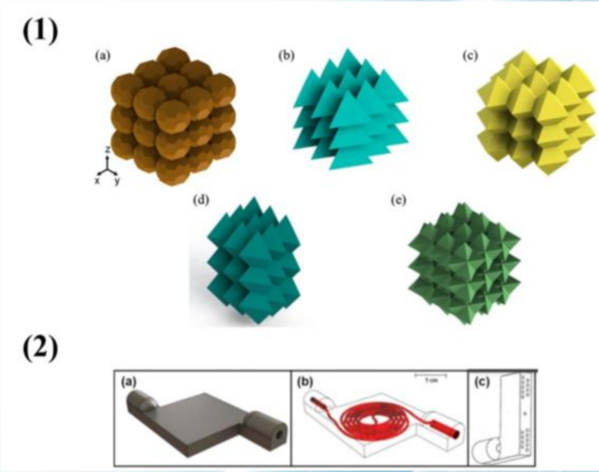
## کروماتوگرافی

کروماتوگرافی یکی از رایج‌ترین تکنیک‌های مورد استفاده برای جداسازی مخلوط‌ها است و برای بهبود عملکرد در روش‌های صنعتی و تحلیلی به یک فاز ثابت با مورفولوژی منظم نیاز دارد. یکی از محدودیت‌های عمده در این روش شامل کنترل شکل، اندازه و موقعیت ذرات است که می‌تواند اثرات مخربی بر بازده جداسازی داشته باشد. یکی از زمینه های فعلی مطالعه، استفاده از چاپ سه بعدی برای ایجاد بسترهای کروماتوگرافی کاملاً مرتب با هندسه ذرات مختلف است.

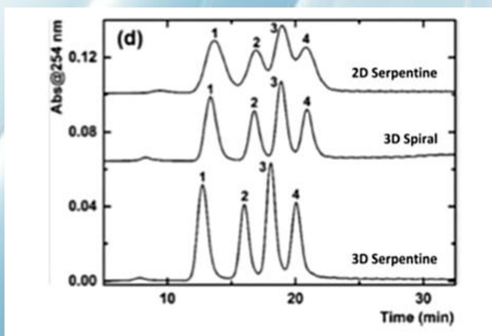
به عنوان مثال، نوادا و همکارانش، بسترهای سفارشی پرینت سه بعدی را با اشکال ذرات مختلف از جمله هشت وجهی، چهار وجهی، هشت‌وجهی استلا، ایکوساهدری کوتاه شده مورد مطالعه قرار داد.  هندسه ذرات واقعاً نوآورانه بررسی شده در شکل ۳ نشان داده شده است. استفاده از پرینت سه بعدی و توانایی کنترل دقیق در ساخت بستر کروماتوگرافی تحولی نو ایجاد کرده است.

دومین حوزه اصلی تحقیق، استفاده از چاپ سه بعدی برای ایجاد کانال ها و لوله های ستونی کروماتوگرافی نوآورانه است که می توانند با فازهای مرسوم تر بسته بندی شوند. این امر محدودیت تعداد قابل چاپ را دور می زند و در عین حال توانایی ایجاد ستون های فشرده با هندسه‌های متفاوت را حفظ می کند. گوپتا و همکاران. جداسازی کروماتوگرافی را در کانال‌های میکرو سوراخ چاپ شده سه بعدی با استفاده از آلیاژ تیتانیوم با تف جوشی لیزری انتخابی برای تولید ستون‌های فشرده، دما و فشار گزارش کرده‌اند (شکل۳). گوپتا و همکاران همچنین از توانایی پرینترهای سه بعدی برای ایجاد ستون های غیر خطی استفاده کرد و ستون های مختلف چاپ سه بعدی را در تیتانیوم برای جداسازی کروماتوگرافی مایع ساخت و طراحی کردند.

کروماتوگرام‌های نشان داده شده در شکل ۴د به وضوح مزیت قابل توجهی از ستون مارپیچ سه بعدی را نسبت به دو پیکربندی دیگر نشان می دهد. در اینجا باید تأکید کرد که تولید ستون‌های تیتانیوم با چنین پیکربندی‌های پیچیده عملاً بدون استفاده از فناوری چاپ سه بعدی غیرممکن خواهد بود.




شکل۳-(1)واحدهای "بسته بندی "ستون چاپ شده سه بعدی (2) ستون کروماتوگرافی مارپیچی سه بعدی چاپ شده.

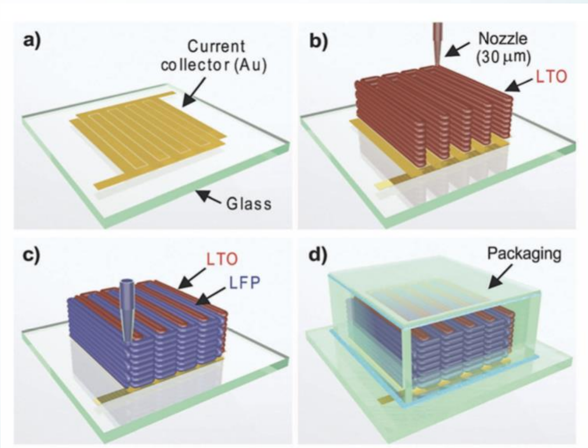



شکل ۴- مقایسه طیف عملکرد کروماتوگرام‌ها

## کاربرد پرینت سه بعدی در الکتروشیمی

شیمی تجزیه می تواند از پیشرفت ها در این زمینه موضعی بهره مند شود زیرا رسوب چنین مواد رسانا بر روی سطوح می تواند الکترودهایی تولید کند که بتوانند شیمی ردوکس را پشتیبانی کنند و بنابراین الکتروشیمی تحلیلی را انجام دهند. استفاده از چاپ سه بعدی در الکتروشیمی تحلیلی اخیراً شتاب قابل توجهی یافته است. یک تلاش اولیه که توجه جامعه تحلیلی را به خود جلب کرد، کار ارکال و همکاران بود. که از یک چاپگر نوع PolyJet برای ساخت سل‌های جریان استفاده کرد که با الکترودهای استاندارد نصب شده در اتصالات سیال معمولی استفاده می شد. نویسندگان از این دستگاه ها برای شناسایی مجموعه ای از آنالیت ها از جمله NO، دوپامین، ATP و اکسیژن با استفاده از الکترود نوع کلارک استفاده کردند. این کار در این زمینه بسیار مهم بود زیرا انعطاف پذیری تحلیلی قطعات پرینت سه بعدی و توانایی تجزیه و تحلیل نمونه های زیست تحلیلی قانونی را با استفاده از دستگاه های ساخته شده نشان داد.

یک سیستم ریزالگوی سه بعدی توسط ایزومی و همکاران به کار گرفته شد. برای تولید الکترودهای سه بعدی برای باتری های لیتیوم یونی(LIBs) . نویسندگان یک دوغاب کامپوزیت $Li_4Ti_5O_{12}$ با N-methylpyrrolidone (NMP) تهیه کردند که سپس روی کلکتور جریان آلومینیومی توسط یک توزیع کننده چند نازلی چاپ شد. که می‌توان با تغییر ارتفاع الکترودها و فاصله آن‌ها را بهبود بخشید. معماری‌های پیچیده‌تر برای الکترودهای آند و کاتد در LIB ها اخیراً با استفاده از روش Robocasting ساخته شده‌اند، $Li_4Ti_5O_{12}$برای آند و $LiFePO_4$ برای کاتد هر دو چاپ سه‌بعدی شدند و یک ترکیب الکترود درهم (شکل۵) میکروباتری مونتاژ شد که دارای چگالی انرژی بالای ۹/۷ ژول سانتی‌متر مربع در چگالی توان ۲/۷ میلی‌وات سانتی‌متر است.




شکل ۵- تصویر شماتیکی از معماری‌های میکروباتری سه‌بعدی (3D-IMA) ساخته شده بر روی (الف) جمع کننده جریان طلا با چاپ (ب) جوهر (LTO) $Li_4Ti_5O_{12}$و (ج) جوهر $LiFePO_4$ (LFP) از طریق نازل‌های ۳۰ میلی‌متری، و به دنبال آن تف جوشی و (د) بسته بندی

## نتیجه گیری و چشم اندازهای آینده

چاپ سه بعدی که گاهی اوقات به عنوان تولید افزودنی شناخته می شود، به دلیل سادگی و توانایی آن در تولید سریع دستگاه های تحلیلی با هزینه کم، مورد توجه شیمیدانان تحلیلی قرار گرفته است. اکنون کارهایی که زمانی هفته ها برنامه ریزی و ماشینکاری به طول می انجامید، اکنون ممکن است در عرض یک روز تکمیل شوند. چاپگرهای سه بعدی در حال حاضر توسط شیمیدانان تحلیلی برای ساخت دستگاه های میکروسیال، الکترودها، ستون های کروماتوگرافی با هزینه کم با دقت بالا و قطعات مرتبط با اندازه گیری های آزمایشگاهی استفاده می شوند. طرح‌ها و مدل‌های نمونه‌های اولیه را می‌توان به‌دلیل انعطاف‌پذیری فایل‌های stl منبع باز، بین محققان به اشتراک گذاشته، بهبود بخشید، آپلود و دانلود کرد. این قابلیت به تنهایی توانمند است، زیرا دانشمندان در سطح جهان می‌توانند از ماهیت منبع باز آن بهره ببرند. تنوع گسترده پرینترها و مواد سه بعدی به محققان اجازه می‌دهد تا تعادل بهینه را بین هزینه و وضوح چاپ انتخاب کنند، اما این فناوری همچنان به بهبودهای بیشتر در وضوح فضایی و تنوع مواد چاپی نیاز دارد. چاپگرهای سه بعدی که می توانند وضوح بالایی در مقیاس نانو ارائه دهند، به دلیل هزینه بسیار بالا و پالت محدود مواد برای ساخت دستگاه های کاربردی، هنوز از دسترس آزمایشگاه های دانشگاه دور هستند. در حالی که شیمیدانان به طور فعال در حال بررسی طرح‌های ساده برای تطبیق دستگاه‌های پرینت سه بعدی با تجزیه و تحلیل شیمیایی هستند، ظرفیت چاپ محدود، نیاز به مواد پشتیبانی، پالت محدود مواد، و نیاز به پردازش پس از تمیز کردن، یا حذف مواد پشتیبانی برخی از محدودیت‌های فعلی مرتبط هستند. با چاپ سه بعدی که برای ادامه توسعه در این زمینه باید بر آن غلبه کرد. محدودیت ها به وضوح موانع غیر قابل حلی برای بهبود فناوری چاپ سه بعدی نیستند و همه نشانه ها حاکی از ادامه توسعه سریع در زمینه تولید مواد افزودنی در طول دهه آینده است.

منابع:

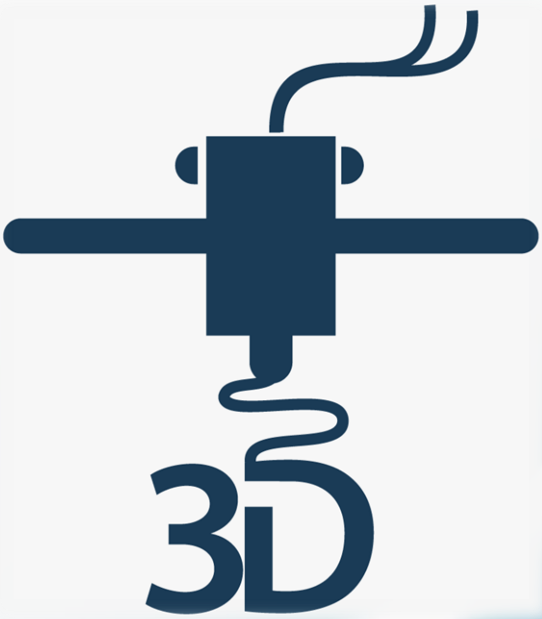

[1] Gordeev, E.G. and V.P. Ananikov, Widely accessible 3D printing technologies in chemistry, biochemistry and pharmaceutics: applications, materials and prospects. Russian Chemical Reviews, 2020. **89**(12): p. 1507.

[2] Nesterenko, P.N., 3D printing in analytical chemistry: current state and future. Pure and Applied Chemistry, 2020. **92**(8): p. 1341-1355.

[3] Zhang, W., et al., 3D printed micro‐electrochemical energy storage devices: from design to integration. Advanced Functional Materials, 2021. **31**(40): p. 210.٤٩٠٩

[4] Agrawaal, H. and J. Thompson, Additive manufacturing (3D printing) for analytical chemistry. Talanta Open, 2021. **3**: p. 100036.

[5]Ryan, K.R., M.P. Down, and C.E. Banks, Future of additive manufacturing: Overview of 4D and 3D printed smart and advanced materials and their applications. Chemical Engineering Journal, 2021. **403**: p. 126162.

# باتری لیتیوم یون چگونه کار می کند؟

زهرا مختاری

افزایش مصرف سوخت های فسیلی منجر به اختلالات زیست محیطی جدی و غیرقابل برگشتی شده است که با گذشت زمان نیز تشدید خواهد شد. مشکلاتی مانند کمبود انرژی، آلودگی محیط زیست و گرم شدن آب و هوا که توسط وسایل نقلیه سنتی بنزینی با سوخت اصلی نفت یا گازوئیل به وجود آمده است، به یک نگرانی عمومی تبدیل شده است. به همین دلیل منابع سوخت فسیلی سنتی مانند نفت محدود است و احتراق آنها گازهای گلخانه ای (GHG) و مواد مضر را منتشر می کند.

علاقه، دولت‌های سراسر جهان نسبت به نقش گازهای گلخانه‌ای در تغییرات آب و هوایی در سال های جدید، ابتکارات متعددی را در زمینه فناوری‌های انرژی سبز (خورشیدی، بادی و غیره) و وسایل نقلیه الکتریکی با سیستم‌های ذخیره‌سازی انرژی در هسته اصلی این راه‌حل‌ها به راه انداختند

باتری وسیله ای است که انرژی شیمیایی را به انرژی الکتریکی تبدیل می کند، در واقع دارای یک یا چند پیل ولتایی است که طی واکنش های اکسیداسیون_ احیا انرژی الکتریکی تولید می کند. عمدتا دو نوع باتری وجود دارد: پیل های اولیه ( باتری های غیرقابل شارژ) ، پیل های ثانویه ( باتری های قابل شارژ).

## باتری اولیه:

باتری‌های اولیه، آن‌هایی هستند که وقتی انرژی ذخیره شده آن‌ها یک بار به طور کامل استفاده می‌شود، نمی‌توان دوباره از آن‌ها استفاده کرد. این باتری‌ها توسط هیچ منبع خارجی نمی‌توانند مجدداً انرژی ذخیره کنند. به همین دلیل است که پیل‌های اولیه را باتری‌های یک بار مصرف می‌نامند.

## انواع باتری اولیه:

باتری روی _ کربن ، باتری آلکالین (روی _ دی اکسید منگنز) ، باتری لیتیومی ، باتری نقره اکسید ، باتری روی _ هوا

## باتری ثانویه:

اتری‌های قابل شارژ به عنوان پیل ثانویه شناخته می‌شوند. این نوع باتری‌ها را می‌توان با وصل کردن به شارژ، بارها و بارها مورد استفاده قرار داد و قبل از اینکه نیاز به تعویض باتری باشد، استفاده‌های متعددی از آن کرد. هزینه اولیه باتری‌های قابل شارژ معمولاً بیشتر از باتری‌های یک بار مصرف است، اما مجموع هزینه مالکیت و اثر زیست محیطی این باتری‌ها کمتر است، زیرا می‌توان قبل از نیاز به تعویض، آن‌ها را چندین بار به صورت ارزان مجدداً شارژ کرد.

## انواع باتری ثانویه:

باتری سرب _ اسید ، باتری لیتیوم _ یون ، باتری نیکل _ هیدرید فلز ، باتری نیکل _ کادمیوم

اولین تلاش ها برای ذخیره انرژی استفاده از باتری های سرب اسیدی بود. باتری های سرب اسیدی حالت شارژ/دشارژ دارند که به طور قابل توجهی پایدار است، اما برخی از معایب اصلی آنها اندازه حجیم و وزن زیاد آنها است که آنها را برای استفاده در دستگاه های الکتریکی قابل حمل و سبک نامناسب می کند. الزامات اساسی برای ذخیره انرژی در کاربردهای الکتریکی و الکترونیکی در سال‌های اخیر سبک وزن، طول عمر طولانی، چرخه‌پذیری، چگالی انرژی بالا و سرعت شارژ سریع می باشد. باتری های نیکل_کادمیم (Ni-Cd)و نیکل_فلز هیدرید (Ni-MH) برخی از اولین دستگاه های ذخیره انرژی هستند که در تجهیزات و دستگاه های الکترونیکی قابل حمل (تلفن، دوربین های دیجیتال و غیره) کاربرد پیدا کردند. در حالی که باتری Ni-Cd در هنگام قرار گرفتن در معرض جریان‌های بالا ظرفیت زیادی از خود نشان می‌دهد، اما اثرات نامطلوبی را نشان می‌دهد که منجر به کاهش قابل‌توجه در طول عمر باتری، همراه با مسمومیت

هشداردهنده در نتیجه اجزای آن شد. اگرچه باتری Ni-MH طول عمر بیشتری داشت و سازگار با محیط زیست است، اما با چالش نشت مواجه شد. از این رو، باتری لیتیوم یون (LIB) با چشم انداز بالایی ابداع شد.

چالش نشت مایع ایجاد شده توسط باتری های ثانویه معمولی به راحتی توسط الکترولیت پلیمری جامد در باتری های لیتیوم یون حل می شود و در یک معماری سبک وزن، حجم آن به اندازه فشرده کاهش می یابد و نیازهای دستگاه های قابل حمل را برآورده می کند. عوامل اصلی محدود کننده کاربرد گسترده باتری های لیتیوم یونی همچنان هزینه و ایمنی است که تحولات جدیدی برای رفع این محدودیت ها در حال وقوع است. در سال‌های اخیر، فناوری ذخیره‌سازی انرژی که توسط اکثریت قریب به اتفاق لپ‌تاپ‌ها، تلفن‌های همراه و سایر امکانات الکترونیکی فشرده و سبک استفاده می‌شود، LIB است.


## تاریخچه باتری های لیتیوم یون

فناوری لیتیوم یون تا حدودی جدید است، چرا که تنها در نیمه دوم قرن بیستم ظاهر شد. استنلی ویتینگهام در سال ۱۹۷۷ مسئول توسعه اولین دستگاه بود. مشکلات ایمنی مرتبط با رشد دندریت های لیتیوم در دهه ۱۹۸۰ توسط جان گودناف با توسعه مواد فعال کاتدی جدید و مواد آند کربنی حل شد و از استفاده از آندهای فلزی لیتیوم اجتناب کرد. اولین باتری تجاری توسط سونی با استفاده از کار آکیرا یوشینو ساخته شد و در سال ۱۹۹۱ در بازار عرضه شد. این سه محقق به دلیل ارتباط کارشان در زمینه های ضروری، جایزه نوبل شیمی را در سال ۲۰۱۹ دریافت کردند.

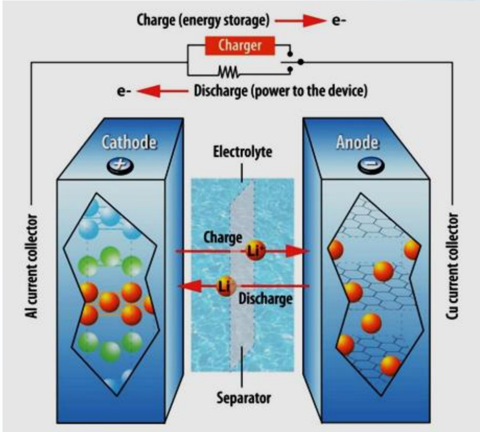
## مفهوم باتری های لیتیوم یون

به طور کلی هر باتری از ۳ بخش کلی الکترود مثبت ، الکترود منفی و الکترولیت تشکیل شده است که در باتری لیتیوم یون، الکترود مثبت یا کاتد یون لیتیوم یا ترکیبات لیتیوم مانند لیتیوم کبالت اکسید و الکترود منفی یا آند از کربن ساخته شده است. عملکرد باتری لیتیوم یون، براساس واکنش های ردوکس است که انرژی را با حرکت یون های لیتیوم بین دو الکترود با قطب مخالف به نام کاتد و آند از طریق الکترولیت ذخیره و تخلیه می کند. این حرکت مداوم یون های لیتیوم از آند به کاتد و بالعکس برای عملکرد باتری لیتیوم یون بسیار مهم است. آند که به عنوان الکترود با بار منفی نیز شناخته می شود، همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است، یون های لیتیوم را به داخل الکترولیت تخلیه می کند. یون های تخلیه شده متعاقباً به کاتد منتقل می شوند که به آن الکترود با بار مثبت نیز گفته می شود، جایی که جذب می شوند. در طی فرآیند شارژ، انرژی همراه با جریان الکترون از کاتد به آند در اختیار سیستم قرار می‌گیرد که باعث می‌شود یون‌های $Li^+$ از کاتد به آند مهاجرت کنند تا اختلاف بار ایجاد شده را جبران کنند. این واکنش در طی فرآیند تخلیه برگردانده می شود. در این حالت، یون های $Li^+$ با آزاد شدن انرژی به حالت اولیه خود باز می گردند که می تواند برای کاربردهای مختلف مورد استفاده قرار گیرد

واکنش صورت گرفته توسط معادله زیر نشان داده شده است:

$$LiAM \leftrightarrow AM + xLi^+ + xe^-$$

در این معادله AM ماده فعال و $e^-$ الکترون است.




*شکل ۱- نمودار شماتیک از نحوه ی عملکرد باتری لیتیوم یون*

## آند باتری های لتیوم یون

آند عنصر بسیار حیاتی در باتری قابل شارژ است و بر اساس خواص و مورفولوژی آن، تأثیر قابل توجهی بر عملکرد کلی باتری دارد. گرافیت به دلیل عملکرد خوب، هزینه کم و در دسترس بودن، ماده اصلی آند برای باتری‌های لیتیوم یونی است و در اکثر آندهای تجاری موجود است. گرافیت در LIBهای تجاری به دلیل پایداری آن برای نشاندن لیتیوم رایج است. انبساط حرارتی کم LIB ها به پایداری آنها برای حفظ ظرفیت تخلیه/شارژ حتی پس از سیکل های تخلیه/شارژ طولانی کمک می کند. با این حال، ظرفیت گرافیت برای نشاندن لیتیوم (۳۷۲ میلی آمپر بر گرم) نسبتاً کم است و اگر این ویژگی بهبود یابد، LIB ها توجه بیشتری را به خود جلب خواهند کرد. خوشبختانه، در سال‌های اخیر، تلاش‌های قابل‌توجهی برای بهینه‌سازی مواد آندی مبتنی بر گرافیت انجام شده است و چندین ماده آند جدید از جمله سیلیکون، آلیاژ و اکسیدهای فلزی توسعه یافته‌اند. ظرفیت و طول عمر LIB های تجاری به طور موثری از طریق توسعه مواد آند جدید (به عنوان مثال، کامپوزیت سیلیکون/کربن) یا مواد کاتدی غنی از نیکل جدید بهبود یافته است.

## کاتد باتری های لیتیوم یون

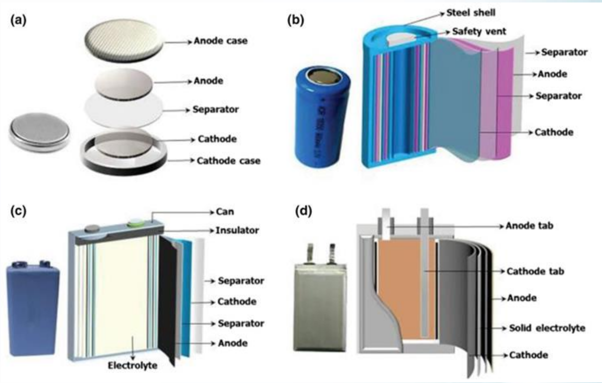
نام LIB های تجاری فعلی از اهداکننده یون لیتیوم در کاتد گرفته شده است که تعیین کننده اصلی عملکرد باتری است. به طور کلی، کاتدها از یک ماده ترکیبی کمپلکس لیتیوم دار شده ، به ویژه چندین ماده اکسید فلزی لیتیوم، مانند $LiCoO_2$ ، $LiMn_2O_4$، و $LiFePO_4$ تشکیل شده اند. با کاتدهای مختلف، عملکرد باتری به طور قابل توجهی متفاوت است. با این حال، در مقایسه با لیتیوم فلزی، همه ترکیبات فوق امپدانس بالایی را به دلیل ضرایب انتشار پایین و رسانایی یونی نشان می‌دهند که منجر به بازده انرژی( EE ) و طول عمر پایین می‌شود. این محدودیت را می توان با ساخت کاتد از مواد ترکیبی لیتیوم پودری ریز و اختلاط با مواد رسانا (مانند کربن) با مخلوط کردن با یک چسب (مانند پلی وینیلیدین فلوراید) و یک حلال (مانند-N متیل-۲-پیرولیدون) برطرف کرد

## الکترولیت باتری های لیتیوم یون

الکترولیت ها در LIB ها عمدتا به دو دسته تقسیم می شوند، یعنی الکترولیت های مایع و الکترولیت های نیمه جامد/حالت جامد. معمولاً الکترولیت‌های مایع از نمک‌های لیتیوم به عنوان مثال، $LiBF_4$، $LiPF_6$، $LiN(CF_3SO_2)_2$ و LiBOB تشکیل می‌شوند که در کربنات‌های آلی (مانند کربنات اتیلن، کربنات پروپیلن، اتیل متیل کربنات، دی‌متیل کربنات و مخلوط‌های آنها حل می‌شوند. ). به طور معمول، الکترولیت های نیمه جامد/حالت جامد از نمک های لیتیوم به عنوان نمک های رسانا و ماتریس های پلیمری با وزن مولکولی بالا (به عنوان مثال، پلی وینیلیدین فلوراید، پلی (اتیلن اکسید)، و پلی وینیلیدین فلوراید-هگزا فلوئوروپروپیلن تشکیل شده اند

## ویژگی ها و عملکرد باتری لیتیوم یون

به طور کلی، انواع LIB های تجاری مورد استفاده در حال حاضر سکه ای، استوانه ای، منشوری و کیسه ای هستند (شکل ۲).




شکل ۲- شماتیک باتری های a) نوع سکه ای، b) نوع استوانه ای،c) نوع منشوری،d) نوع کیسه ای

در بیشتر موارد، سلول‌های استوانه‌ای از اندازه مدل استاندارد پیروی می‌کنند، یعنی سلول‌های ۱۸۶۵۰، مانند سلول‌های مورد استفاده در خودروهای تسلا. به طور معمول، در طول مونتاژ در تنش بالا، باتری های سلولی ۱۸۶۵۰ چگالی انرژی حجمی ۲۰ درصد بالاتری را تا Wh/L ۶۵۰–۶۰۰ نسبت به سلول های منشوری و کیسه ای ارائه می دهند . اگرچه سلول‌های استوانه‌ای چگالی انرژی بالاتری را نشان می‌دهند، سلول‌های منشوری و کیسه‌ای به دلیل کاهش حجم مرده در سطح ماژول و آزادی طراحی بیشتر، کاربرد بیشتری دارند. علاوه بر این، در مقایسه با سلول های استوانه ای، باتری های نوع منشوری و کیسه ای را می توان به راحتی برای محصولات خاص سفارشی کرد.

## کاربرد های باتری های لیتیوم یون

### تنظیم فرکانس

هنگامی که بین تولید و مصرف برق ناسازگاری وجود دارد، سیستم های ذخیره انرژی می توانند ثبات ولتاژ و فرکانس منبع تغذیه را برای کاربردهای کوتاه مدت و بلند مدت حفظ کنند. از نظر بازده رفت و برگشت بالا و چگالی انرژی، LIB ها پتانسیل قابل توجهی را برای کاربرد نشان می دهند. یک سیستم ذخیره انرژی LIB با توان ۸ مگاوات/۲ مگاوات ساعت در سال ۲۰۱۰ ساخته و به بهره برداری تجاری رسیده است که برای خدمات تنظیم فرکانس به ۱۶ مگاوات در سال ۲۰۱۱ در نیویورک افزایش یافته است

## یکپارچه سازی انرژی های تجدیدپذیر

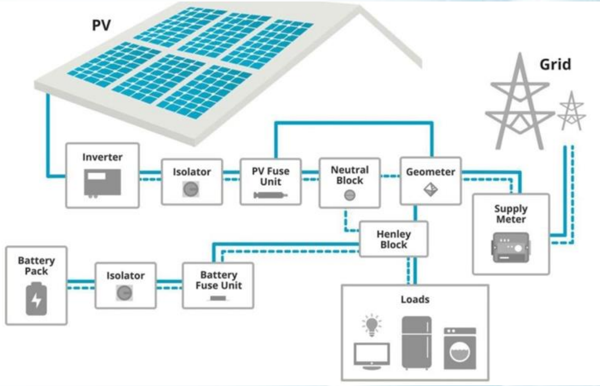
در سال‌های اخیر، رشد چشمگیر منابع تجدیدپذیر متغیر، توسعه سیستم‌های ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی را ارتقا می‌دهد و آنها را ملزم به انعطاف‌پذیری بیشتری می‌کند. سیستم‌های ذخیره‌سازی انرژی باتری می‌توانند به طور موثر برق تولید شده از منابع تجدیدپذیر را ذخیره کنند و به پایداری و قابلیت اطمینان سیستم شبکه کمک کنند، که به نوبه خود استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر را ترویج می‌کنند.

تولید برق بادی یکی از منابع اصلی انرژی تجدیدپذیر است. با این حال، با توجه به اینکه به شدت تحت تأثیر فصل و موقعیت جغرافیایی است، تولید برق بادی به طور قابل توجهی دچار وقفه است. علاوه بر این، عدم تطابق بین پیک تولید برق و تقاضا اغلب مشاهده می شود. ذخیره انرژی اضافی تولید شده توسط مزارع بادی برای تامین انرژی الکتریکی در زمانی که تقاضای برق به اوج خود می رسد یک راه حل موثر است. مزارع برق فتوولتائیک خورشیدی همچنین می توانند از LIB های یکپارچه برای ذخیره انرژی الکتریکی و صاف کردن توان خروجی بهره مند شوند .یکی از چالش‌های اصلی برای تولید برق فتوولتائیک خورشیدی، وقفه در طول شب و در دوره‌هایی است که نور خورشید مسدود می‌شود .ترکیب با باتری‌ها، یک سیستم عامل عالی را تشکیل می‌دهد که می‌تواند با نوسانات برق با گرادیان بالا و نیازهای برق در حالت ثابت کنار بیاید(شکل ۳).

## وسایل نقلیه الکتریکی

کاربردهای باتری قابل شارژ لیتیومی در وسایل نقلیه الکتریکی اثبات شده است. کاربردهای موفقیت‌آمیز باتری‌های لیتیوم یونی توسط سه سازنده خودرو نیز گزارش شده است و باتری‌های پلیمری فلزی لیتیوم نیز آزمایش

شده‌اند, تنها عوامل محدود کننده هزینه و ایمنی است. باتری‌های لیتیوم یون اکنون در فضا هم کاربرد دارند که این شامل ماهواره ها و یک باتری بزرگ برای شاتل فضایی است .یکی دیگر از کاربردهای بالقوه باتری های لیتیوم پلیمری، راه اندازی خودرو با استفاده از باتری ۴۲ ولت و ۲۷ Ah است.




شکل ۳- نمودار شماتیک یک سیستم املاک مسکونی با ذخیره استاتیک و فتوولتائیک . خطوط توپر نشان دهنده اتصالات زنده و خطوط نقطه چین نشان دهنده اتصالات خنثی هستند.

منابع:

[1] Zhang, X., et al., *A review on thermal management of lithium-ion batteries for electric vehicles.* Energy, 2022. **238**: p. 121652.

[2] Li, M., et al., *30 Years of Lithium-Ion Batteries.* Adv Mater, 2018: p. e1800561.

[3] Nzereogu, P., et al., *Anode materials for lithium-ion batteries: A review.* Applied Surface Science Advances, 2022. **9**: p. 100233.

[4] Ritchie, A., *Recent developments and likely advances in lithium rechargeable batteries.* Journal of Power Sources, 2004. **136**(2): p. 285-289.

[5] Barbosa, J.C., et al., *Recent advances on materials for Lithium-Ion batteries.* Energies, 2021. **14**(11): p. 3145.

[6] Roy, P. and S.K. Srivastava, *Nanostructured anode materials for lithium ion batteries.* Journal of Materials Chemistry A, 2015. **3**(6): p. 2454-2484.

[7] Chen, T ,.et al., *Applications of lithium-ion batteries in grid-scale energy storage systems.* Transactions of Tianjin University, 2020. **26**(3): p. 208-217

# سیستم دارورسانی هدفمند

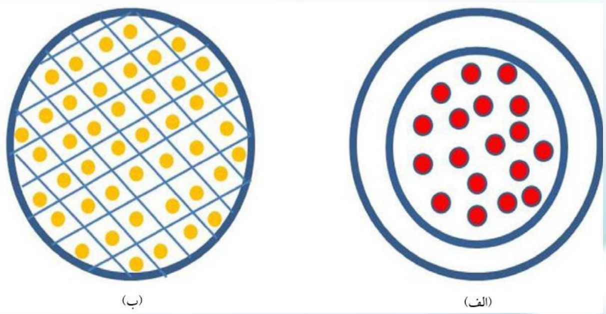
نگار عباس زاده

با افزایش بیماری ها و اختلالات، درمان بیماری و بهبود سلامت بیمار اهمیتزیادی پیدا کردهاست. داروهای متداول، کاستی های بسیاری دا رند، مانند تجویز مکرر دارو با نیمه عمر کوتاه تر، کاهش تمایل بیمار و ...به همین دلیل نمیتوان غلظت و حالت پایدار دارو به دست آورد

با توجه به این معایب،اصلاح دارو ها به صورت هدفمند صورت گرفته است. تحویل اصلاح شده و هدفمند دارو به دلیل انتشار برنامه ریزی شده دارو، اختصاصی بودن محل، و افزایش تمایل بیمار، تقاضای بالایی دارد. برای توسعه یک سیستم دارورسانی اصلاح شده یا هدفمند، پلیمرها به عنوان ستون ساختاری در نظر گرفته می شوند . یک پلیمر زیست سازگار به دلیل مزیت زیادش، رشد عظیمی داشته و بنابراین موضوع داغ مورد بحث است . نانوذرات، ذرات کلوییدی هستند که دارورسانی هدفمند را فراهم می کنند و در محدوده اندازه ۱ تا ۱۰۰ نانومتر قرار دارند.

انواع مختلف نانوذرات براساس مورفولوژی و خواص فیزیکی و شیمیایی عبارتند از: نانوذرات مبتنی بر کربن، نانوذرات فلزی پلیمری، نانوذرات سرامیکی، نانوذرات نیمه رسانا، نانوذرات مبتنی بر چربی و غیره . نانوذرات زیست سازگار به دلیل مزیتهایی که نسبت به سایر نانوذرات دارد و همچنین به دلیل پیشرفت در علم پلیمر و نانوتکنولوژی، موضوعی است که به طور گستردهای در زمینه نانوذرات پلیمری مورد تحقیق قرار گرفته است . برخی از مزایای نانوذرات پلیمری عبارتند از: آماده سازی آسان آن، کنترل اندازه آن، نگهداری خوب و حفاظت از دارو و غیره. نانوذرات پلی مری را می توان به عنوان ذرات کلوئیدی جامد در محدوده اندازه ۱۰۰-۱ نانومتر تعریف کرد و از منابع طبیعی، مصنوعی یا نیمه مصنوعی که ممکن است زیست تخریب پذیر یا زیست تخریب ناپذیر باشند، ساخته شده اند . در ابتدا از نانوذرات پلیمری زیست تخریب ناپذیر استفاده شد. اولین نانوذره پلیمری اینگونه ساخته شد . پلیمر زیست تخریب ناپذیر مانند پلی آکریل آمید، پلی استایرن، پلی متیل متاکریلات و .... .اما به خاطر استفاده زیاد از این نانو ذرات، نقایص بسیاری از جمله سمیت و پاسخهای ایمنولوژیک بالا در برابر نانوذرات پلیمری زیست تخریب پذیر مشاهده شد. به همین دلیل نانوذرات پلیمری زیست تخریب پذیر اهمیت پیدا کردند.

نانوذرات پلی مری می توانند مواد دارویی، پروتئینی یا DNAرا برای هدف قرار دادن یک عضو یا سلول خاص حمل کنند. بسته به روشهای مختلف آماده سازی، دارو یا یک ترکیب فعال درمانی دیگر می تواند به ماتریکس نانوذرات حل، متصل، کپسوله یا گرفتار شود . نانوذرات پلی مری عموما نانوکپسول یا غیرکروی هستند. نانوذرات پلیمری نانوکپسوله، آنهایی هستند که در جز موثره دارو درون یک پوسته پلیمری کپسوله شده است در حالی که نانوذرات پلیمری نانوکره، آنهایی هستند که دارو یا دیگر ذرات جامد درون یک ماتریس پلیمری قرار گرفته اند . نمایش تصویری نانوکره و نانوکپسول ها در شکل ۱ شان داده شده است.




شکل ۱- الف) نانوکپسول ب) نانوکره

افزایش استفاده از نانوذرات پلیمری به دلیل استفاده از آن به عنوان یک پلیمر هوشمند و ویژگی تحویل دارو به هدف و کاهش اثرات جانبی آن است.

مولکولهای دارویی که زیست پذیری پایینی دارند، نیاز به حفاظت در برابر تجزیه دارند که در بدن ۴۰ درصد از ترکیبات دارویی فعال جدید به دلیل زیست پذیری پایین، توسط صنعت داروسازی رد می شوند .برای پرداختن به این

موضوع، سیستمهای حامل برای افزایش زیست پذیری و دفاع از مولکولهای دارو در برابر تجزیه توسعه یافته اند . در اینجا، ما به سه نوع تحویل مبتنی بر حامل نگاه میکنیم.

### نانوذرات

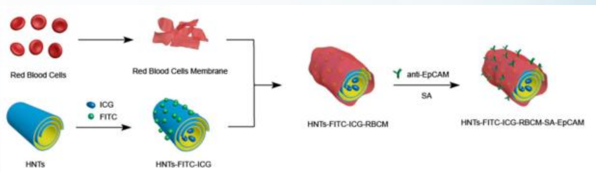
نانوذرات معمولا با اندازه ۵۰۰-۱۰۰ نانومتر هستند. با اصلاح خواص آنها، امکان بهینه سازی زیست پذیری، کاهش پاکسازی، و افزایش پایداری وجود دارد، و آنها را به "حاملان" ایده آل برای تحویل یک داروی خاص به بافت هدف خاص خود تبدیل میکند. نانوذرات حلالیت خوبی دارند و در نتیجه به دلیل اندازه کوچک و سطحی بزرگتر، زیست پذیری را افزایش می دهند . درخواست آنها به عنوان حامل مواد رسانی هدفمند با توانایی آنها در موارد زیر افزایش میابد :

- از سد خونی مغزی عبور میکند.
- وارد سیستم ریوی می شود.
- از اتصالات تنگ سلولهای اندوتلیال عبور میکند.

نانوذرات میتوانند از طریق سه مسیر اصلی وارد بدن شوند . تزریق، استنشاق و یا به صورت خوراکی . برای توسعه سیستم دارورسانی " ایدهآل "مبتنی بر نانوذره، شما باید ابتدا تعیین کنید که بدن چگونه ذرات معلق بیرونی را کنترل خواهد کرد . اگر بدن یک نانوذره را به عنوان"ماده خارجی" تشخیص دهد، پاسخ ایمنی و طبیعی بدن منجر به پاکسازی آن از بدن خواهد شد. این موضوع را می توان با تغییر ویژگیهای سطحی ذره تصحیح کرد . با وارد کردن کمپلکس های پلیمری به سطح نانوذره، از اتصال پروتئینهای پلاسمای بدن به آن ها جلوگیری می شود.

نانوذرات به عنوان حامل داروها برای درمان بیماریهای متعددی از جمله سرطان، اختلالات عصبی و سندرم نقص ایمنی اکتسابی( ایدز)کشف شده اند.

نانولوله های هالویزیت طبیعی (HNTs) دارای مزایای زیادی برای ساخت حامل های دارورسانی هدفمند هستند. در سال ۲۰۲۱ تان و همکارانش در مقاله ی تحت عنوان نانولوله های هالویزیت پوشش داده شده با غشای سلولی برای نانوحامل خاص برای فتوتراپی سرطان مورد بررسی قرار دادند در کار تحقیقاتی، HNT ها با فلورسئین ایزوتیوسیانات (FITC) برچسب گذاری شدند و با حساس کننده نور نوع دوم ایندوسیانین سبز (ICG) برای فتوتراپی بارگذاری شدند. HNTs-FITC-ICG به دلیل وجود HNTs به عنوان نانوحامل و عامل محافظ از نظر ساختاری پایدار بود. این نانوحامل بیشتر با غشای گلبول قرمز (RBCM) پیچیده شد تا زیست سازگاری را افزایش دهد. نانوحامل -HNTs-FITC-ICG RBCM سازگاری سلولی و همسازگاری بالایی را نشان دادند. نانوحامل HNTs-FITC-ICG-RBCM بیشتر با -anti EpCAM مرتبط شد تا عملکرد درمانی هدفمند در برابر سرطان سینه را به آن اختصاص دهد، و نانوحامل مزدوج ضد مولکول چسبندگی سلول های اپیتلیال (EpCAM) تجمع قابل توجهی تومور خاص را نشان داد. نتایج نشان داد که نانوذرات جدید توانایی هدف قرار دادن سلول های سرطانی و نشان دادن کارایی ضد سرطانی بالا تحت نور لیزر نزدیک مادون قرمز (NIR ) را دارا می باشند، از این رو کاربرد بالقوه ای در درمان سرطان سینه از خود نشان دادند (شکل ۲).




شکل ۲- فرآیند سنتز NTs-FITC-ICG-RBCM-SA-EpCA

### لیپوزوم ها

لیپوزومها، وزیکول های کروی هستند که شامل دو (یا بیشتر) لایه فسفولیپید هستند . این وزیکولها خودشان را به عنوان یک سیستم دارورسان جذاب به دلیل داشتن خواص بیوشیمیایی و فیزیکوشیمیایی انعطاف پذیر ارائه می دهند که به آنها اجازه میدهد به راحتی دستکاری شوند. لیپوزومها

توانایی منحصر به فردی برای ایجاد ترکیبات چربی دوست و آب دوست دارند و آنها را به دارورسانی مناسب برای

طیف وسیعی از داروها تبدیل می کنند . از مزایای دیگر آن میتوان ظرفیت آنها برای خود مونتاژی و زیست پذیری را نام برد. شایان ذکر است که در حالی که لیپوزوم ها می توانند به راحتی دستکاری و اصلاح شوند، هر تغییری در آنها شانس تشخیص و پاکسازی شان را افزایش میدهد.

**میکروسفر ها**

میکروسفر ها ذرات کروی کوچک ۱۰۰۰-۱میکرومتر هستند که معمولا از پلیمرهای خطی تهیه می شوند و به عنوان "سیستمهای دارورسانی آزاد" توصیف می شوند. هنگامی که بحث استفاده از آنها به عنوان یک سیستم دارورسانی مطرح می شود، آنها دارای ویژگیهای سودمند متعددی هستند .زیست تخریب پذیر بودن، سازگاری با بدن و تجویز راحت آنها را میتوان نام برد . آنها می توانند هم برای دارورسانی موضعی و هم برای دارورسانی هدفمند مورد استفاده قرار گیرند و دارو در سراسر ماتریس پلیمر میکروکره پراکنده می شود. میکروسفر ها می توانند با استفاده از پلیمرهای طبیعی و یا پلیمرهای مصنوعی تهیه شوند.

پلیمرهای مصنوعی را می توان بسته به اینکه زیست تخریب پذیر هستند یا زیست تخریب ناپذیر، طبقه بندی کرد . تداوم میکروسفرهای غیرقابل تجزیه در بدن میتواند خطر سمیت را در طول دوره های زمانی طولانی تر افزایش دهد با این حال، پلیمرهای زیست تخریب پذیر، ریسک یکسانی ندارند و آنها را برای کاربردهای تزریقی مناسبتر می سازند.

روشهای دیگر حامل های دارویی شامل گلبولهای قرمز رنگ شده، نیوزومها و آنتی بادی های مونوکلونال هستند.

منابع:


[1] S. Pirtarighat, and et al. Green synthesis of silver nanoparticles using the plant extract of Salvia spinosa grown in vitro and their antibacterial activity assessment, J. Nanostruct. Chem. 9 (1) (2018) 1–9.

[2] A. Pugazhendhi, and er al. Synthesis and characterization of silver nanoparticles using Gelidium amansii and its antimicrobial property against various pathogenic bacteria, Microbial Pathogenesis 114 (2018) 41–45.

[3] Rizvi S, Saleh A. Applications of nanoparticle systems in drug delivery technology. Saudi Pharm J. 2018; 26(1), 64-70.

[4] Tan, C, and et al. Cell Membrane-Coated Halloysite Nanotubes for Target-Specific Nanocarrier for Cancer Phototherapy. Molecules 2021, 26, 4483.

[5] Laura Elizabeth Lansdowne. Drug Delivery (2021). https://www.technologynetworks.com/drug-discovery/articles/drug-delivery-322035.


# نقش شبیه سازی در شیمی

مصطفی ترکاشوند

در جهان پیشرفته امروز، رایانه‌ها نقش کلیدی و گسترده‌ای را در گسترش مرزهای دانش بازی می‌کنند. یکی از بنیادی‌ترین موضوعاتی که متخصصین در این حیطه می‌آموزند، برنامه‌سازی رایانه‌ای می‌باشد. پیشرفت روز افزون تکنولوژی رایانه و دسترسی آسانتر به آن، سبب شده است روش‌های محاسباتی در کنار روش‌های آزمایشگاهی در مطالعات و تحقیقات، کاربرد وسیعی پیدا کنند به این شکل یک محقق فرصت می‌یابد تا بدون اتلاف وقت، ابتدا برآوردهای رایانه‌ای را ارایه دهد و سپس با روش‌های علمی، مطالعات خود را تکمیل کند.

شیمی محاسباتی شاخه‌ای نظری است که با به‌کارگیری رایانه، سیستم‌های مورد مطالعه را مدل سازی می‌کند. در این روش، رایانه به عنوان ابزار آغازین تحقیق به شمار می‌رود و به‌وسیله آن نه تنها اندازه‌های تجربی وابسته به ساختارها، بلکه اندازه‌های غیر قابل دسترس از سوی روش‌های تجربی را نیز می‌توان ارزیابی کرد. شیمی محاسباتی شاخه‌ای از دانش شیمی است که گستره وسیعی از روش‌ها و تخمین‌ها را در بر می‌گیرد و با به‌کارگیری اصول ریاضی و تئوری به حل مسایل شیمی می‌پردازد، و برای پیش‌بینی ساختار مولکولی، ویژگی‌های مولکول‌ها و هم چنین واکنش‌های شیمیایی به کار می‌رود. دو روش کلی برای حل نظری مسائل شیمی وجود دارد ۱- شیمی محاسباتی ۲- شیمی نظری غیر محاسباتی.

**شیمی محاسباتی** ویژگی‌های ساختاری و واکنش پذیری، ویژگی‌های مولکول‌های کوچک و بزرگ بسپارها، جامدات و دیگر سیستم‌ها مانند شکل مولکول، طول و زاوایای پیوندی، انرژی سیستم‌ها مانند تعادل، ایزومرها، کنفورمرها، انرژی حالت گذار، واکنش پذیری و برهم‌کنش‌ها، طیف‌ها، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و بسیاری دیگر از ویژگی‌های سیستم را می‌تواند پیش‌بینی کند. در واقع شیمی نظری دانشی است که به توصیف پدیده‌های شیمیایی با به‌کارگیری ویژگی‌های فیزیکی مواد می‌پردازد.

**شیمی غیرمحاسباتی** به توصیف تحلیلی مولکول‌ها و فرمول‌بندی آن‌ها به صورت دستی می‌پردازد.

## روش‌های ساختار الکترونی (ESM)

روش‌های ساختار الکترونی بر پایه مکانیک کوانتومی استوار است و به جای قوانین مکانیک کلاسیک در برآوردها از قوانین مکانیک کوانتوم سود می‌جوید. قوانین مکانیک کوانتومی از سوی شرودینگر، در سال ۱۹۲۶ کشف شده است. مکانیک کوانتومی شاخه‌ای بنیادی از فیزیک نظری است که در مقیاس اتمی به جای مکانیک کلاسیک و الکترومغناطیس کلاسیک به کار می‌رود و بنیادی‌تر از مکانیک نیوتنی است و می‌تواند با دقت بسیار زیادی پدیده‌ها را توصیف کند. قوانین مکانیک کوانتومی، انرژی و دیگر ویژگی‌های یک مولکول را از طریق حل یک معادله شرودینگر به‌دست می‌آورند.

$$H\psi = E\psi$$

حل دقیق این معادله تنها برای شمار کمی از سیستم‌های بسیار کوچک و ساده امکان پذیر است، ولی روش‌های مبتنی بر ساختارهای الکترونی تقریب‌های ریاضی ناهمگونی را به‌کار می‌گیرند. بر این پایه روش‌های مبتنی بر ساختار الکترونی به سه روش نیمه تجربی[1] (SEM)، آغازین[2] (روش‌های اصول آغازین ساختار الکترونی) و نظریه تابعی چگالی[3] (DFT) تقسیم می‌شوند.

[1] Semi-Empirical Methods
[2] Ab Initio Method
[3] Density Functional Theory

## نظریه تابعی چگالی

. این روش که تحت عنوان تئوری تابعی چگالی (DFT) شناخته شده است، به طرز گسترده‌ای در شیمی محاسباتی به‌کار گرفته می‌شود. این روش‌ها در بسیاری از موارد شبیه روش‌های محاسبات آغازین می‌باشند. برآوردهای DFT به همان برآوردهای تئوری Hartree-Fock (ارزانترین روش محاسبات آغازین) احتیاج دارند. روش‌های DFT به دلیل به‌شمار آوردن اثرات همبستگی الکترونی مورد نگرش قرار گرفته‌اند – این حقیقت که الکترون‌ها در یک سیستم مولکولی تحت تاثیر حرکات یکدیگر قرار می‌گیرند– محاسبات Hartree-Fock این اثر را تنها در یک مقدار میانگین در نظر می‌گیرند، این تقریب موجب می‌شود که نتایج Hartree-Fock از صحت کمتری برخوردار باشند.DFT از تحقیقات مکانیک کوانتوم در سال ۱۹۲۰ و خصوصا از مدل توماس–فرمی–دیراک[1] و از اصول اسلیتر که در شیمی کوانتوم فعالیت می‌کردند در سال ۱۹۵۰ به‌دست آمده است. بر پایه این نظریه، ویژگی‌های حالت پایه یک سیستم، شامل انرژی آن سیستم، به صورت تابعی از چگالی احتمال الکترون $\rho(r)$، بیان می‌شود. ولی در این روش، کوششی برای حل معادله شرودینگر و به دست آوردن تابع موج الکترونی مولکول صورت نمی‌گیرد. در این روش که متداول‌ترین روش به‌کار گرفته شده در برآوردهای شیمی کوانتوم می‌باشد به‌طور مستقیم چگالی الکترونی را جست و جو می‌کند که انرژی را کمینه می‌کند این تابع سه پارامتری می‌باشد که سه پارامتر برای سنجش اندازه‌های برآوردها با اطلاعات پایه مولکولی وارد می‌شود.

در یک کار تحقیقاتی که رانگل-گالوان و همکارانش انجام دادند رویکرد های مفهومی DFT، QTAIM[2] و داکینگ مولکولی برای مشخص کردن آناندامید ( ANA) مسدود کننده کانال کلسیم نوع Tمورد بررسی قرار دادند.

[1] Thomas – Fermi – Dirac

**آناندامید**( $C_{22}H_{37}NO_2$ ) یک واسطه لیپیدی است که به عنوان لیگاند درون زای گیرنده های CB1 عمل می کند.

**داکینگ مولکولی** ، یک ابزار کلیدی در زیست شناسی مولکولی ساختاری و طراحی داروهای رایانه‌ای است. هدف اتصال لیگاند – پروتئین این است که حالت یا حالت‌های متصل کننده اصلی لیگاند را با پروتئینی دارای ساختار سه بعدی شناخته شده پیش بینی کنیم.

**کانال کلسیمی**، یک کانال یونی است که نفوذ پذیری انتخابی به یون های کلسیم دارد. کانال های کلسیمی نوع T کانال های کلسیمی فعال شده با ولتاژ پایین هستند که در طول هایپرپلاریزاسیون غشای سلولی غیرفعال می‌شوند اما سپس به دیپلاریزاسیون باز می‌شوند. ورود کلسیم به سلول های مختلف واکنش های فیزیولوژیکی متفاوتی را به همراه دارد. در سلول های عضلانی قلب و سلول های ماهیچه صاف، فعال سازی کانال کلسیمی با ولتاژ، مستقیماً با افزایش غلظت سیتوزولی انقباض را آغاز می‌کند. کانال های کلسیم نوع T نه تنها در قلب و ماهیچه صاف وجود دارند، بلکه در بسیاری از سلول های عصبی در سیستم عصبی مرکزی نیز وجود دارند.

آناندامید به دلیل توانایی آن در تعامل با چندین پروتئین، از جمله کانال های کلسیم نوع T، که نقش مهمی در درد نوروپاتیک و اختلالات افسردگی دارد، یک لیگاند مرتبط است. از این رو، توصیف دقیق خواص شیمیایی و پایداری ساختاری آناندامید ممکن است اطلاعات ارزشمندی برای درک رفتار آن در یک زمینه بیولوژیکی ارائه دهد. د آنالیز های مفهومی DFT و QTAIM برای توصیف نظری خواص واکنش پذیری شیمیایی و پایداری ساختاری ترکیب های آناندامید، با استفاده از BP86/cc-pVTZ تئوری انجام شده است.

[2] Quantum theory of atoms in molecules

توصیف واکنش پذیری عمومی، بر اساس DFT، نشان می دهد که سختی آن افزایش می‌یابد و شاخص الکترون دوستی برای هر دو، کانفورمر های U شکل نسبت به کانفورمر های توسعه یافته کاهش می‌یابد. همچنین افزایش مقدار پتانسیل شیمیایی و کاهش الکترونگاتیوی و شاخص الکتروفیلی در کانفورمر های حلقه باز اتانول آمید در مقایسه با ساختارهای حلقه بسته مربوطه مشاهده می شود. علاوه بر این، با توجه به خصوصیات جفت های واکنش موضعی، حداکثر مقادیر توابع فوکوی و پار نشان می‌دهد که محتمل ترین مکان برای حمله هسته دوست یا اکسیژن، هیدروکسیل واقع در کانفورمر های حلقه بسته اتانول آمید یا اکسیژن کربونیل موجود در حلقه باز است.

محتمل ترین مکان برای حمله الکتروفیل در ناحیه پیوند دوگانه آلکیل در تمام کانفورمر های آناندامید است. با توجه به نتایج QTAIM، تشکیل پیوند هیدروژنی درون مولکولی که ساختار آناندامید را تثبیت می کند، دارای مقادیر انرژی برهم کنش برای ترکیبات حلقه بسته ۱۲/۳۳ تا ۱۲/۴۶کیلوکالری بر مول است که نشان دهنده یک برهم کنش قوی می باشد.

محاسبات داکینگ مولکولی مشخص کرد که یک منطقه در منافذ، به عنوان مسدود کننده منافذ، به عنوان یک مکان احتمالی برای برهم کنش آناندامید با ایزوفرم Cav3.2 از خانواده کانال های کلسیم نوع T شناخته می‌شود. قسمت مسدود کننده منافذ حاوی بقایای آب گریز است که در آن قسمت غیر قطبی در ناحیه آلکیل نهایی آناندامید عمدتاً برهم کنش های آلکیل–آلکیل ایجاد می کند، در حالی که قسمت قطبی (گروه اتانول آمید) با باقی مانده S900 تعامل دارد.

اطلاعات مبتنی بر DFT مفهومی ارائه شده ممکن است به طراحی داروهایی با ویژگی های شیمیایی مشابه با داروهایی که در آناندامید شناسایی شده اند، کمک کند تا پروتئین های برهم کنش آناندامید، از جمله کانال های کلسیم نوع T را به هم متصل کنند

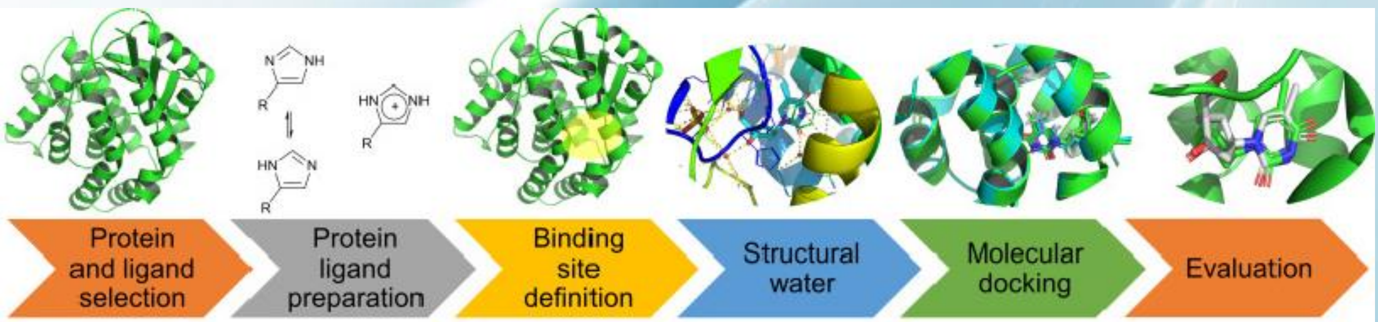
منابع:

[1] I. C. Yeh, G. Hummer. J. Am. Chem. Soc. 124, (2002), 6563–6568.

[2] T. A. Halgren. J. Curr. Opin. Struct. Biol. 5, (1995), 205–210.

[3] M. Rangel-Galván and et al. Conceptual DFT, QTAIM, and Molecular Docking Approaches to Characterize the T-type Calcium Channel Blocker Anandamide (2022).

[4] M. Scherma, and et al. Brain activity of anandamide: a rewarding bliss, Acta Pharmacologica Sinica. 40 (2019) 309–323.



## International Year of Basic Sciences for Sustainable Development

## (IYBSSD 2022)

IYBSSD2022

International Year of Basic Sciences
for Sustainable Development

United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization

IYBSSD2022

International Year
Basic Sciences
for Sustainable Development

# علوم پایه پیش نیاز توسعه پایدار

نسیم بیگلی

**دستور کار ۲۰۳۰ برای توسعه پایدار برنامه جاه طلبانه ای است که کشورهای عضو سازمان ملل متحد برای تضمین توسعه متوازن، پایدار و فراگیر سیاره زمین با آن موافقت کرده اند.**

علوم پایه سهم مهمی در اجرای این برنامه دارند. آنها ابزار ضروری برای رویارویی با چالش های حیاتی مانند دسترسی جهانی به غذا، انرژی، پوشش بهداشتی و فناوری های ارتباطی را فراهم می کنند. آنها ما را قادر می سازند تا تأثیرات تقریباً ۸ میلیارد نفری که در حال حاضر روی کره زمین زندگی می کنند را درک کنیم و برای محدود کردن و کاهش این تأثیرات اقدام کنیم.

در واقع، بر خلاف استفاده ما از منابع طبیعی، توسعه علوم پایه به طور عالی پایدار است: از نسلی به نسل دیگر، مجموعه‌ای از دانش ایجاد می‌کند که نسل‌های بعدی می‌توانند از آن برای حل مشکلاتی که با آن روبه‌رو خواهند شد، استفاده کنند. سوالاتی در این زمینه پیش خواهند آمد که برای مثال عبات است از: چگونه می‌توانیم با همه‌گیری SARS-CoV-2 بدون کمک‌های زیست‌شناسی، فیزیک، ریاضیات یا شیمی اولیه انباشته شده برای چندین دهه مبارزه کنیم؟

سال بین‌المللی علوم پایه برای توسعه پایدار، که پیشنهاد شده است تا در سال ۲۰۲۲ برگزار شود، با توصیه قطعنامه‌ای که کنفرانس عمومی یونسکو در چهلمین نشست آن به تصویب رساند، بر این پیوند بین علوم پایه و اهداف توسعه پایدار تمرکز خواهد کرد. این فرصتی بی نظیر برای متقاعد کردن همه ذینفعان خواهد بود که از طریق درک اساسی از طبیعت، اقدامات فراگیر (به ویژه با توانمندسازی بیشتر زنان) و اقدامات آگاهانه مشترک، برای منافع مشترک جهانی مؤثرتر خواهد بود.

**رکن اصلی علوم پایه که کنجکاوی است، الگوی کاملی برای توسعه پایدار هستند: هر نسل از طریق کنجکاوی علمی خود، مخزن دانش ساخته شده توسط پیشینیان خود را افزایش می دهد و منابع بیشتری را برای نسل های آینده به ارمغان می آورد تا به دنبال راه حلی برای مشکلاتی باشند که با آن‌ها روبرو خواهند شد. این برعکس کاری است که ما امروز با منابع طبیعی سیاره انجام می دهیم.**

**ما همچنین برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار به علم نیاز خواهیم داشت: نتایج آن، تبدیل آنها به نوآوری، و همچنین روش های مختلف همکاری.**

## علوم پایه در قلب دستور کار ۲۰۳۰

چندین مورد از ۱۷ هدف توسعه پایدار (SDGs) که در سال ۲۰۱۵ توسط مجمع عمومی سازمان ملل متحد به عنوان دستور کار توسعه پایدار همه جمعیت های جهان به تصویب رسید، به صراحت با پیشرفت های علمی مرتبط است: سلامت و رفاه (SDG 3). آب تمیز و سرویس بهداشتی (SDG 6)؛ انرژی مقرون به صرفه و پاک (SDG 7)؛ اقدامات آب و هوا (SDG 13)؛ زندگی زیر آب (SDG 14)؛ زندگی در خشکی (SDG 15). اما در واقع همه SDG ها نیاز به ورود و دخیل شدن علم و فناوری دارند.

علوم پایه به شناسایی مکانیسم هایی برای استفاده مناسب از دانش و انتقال فناوری کمک می کند. کشورهای عضو سازمان ملل به اهمیت این موضوع پی برده‌اند، زیرا مکانیسم تسهیل فناوری را ایجاد کرده اند.

علوم پایه همچنین ابزارهای ضروری را برای تضمین گفتگوی چندفرهنگی، ثبات سیاسی و صلح فراهم می کند که برای اجرای SDG ضروری است. آنها مهارت های آموزشی و دانش لازم برای به کارگیری نوآوری هایی را که کشورها برای حرکت از اهداف کلی به اقدامات مؤثر نیاز دارند، ارائه می دهند. مدل‌های عملیاتی و روش‌های عملی شبکه‌سازی توسعه‌یافته توسط جامعه علوم پایه نیز برای این هدف از اهمیت اولیه برخوردار است.


«علوم پایه مستلزم تفکر خارج از چارچوب است، همچنین منجر به دانش جدیدی می‌شود و رویکردهای جدیدی ارائه می دهد که به نوبه خود ممکن است به کاربردهای عملی منجر شود. این روند نیاز به صبر و زمان دارد و بنابراین یک سرمایه گذاری بلندمدت است، اما تحقیقات اساسی پیش نیاز هر پیشرفت علمی است. بنابراین، علوم پایه و علوم کاربردی در ارائه راه حل های نوآورانه برای چالش هایی که بشر در مسیر توسعه پایدار با آن مواجه است، مکمل یکدیگر هستند.»

گزارش علمی یونسکو ۲۰۱۵: به سوی ۲۰۳۰

## علوم پایه در زندگی ما

• **وب** در سرن به جهت همکاری جهانی برای آزمایشات در فیزیک بنیادی اختراع شد و به لطف الگوریتم های قدرتمند توسعه یافته است.

• **واکسیناسیون** از طریق شناسایی منشا ویروسی بسیاری از بیماری ها تقویت و توسعه یافته است.

• **GPS** بدون نظریه نسبیت عام و فیزیک کوانتومی اینشتین امکان پذیر نبود.

• **تلفن های همراه** ما بدون علوم مادی که امکان اختراع و کوچک سازی ترانزیستور را فراهم کرده و ریاضیات که اساس همه نرم افزارها هستند، وجود نداشتند.

• **درمان های HIV/AIDS** به طور قابل توجهی طول عمر افراد آلوده را از طریق درک نحوه عملکرد رتروویروس ها افزایش می دهد.

## و آینده‌ی ما

• **هوش مصنوعی** که مبتنی بر نظریه ها و روش های توسعه یافته در ریاضیات، فیزیک آماری و پردازش سیگنال است، بر تمام جنبه های جوامع ما تأثیر خواهد گذاشت.

• **پیشرفت در توالی یابی DNA**، به لطف بیوماتاتیک، شیمی و فیزیک، اکنون پزشکی را به سمت درمان های فردی موثرتر، به عنوان مثال، در برابر سرطان هدایت می کند.

• **تولید و ذخیره انرژی تجدیدپذیر** به پیشرفت در فیزیک، شیمی و علوم مواد بستگی دارد.

• **کاهش آلودگی** و همچنین تغذیه پایدار و سالم همه به شیمی سبز بستگی دارد.

• **مبارزه با بیماری های غیرواگیر**، مانند دیابت یا چاقی، که در سراسر کره زمین در حال گسترش هستند، به دانش زیست شناسی اساسی بستگی دارد.

## سال بین المللی: برای چیست؟

سال بین‌المللی علوم پایه برای توسعه پایدار، ذینفعان را در تمام سطوح برای ادغام بهتر نتایج علمی در فرآیندهای تصمیم‌گیری عمومی و توسعه فراگیر علوم پایه بسیج می‌کند.

### افزایش مشارکت فراگیر در علم

افزایش مشارکت فراگیر در علم مشارکت همه افرادی که مایل به انجام این کار هستند، صرف نظر از منشاء، موقعیت اجتماعی یا جغرافیایی، یا جنسیتشان، برای پیشرفت علوم پایه ضروری است.

**اهداف سال بین المللی علوم پایه در این زمینه:**

- تأیید نیاز به تحقیق فراگیر و رهبری ابتکارات برای پیشبرد آن.
- برجسته کردن زنان دانشمند در بالاترین سطح.
- دعوت از رهبران سیاسی برای تسهیل گردهمایی همه دانشمندان در کنفرانس های علمی و برای بورسیه ها و برنامه های تبادلی.

### تقویت آموزش و پرورش علمی

آموزش علم از سنین پایین شور و ذوق را برای تحقیق و پژوهش ایجاد می کند و افراد را به دنبال مشاغل علمی تشویق می کند که برای توسعه بشریت ضروری است. علاوه بر این، روش‌های علمی و کنجکاوی را می‌توان به بسیاری از حوزه‌های دیگر زندگی شخصی، حرفه‌ای و اجتماعی رساند که به آموزش شهروندان مسئول و خودمختار کمک می‌کند.

**اهداف سال بین‌المللی علوم پایه در این زمینه:**

- ترویج آموزش علوم پایه و تربیت دبیران آینده.
- ترویج انتشار شیوه های نوآورانه.
- برجسته کردن تاریخچه‌های موفق کشورهایی را که به طور قابل توجهی این حوزه را توسعه داده اند.

### تامین مالی علوم پایه

در بسیاری از مناطق جهان، کشورها متعهد شده اند تا ۱٪ یا حتی ۳٪ از تولید ناخالص داخلی خود را به تامین مالی برنامه های تحقیق و توسعه اختصاص دهند. در واقع، برخی از نمونه ها نشان می دهد که چنین هزینه هایی امکان توسعه اقتصاد و نفوذ بین المللی را فراهم می کند. با این حال، اکثر آنها از اهداف خود دور هستند.

اهداف سال بین المللی علوم پایه در این زمینه:

- برجسته کردن نمونه هایی از حمایت های مالی از علوم پایه.
- به نمایش گذاشتن نتایج.
- دعوت از رهبران سیاسی برای عمل به تعهدات خود در زمینه تأمین مالی علوم پایه.


منابع:

[1] https://www.iybssd2022.org/en/home/

[2]https://www.iybssd2022.org/en/2022-the-year-of-basic-sciences-for-sustainable-development/

[3] https://council.science/basicscience/

# جایزه نوبل ۲۰۲۱

سیده مهتاب حسینی

### کاتالیز ارگانیک با واسطه یون ENAMINE و IMINIUM

آکادمی سلطنتی علوم سوئد تصمیم گرفته است که به بنجامین لیست[1] و دیوید دبلیو سی مک[2] میلان جایزه نوبل شیمی ۲۰۲۱ را برای توسعه کاتالیست ارگانیکی نامتقارن اعطا کند.

### ابزار آنها انقلابی در ساخت مولکول ها ایجاد کرد

شیمیدان‌ها می‌توانند مولکول‌های جدیدی را با پیوند دادن بلوک‌های سازنده شیمیایی کوچک به یکدیگر بسازند، اما کنترل مواد نامرئی به طوری که آنها به روش دلخواه پیوند برقرار کنند، مشکل است. بنجامین لیست و دیوید مک میلان جایزه نوبل شیمی ۲۰۲۱ را به خاطر توسعه ابزاری جدید و مبتکرانه برای ساخت مولکول: کاتالیز ارگانیک دریافت کردند. کاربردهای آن شامل تحقیق در مورد داروهای جدید است و همچنین به سبزتر شدن شیمی کمک کرده است.

بسیاری از حوزه‌ها و صنایع تحقیقاتی به توانایی شیمیدانان برای ساخت مولکول‌هایی وابسته هستند که می‌توانند مواد الاستیک و بادوام را تشکیل دهند، انرژی را در باتری‌ها ذخیره کنند یا از پیشرفت بیماری‌ها جلوگیری کنند. این کار به کاتالیزورهایی نیاز دارد که موادی هستند که واکنش های شیمیایی را کنترل و تسریع می کنند، بدون اینکه بخشی از محصول نهایی شوند. به عنوان مثال، کاتالیزورها در خودروها، مواد سمی موجود در دود اگزوز را به مولکول های بی ضرر تبدیل می کنند. بدن ما همچنین حاوی هزاران کاتالیزور به شکل آنزیم است که مولکول های لازم برای زندگی را از بین می برد.

بنابراین کاتالیزورها ابزارهای اساسی برای شیمیدانان هستند، اما محققان مدتها بر این باور بودند که اصولاً فقط دو نوع کاتالیزور موجود است: فلزات و آنزیم ها. بنجامین لیست و دیوید مک میلان جایزه نوبل شیمی ۲۰۲۱ را دریافت کردند زیرا در سال ۲۰۰۰ آنها مستقل از یکدیگر نوع سومی از کاتالیزور را توسعه دادند. آن را کاتالیز ارگانیک نامتقارن می نامند و بر روی مولکول های آلی کوچک ساخته می شود.

یوهان اکویست، رئیس کمیته نوبل شیمی می‌گوید: «این مفهوم برای کاتالیز به همان اندازه که مبتکرانه است، ساده است، و واقعیت این است که بسیاری از مردم تعجب کرده‌اند که چرا قبلاً به آن فکر نکرده‌ایم.

Benjamin List David W. C. MacMillan

کاتالیزورهای آلی چارچوبی پایدار از اتم‌های کربن دارند که گروه‌های شیمیایی فعال‌تری می‌توانند به آن بچسبند. اینها

[1] Benjamin List

[2] David W. C. MacMillan

اغلب حاوی عناصر معمولی مانند اکسیژن، نیتروژن، گوگرد یا فسفر هستند. این بدان معناست که این کاتالیزورها هم سازگار با محیط زیست هستند و هم تولید آنها ارزان است.

کاتالیز یک جنبه اساسی شیمی است: سرعت یک واکنش شیمیایی با افزودن یک کاتالیزور افزایش می‌یابد که خود در این فرآیند مصرف نمی‌شود. این مفهوم در سال ۱۸۳۵ توسط شیمیدان سوئدی J.J. Berzelius بیان شد.  جای تعجب نیست که کاتالیز به طور معمول در دانشگاه ها و صنعت استفاده می شود و در بسیاری از تبدیل صنعتی مواد اولیه شیمیایی به محصولات با ارزش مانند داروها و مواد شیمیایی کشاورزی نقش دارد. تخمین زده شده است که کاتالیز بیش از ۳۵ درصد از تولید ناخالص داخلی جهان را تشکیل می دهد. همانطور که توسط R. Noyori (برنده جایزه نوبل، شیمی ۲۰۰۱) اشاره شده است، پیشرفت در سنتز و کاتالیز شیمیایی نیز به شدت با پیشرفت های فناوری پایدار مرتبط است. کاتالیز در سیستم‌های بیولوژیکی، که با واسطه آنزیم‌ها انجام می‌شود، نیز پیش‌نیاز حیات است که ما می‌شناسیم.

گسترش سریع استفاده از کاتالیزورهای آلی در درجه اول به دلیل توانایی آنها در هدایت کاتالیزور نامتقارن است. وقتی مولکول‌ها ساخته می‌شوند، اغلب موقعیت‌هایی پیش می‌آید که دو مولکول مختلف می‌توانند تشکیل شوند، که - درست مانند دست‌های ما - تصویر آینه‌ای یکدیگر هستند. شیمیدانان اغلب فقط یکی از اینها را می خواهند، به ویژه در هنگام تولید داروها.

کاتالیزور ارگانیک از سال ۲۰۰۰ با سرعت خیره کننده ای توسعه یافته است. بنجامین لیست و دیوید مک میلان همچنان در این زمینه پیشتاز هستند و نشان داده اند که کاتالیزورهای آلی را می توان برای تحریک بسیاری از واکنش های شیمیایی مورد استفاده قرار داد. با استفاده از این واکنش‌ها، محققان اکنون می‌توانند هر چیزی را از داروسازی جدید گرفته تا مولکول‌هایی که می‌توانند نور سلول‌های خورشیدی را جذب کنند، با کارایی بیشتری بسازند. به این ترتیب، کاتالیست‌های آلی بیشترین سود را برای بشر به ارمغان می‌آورند.

تحولات در سنتز آلی که اصول جدیدی را برای القای واکنش و کنترل مسیرهای واکنش روشن می کند، برای پیشرفت این رشته بسیار مهم است. برندگان امسال سهمی پیشگام در این زمینه داشته اند. کار مفهومی بدیع آنها از سال ۲۰۰۰ توجه زیادی را از سوی جامعه پژوهشی به خود جلب کرد و نشان دهنده شروع تحقیقات مدرن در کاتالیز ارگانیک است که جرقه تکاملی را به وجود آورد که هنوز هم ادامه دارد. منطقه تحقیقاتی گسترده است، نه تنها شامل کاتالیز یون ENAMINE و IMINIUM است، و امروزه ارگانوکاتالیز به ابزاری تبدیل شده است که به طور معمول در برنامه ریزی و اجرای سنتز، هم در صنعت و هم در دانشگاه استفاده می شود.

منابع:

[1] https://www.nobelprize.org/uploads/2021/10/advanced-chemistryprize2021-3.pdf.

[2]https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2021/press-release/

BarCharts, Inc.®





QuickStudy

Quick Study® ACADEMIC

# Periodic Table ADVANCED

## Atomic, Physical, Chemical Properties and Natural Isotopes

# Periodic Table ADVANCED

**Atomic Number:** number of protons

**Atomic Weight:** weighted average of atomic masses of natural isotopes

∵ - mass number of the most stable isotope for each radioactive element

**Electronegativity:** Pauling scale; measures ability of atom to attract electrons in a chemical bond

**Atomic Radius:** given in "pm"; 1 pm = $1 \times 10^{-12}$ m

**Ionic Radius:** given in "pm"; 1 pm = $1 \times 10^{-12}$ m

**Electron Affinity:** energy released in the formation of an anion: given in "eV"

**1st Ionization Potential:** energy required to remove one electron, forming a cation; given in "eV"

| Group | Atomic No. | Symbol | Atomic Weight | Name | Electron Configuration | Oxidation States | Electroneg. | Atomic Radius | Ionic Radius | Electron Affinity | 1st Ion. Pot. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | H | 1.008 | Hydrogen | $1s^1$ | 1 | 2.2 | 37 | – | 0.75 | 13.60 |
| 18 | 2 | He | 4.003 | Helium | $1s^2$ | – | – | – | – | Unstable Anion | 24.59 |
| 1 | 3 | Li | 6.94 | Lithium | $1s^22s^1$ | 1 | 0.98 | 152 | (+1)76 | 0.62 | 5.39 |
| 2 | 4 | Be | 9.01 | Beryllium | $1s^22s^2$ | 2 | 1.57 | 111 | (+2)45 | Unstable Anion | 9.32 |
| 13 | 5 | B | 10.81 | Boron | $1s^22s^2p^1$ | 3 | 2.04 | 80 | – | 0.28 | 8.30 |
| 14 | 6 | C | 12.01 | Carbon | $1s^22s^2p^2$ | 4,2 | 2.55 | 77 | (+4)16 | 1.26 | 11.26 |
| 15 | 7 | N | 14.01 | Nitrogen | $1s^22s^2p^3$ | ±3,5,4,2 | 3.04 | 74 | (+3)16 | Unstable Anion | 14.53 |
| 16 | 8 | O | 16.00 | Oxygen | $1s^22s^2p^4$ | -2 | 3.44 | 74 | (-2)140 | 1.46 | 13.62 |
| 17 | 9 | F | 19.00 | Fluorine | $1s^22s^2p^5$ | -1 | 3.98 | 71 | (-1)133 | 3.40 | 17.42 |
| 18 | 10 | Ne | 20.18 | Neon | $1s^22s^2p^6$ | – | – | – | – | Unstable Anion | 21.57 |
| 1 | 11 | Na | 22.99 | Sodium | $[Ne]3s^1$ | 1 | 0.93 | 186 | (+1)102 | 0.55 | 5.14 |
| 2 | 12 | Mg | 24.31 | Magnesium | $[Ne]3s^2$ | 2 | 1.31 | 160 | (+2)72 | Unstable Anion | 7.65 |
| 13 | 13 | Al | 26.98 | Aluminum | $[Ne]3s^2p^1$ | 3 | 1.61 | 143 | (+3)54 | 0.44 | 5.99 |
| 14 | 14 | Si | 28.09 | Silicon | $[Ne]3s^2p^2$ | 4 | 1.90 | 118 | (+4)40 | 1.39 | 8.15 |
| 15 | 15 | P | 30.97 | Phosphorus | $[Ne]3s^2p^3$ | ±3,5,4 | 2.19 | 110 | (+5)17 | 0.75 | 10.49 |
| 16 | 16 | S | 32.07 | Sulfur | $[Ne]3s^2p^4$ | ±2,4,6 | 2.58 | 103 | (-2)184 | 2.08 | 10.36 |
| 17 | 17 | Cl | 35.45 | Chlorine | $[Ne]3s^2p^5$ | ±1,3,5,7 | 3.16 | 99 | (-1)181 | 3.61 | 12.97 |
| 18 | 18 | Ar | 39.95 | Argon | $[Ne]3s^2p^6$ | – | – | – | – | Unstable Anion | 15.76 |
| 1 | 19 | K | 39.10 | Potassium | $[Ar]4s^1$ | 1 | 0.82 | 227 | (+1)151 | 0.50 | 4.34 |
| 2 | 20 | Ca | 40.08 | Calcium | $[Ar]4s^2$ | 2 | 1.00 | 197 | (+2)100 | 0.04 | 6.11 |
| 3 | 21 | Sc | 44.96 | Scandium | $[Ar]3d^14s^2$ | 3 | 1.36 | 161 | (+3)75 | 0.19 | 6.56 |
| 4 | 22 | Ti | 47.87 | Titanium | $[Ar]3d^24s^2$ | 4 | 1.54 | 145 | (+4)61 | 0.08 | 6.83 |
| 5 | 23 | V | 50.94 | Vanadium | $[Ar]3d^34s^2$ | 5,3 | 1.63 | 131 | (+5)54 | 0.53 | 6.75 |
| 6 | 24 | Cr | 52.00 | Chromium | $[Ar]3d^54s^1$ | 6,3,2 | 1.66 | 125 | (+3)62 | 0.67 | 6.77 |
| 7 | 25 | Mn | 54.94 | Manganese | $[Ar]3d^54s^2$ | 7,6,4,2,3 | 1.55 | 137 | (+2)67 | Unstable Anion | 7.43 |
| 8 | 26 | Fe | 55.85 | Iron | $[Ar]3d^64s^2$ | 2,3 | 1.83 | 124 | (+3)55 | 0.151 | 7.90 |
| 9 | 27 | Co | 58.93 | Cobalt | $[Ar]3d^74s^2$ | 2,3 | 1.88 | 125 | (+2)65 | 0.66 | 7.88 |
| 10 | 28 | Ni | 58.69 | Nickel | $[Ar]3d^84s^2$ | 2,3 | 1.91 | 125 | (+2)69 | 1.16 | 7.64 |
| 11 | 29 | Cu | 63.55 | Copper | $[Ar]3d^{10}4s^1$ | 2,1 | 1.90 | 128 | (+2)73 | 1.24 | 7.73 |
| 12 | 30 | Zn | 65.39 | Zinc | $[Ar]3d^{10}4s^2$ | 2 | 1.65 | 133 | (+2)74 | Unstable Anion | 9.39 |
| 13 | 31 | Ga | 69.72 | Gallium | $[Ar]3d^{10}4s^2p^1$ | 3 | 1.81 | 122 | (+3)62 | 0.3 | 5.10 |
| 14 | 32 | Ge | 72.61 | Germanium | $[Ar]3d^{10}4s^2p^2$ | 4 | 2.01 | 123 | (+4)53 | 1.23 | 7.90 |
| 15 | 33 | As | 74.92 | Arsenic | $[Ar]3d^{10}4s^2p^3$ | ±3,5 | 2.18 | 125 | (+3)58 | 0.81 | 9.81 |
| 16 | 34 | Se | 78.96 | Selenium | $[Ar]3d^{10}4s^2p^4$ | ±2,4,6 | 2.55 | 116 | (-2)198 | 2.02 | 9.75 |
| 17 | 35 | Br | 79.90 | Bromine | $[Ar]3d^{10}4s^2p^5$ | ±1,5 | 2.96 | 114 | (-1)196 | 3.36 | 11.81 |
| 18 | 36 | Kr | 83.80 | Krypton | $[Ar]3d^{10}4s^2p^6$ | – | – | – | – | Unstable Anion | 14.00 |
| 1 | 37 | Rb | 85.47 | Rubidium | $[Kr]5s^1$ | 1 | 0.82 | 248 | (+1)161 | 0.49 | 4.18 |
| 2 | 38 | Sr | 87.62 | Strontium | $[Kr]5s^2$ | 2 | 0.95 | 215 | (+2)126 | 0.11 | 5.70 |
| 3 | 39 | Y | 88.91 | Yttrium | $[Kr]4d^15s^2$ | 3 | 1.22 | 178 | (+3)102 | 0.31 | 6.22 |
| 4 | 40 | Zr | 91.22 | Zirconium | $[Kr]4d^25s^2$ | 4 | 1.33 | 159 | (+4)84 | 0.43 | 6.63 |
| 5 | 41 | Nb | 92.91 | Niobium | $[Kr]4d^45s^1$ | 5,3 | 1.60 | 143 | (+5)64 | 0.90 | 6.76 |
| 6 | 42 | Mo | 95.94 | Molybdenum | $[Kr]4d^55s^1$ | 6,5,4,3,2 | 2.16 | 136 | (+6)59 | 0.75 | 7.09 |
| 7 | 43 | Tc | 98∵ | Technetium | $[Kr]4d^55s^2$ | 7 | 2.10 | 135 | – | 0.55 | 7.28 |
| 8 | 44 | Ru | 101.1 | Ruthenium | $[Kr]4d^75s^1$ | 2,3,4,6,8 | 2.20 | 133 | (+3)68 | 1.05 | 7.36 |
| 9 | 45 | Rh | 102.9 | Rhodium | $[Kr]4d^85s^1$ | 2,3,4 | 2.28 | 135 | (+3)67 | 1.14 | 7.46 |
| 10 | 46 | Pd | 106.4 | Palladium | $[Kr]4d^{10}$ | 2,4 | 2.20 | 138 | (+2)64 | 0.56 | 8.34 |
| 11 | 47 | Ag | 107.9 | Silver | $[Kr]4d^{10}5s^1$ | 1 | 1.93 | 145 | (+1)115 | 1.30 | 7.58 |
| 12 | 48 | Cd | 112.4 | Cadmium | $[Kr]4d^{10}5s^2$ | 2 | 1.69 | 149 | (+2)95 | Unstable Anion | 8.99 |
| 13 | 49 | In | 114.8 | Indium | $[Kr]4d^{10}5s^2p^1$ | 3 | 1.78 | 163 | (+3)80 | 0.30 | 5.79 |
| 14 | 50 | Sn | 118.7 | Tin | $[Kr]4d^{10}5s^2p^2$ | 4,2 | 1.96 | 141 | (+4)45 | 1.11 | 7.34 |
| 15 | 51 | Sb | 121.8 | Antimony | $[Kr]4d^{10}5s^2p^3$ | ±3,5 | 2.05 | 145 | (+3)76 | 1.07 | 8.64 |
| 16 | 52 | Te | 127.6 | Tellurium | $[Kr]4d^{10}5s^2p^4$ | ±2,4,6 | 2.10 | 143 | (-2)221 | 1.97 | 9.01 |
| 17 | 53 | I | 126.9 | Iodine | $[Kr]4d^{10}5s^2p^5$ | ±1,5,7 | 2.66 | 133 | (-1)220 | 3.06 | 10.45 |
| 18 | 54 | Xe | 131.3 | Xenon | $[Kr]4d^{10}5s^2p^6$ | – | 2.60 | – | – | Unstable Anion | 12.13 |
| 1 | 55 | Cs | 132.9 | Cesium | $[Xe]6s^1$ | 1 | 0.79 | 265 | (+1)174 | 0.47 | 3.89 |
| 2 | 56 | Ba | 137.3 | Barium | $[Xe]6s^2$ | 2 | 0.89 | 217 | (+2)142 | 0.15 | 5.21 |
| 3 | 57 | La | 138.9 | Lanthanum | $[Xe]5d^16s^2$ | 3 | 1.10 | 187 | (+3)116 | 0.5 | 5.77 |
| 4 | 72 | Hf | 178.5 | Hafnium | $[Xe]4f^{14}5d^26s^2$ | 4 | 1.3 | 156 | (+4)83 | ~0 | 6.83 |
| 5 | 73 | Ta | 180.9 | Tantalum | $[Xe]4f^{14}5d^36s^2$ | 5 | 1.5 | 143 | (+5)64 | 0.32 | 7.89 |
| 6 | 74 | W | 183.8 | Tungsten | $[Xe]4f^{14}5d^46s^2$ | 6,5,4,3,2 | 1.7 | 137 | (+6)60 | 0.86 | 7.98 |
| 7 | 75 | Re | 186.2 | Rhenium | $[Xe]4f^{14}5d^56s^2$ | 7,6,4,2,-1 | 1.9 | 137 | (+7)53 | 0.15 | 7.88 |
| 8 | 76 | Os | 190.2 | Osmium | $[Xe]4f^{14}5d^66s^2$ | 2,3,4,6,8 | 2.2 | 134 | (+4)63 | 1.10 | 8.7 |
| 9 | 77 | Ir | 192.2 | Iridium | $[Xe]4f^{14}5d^76s^2$ | 2,3,4,6 | 2.2 | 136 | (+4)63 | 1.57 | 9.1 |
| 10 | 78 | Pt | 195.1 | Platinum | $[Xe]4f^{14}5d^96s^1$ | 2,4 | 2.2 | 139 | (+4)63 | 2.13 | 9.0 |
| 11 | 79 | Au | 197.0 | Gold | $[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^1$ | 3,1 | 2.4 | 144 | (+3)85 | 2.31 | 9.23 |
| 12 | 80 | Hg | 200.6 | Mercury | $[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^2$ | 2,1 | 1.9 | 150 | (+2)102 | Unstable Anion | 10.44 |
| 13 | 81 | Tl | 204.4 | Thallium | $[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^2p^1$ | 3,1 | 1.8 | 170 | (+1)159 | 0.2 | 6.11 |
| 14 | 82 | Pb | 207.2 | Lead | $[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^2p^2$ | 4,2 | 1.8 | 175 | (+2)119 | 0.36 | 7.42 |
| 15 | 83 | Bi | 209.0 | Bismuth | $[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^2p^3$ | 3,5 | 1.9 | 155 | (+3)103 | 0.95 | 7.29 |
| 16 | 84 | Po | 209∵ | Polonium | $[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^2p^4$ | 4,2 | 2.0 | 118 | (+4)– | 1.9 | 8.42 |
| 17 | 85 | At | 210∵ | Astatine | $[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^2p^5$ | ±1,3,5,7 | 2.2 | – | – | 2.8 | – |
| 18 | 86 | Rn | 222∵ | Radon | $[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^2p^6$ | – | – | – | – | Unstable Anion | 10.75 |
| 1 | 87 | Fr | 223∵ | Francium | $[Rn]7s^1$ | 1 | 0.7 | – | – | 0.46 | – |
| 2 | 88 | Ra | 226∵ | Radium | $[Rn]7s^2$ | 2 | 0.9 | – | (+2)162 | – | 5.28 |
| 3 | 89 | Ac | 227∵ | Actinium | $[Rn]6d^17s^2$ | 3 | 1.1 | 188 | (+3) - | – | 5.17 |

| Group | Atomic No. | Symbol | Atomic Weight | Name | Electron Configuration | Discovery | Place |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 104 | Rf | 261∵ | Rutherfordium | $[Rn]5f^{14}6d^27s^2$ | disc.1964 | |
| 5 | 105 | Db | 262∵ | Dubnium | $[Rn]5f^{14}6d^37s^2$ | disc.1967 | |
| 6 | 106 | Sg | 266∵ | Seaborgium | $[Rn]5f^{14}6d^47s^2$ | disc.1974 | |
| 7 | 107 | Bh | 264∵ | Bohrium | $[Rn]5f^{14}6d^57s^2$ | disc.1981 | |
| 8 | 108 | Hs | 269∵ | Hassium | $[Rn]5f^{14}6d^67s^2$ | disc.1984 | |
| 9 | 109 | Mt | 268∵ | Meitnerium | $[Rn]5f^{14}6d^77s^2$ | disc.1982 | |
| 10 | 110 | Ds | 281∵ | Darmstadtium | $[Rn]5f^{14}6d^97s^1$ | | Darmstats, Germany |
| 11 | 111 | Uuu | 272∵ | Unununium | | disc.1994 | Darmstats, Germany |
| 12 | 112 | Uub | 277∵ | Ununbium | | disc.1996 | Darmstats, Germany |
| 13 | 113 | Uut | 284 | Ununtrium | | disc.2004 | Dubna, Russia |
| 14 | 114 | Uuq | 289∵ | Ununquadium | | disc.1999 | Dubna, Russia |
| 15 | 115 | Uup | 288 | Ununpentium | | disc.2004 | Dubna, Russia |
| 16 | 116 | ? | ? | Not discovered | | - | - |
| 17 | 117 | ? | ? | Not discovered | | - | - |
| 18 | 118 | ? | ? | Not discovered | | - | - |

ALKALI METALS

ALKALINE EARTH METALS

HALOGENS

NOBLE GASES

**LANTHANIDE SERIES**

| Atomic No. | Symbol | Atomic Weight | Name | Electron Configuration | Oxidation States | Electroneg. | Atomic Radius | Ionic Radius | Electron Affinity | 1st Ion. Pot. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 58 | Ce | 140.1 | Cerium | $[Xe]4f^15d^16s^2$ | 3,4 | 1.12 | 183 | (+3)114 | – | 5.54 |
| 59 | Pr | 140.9 | Praseodymium | $[Xe]4f^36s^2$ | 3,4 | 1.13 | 182 | (+3)113 | – | 5.46 |
| 60 | Nd | 144.2 | Neodymium | $[Xe]4f^46s^2$ | 3 | 1.14 | 181 | (+3)114 | – | 5.53 |
| 61 | Pm | 145∵ | Promethium | $[Xe]4f^56s^2$ | 3 | – | 181 | (+3)109 | – | 5.55 |
| 62 | Sm | 150.4 | Samarium | $[Xe]4f^66s^2$ | 3,2 | 1.17 | 180 | (+3)108 | – | 5.64 |
| 63 | Eu | 152.0 | Europium | $[Xe]4f^76s^2$ | 3,2 | – | 199 | (+3)107 | – | 5.67 |
| 64 | Gd | 157.3 | Gadolinium | $[Xe]4f^75d^16s^2$ | 3 | 1.20 | 179 | (+3)105 | – | 6.15 |
| 65 | Tb | 158.9 | Terbium | $[Xe]4f^96s^2$ | 3,4 | – | 176 | (+3)118 | – | 5.86 |
| 66 | Dy | 162.5 | Dysprosium | $[Xe]4f^{10}6s^2$ | 3 | 1.22 | 175 | (+3)103 | – | 5.94 |
| 67 | Ho | 164.9 | Holmium | $[Xe]4f^{11}6s^2$ | 3 | 1.23 | 174 | – | – | 6.02 |
| 68 | Er | 167.3 | Erbium | $[Xe]4f^{12}6s^2$ | 3 | 1.24 | 173 | (+3)100 | – | 6.11 |
| 69 | Tm | 168.9 | Thulium | $[Xe]4f^{13}6s^2$ | 3,2 | 1.25 | 173 | (+3)109 | – | 6.18 |
| 70 | Yb | 173.0 | Ytterbium | $[Xe]4f^{14}6s^2$ | 3,2 | – | 194 | (+3)99 | – | 6.25 |
| 71 | Lu | 175.0 | Lutetium | $[Xe]4f^{14}5d^16s^2$ | 3 | 1.0 | 172 | (+3)98 | – | 5.43 |

**ACTINIDE SERIES**

| Atomic No. | Symbol | Atomic Weight | Name | Electron Configuration | Oxidation States | Electroneg. | Atomic Radius | Ionic Radius | Electron Affinity | 1st Ion. Pot. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 90 | Th | 232.0 | Thorium | $[Rn]6d^27s^2$ | 4 | 1.3 | 180 | (+4)94 | – | 6.08 |
| 91 | Pa | 231.0 | Protactinium | $[Rn]5f^26d^17s^2$ | 5,4 | 1.5 | 161 | (+5)78 | – | 5.89 |
| 92 | U | 238.0 | Uranium | $[Rn]5f^36d^17s^2$ | 6,5,4,3 | 1.7 | 139 | (+6)73 | – | 6.19 |
| 93 | Np | 237∵ | Neptunium | $[Rn]5f^46d^17s^2$ | 6,5,4,3 | 1.3 | – | (+5)75 | – | 6.27 |
| 94 | Pu | 244∵ | Plutonium | $[Rn]5f^67s^2$ | 6,5,4,3 | 1.3 | 151 | (+4)86 | – | 6.06 |
| 95 | Am | 243∵ | Americium | $[Rn]5f^77s^2$ | 6,5,4,3 | – | 131 | (+3)98 | – | 5.99 |
| 96 | Cm | 247∵ | Curium | $[Rn]5f^76d^17s^2$ | 3 | – | – | (+3)97 | – | 6.02 |
| 97 | Bk | 247∵ | Berkelium | $[Rn]5f^97s^2$ | 4,3 | – | – | (+3)96 | – | 6.23 |
| 98 | Cf | 251∵ | Californium | $[Rn]5f^{10}7s^2$ | 3 | – | – | (+3)95 | – | 6.30 |
| 99 | Es | 252∵ | Einsteinium | $[Rn]5f^{11}7s^2$ | 3 | – | – | – | – | 6.42 |
| 100 | Fm | 257∵ | Fermium | $[Rn]5f^{12}7s^2$ | 3 | – | – | – | – | 6.50 |
| 101 | Md | 258∵ | Mendelevium | $[Rn]5f^{13}7s^2$ | 3,2 | – | – | – | – | 6.58 |
| 102 | No | 259∵ | Nobelium | $[Rn]5f^{14}7s^2$ | 3,2 | – | – | – | – | 6.65 |
| 103 | Lr | 262∵ | Lawrencium | $[Rn]5f^{14}6d^17s^2$ | 3 | – | – | – | – | – |



ISBN 142320003-9



$4.95 U.S. / $7.50 CAN
**REFERENCE:** CRC Handbook of Chemistry and Physics • 81st edition, 2000-2001
**CONTENT ADVISOR:** Mark Jackson, PhD Chemistry Professor - Florida Atlantic University
**DESIGN / LAYOUT:** John Ford, CEO -
Customer Hotline # 1.800.230.9522
March 2005

QuickStudy

# Physical Properties

## NATURAL FORM

solid - for solid, most stable crystal form
liquid
gas

cubic = SIMPLE CUBIC, bcc = BODY CENTERED CUBIC fcc = FACE CENTERED CUBIC;
hex = HEXAGONAL; ortho = ORTHOHOMBIC; rhom = RHOMBOHEDRAL;
tetra = TETRAGONAL mono = MONOCLINIC; – = unknown

## DENSITY

Solid, liquid: g/cm³ (20°C and 1atm)
gas: g/liter (0°C and 1atm)

## ENTHALPY OF VAPORIZATION

kJ/mole
Liquid → Gas $\Delta H_{vap}$ at boiling point

References: CRC; The Elements, 3rd ed., J. Emsley, 1998

## BOILING POINT

°C and 1atm; Liquid ↔ Gas
sp = sublimation point

## ENTHALPY OF FUSION

kJ/mole
Solid → Liquid $\Delta H_{fus}$ at Melting point

## MELTING POINT

°C and 1atm; Solid ↔ Liquid
tp = triple point

## SPECIFIC HEAT CAPACITY

J/(g K) (at 25°C and 1atm)

## THERMAL CONDUCTIVITY

W/(cm K) (at 25°C and 1atm, W = watt)

## ELEMENTAL ABUNDANCE IN THE EARTH'S CRUST

mg of element per kg of crust

1. Oxygen
2. Silicon
3. Aluminum
4. Iron
5. Calcium
6. Sodium
7. Magnesium
8. Potassium
9. Titanium
10. Hydrogen



QuickStudy

# Chemical Properties & Common Uses

**M = Generic symbol for element in compound; E = Element raw material form; A = Alloy, blend or mixture; C = Compound; Bold = Most Important Use**

### 1 Alkali metals; compounds with M(1+) valences

**Cs** Cesium
E - Photoelectric cells
E - Atomic clocks, infrared lamps

**Rb** Rubidium
E - Photoelectric cells
E - Vacuum tubes, heart research

**K** Potassium
C - Fertilizer, glass, lenses
C - Matches, gunpowder, salt substitute

**Na** Sodium
E - Street lights A - Nuclear reactor coolant, batteries C - Salt, soda, glass

**Li** Lithium
E - Pacemaker Batteries
A - Lubricant additive, alloys used in space
C - Glass & pharmaceuticals

**H** Hydrogen — $H_2$
H(1+) **compounds**,
acids: metal hydrides H(1-)
E - Rocket fuel, hydrogenation of fats
E - Petroleum desulfurization, $H_2O$, ammonia

### 2 Alkaline earth metals; compounds with M(2+) valences

**Ba** Barium
A - Sparkplugs, vacuum tubes
C - Fireworks, flourescent lamps

**Sr** Strontium
C - Nuclear batteries in bouys
V - Fireworks, phosphorescent paint

**Ca** Calcium
E - Metallurgy A-Cable insulation, batteries
C - Fertilizer, concrete, plaster of Paris

**Mg** Magnesium
E - Flashbulbs A-Airplanes, racing bikes
C - Fireplace bricks, pigments, fillers

**Be** Beryllium
E - X-ray tube windows
A - Watch springs, sparkfree tools

### 3 Metal; compounds and ligand complexes M(3+)

**La** Lanthanum

**Y** Yttrium
C - Color TV screens, radar, lasers
C - Camera lenses, fireproof bricks

**Sc** Scandium
E - Leak detectors, A - Space industry materials C - Seed germinating agents

### 4 Metal; compounds: M(2+...4+); ligand complexes: M(1-,0,1+)

**Hf** Hafnium
E - Nuclear submarines
E - Controls nuclear reactors
E - Gas scavenger in vacuum tubes

**Zr** Zirconium
E - Nuclear fuel rods, catalytic converters
A - Percussion caps
C - Furnace bricks

**Ti** Titanium titanate $TiO_4(4-)$ metatitanate $TiO_3(2-)$
E - Heat exchanger A - Airplane motors
A - Bone pins C - Pigments for paint/paper

### 5 Metal; compounds: M(2+...5+); ligand complexes: M(1-,0,1+)

**Ta** Tantalum
E - Condensers
A - **Weights**, cutting tools
E - Vacuum tube filaments

**Nb** Niobium
A - Cutting tools, pipelines
A - Super magnets, welding rods

**V** Vanadium
vanadate $VO_4(3-)$
E - Construction materials, tools
E - Springs, jet engines

### 6 Metal; compounds: M(2+...6+); ligand complexes: M(2-...1+)

**W** Tungsten
tungstate $WO_4(2-)$
E - **Lamp filaments**, TV, welding electrodes
A - Rocket nozzles
C - Cutting & boring tools

**Mo** Molybdenum
molybdate $MoO_3$, $MoO_4(2-)$
dimolybdate $Mo_2O_7(2-)$
Mo-cyanate $Mo\text{-}CN_8(4-)$
E - **Filament in electric heaters**
A - Rocket motors C - Lubricant

**Cr** Chromium
chromate $CrO_4(2-)$
dichromate $Cr_2O_7(2-)$
E - **Plating for car parts**
A - Tools, knives C - Camouflage paint
C - Stereo, video tape, lasers

### 7 Metal; compounds: M(1+...7+); ligand complexes: M(3-...1+)

**Re** Rhenium
tungstate $WO_4(2-)$
A - Oven filaments, electrodes, jewelry
A - Plating, thermocouples

**Tc** Technetium
synthetic
E - Radiation source for medical research

**Mn** Manganese
permanganate $MnO_4(1-)$
A - Tools, axles, steel for rail switches
C - Safes, plows, batteries

### 8 Metal; compounds: M(1+...8+); ligand complexes: M(2-...1+)

**Os** Osmium
A - Fountain pen points, compass needles, clock bearings, decorations

**Ru** Ruthenium
E - Eye treatment, thickness meters for egg shells
A - Fountain pen point, electrical contacts

**Fe** Iron
Fe-cyanate $Fe(CN)_6$(3-and4-)
ferrate $FeO_4(2-)$
A - Bikes,cars, bridges, magnets, machines
C - Nails, tools, tin cans

### 9 Metal; compounds: M(2+...6+); ligand complexes: M(2-...1+)

**Ir** Iridium
E - Cancer irradiation
A - Hypodermic needles, helicopter spark plugs, standard one-meter bar

**Rh** Rhodium
rhenate $ReO_4(1-)$
E - **Headlight reflectors**, telephone
E - Relays, fountain pen points
A - Airplane spark plugs

**Co** Cobalt
cobaltate $CoO_4$(4- 3-)
Co-cyanate $Co(CN)_6$ (3- and 4-)
E - Gamma radiation A - Permanent magnet
A - **Razor blades** C - Catalytic converter

### 10 Metal; compounds: M(1+...6+); ligand complexes: M(1-,0,1+)

**Pt** Platinum
E - Crucibles, nitric acid production
A - Dental crowns C - Anti-tumor agent

**Pd** Palladium
E - Catalytic converters, hydrogen seperation A - Dental crowns, tel. relays

**Ni** Nickel
E - Coins A-Knives, forks, spoons
E - White gold C-Rechargeable batteries

### 11 Metal; compounds: M(1+...3+); ligand complexes: M(1-,0,1+)

**Au** Gold
E - Precious metal A - Jewelry
A - Electrical contacts, dental crowns

**Ag** Silver
E - Mirror, batteries; A - Silverware
C - Photograph film and paper

**Cu** Copper
E - Cable, wire A - Pennies, bells
A - Bronze sculpture, Statue of Liberty

### 12 Metal; compounds and ligand complexes: M(2+)

**Hg** Mercury $Hg_2(2+)$
E - Barometers,thermometers, street lights A -Dental fillings C -Seed protection

**Cd** Cadmium
E -Rechargeable batteries A- Nuclear reactor regulator C -Red/yellow pigments

**Zn** Zinc
E - Anti-corrosion coating, batteries
A -Water/gas valves C -White rubber pigment

### 13 Metal; compounds and ligand complexes: M(1+...3+)

**Tl** Thallium
E - Thermometer filling
C - Insecticides, infrared detectors
C - Heart muscle research

**In** Indium
E - Solar cells, mirrors
A - Regulator in nuclear power
C - Photo cells, transistors
C - Blood and lung research

**Ga** Gallium
E - Quartz thermometers
C - Computer memory, transistors laser
C - Laser diodes, used to locate tumors

**Al** Aluminum
E - Window frames, doorknobs, tube
E - Cable, foil, fireworks, flashbulbs
A - Cars, rockets, planes

**B** Boron — metalloid
B(2+,3+,3-)
compounds: borates ($BO_4$, $BO_3$)
tetraborates $B_4O_7(2-)$, boranes, borides
C - Tennis rackets, regulator in nuclear plants, heat resistant glass, eye disinfectant

### 14 Metal; compounds and ligand complexes: M(2+,4+)

**Pb** Lead — metal
E - Radiation protection
A - Batteries, roof coverings, solders
A - Ammunition C - Gas additives

**Sn** Tin — metal
hydroxy stannate $Sn(OH)_6(-2)$
A - Cups, plates, coins, organ pipes
C - Opalescent glass, enamel

**Ge** Germanium — metalloid
germanate $GeO_2(2-)$ $GeO_3(2-)$
E - Infrared prisms, reflector in projectors
E - Wide angle lenses A - Dentistry

**Si** Silicon — metalloid
silicates $SiO_4(-4)$ silanes (Si-hydrides) Si(4-) silicides silicic acid $H_4SiO_4$
E - Microchips, solar cells C - Tools
C - Quartz, cement, glass, grease, oils

**C** Carbon
C(2+,4+,4-) carbonate $CO_3(2-)$
bicarbonate $HCO_3(1-)$, acetate $C_2H_3O_2(1-)$
oxalate $C_2O_4(2-)$, carbides (4-)
E - Pencils, diamonds, steel, controls nuclear reaction
E - Tire colorant
C - Plastics, life

### 15 Solid; compounds: M(3+,5+,3-)

**Bi** Bismuth
E - Catalyst in rubber production
A - Fuses, sprinklers
C - Glass, ceramics

**Sb** Antimony
A - Solder, bearings, lead batteries
C - Mascara, infrared detectors

**As** Arsenic
arsenide (3-)
E - Shotgun pellets
A - Metal for mirrors
C - Glass, lasers
C - Light-emmiting diodes=LED

**P** Phosphorus
phosphide (3-)
phosphate ($PO_4$(-3)
phosphoric acid $H_3PO_4$
E - Fireworks, matches C - Pesticides
C - Fertilizer, detergents, toothpaste

**N** Nitrogen — $N_2$ gas
N(3-...5+); ammonium $NH_4(1+)$
cyanide CN(1-) nitrate $NO_3(1-)$
nitrite $NO_2(1-)$ nitride N(3-) oxides - NOx
azide $N_3(1-)$ diimide $N_2(2-)$ amide $NH_2(1-)$
acid: nitric $HNO_3$ nitrous $HNO_2$
E - Cryogenic surgery, liquid coolant, ammonia production
C - Rocket fuel

### 16 Solid; compounds: M(2+,4+,6+,2-)

**Po** Polonium ☢ — metal
E - **Nuclear batteries**, neutron source
E - Antistatic agents, film cleaner

**Te** Tellurium — metalloid
tellurate $TeO_4(2-)$
E - **Vulcanization of rubber**, percussion caps, battery plate protector
A - Electric resistors

**Se** Selenium
Selenides Se(2-)
selenate $SeO_4(2)$
acids of SeOx
E - **Light meters**, copy machines, solar cells
C - Anti-dandruff shampoo

**S** Sulfur — solid
sulfide S(2-) sulfate $SO_4(2-)$ sulfite $SO_3(2-)$
thiosulfate $S_2O_3(2-)$ thio...(S added or subst. for an O)
acids: sulfuric $H_2SO_4$, sulfurous $H_2SO_3$
E - Matches, fireworks, batteries, vulcanization of rubber
C - **Permanent wave lotion**

**O** Oxygen o(2-,1-) — $O_2$ gas
ozone $O_3$ oxide (2-)
peroxide $O_2(2-)$
hydroxide OH(1-)
E - Combustion, steel production
E - Water purification
C - Sand, water, cement

### 17 Halogens, X2, compounds: M(1-), Halide (1-), Acid=HX

**At** Astinate ☢ — metalloid
E, A, C - Seldom found in nature

**I** Iodine — $I_2$ solid
acid: HI, iodide(1-)
iodate $IO_3(1-)$
periodate $IO_4(1-)$
E - Disinfectant, halogen lamps
C - Ink pigments, salt additive

**Br** Bromine — $Br_2$ liquid
acid: HBr
bromides Br(1-)
bromate $BrO_3(1-)$
C - Photographic film, tear gas
C - fire retardants, disinfectant

**Cl** Chlorine — $Cl_2$ gas
chloride Cl(1-) chlorate $ClO_3(1-)$
chlorite ClO2(1-) hypochlorite ClO(1-)
perchlorate ClO4(1-) acid: hydrochloric HCl,
perchloric $HClO_4$, chloric $HClO_3$
E - Water purification
C - Bleach, hydrochloric acid, PVC plastics, stain removers

**F** Fluorine — $F_2$ gas
fluoride(1-) acid: HF
hydrofluoric, oxyfluorides-halofluorides
C - Toothpaste additives, teflon
C - Uranium enrichment
C - Refrigerator coolants

### 18 Noble Gases; not reactive; unstable low temperature complexes

**Rn** Radon ☢
E - Earthquake prediction, health threat in homes built on granite

**Xe** Xenon — Forms compounds with F
E - UV lamps, sun lamps, electronic flashes, projection lamps, paint testers

**Kr** Krypton
E - **Flourescent bulbs**, flashbulbs
E - UV lasers, wavelength standard

**Ar** Argon
E - Light bulbs, gas discharge tubes lasers
E - Geiger counters, welding blanket gas

**Ne** Neon
E - Neon lights, fog lamps, TV tubes
E - Lasers, voltage detectors

**He** Helium
E - Balloons, blimps, lasers
E - Diving bell atmosphere, leak detectors
E - Nuclear power plant coolant

## MAJOR NATURAL ISOTOPES WITH % OF OCCURRENCE

Isotopes have the same number of protons, but different numbers of neutrons. Isotopes not listed are radioactive or synthetic.

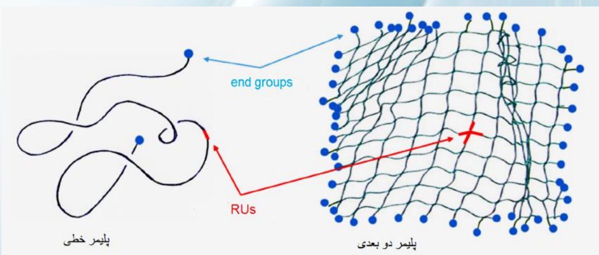
**H** 1 - 99.98%; 2 - 0.02%
**He** 4 - ~100%
**Li** 6 - 7.5%; 7 - 92.5%
**Be** 9 - 100%
**B** 10 - 19.9%; 11 - 80.1%
**C** 12 - 98.9%; 13 - 1.1%
**N** 14 - 99.63%; 15 - 0.37%
**O** 16 - 99.8%; 18 - 0.2%
**F** 19 - 100%
**Ne** 20 - 90.5%; 21 - 0.3%; 22 - 9.3%
**Na** 23 - 100%
**Mg** 24 - 79.0%; 25 - 10.0%; 26 - 11.0%
**Al** 27 - 100%
**Si** 28 - 92.2%; 29 - 4.7%; 30 - 3.1%
**P** 31 - 100%
**S** 32 - 95.0%; 33 - 0.8%; 34 - 4.2%
**Cl** 35 - 75.8%; 37 - 24.2%
**Ar** 36 - 0.3%; 40 - 99.6%
**K** 39 - 93.3%; 41 - 6.7%
**Ca** 40 - 96.9%; 42 - 0.7%; 44 - 2.1%
**Sc** 45 - 100%
**Ti** 46 - 8.0%; 47 - 7.3%; 48 - 73.8%; 49 - 5.5%; 50 - 5.4%
**V** 50 - 0.3%; 51 - 99.7%
**Cr** 50 - 4.4%; 52 - 83.8%; 53 - 9.5%; 54 - 2.4%
**Mn** 55 - 100%
**Fe** 54 - 5.9%; 56 - 91.7%; 57 - 2.1%
**Co** 59 - 100%
**Ni** 58 - 68.1%; 60 - 26.2%; 61 - 1.1%; 62 - 3.6%; 64 - 0.9%
**Cu** 63 - 69.2%; 65 - 30.8%
**Zn** 64 - 48.6%; 66 - 27.9%; 67 - 4.1%; 68 - 18.8%
**Ga** 69 - 60.1%; 71 - 39.9%
**Ge** 70 - 21.2%; 72 - 27.7%; 73 - 7.7%; 74 - 35.9%; 78 - 7.4%
**As** 75 - 100%
**Se** 74 - 0.9%; 76 - 9.4%; 77 - 7.6%; 78 - 23.8%; 80 - 49.6%; 82 - 8.7%
**Br** 79 - 50.7%; 81 - 49.3%
**Kr** 80 - 2.3%; 82 - 11.6%; 83 - 11.5%; 84 - 57.0%; 86 - 17.3%
**Rb** 85 - 72.2%; 87 - 27.8%
**Sr** 86 - 9.9%; 87 - 7.0%; 88 - 82.6%
**Y** 89 - 100%
**Zr** 90 - 51.5%; 91 - 11.2%; 92 - 17.2%; 94 - 17.4%; 96 - 2.8%
**Nb** 93 - 100%
**Mo** 92 - 14.8%; 94 - 9.3%; 95 - 15.9%; 96 - 16.7%; 97 - 9.6%; 98 - 24.1%; 100 - 9.6%
**Tc** ☢ 93 - synthetic
**Ru** 96 - 5.5%; 98 - 1.9%; 99 - 12.7%; 100 - 12.6%; 101 - 17.1%; 102 - 31.6%; 104 - 18.6%
**Rh** 103 - 100%
**Pd** 102 - 1.02%; 104 - 11.1%; 105 - 22.3%; 106 - 27.3%; 108 - 26.5%; 110 - 11.7%
**Ag** 107 - 51.8%; 109 - 48.2%
**Cd** 106 - 0.9%; 108 - 0.9%; 110 - 12.5%; 111 - 12.8%; 112 - 24.1%; 113 - 12.2%; 114 - 28.7%; 116 - 7.5%
**In** 113 - 4.3%; 115 - 95.7%
**Sn** 112 - 1.0%; 116 - 14.5%; 117 - 7.7%; 118 - 24.2%; 119 - 8.6%; 120 - 32.6%; 122 - 4.6%; 124 - 5.8%
**Sb** 121 - 57.4%; 123 - 42.6%
**Te** 122 - 2.6%; 123 - 0.9%; 124 - 4.8%; 125 - 7.1%; 126 - 18.9%; 128 - 31.7%; 130 - 33.9%
**I** 127 - 100%
**Xe** 128 - 1.9%; 129 - 26.4%; 130 - 4.1%; 131 - 21.2%; 132 - 26.9%; 134 - 10.4%; 136 - 8.9%
**Cs** 133 - 100%
**Ba** 134 - 2.4%; 135 - 6.6%; 136 - 7.9%; 137 - 11.2%; 138 - 71.7%
**La** 138 - 0.1%; 139 - 99.9%
**Ce** 140 - 88.4%; 142 - 11.1%
**Pr** 141 - 100%
**Nd** 142 - 27.1%; 143 - 12.2%; 144 - 23.8%; 145 - 8.3%; 146 - 17.2%; 148 - 5.8%; 150 - 5.6%
**Pm** ☢ 145 - synthetic
**Sm** 144 - 3.1%; 147 - 15.0%; 148 - 11.3%; 149 - 13.8%; 150 - 7.4%; 152 - 26.7%; 154 - 22.7%
**Eu** 151 - 47.8%; 153 - 52.2%
**Gd** 154 - 2.2%; 155 - 14.8%; 156 - 20.5%; 157 - 15.7%; 158 - 24.8%; 160 - 21.9%
**Tb** 159 - 100%
**Dy** 160 - 2.3%; 161 - 18.9%; 162 - 25.5%; 163 - 24.9%; 164 - 28.2%
**Ho** 165 - 100%
**Er** 164 - 1.6%; 166 - 33.6%; 167 - 23.0%; 168 - 26.8%; 170 - 14.9%
**Tm** 169 - 100%
**Yb** 170 - 3.1%; 171 - 14.3%; 172 - 21.9%; 173 - 16.1%; 174 - 31.8%; 176 - 12.7%
**Lu** 175 - 97.4%; 176 - 2.6%
**Hf** 176 - 5.2%; 177 - 18.6%; 178 - 27.3%; 179 - 13.6%; 180 - 35.1%
**Ta** 180 - 0.01%; 181 - 99.99%
**W** 182 - 26.3%; 183 - 14.3%; 184 - 30.7%; 186 - 28.6%
**Re** 185 - 37.4%; 187 - 62.6%
**Os** 186 - 1.6%; 187 - 1.6%; 188 - 13.3%; 189 - 16.1%; 190 - 26.4%; 192 - 41.0%
**Ir** 191 - 37.3%; 193 - 62.7%
**Pt** 194 - 32.9%; 195 - 33.8%; 196 - 25.3%; 198 - 7.2%
**Au** 197 - 100%
**Hg** 198 - 10.0%; 199 - 16.9%; 200 - 23.1%; 201 - 13.2%; 202 - 29.9%; 204 - 6.9%
**Tl** 203 - 29.5%; 205 - 70.5%
**Pb** 204 - 1.4%; 206 - 24.1%; 207 - 22.1%; 208 - 52.4%
**Bi** 209 - 100%
**Po** ☢ 209 - 100%
**At** ☢ 210 - 100%
**Rn** ☢ 222 - 100%
**Fr** ☢ 223 - 100%
**Ra** ☢ 226 - 100%
**Ac** ☢ 227 - 100%
**Th** ☢ 232 - 100%
**Pa** ☢ 231 - 100%
**U** ☢ 235 - 0.7%; 238 - 99.3%

Elements > #92 are synthetic and radioactive

# پلیمرهای دو بعدی

سایه شکوری

اصطلاح پلیمر از دو واژه ی یونانی polý به معنای بسیار و m´eros به معنای بخش تشکیل شده است که نشان دهنده ی ساختار مولکولی تکرار شونده آنها می باشد. همانطور که در شکل ۱ میبینیم ، پلیمرهای دو بعدی دارای یک ساختار مولکولی می باشد که شامل: واحدهای تکرار شونده (RU) وگروه های انتهایی می باشند.صرف نظر از ابعاد پلیمرها، گروه های انتهایی و واحد های تکرار شونده ، دو ویژگی ساختاری مولکول های پلیمر می باشد. از نظرتوپولوژی ، پلیمرهای خطی ، ساختار یک بعدی دارند. با حرکت از یک بعد به دو بعد میتوان به مورفولوژی سطحی از جمله: غشاهای متخلخل، افزایش سطح و افزایش خواص الکترونیکی دست یافت.

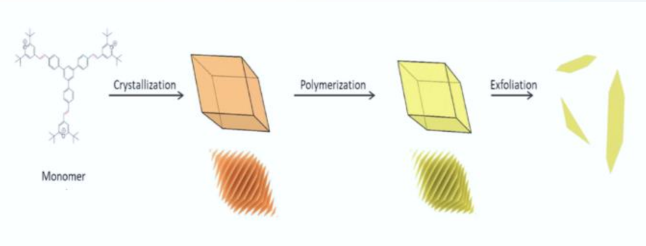



شکل ۱- طرح هایی از پلیمر خطی و دو بعدی همراه با نمایش گروه های انتهایی و واحدهای تکرار شونده

## روش های سنتز

در دسترس بودن مونومرها ، دسترسی راحت به تک لایه ها و آزاد بودن در انتخاب اندازه تک لایه ها از مواردی هستند که در سنتز پلیمرهای دو بعدی در نظر گرفته می شوند. در اینجا ما دو روش برجسته در سنتز پلیمرهای دو بعدی را بررسی میکنیم.

۱- تک کریستال به تک کریستال[1]: این روش مبتنی بر پلیمریزاسیون توپوشیمیایی [2] مونومرهاست که تک کریستال ها از قبل سازمان دهی شده اند. هر لایه درون کریستال از مونومر ها تشکیل شده است که در کنار یکدیگر قرار گرفته اند و آماده پلیمریزاسیون هستند. تشکیل پیوند هنگام پلیمریزاسیون ممکن است موجب انقباض فواصل وان دروالس شودو مهم است که مونومرها طوری طراحی شوند که از تشکیل ترک بدلیل انقباضات[3] در کریستال جلوگیری شود. پس از دستیابی به محصول پلیمری در پایان واکنش ، تک لایه ها توسط تکنیک لایه برداری[4]جدا کرد. اگر مونومرهای تک کریستال بتوانند تبدیل به تک بلورهای پلیمری شود و جداسازی لایه ها بدون از دست دادن اندازه ی لایه های جداگانه همراه باشد ، یک سنتز ایده آل با این روش انجام داده ایم. وجود نقص هایی از جمله : دوقلویی شدن[5] و حفره ها درون یک تک کریستال می توانند مانع از یک سنتز ایده آل پلیمرهای دو بعدی شوند، بنابراین بهینه سازی روش تبلور مهم است. درشکل ۲، یک مونومر که دارای جایگاه های فعال الفین است به کریستال های تک لایه متبلور می شوند که هر کدام از این لایه ها نشان دهنده ی یک انباشتگی[6] فعال است. سپس این تک کریستال ها با تابش نور پلیمریزه می شوند ، بطوری که الفین ها توسط واکنش حلقه زایی-[۲+۲] به سیکلو بوتان تبدیل می شود و در مرحله ی آخر باعث ایجاد صفحات پلیمری دو بعدی تک لایه می شود.

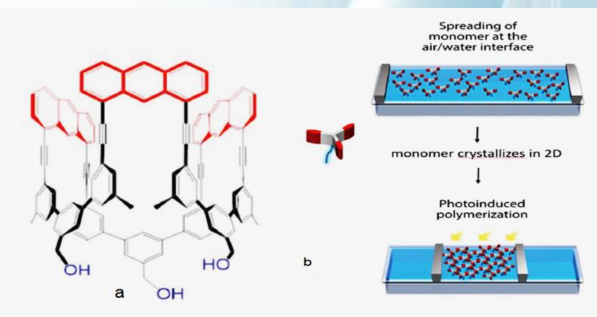



شکل ۲- سنتز پلیمرهای دو بعدی به روش تک کریستال

۲-سطح مشترک(آب/هوا): بسترهای پلی کریستالین[7] به وفور برای سنتز صفحات آلی از طریق جذب فیزیکی و شیمیایی مولکول های فعال روی بسترهای جامد استفاده شده است. سطح مایعات (مخصوصا آب) گزینه ای مناسب برای سنتز پلیمرهای دو

[1] Single crystal to single crystal
[2] Topochemical
[3] Contractions
[4] Exfoliation technique
[5] Twinning
[6] Packing
[7] Polycrystalline substrates

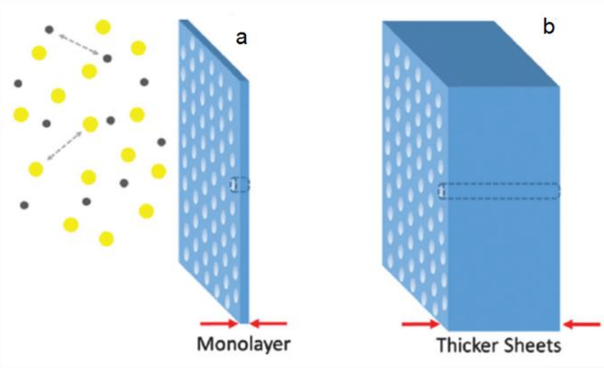
بعدی است. ماهیت آمورف آب موجب از بین رفتن مشکلاتی مثل عدم تطابق سطح با اندازه ذره مونومر می شودو همچنین کم بودن زبری[۱] سطح آب باعث فراهم آوردن مزایای منحصر به فردی می شود.در شکل ۳a یک مونومر آمفیفیلیک[۲] را نشان می دهد که دارای جهت گیری در سطح آب/هوا می باشد که در آن سه گروه هیدروکسیل در آب غوطه ور شده و واحدهای چربی دوست تقریبا در سطح مشترک قرار میگیرند. در شکل ۳b این مونومر در سطح مشترک پخش شده و در غیاب تبلور خود به خود ، مونومر در دو بعد متبلور شده و پلیمریزاسیون ناشی از تابش نور انجام می شود.




شکل ۳- : نشان دهنده ی روش سنتز پلیمرهای دو بعدی در سطح مشترک آب/هوا.a) ساختار مونومر b) شمایی از فرآیند سنتز

کاربردها: پلیمرهای دو بعدی می توانند به عنوان غشاهای فوق باریک برای جذب گاز استفاده شوند و با توجه به اینکه مونومرهایی که برای سنتز پلیمرهای دو بعدی استفاده می شوند ذاتا متخلخل هستند پس ماکرومولکول[۳]نهایی نیز متخلخل است . اندازه منافذ بستگی به ساختار مونومری دارد که به عنوان واحدهای تکرار شونده در ساختار وجود دارد. اینکه پلیمرهای دو بعدی اندازه منافذ یکارچه دارند، ویژگی منحصر به فرد سات و به عنوان کاندیدی مناسب برای کارهای غشایی است. اندازه منافذ نقش مهمی مهمی در جدا کردن[۴] دارند، به عنوان مثال اتم های هیدروژن به بازه ی زمانی ۱۰۹ سال برای نفوذ در گرافن نیازدارند ، در حالی که پروتون ها با بار مثبت، نفوذ بالایی در میان پلیمرهای دو بعدی دارند. غشاهای با ضخامت کمتر با توجه به اینکه شار[۵]گاز در سراسر غشا بیشتر است ، فرآیند جداسازی گاز سریع تر اتفاق می افتد.

درشکل ۴ دو نوع مولکول گاز با نقاط زرد و سیاه نشان داده شده است که در معرض دو غشا با ضخامت متفاوت اما منافذ یکسان قرار گرفته اند.شکل ۴a شار گاز بالا در مقایسه با ورقه های ضخیم تر b دارد که برای جداسازی سریع تر گازها مورد توجه است.




شکل ۴- تاثیر ضخامت غشا بر جداسازی گازها

از آنجایی که پلیمرهای دو بعدی متخلخل مساحت سطح ویژه بالایی دارند و سایت های فعال بیشتری را در دسترس قرار می دهند و همچنین اتم های خاصی را می توان در پلیمرهای متخلخل دو بعدی گنجاند، در نتیجه پلیمرهای متخلخل دو بعدی توجه زیادی را در حوزه الکتروکاتالیز جذب کردند. به عنوان مثال تانگ و همکارانش از ترکیب محلول های BDC,$Ni^{2+}$,$Co^{2+}$ تحت شرایط التراسونیک ، یک چارچوب دو فلزی–آلی (NiCo-UMOFN) با ضخامت تقریبا ۳ نانومتر سنتز کزدند و به عنوان الکتروکاتالیست برای واکنش تکامل اکسیژن([۶]OER) در شرایط قلیایی استفاده کردند که پتانسیل مازاد[۷] ۳mV را در ۱۰mAcm$^{-2}$ را نشان داد.

[1] Roughness
[2] Amphiphilic
[3] macromolecule
[4] Separation

[5] flux
[6] Oxygen Evolution reaction
[7] overpotential

## نتیجه گیری

به طور کلی استراتژی های بیشتری لازم است تا پلیمرهای دو بعدی جدید کشف شوند و با در نظر گرفتن ویژگی های پلیمرهای دو بعدی مثل: متخلخل بودن، مساحت سطح ویژه بالا و قابلیت تنظیم ساختار . انتظار می رود که پتانسیل خوبی در ذخیره و تبدیل انرژی هم داشته باشند.

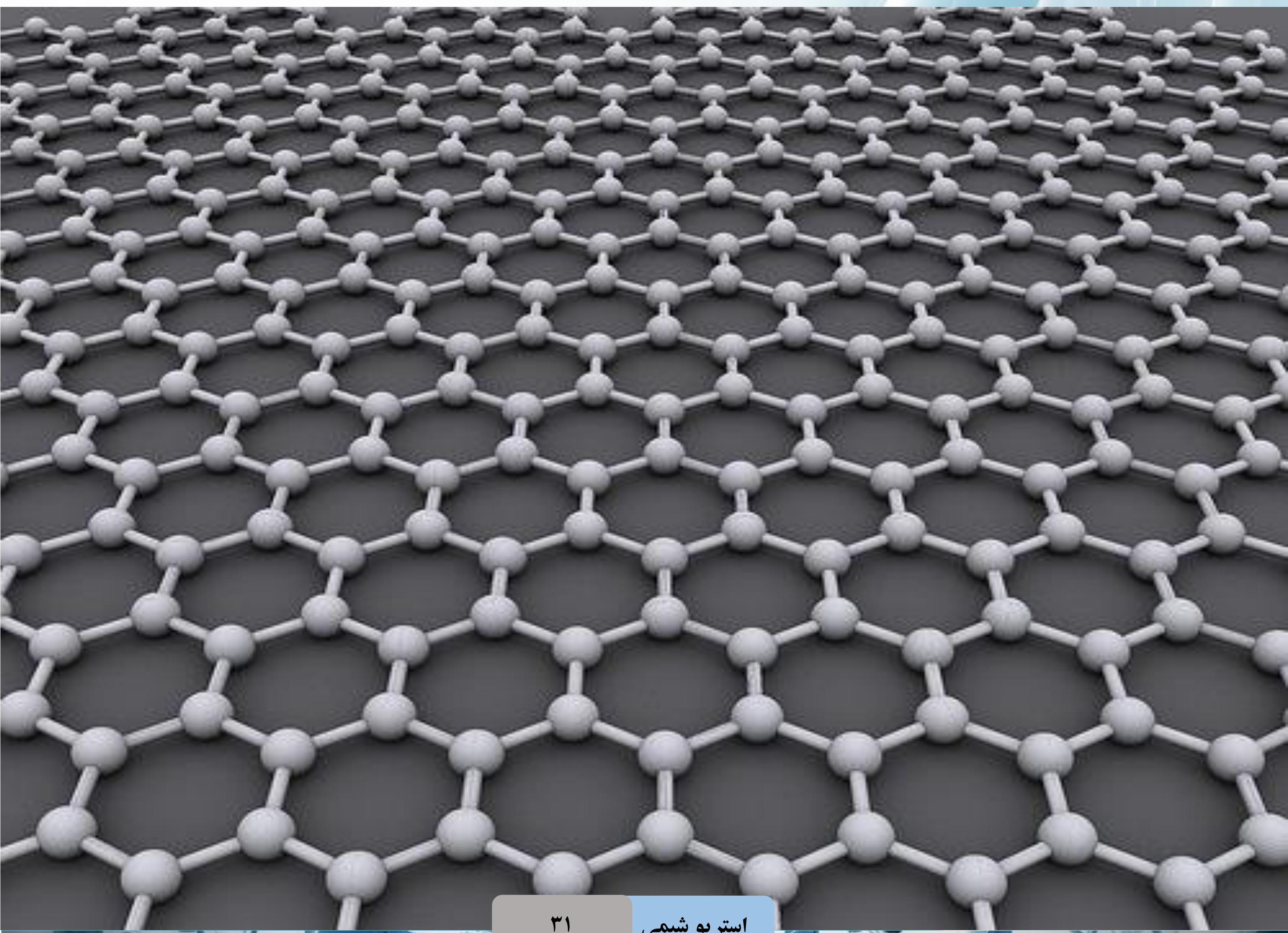
منابع:


[1]A. D. Schlüter, “Features that make macromolecules 2D polymers,” React. Funct. Polym., vol. 161, no. February, p. 104856, 2021, doi: 10.1016/j.reactfunctpolym.2021.104856.

[2]I. Edition, “Chemie,” doi: 10.1002/anie.201803456.

[3]G. Zhang, Y. Zeng, P. Gordiichuk, and M. S. Strano, “Chemical kinetic mechanisms and scaling of two-dimensional polymers via irreversible solution-phase reactions,” J. Chem. Phys., vol. 154, no. 19, 2021.

[4]J. Zhang et al., “Ice-Templated Large-Scale Preparation of Two-Dimensional Sheets of Conjugated Polymers: Thickness-Independent Flexible Supercapacitance,” ACS Nano, vol. 15, no. 5, pp. 8870–8882, 2021.

# مولیبدن دی‌سولفید

نیکتا رهگذر

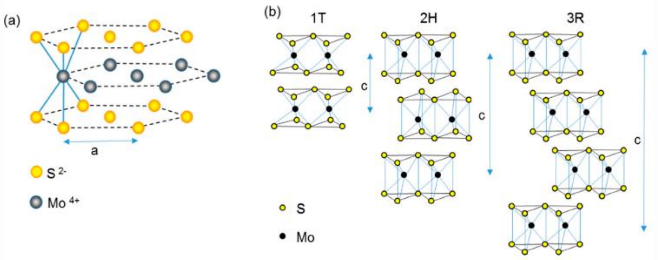
دی سولفید مولیبدن یک ترکیب معدنی است که از مولیبدن و گوگرد تشکیل شده است. فرمول شیمیایی آن $MoS_2$ است. این ترکیب به عنوان دی‌کالکوژنید فلزات واسطه طبقه‌بندی می‌شود. این ماده جامد سیاه رنگ نقره‌ای است که به عنوان کانی مولیبدنیت، سنگ معدن اصلی مولیبدن به وجود می آید. $MoS_2$ نسبتاً غیر فعال است. اسیدهای رقیق و اکسیژن بر آن تأثیر نمی گذارد. از نظر ظاهر، دی سولفید مولیبدن شبیه گرافیت است.

$MoS_2$توده‌ای یک نیمه هادی دیا مغناطیسی با فاصله باند غیرمستقیم شبیه به سیلیکون با فاصله باند ۱٫۲۳ الکترون ولت است.

دی سولفید مولیبدن عضوی از خانواده تک‌لایه‌های دی‌کالکوژنید فلزات واسطه (TMDC) است. TMDC ها به شکل MX2 هستند، در اینجا M یک فلز واسطه و X یک کالکوژن است. TMDC ها دارای ساختار شش ضلعی لایه ای هستند که هر تک لایه از سه لایه روی هم (X-M-X) تشکیل شده است و با پیوند واندروالس درون لایه ای بین اتم های S رخ می دهد. $MoS_2$ در سه ساختار کریستالی مختلف وجود دارد: فاز مثلثی (1T) ، فاز شش ضلعی (2H) ، و فاز لوزی ودرال (3R). اعداد نماینده تعداد لایه ها در سلول واحد هستند در حالی که حروف با تقارن کریستالی مطابقت دارند. فازهای 2H و 3R نیمه هادی هستند و برای دستگاه های الکترونیکی مناسب هستند. برعکس، فاز 1T فلزی، نیمه قابل تحمل است و خواص کاتالیزوری بالایی از خود نشان می دهد.

فاز 1T MoS2 را می توان به راحتی با گرم کردن آن تا دمای بیش از ۳۰۰ درجه سانتی گراد به فاز 2H تغییر داد.

در شکل 2H، هر اتم Mo به طور کووالانسی به شش اتم S و هر اتم S به سه اتم Mo پیوند دارد، همانطور که در شکل ۱ مشاهده می شود




شکل ۱ - (a) ساختار شش ضلعی لایه های S و Mo. (b) تصویر شماتیک نمای جانبی ساختارهای نوع 1T/2H/3R $MoS_2$. تعداد لایه ها در یک واحد تکرار با c نشان داده می شود.

## روش های سنتز

تک لایه $MoS_2$ دارای خواص فوتوالکتریک عالی و چشم انداز کاربردی بالقوه در زمینه زیست پزشکی است که محققان را به جستجوی مداوم روش های لایه برداری $MoS_2$ ترغیب می کند. در حال حاضر $MoS_2$ تک لایه عمدتاً به روش های فیزیکی و شیمیایی تهیه می شود. روش‌های فیزیکی مانند جداسازی مکانیکی و پالایش لیزری از نیروهای میکرومکانیکی برای جداسازی لایه‌های اتمی $MoS_2$ استفاده می‌کنند. با این حال، این روش ها زمان بر و کار فشرده هستند و برای تولید انبوه با کیفیت بالا مناسب نیستند. روش شیمیایی عمدتاً لایه برداری مایع است که به قرار دادن مولکول هایی از محلول مانند $Li^+$، $Na^+$، آلبومین سرم گاوی (BSA) و پلی وینیل پیرولیدون (PVP) بین لایه های اتمی $MoS_2$ و سپس جداسازی توسط نیروهای شیمیایی یا اامواج فراصوت صورت می گیرد.

## کاربرد

دی‌سولفید مولیبدن با ساختار لایه‌ای از خانواده دیکالکوژنهای فلزهای واسط در زمینهٔ فوتوکاتالیستی، الکتروشیمیایی و مواد میزبان بین‌لایه‌ای، کاربرد و طرفداران زیادی دارد. طی سالهای اخیر دی‌سولفید مولیبدن با اندازه‌های نانومتری برای سازه‌های

مهندسی و ساخت و سازهای نانومقیاس با روش‌های متفاوتی طراحی شده‌اند. به‌علت ویژگی‌های مربوط به اصطکاک و استحکام آن، به‌عنوان یک روان‌کننده جامد به‌طور گسترده استفاده میشود. علاوه بر این میتواند جایگزین خوبی برای سیلیکون در ترانزیستورها و رقیب سرسختی برای گرافن در کاربردهای دیگر باشد. در اینجا به برخی از کاربردهای آن می پردازیم .

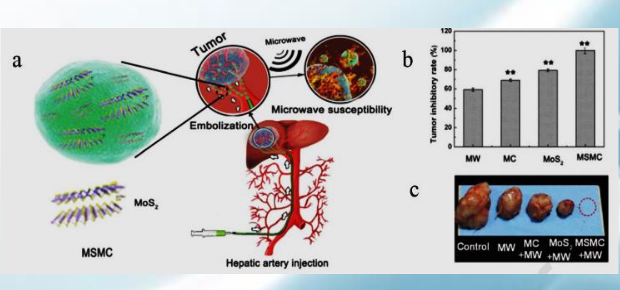
## روان‌کننده

همانطور که گفته شد به دلیل برهمکنش ضعیف واندروالسی بین ورقه‌های اتم های سولفید، $MoS_2$ ضریب اصطکاک پایینی دارد. $MoS_2$ در اندازه ذرات در محدوده ۱۰۰-۱ میکرومتر یک روان کننده خشک رایج است. جایگزین‌های کمی وجود دارد که روانکاری و پایداری بالایی را در دمای ۳۵۰ درجه سانتیگراد در محیط‌های اکسید کننده ایجاد می‌کند بنابراین این ماده در کاربردهای حیاتی مانند موتورهای هواپیما کاربرد پیدا می‌کنند. هنگامی که به پلاستیک اضافه می‌شود، $MoS_2$ یک کامپوزیت با استحکام بهبود یافته و همچنین باعث کاهش اصطکاک آن می‌شود. پلیمرهایی که ممکن است با $MoS_2$ پر شوند عبارتند از نایلون، تفلون و ... نمونه‌هایی از کاربردهای روان کننده های مبتنی بر $MoS_2$ عبارتند از موتورهای دو زمانه (مانند موتورهای موتور سیکلت)،ترمزهای دوچرخه، واکس های اسکی و گلوله ها.

## درمان سرطان

اخیراً، مایکروویو حرارتی به عنوان یک درمان جدید تومور توجه روزافزونی را در زمینه نانومواد دو بعدی در سراسر جهان به خود جلب کرده است. اساساً بر اساس جذب انرژی مایکروویو در بافت‌های پاتولوژیک برای تولید گرما است. با رسیدن به دمای معین، بافت های پاتولوژیک از بین می روند و در این صورت اثرات مایکروویو و حرارتی نیز دارای ویژگی های استریل و ضدعفونی می باشد. نانوصفحات $MoS_2$ دارای خواص جذب مایکروویو عالی هستند، که می توانند امواج مایکروویو پهنای باند را با کارایی بسیار بالا در زیر ضخامت نازک نانوصفحات جذب کنند. سطح نانو ورق $MoS_2$ دارای عیوب مانند جاهای خالی S و Mo است که همراه با سطح بزرگ خود نانوصفحه عمدتاً به عملکرد عالی جذب مایکروویو آن کمک می کند. بنابراین، نانوصفحات $MoS_2$ یک انتخاب ایده آل برای مواد جاذب مایکروویو هستند. همانطور که می دانیم، یک منبع خون بسیار غنی در اطراف ناحیه تومورها وجود دارد که منجر به دفع سریع گرما می شود. افزایش فاصله بین منبع مایکروویو و تومور نیز منجر به کاهش حرارت مایکروویو و اثر درمانی ناچیز می شود. توسعه و افزایش راندمان تبدیل گرمایش تشعشعات مایکروویو در تومورها پتانسیل زیادی برای بهبود اثر درمانی دارد. به همین دلیل، فو و همکارانش یک عامل آمبولیزاسیون مایکروویو را پیشنهاد کردند که عمدتاً نانوقرص‌های دی سولفید مولیبدن را در میکروکپسول‌های آلژینات سدیم (MSMCs) محصور می‌کرد(شکل۲-a). بر اساس تجزیه و تحلیل ترموگراویمتری، محتوای دی سولفید مولیبدن در میکروکپسول تقریباً ٪۱۲ است.

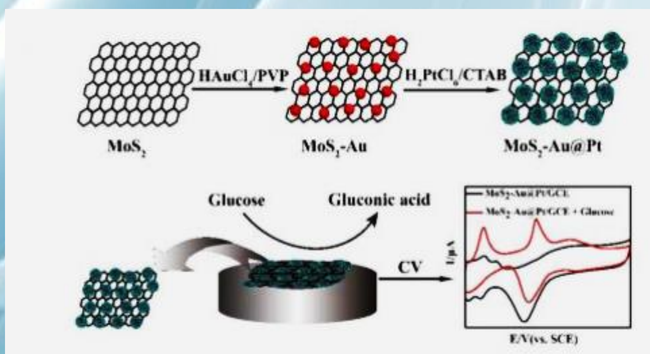
نتایج تحقیقات نشان داد که تحت تابش مایکروویو تومورهای موش‌های تزریق شده با MSMC پس از ۱ دقیقه تابش به سرعت تا دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد گرم می‌شوند و در فرآیند تابش به مدت ۵ دقیقه به ۶۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسند. پروتئین معمولاً در دمای بالاتر از ۶۰ درجه سانتیگراد می تواند به سرعت تجزیه شود. بنابراین، سلول های سرطانی تزریق شده با MSMC را می توان به طور کامل از بین برد. در مقایسه با گروه کنترل، گروه MSMC به علاوه تابش مایکروویو بالاترین نرخ مهار تومور را داشت(شکل۲-b و c). علاوه بر این، MSMC ها اثر آمبولیزاسیون قابل توجهی داشتند




شکل ۲ -a) تصویر شماتیک MSMC به عنوان یک عامل حساس به مایکروویو که برای درمان حرارتی مایکروویو استفاده می شود. اندازه تومور آناتومیک (b) و میزان مهار موش (c) در هر گروه پس از ۲۳ روز.

## سنسور

سطوح غیر طبیعی گلوکز می تواند برای سلامت انسان مضر باشد و ممکن است باعث بیماری های متابولیک مرتبط با گلوکز شود. بنابراین، تعیین دقیق، سریع و ساده گلوکز در تشخیص بالینی، صنایع غذایی و بیوتکنولوژی حیاتی است. یک روش موثر برای تشخیص گلوکز که در حال حاضر رایج است، ساخت حسگرهای زیستی مبتنی بر آنزیم، مانند حسگرهای زیستی مبتنی بر گلوکز اکسیداز یا دهیدروژناز است. فعالیت آنزیم به محیط اطراف، مانند دما، مقدار pH و رطوبت حساس است، و در نتیجه زیست حسگر آنزیم پایداری ضعیفی دارند. بنابراین، محققان با استفاده از برخی فلزات نجیب، اکسیدهای فلزی، آلیاژها و غیره به عنوان مواد کاتالیزوری به جای آنزیم‌های بیولوژیکی تثبیت شده بر روی سطح الکترود برای ساخت حسگرهای زیستی غیر آنزیمی بر اساس نانوذرات فلزی مختلف پیشنهاد کرده‌اند. از این رو، سو و همکاران یک بیوسنسور الکتروشیمیایی غیر آنزیمی مبتنی بر نانوکامپوزیت‌های ($MoS_2$-Au@Pt) $MoS_2$تزئین‌شده با هسته–پوسته Au@Pt (شکل۳). الکترود اصلاح شده با نانوکامپوزیت ($MoS_2$-Au@Pt) فعالیت الکتروکاتالیستی بسیار خوبی را برای اکسیداسیون گلوکز به دلیل عملکرد هم افزایی نانوذرات دو فلزی نشان می دهد، بنابراین می توان از آن به عنوان یک آنزیم تقلید برای تعیین حساسیت و ویژگی بالای گلوکز استفاده کرد.



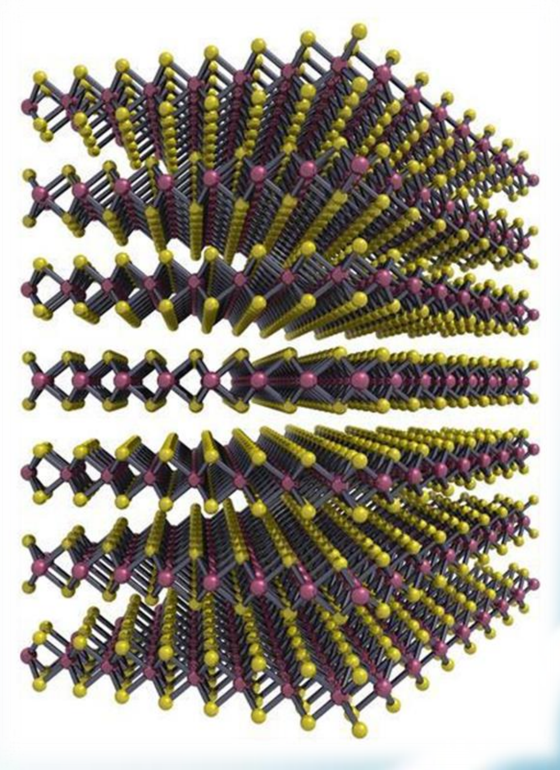

شکل ۳- شماتیک سنتز نانوکامپوزیت ($MoS_2$-Au@Pt) و شماتیک ساخت یک حسگر زیستی غیرآنزیمی برای تشخیص گلوکز.

منابع:


[1] Kabel, J., et al., Molybdenum disulfide quantum dots: properties, synthesis, and applications. C, 2021. **7**(2): p. 45.

[2] Lu, J., et al., Molybdenum disulfide nanosheets: From exfoliation preparation to biosensing and cancer therapy applications. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 2020. **194**: p. 111162.

[3] Rana, D.S., et al., Molybdenum and tungsten disulfide based nanocomposites as chemical sensor: A review. Materials Today: Proceedings, 2022.

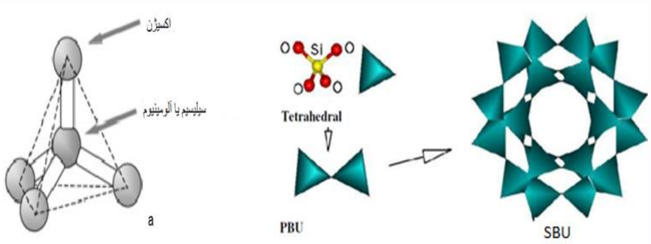
# زئولیت ها

سایه شکوری

زئولیت ها آلومینوسیلیکات های متخلخلی هستند که از چهاروجهی های $TO_4$ تشکیل شده اند که T نشان دهنده ی اتم هایی مثل Al وSi می باشد.خواص زئولیت ها ارتباط نزدیکی با ویژگی های ساختاری آنها دارد، مثلا فعالیت ، انتخاب پذیری و پایداری زئولیت های بکار برده شده در واکنش های کاتالیزور اسیدی بستگی به عوامل مختلفی نوع ، کشش و اندازه کریستال دارد. تعداد زئولیت های ممکن از لحاظ تئوری نامحدود است اما تنها ۲۱۳ ساختار چارچوب مختلف توسط کمیسیون ساختاری بین المللی زئولیت پذیرفنه شده است.

## ساختار زئولیت ها

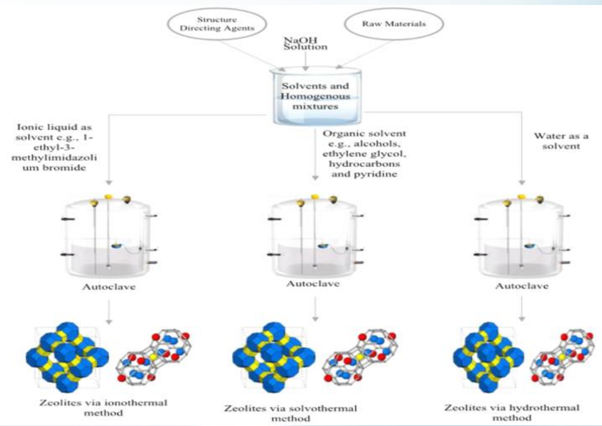
بطور کلی زئولیت ها از $[AlO_4]^{5-}$ و $[SiO_4]^{4-}$ تتراهدارال که با اشتراک گذاری یک اتم اکسیژن به هم متصل می شوند، در شبکه سه بعدی گسترش پیدا میکنند (شکل 1a) و این دو ساختار به وسیله ی $TO_4$ نمایش داده می شوند که نشان دهنده ی بلوک های ساختمانی اولیه ( PBU[1]) می باشد. واحدهای ساختمانی ثانویه (SBU[2]) را می توان به عنوان یک شبکه نامحدود تعریف کرد که از تکرار واحدها بدست آمده است ، شکل b ۱ ارتباط بین PBU و SBU را نشان می دهد.




شکل۱- ساختار زئولیت

## روش سنتز

**روش سولوترمال:** روش سولوترمال یک اصطلاح کلی است که از یک حلال برای سنتز زئولیت استفاده می شود. آب حلال مهمی است بنابراین اگر از آب به عنوان حلال استفاده شود به آن هیدروترمال گفته می شود. اگرچه از بسیاری از حلال های آلی مثل: متانول، اتانول، پنتانول، اتیلن گلیکول و پیریدین با موفقیت برای سنتز زئولیت ها استفاده شده است. در صورت استفاده از حلال یونی، از اصطلاح یونترمال استفاده می شود. شمای کلی فرآیندهای سولوترمال ، یونترمال و هیدروترمال همراه با مثال هایی از حلال هایی برای این فرآیندها (بجز هیدروترمال که حلال آب است) در شکل ۲ آورده شده است. روش سولوترمال نه تنها بستگی به دما و فشار بستگی دارد ، بلکه به عوامل دیگری مثل: منابع واکنش دهنده ، میزان قلیایی بودن ، شرایط هم خوردن مواد اولیه ، کاتیون های معدنی و نوع حلال بستگی دارد.




شکل ۲- روش سنتز سولوترمال

[1] Primary building block

[2] The secondary building unit

**روش مایکروویو:** گرمادهی با مایکروویو، یک روش سریع است که از آن در سنتز زئولیت ها استفاده می شود. در این روش ، مایکروویوها به عنوان میدان های الکتریکی با فرکانس بالا عمل می کنند که در نهایت واکنش با تولید گرما انجام می شود. عوامل موثر بر این روش: ۱) نسبت مولی $SiO_2/Al_2O_2$ ۲) قلیاییت ۳) طول موج تولید شده از منگترون ۴) دما ۵) زمان تبلور.

**روش التراسونیک:** فراصوت با فرکانس های بین ۲۰KHz تا ۲MHz در سنتزهای شیمی بکار برده می شود. فراصوت تاثیر زیادی در انواع مختلف سنتزها مانند سنتز انواع آمورف یا کریستال دارد و همچنین بدلیل تاثیر زیادی که بر بلورسازی دارد ، در زمینه سنتز زئولیت ها موردتوجه قرار گرفته است. از مزایای این روش می توان به ساده بودن ، سریع بودن واکنش ، نیاز نداشتن به امکانات پیچیده ، سرعت رشد بالای کریستال و مناسب بودن اندازه توزیع ذرات اشاره کرد.

## کاربردها

زئولیت ها کاربردهای گسترده ای دارند ، ازجمله: به عنوان کاتالیست، مهندسی محیط زیست ( مثل تصفیه آب)، حذف آلاینده های رادیواکتیو، کاربردهای پتروشیمی ، بیوتکنولوژی ، جذب گاز و ..... زئولیت ها ترکیباتی با خواص تبادل یونی هستند، از این رو می توان از آنها برای حل مشکلات سختی آب بکار روند و یون های $Mg^{2+}$و $Ca^{2+}$ را با یون $Na^{+}$ تعویض کنند. همچنین می توانند از رسوب سورفکتانت ها جلوگیری کنند.

فلزات سنگین کاتیونی اثرات نامطلوب زیادی بر محیط و سیستم های بیولوژیکی دارد. جاذب ها و تبادل کننده های یونی مختلفی برای حذف فلزات سنگین از آب و فاضلاب استفاده شده اند و از این جهت زئولیت های طبیعی و صنعتی با موفقیت برای جذب بسیاری از کاتیون ها از قبیل: $Pb^{2+}$,$Zn^{2+}$,$Cr^{6+}$,$Cd^{2+}$,$Cu^{2+}$و$Hg^{2+}$ از آب های آلوده بکار گرفته شده اند. از ویژگی های زئولیت که توجه محققان را در این زمینه جلب کرده است می توان به : کم هزینه بودن، در دسترس بودن، ساختار متخلخل ، پایداری حرارتی بالا ، تبادل کننده یونی و مساحت سطح ویژه بالا اشاره کرد. بدلیل ویژگی های ذکر شده ، از زئولیت ها می توان برای حذف آلاینده های آلی مثل : آنیلین ، سورفکتانت های کاتیونی ، فنول و آنتی بیوتیک ها نیز استفاده کرد.

ز ئولیت ها انتخاب پذیری خوبی در مقابل مولکول های گاز دارند و از آنها برای حذف و ذخیره سازی گازهایی ازجمله: $SO_x$,$NO_x$,$CO_x$,$H_2S$ و $H_2$ استفاده کرد. مثلا به منظور افزایش انتخاب پذیری از ساختار هسته پوسته Zn/Co ZIF[1] استفاده شده است که جذب بالایی از$CO_2$ را از خود نشان داد.

## نتیجه گیری

بطور کلی زئولیت ها گروهی از آلومینوسیلیکات های کریستالی با ساختار ریز منخلخل[2] هستند که شکل آن بررسی شد و می توان آن را از مواد اولیه ارزان و در دسترس تهیه کرد که چند روش سنتز آن بطور خلاصه بررسی شد. بدلیل ویژگی هایی مثل متخلخل بودن و قادر به تبادل یونی ، کاربرد های فراوانی از جمله: به عنوان کاتالیزور ، جاذب مواد شیمیایی ، فرآیندهای مهندسی (مثل پالایش نفت ، پتروشیمی) ، اصلاح آلودگی هوا و تصفیه آب دارند

منابع:

[1] A. Khaleque *et al.*, "Zeolite synthesis from low-cost materials and environmental applications: A review," *Environ. Adv.*, vol. 2, no. October, 2020.

[2] P. Huang *et al.*, "Anomalous diffusion in zeolites," *Chem. Eng. Sci.*, vol. 246, p. 116995, 2021,

[3] R. N. Tabi, F. O. Agyemang, K. Mensah-Darkwa, E. K. Arthur, E. Gikunoo, and F. Momade, "Zeolite synthesis and its application in water defluorination," *Mater. Chem. Phys.*, vol. 261, no. December 2020, p. 124229, 2021.

[1] Zeolitic imidazolate framework

[2] Micro porous

# پلیمرهای زیستی

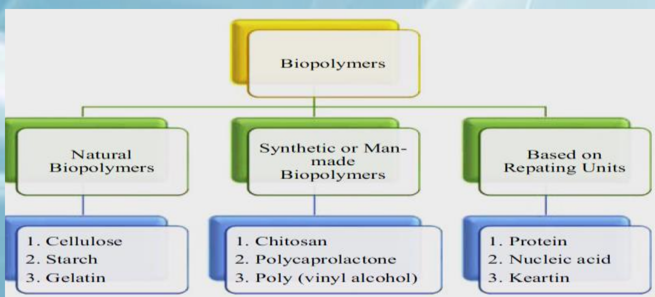
زهرا مختاری

بیو پلیمر چیست؟کلمه بیو پلیمر از دو واژه یونانی بیو و پلیمر به معنای طبیعت یا موجود زنده و پلیمر به معنای قطعات زیاد گرفته شده. بیوپلیمرها درشت مولکول های بزرگی هستند که از واحدهای تکراری زیادی تشکیل شده اند. زنجیره طولانی مولکول های زیستی پلیمری به طور کلی توسط موجودات زنده تولید می شود. واحدهای مونومر این پلیمرها از طریق پیوند کووالانسی به هم متصل می شوند تا ساختارهای بزرگی را تشکیل دهند. چند نمونه از بیوپلیمرها عبارتند از اسیدهای چرب، ژلاتین، کراتین، سلولز، نشاسته ،مولکول های زیستی و غیره.(شکل ۱) این پلیمرها در مقایسه با پلاستیک های مصنوعی میلیاردها سال است که روی زمین وجود دارند. پلیمرهای مصنوعی ساختارهای مشابه و تصادفی دارند، در حالی که پلیمرهای زیستی در یک ساختار کاملاً مشخص مرتب شده اند.


شکل ۱- انواع بایوپلیمرها

## طبقه بندی بیوپلیمرها

بیوپلیمرها بر اساس منشاء آنها طبقه بندی می شوند ، طبقه بندی بیوپلیمرها بر اساس ساختار آنها درشکل ۲ نشان داده شده است.




شکل ۲- طبقه بندی بیو مولکول ها

این پلیمرها به دلیل هزینه پایین و طبیعت دوستدار محیط زیست زیست تخریب پذیری، زیست سازگاری و ایمنی زایی کم در آینده به طور فزاینده ای مورد استفاده قرار خواهند گرفت که به این منظور روش های مختلفی برای بهبود خواص بیوپلیمرها مانند اختلاط یا پیوند ایجاد شده است مانند کامپوزیت ها و نانوکامپوزیت های مختلفی با استفاده از پلیمرهای زیستی تهیه شده که این پلیمرها در کاربردهای زیست پزشکی، مهندسی بافت، خودروسازی و بسته بندی کاربرد دارند.

## ویژگی بیوپلیمرها

هر پلیمر زیستی دارای یک ویژگی خاص است و ویژگی های آنها می تواند از یکی به دیگری متفاوت باشد. بیوپلیمرها خواص مختلفی از خود نشان می‌دهند که می‌توان آن‌ها را به‌عنوان ویژگی‌های ذاتی، ویژگی‌های محصول و خواص پردازش فهرست‌بندی کرد.

ویژگی های ذاتی مانند : چگالی، دمای انتقال، بلورینگی، حلالیت، مکانیکی، سد گاز، شفافیت و خواص الکترومغناطیسی.

خواص پردازش مانند : قدرت مذاب، ویسکوزیته، و شاخص جریان مذاب.

خواص محصول مانند : مقاومت مکانیکی (اصطکاک، سایش، ضربه)، مقاومت در برابر حرارت، مقاومت در برابر آب، ضد الکتریسیته ساکن، اشتعال پذیری یا تاخیر در شعله، زیبایی (تزیین، براق، رنگ، اثر سطح، ثبات رنگ) و رفتار محیطی (تخریب حرارتی، تخریب نوری) ، تجزیه مکانیکی، هیدرولیز، تجزیه زیستی.

## کاربرد بیوپلیمرها

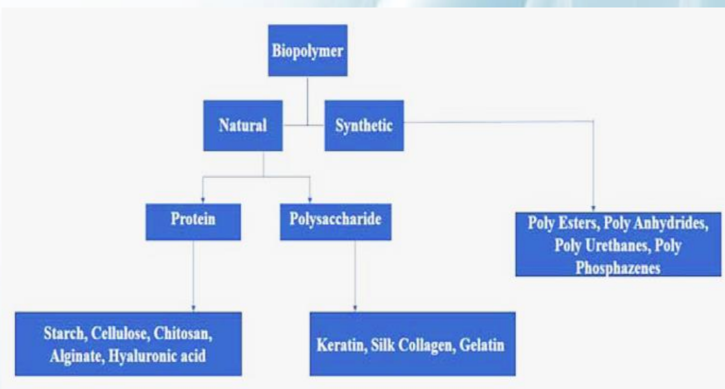
### تصفیه آب

آلاینده از طریق فاضلاب خانگی، ضایعات صنعتی کارخانه های کاغذ، دباغ، کارخانه های بسته بندی گوشت، کشتارگاه ها، کارخانه های فرآوری مواد غذایی، مواد مغذی گیاهی، مواد شوینده، رواناب های بیوسید از زمین های زراعی، تجزیه ترکیبات

آلی و غیره وارد سیستم آب می شود. چندین بیوپلیمر برای مدت طولانی برای سنتز غشاها شناخته شده اند. با این حال، غشاهای سلولز استات به دلیل ویژگی های حمل و نقل برتر، میل ترکیبی عالی به آب، جذب پروتئین کم، استحکام مکانیکی مناسب، آب دوستی بالا با ماهیت نمک زدایی، خاصیت تشکیل فیلم عالی و در دسترس بودن آسان ترجیح داده می شوند.

## پزشکی

تقسیم بندی بیوپلیمر ها بر اساس کاربرد در زمینه پزشکی: (شکل ۳)



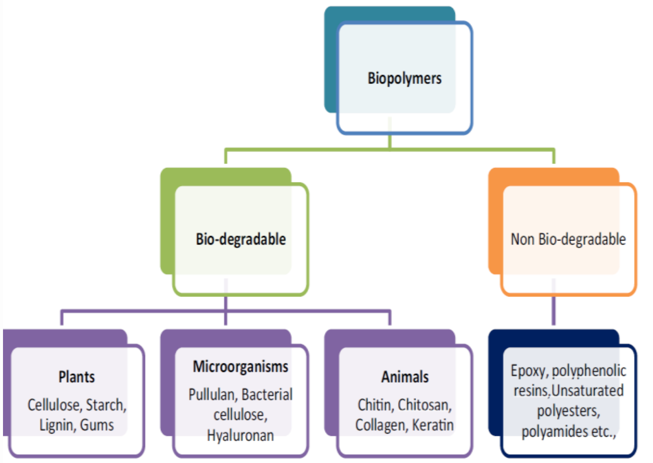

شکل۳- تقسیم بندی بیوپلیمر ها بر اساس کاربرد در زمینه پزشکی

## صنعت نساجی

مشکلات مربوط به استفاده از الیاف طبیعی مصنوعی و سنتی منجر به توسعه و استفاده از پلیمرهای زیستی در صنعت نساجی شد. پلیمرهای زیستی که جایگزین سبز رنگ برای الیاف مبتنی بر نفت هستند، به عنوان پلیمرهایی که مستقیماً توسط موجودات زنده تولید می شوند یا پلیمرهای مشتق شده از مونومرهای زیستی به نام پلیمرهای مبتنی بر زیست تعریف می شوند. مواد بیوپلیمری را می توان به عنوان مواد خام (به عنوان مثال، الیاف) برای تولید منسوجات بافته شده یا منسوجات نبافته استفاده کرد.

## صنعت آرایشی بهداشتی

بیوپلیمرها منطقه وسیعی را در تولید لوازم آرایشی پوشش می دهند و از قدیم الایام کاربرد داشته اند. پروتئین ها و پلی ساکاریدها به طور گسترده در لوازم آرایشی استفاده می شود. آنها از منابع حیوانی و گیاهی تهیه می شوند (شکل ۴)،آنها به بهبود رنگ پوست، بافت، درخشندگی و همچنین افزایش تحویل مواد مغذی کمک می کنند که چین و چروک را کاهش می دهد.




شکل ۴- طبقه بندی کلی بیوپلیمرها بر اساس کاربرد در صنایع بهداشتی

افزایش نگرانی مصرف کنندگان در مورد بهداشت بیشتر و محصولات سالم‌تر به بیوپلیمرها در تولید امولسیفایرها، غلیظ‌کننده‌ها یا سورفکتانت‌ها یا به‌عنوان عوامل فعال مانند مرطوب‌کننده‌ها، عوامل ضدچروک یا سفیدکننده نقش داده است. در حال حاضر، طیف گسترده ای از بیوپلیمرها، از جمله پروتئین ها و پلی ساکاریدها، در فرمولاسیون های آرایشی استفاده می شود.

## صنعت بسته بندی مواد

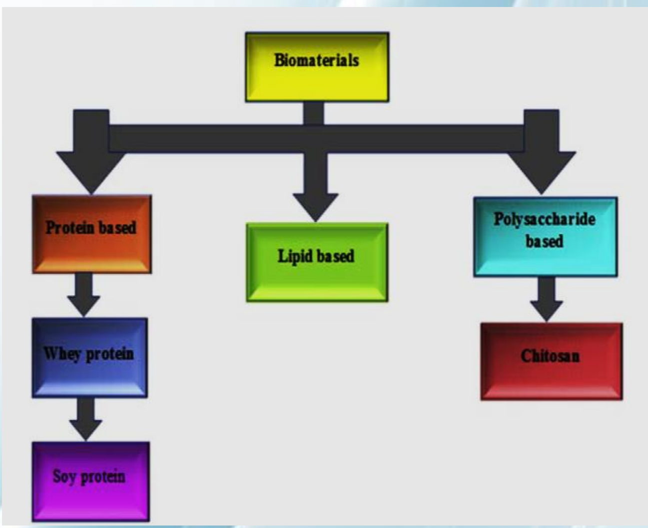
پلیمرهای زیست تخریب پذیر را می توان با تکنیک های پوشش دهی مختلف مانند اندازه سطح، ریخته گری محلول (فیلم سازی)، قالب گیری فشاری و غیره روی مقوا یا کاغذ اعمال کرد. این روش های پوشش برای مواد مختلف و همچنین مواد کاغذی قابل اجرا هستند. موارد زیر بیوموادهایی هستند که در کاربردهای بسته بندی استفاده می شوند : (شکل ۵)

مواد زیستی مبتنی بر پروتئین ، بیومواد مبتنی بر لیپید و کامپوزیت ، بیومواد مبتنی بر پلی ساکارید مورد استفاده قرار می گیرند.

## صنعت خودرو

بیوپلیمرها به عنوان فناوری برای اهداف صنعتی در نظر گرفته می شوند. برای دستیابی به هدف فناوری سبز در تولید خودرو، صنعت

خودروسازی اکنون بر افزایش خطرات اقتصادی، زیست محیطی و ایمنی تمرکز دارد. رشد مواد سبک وزن از دارایی های قابل بازیافت برای دستیابی به هدف برای دستیابی به پایداری و جایگزینی پرکننده های معمولی و معدنی مورد توجه قرار گرفته است که در صنایع هواپیماسازی و خودروسازی مورد استفاده قرار می گیرند. کاهش وزن منجر به کاهش مصرف سوخت و انتشار گازهای گلخانه ای می شود. موادی که از رزین ها و پلیمرهای داخل خودرو تشکیل شده اند از دو اجزاء: ماتریس (اغلب یک رزین پلیمری گران قیمت بر پایه نفت) با پرکننده های ارزان قیمت یا تقویت کننده های گران قیمت (مواد تعلیق). الیاف کربن مبتنی بر لیگنین مورد بررسی قرار می گیرند به عنوان جایگزینی برای تالک و کامپوزیت های فایبرگلاس توخالی عمل می کند که منجر به کاهش وزن پانل ها می شود.




شکل ۵- بیوپلیمرهای مورد استفاده در صنعت بسته بندی

## پیرینتر سه بعدی :

استفاده از پلیمرهای زیستی برای فناوری‌های پرینت سه بعدی و استفاده امیدوارکننده از آنها در زمینه‌های مختلف هوافضا، نساجی، غذا، زیست‌پزشکی و کاربردهای بیوصنعتی از اهمیت علمی، زیست‌محیطی و اجتماعی برخوردار است.

## ابرخازن ها و دستگاه های ذخیره انرژی :

کامپوزیت های بیوپلیمری در ابرخازن ها به عنوان مواد الکترود برای بهبود عملکرد و ظرفیت استفاده می شوند. مواد سلولز، لیگنین و کیتوزان به دلیل دوام، استحکام کششی بالا و تجزیه پذیری، بیوپلیمرهای زیستی پرکاربردی برای ساخت خازن هستند.

## نتیجه گیری

اخیراً، تحقیقات علوم و مهندسی پلیمر به سمت توسعه پلیمرهای مناسب محیطی برای کاهش تأثیر نشت پلاستیک بر روی اکوسیستم تغییر کرده است. مقررات و نگرانی های سختگیرانه در مورد پلیمرهای معمولی، نیروهای محرکه اصلی برای توسعه مواد تجدیدپذیر، زیست تخریب پذیر، پایدار و بی خطر برای محیط زیست هستند. به طور خلاصه، انتظار می رود این بررسی مختصر،دستورالعمل هایی را برای توسعه آینده مربوط به مواد پلیمری پایدار مبتنی بر زیست پلیمرهای طبیعی و مصنوعی مناسب برای کاربردهای مختلف ارائه دهد

## منابع:


[1] Jacob and et al. 2021. Biopolymers Hybrid Particles Used in Dentistry. Gels 7(1):1–15.

[2] Jacob, Joby, and Sreeraj Gopi. 2021. Isolation and Physicochemical Characterization of Biopolymers.

[3] Mtibe, Asanda and et al. 2021. Synthetic Biopolymers and Their Composites: Advantages and Limitations An Overview. Macromolecular Rapid Communications 42(15):1–28.

[4] Samborska, Katarzyna and et al. 2021. Green Biopolymers from By-Products as Wall Materials for Spray Drying Microencapsulation of Phytochemicals. Trends in Food Science and Technology 108:297–325.

[5] Su, Zhaoyang and et al. 2021. Discovery of Welcome Biopolymers in Surface Water: Improvements in Drinking Water Production. Environmental Science and Technology 55(3):2076–86.

[6] Udayakumar, Gowthama Prabu, and et al. 2021. Biopolymers and Composites: Properties, Characterization and Their Applications in Food, Medical and Pharmaceutical Industries. Journal of Environmental Chemical Engineering 9(4):105322.

# مصاحبه با آقای دکتر مهران جوانبخت

**مصاحبه کننده: مصطفی ترکاشوند**

**۱. ابتدا به صورت مختصر زندگی نامه علمی تان را بیان نمایید.**

من دکتر مهران جوانبخت متولد ۱۳۵۳ در شهرکرد استاد تمام دانشکده شیمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر در رشته شیمی تجزیه هستم. از سال ۱۳۸۲به عنوان عضو هیات علمی فعالیت داشته و تاکنون در بیش از ۸۰ پروژه کارشناسی ارشد و دکتری به عنوان استاد راهنما و ۱۰ طرح ملی به عنوان مجری حضور داشته ام که نتایج آنها منجر به انتشار و ثبت بیش از ۲۰۰ مقاله در سطح ملی و بین المللی، ۵ اختراع بین المللی و ۱۰ اختراع ملی شده است. به عنوان مولف در تدوین ۳ کتاب در داخل کشور و ۱ کتاب انتشارات الزویر همکاری داشته ام. عضو هیات تحریریه دو مجله ISI و یک مجله علمی-پژوهشی داخلی هستم.

**۲. برای اینکه دانشجویان با جذابیت‌های شیمی بیشتر آشنا شوند، نظر شما چیست که واحد درسی در دانشکده‌های شیمی برای این موضوع اختصاص یابد؟**

برای کاربردی و جذاب نمودن واحدهای درسی به نظرم دو کار می توان انجام داد: اول اینکه سرفصل های درسی به روز شود و با نیازهای کشور و صنعت همانگ شود، دوم اینکه همکاری های دانشگاه و صنعت پررنگ تر شود.

**۳. ویژگی‌های یک شیمیست خلاق چیست؟**

یک شیمی دان خلاق در هر محیطی که قرار گیرد به دنبال تغییر در جهت بالابردن بهره وری سیستم است.

**٤. اگر ممکن است توضیح مختصری در مورد شرکت‌های دانش‌بنیان بدهید و اینکه ویژگی یک شرکت خوب چیست و پارامترهای مهم برای راه‌اندازی این شرکت‌ها چیست؟**

شرکت های دانش بنیان در حوزه های High Tech فعالیت می کنند. ایده های خلاقانه، نو و اقتصادی در شرکت های دانش بنیان تجاری سازی می شود. مهمترین نکته در مورد این شرکت ها این است که باید این شرکت ها روی نیازهای واقعی جامعه شکل بگیرند و بیزینس پلن قابل قبولی داشته باشند. این شرکت ها هرچند ریسک بالایی دارند ولی درصورت موفقیت باید ارزش افزوده چند برابری داشته باشند.

**۵. به نظر شما نقطه‌ضعف‌های اصلی و مشترک در بین دانشجویان شیمی چیست؟**

نقطه ضعف شاید کلمه مناسبی نباشد ولی به نظرم همه باید یاد بگیریم که در هر مقطعی هستیم از فرصت های خود بهترین استفاده را داشته باشیم. یک دانشجو هم باید یاد بگیرد که دوران دانشجویی فرصت بی نظیری است که جهت کسب آموزش، پژوهش و تجربه در اختیارش قرار گرفته و نباید با بی انگیزگی یا شاید بی برنامگی این فرصت را از خود سلب نمایند.

**۶. دانشجویان شیمی در طول تحصیل با چه چالش‌هایی روبرو هستند؟**

من خودم زمانیکه دانشجو بودم فرد علاقمند و باانگیزه ای در محیط دانشگاه بودم به شکلی که اغلب ساعت ۹ یا ۱۰ شب با چند بار تذکر انتظامات دانشکده کارمان را تمام می کردیم. در کنکور کارشناسی ارشد و المپیاد شیمی رتبه سوم شدم و برای همین فکر می کنم مهمترین عامل ایجاد و حفظ انگیزه بین دانشجویان هست.

**۷. با توجه به منابعی که در حال حاضر در کشور موجود هست آیا انجام برخی پروژه ها در سطح آزمایشگاهی،که گاها سودی به صنعت کشورمون نمیرسونن، منطقی می باشد؟**

دانشگاه رسالت های مختلفی بر دوش دارد. یکی از این رسالت ها آموزش و تربیت نیروی متخصص کارآفرین و خلاق است. حل مشکلات صنعت و جامعه از طریق پروژه های علمی و تحقیقاتی است موضوع بعدی است. توسعه دانش فنی های جدید و ایجاد کسب و کارهای دانش بنیان رسالت بعدی دانشگاه است. اگر پروژه ای در راستای هیچکدام از موارد مذبور نباشد به نظرم منطقی نیست.

**۸. دانشکده شیمی را در زمینه پژوهش چطور ارزیابی می کنید؟**

خوشبختانه اغلب پروژه های دانشکده شیمی کاربردی و در سطح علمی بالایی هستند. چندین سال متوالی دانشکده شیمی از نظر کمیت و کیفیت فعالیت های پژوهشی در صدر دانشکده های دانشگاه بوده است وبه نظرم بهتر است دانشکده با ایجاد یک مرکز رشد زمینه توسعه و تجاری سازی برخی دستاوردهای فناورانه را فراهم آورد.

**۹. دکتر جنابعالی سطح بالای علمی دارید که هر دانشجویی علاقه مند به رشته شیمی دوست دارد در جایگاه شما باشد، چگونه به این سطح رسیدید و توصیه ی شما به دانشجویان چیست؟**

من در تمام مدت دانشجویی و بعد از آن سعی کرده ام با علاقه و انگیزه باشم، به این منظور در انتخاب پروژه ها حساسیت بالایی به خرج می دهم تا دستاوردهای علمی و فناورانه پروژه ها ارزش چند سال زحمت و تلاش تیم پروژه از دانشجو و اساتید مرتبط را داشته باشد. این رویکرد در طی سال ها باعث شده تا با تلاش بسیاری از دانشجویان خوب و مستعد بتوانیم تا حدودی در راستای رفع نیاز کشور در حد تیم کاری موثر واقع شویم. همین توصیه را هم به دانشجویان دارم که در دانشگاه حضوری هدفمند و با انگیزه داشته باشند.

**۱۰. در مورد زمینه کاری خودتون (حالا به هر صورت که دوست دارید) مقداری توضیح دهید. لطفا.**

در یک دهه اخیر بیشتر پروژه های من در زمینه توسعه فناوری باتری های پیشرفته از جمله لیتیم -یون، سدیم-یون و روی-یون و همچنین تولید مواد پیشرفته بوده است.

**۱۱. تعداد زیادی از دانشجویان در حال حاضر قصد تحصیل در خارج از ایران را دارند، نظر شما به عنوان یکی از اساتید برجسته شیمی در این موضوع چیست؟**

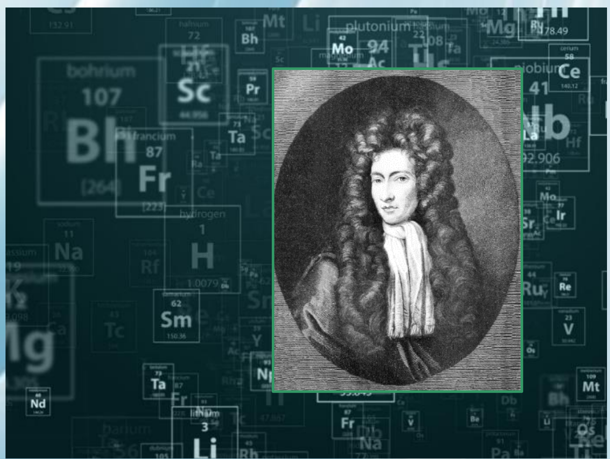
با تحصیل و همکاری علمی در هرکجای دنیا موافقم ولی با با آنچه تحت عنوان فرار استعدادها و نخبگان مطرح می شود مخالفم. اساسا هرچه تعامل ما در حوزه های علمی و فناوری با دنیا بیشتر شود به شرطی که این افراد به ایران بازگردند یا تعامل خود را با کشور خودشان حفظ نمایند به نفع کشور است.

# اولین ها در شیمی

سیده مهتاب حسینی

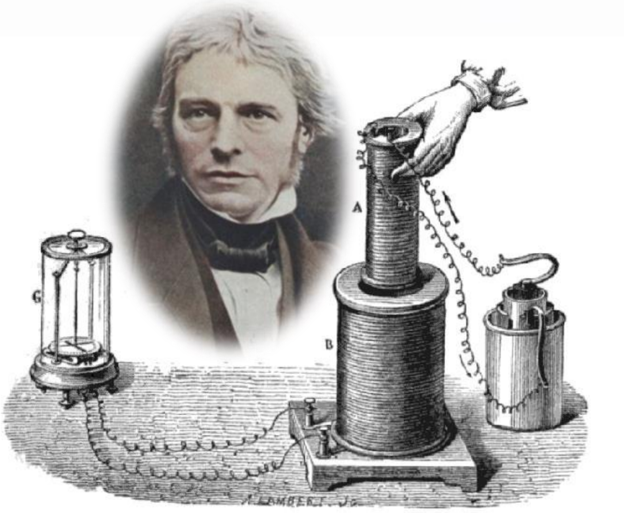
## اولین کسی که عناصر شیمیایی را تعریف کرد

رابرت بویل، شیمیدان دانشگاه آکسفورد، اولین کسی بود که عناصر شیمیایی و خواص آنها را تعریف کرد. او مشاهده کرد که در حالی که بیشتر مواد می توانند به اجزای ساده تری تجزیه شوند، یک عنصر شیمیایی مانند هیدروژن نمی تواند بیشتر تجزیه شود. این تعریف هنوز در کلاس های درس شیمی تدریس می شود.




## اولین ژنراتور الکتریکی

مایکل فارادی اولین ژنراتور الکتریکی را در سال ۱۸۳۱ ابداع کرد. یک شیمیدان انگلیسی، فارادی نشان داد که با حرکت یک آهنربا به جلو و عقب در یک سیم پیچ سیم، می تواند الکترون های روی سیم را با تغییر میدان مغناطیسی تحریک کند و جریان الکتریکی ایجاد کند.



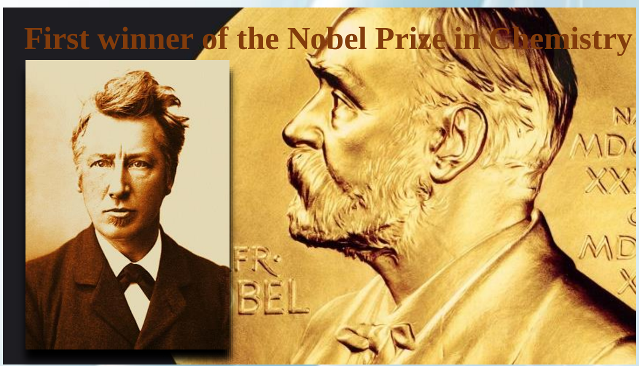
## کشف DNA

در سال ۱۸۶۹، فردریش میشر، شیمیدان سوئیسی، در حال مطالعه گلبول های سفید خون انسان بود که "نوکلئین" را که به عنوان DNA شناخته می شود را در داخل سلول ها شناسایی کرد. با این حال، اهمیت این ماده جدید تا سال ۱۹۵۲ به طور کامل درک نشد، زمانی که دانشمندان آزمایشاتی را با ویروس ها و باکتری ها انجام دادند تا تأیید کنند DNA ماده ژنتیکی یک موجود زنده است.

## نخستین جایزه نوبل در شیمی

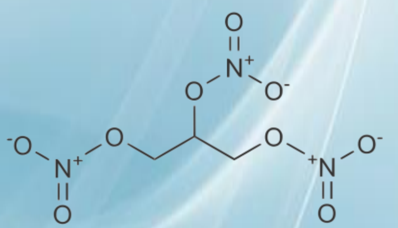
یاکوبوس هنریکوس وانت‌هوف فیزیک‌دان و شیمی‌دان آلی هلندی بود. او در سال ۱۹۰۱ به خاطر کشف قوانین دینامیک شیمیایی و فشار اسمزی در محلول‌ها موفق به کسب نخستین جایزه نوبل شیمی شد. او قانون فشار اسمزی را فرموله کرد، اما در

استریوشیمی که ساختار مولکولی را مطالعه می کند نیزتاثیر گذار بود. وانت هوف یکی از بنیانگذاران شیمی فیزیک در نظر گرفته می شود در یک سطح بنیادی، شیمی به چگونگی تشکیل مولکول ها از اتم ها و نحوه برخورد اتم ها و مولکول ها و تشکیل صورت های فلکی جدید می پردازد. در طول دهه‌های ۱۸۷۰ و ۱۸۸۰، وانت هوف کمک‌های پیشگامی در رابطه با ساختار مولکول‌ها و توالی‌های مختلف رویدادها کرد. یک تئوری در مورد فشار اسمزی توضیح می‌دهد که چگونه غلظت‌ها در محلول‌هایی که توسط غشایی جدا شده‌اند، یکنواخت می‌شوند و به حلال اجازه می‌دهد تا از آن عبور کند، اما نه ماده محلول. آثار دیگر به واکنش های شیمیایی و چگونگی تأثیر دما بر آنها می پردازد.




## دینامیت

درسال ۱۸۴۶ آسکانیو سوبررو شیمیدان ایتالیایی کشف کرد که با نیترات کردن گلیسیرین می تواند یک ماده منفجره وحشتناک بسازد.



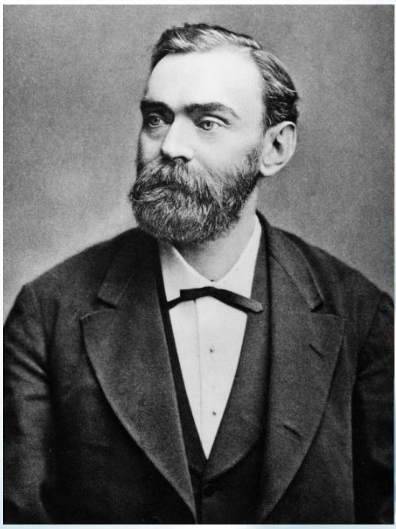
**نیتروگلیسیرین**

آلفرد نوبل یک کار خطرناک و پرمخاطره برای تبدیل نیترو گلیسیرین به محصول قابل فروش انجام داد. ۱۸۶۴ یکی از انفجارها باعث کشته شدن برادر و کارگران کارخانه خانواده او شد. بعداً او نیتروگلیسیرین را با فولمینات جیوه با موفقیت ترکیب کرد اما به دلیل برخی حوادث و خطرات بیشتر این محصول ممنوع شد.

در سال۱۸۶۶ مخلوط نیتروگلیسیرین با خاک دیاتومه (یک گچ مانند سنگ رسوبی) با موفقیت به نام دینامیت (به یونانی قدرت) نامگذاری شد.

در سال ۱۸۶۷ دینامیت به ثبت رسید. "عصر مواد منفجره قوی."

در سال ۱۸۸۸، آلفرد نوبل با خواندن آگهی ترحیم زودهنگام خود که در آن به عنوان "فرشته مرگ" توصیف شده بود، شوکه شد. این باعث شد که بخشی از ثروت خود را به جایزه نوبل اختصاص دهد.



**آلفرد نوبل**

# نخستین زن برنده جایزه نوبل شیمی

در سال ۱۹۰۳، ماری کوری اولین زنی بود که برنده جایزه نوبل شد. او در مجموع دو جایزه نوبل دریافت کرد: یکی در فیزیک (۱۹۰۳) و دیگری در شیمی (۱۹۱۱). کوری در طول دوران حرفه‌ای خود در دانشگاه سوربن و دانشگاه پاریس به مطالعه پرتوها، کشف عناصر شیمیایی جدید و توسعه کاربردهای پزشکی برای مواد رادیواکتیو پرداخت.

# ایروژل سبک ترین ماده جامد جهان

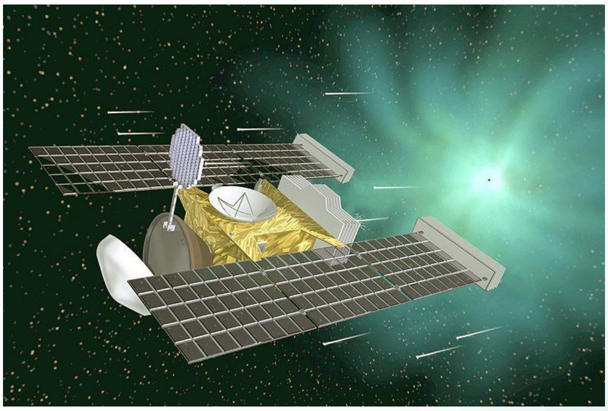
از ژل، اگر مایع به طور کامل خارج شود و با هوا جایگزین شود، یک آئروژل می دهد. (گاهی اوقات دود یخ زده نامیده می شود).

کیستلر در حال انجام تراکم اسیدی سیلیکات سدیم بود، پس از تشکیل ژل، با جایگزینی آب با الکل با کشش سطحی کم، کاهش حجم را متوقف کرد و در نهایت یک آئروژل دریافت کرد .

ایرژل توسط استیون اس کیستلر، مهندس شیمی از کالج اقیانوس آرام کالیفرنیا در سال ۱۹۳۱ اختراع شد.

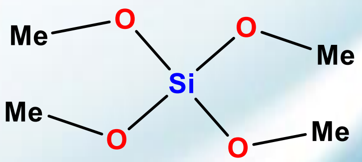
در دهه ۱۹۷۰ مهندسان راکت فرانسوی مشاهده کردند که یک آئروژل با ۹۹ درصد هوا به عنوان عایق حرارتی و محیط ذخیره ایمن برای سوخت های راکر است.

توسط برنامه Stardust ناسا استفاده شد. (هدف اولیه ماموریت گرد و غبار ستاره ای جمع آوری نمونه های یک دنباله دار بود)



کاوشگر فضایی روباتیک گرد و غبار ستاره ای

در بین آئروژل‌های مختلف، سیلیکا ایروژل ارزان‌تر است و از تترا متیل اورتوسیلیکات، پایه و متانول تهیه می‌شود.




منابع:

[1]https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1901/hoff/facts/

[2]https://stacker.com/stories/3959/50-famous-firsts-science-history

[3]https://www.aerogel.org/?p=46

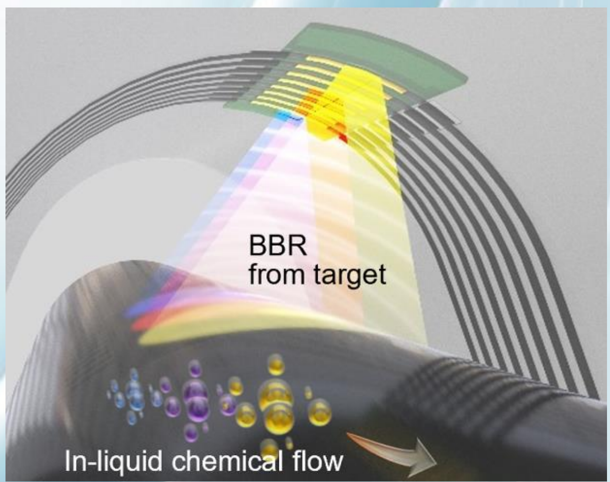
# تازه‌های شیمی

نیکتا رهگذر

## تشخیص آلاینده ها در داخل لوله های آب

محققان یک صفحه سنسور منعطف و درون لوله‌ای با استفاده از نانولوله‌های کربنی برای نظارت مداوم بر کیفیت مایع ایجاد کردند. با اندازه گیری ولتاژ القا شده در داخل یک لایه نانولوله کربنی، می توان غلظت آنالیت های مختلف را تعیین کرد. این کار می تواند منجر به بهبود قابل توجهی در خلوص مواد غذایی و پاکیزگی محیط شود.

http://dx.doi.org/10.1126/sciadv.abm4349



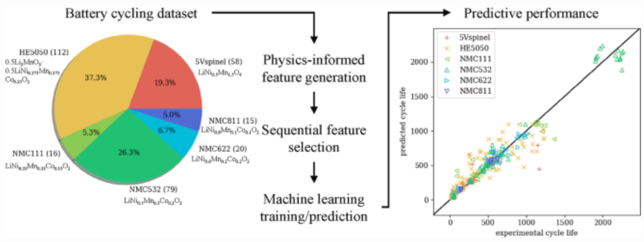

## اکنون محققان می توانند طول عمر باتری را با یادگیری ماشینی پیش بینی کنند

دانشمندان از الگوریتم‌های یادگیری ماشینی برای پیش‌بینی مدت عمر باتری لیتیوم یونی استفاده کرده‌اند.

به این ترتیب، پالسون معتقد است که الگوریتم یادگیری ماشینی می تواند توسعه و آزمایش مواد باتری را تسریع کند. او می گوید "بگویید که یک ماده جدید دارید، و آن را چند بار چرخه می کنید. می توانید از الگوریتم ما برای پیش بینی طول عمر آن استفاده کنید و سپس تصمیم بگیرید که آیا می خواهید به چرخه آن به صورت آزمایشی ادامه دهید یا خیر".

وهمچنین افزود" :اگر شما یک محقق در یک آزمایشگاه هستید، می توانید مواد بیشتری را در زمان کوتاه تری کشف و آزمایش کنید زیرا روش سریع تری برای ارزیابی آنها دارید".

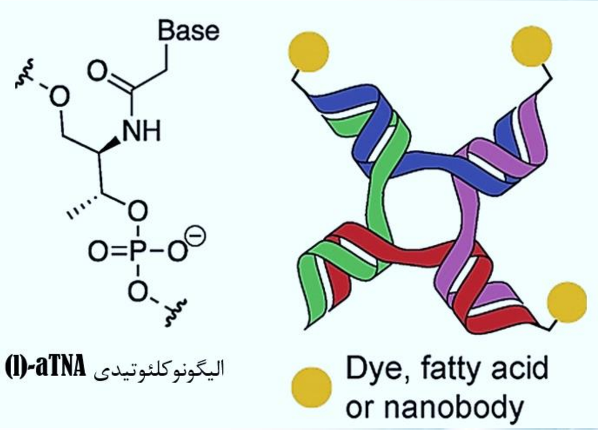
http://dx.doi.org/10.1016/j.jpowsour.2022.231127




## نانوساختارهایی با پایداری بهبود یافته برای توسعه موثرتر نانو داروی سرطانی

اکثر داروهایی که امروزه استفاده می شوند تنها یک مکانیسم اثر دارند و ساخت داروهایی با عملکردهای چندگانه هم دشوار و هم گران است. محققان اخیرا راهی برای ایجاد نانوساختارهای پایدارتر پیدا کرده‌اند که می‌تواند مولکول‌های زیستی با عملکردهای مختلف را جمع‌آوری کند، که به عنوان مثال، می‌تواند داروی مؤثرتری برای سرطان ارائه دهد. نشان داده شده است که نانوساختارهای DNAدارای تعدادی عملکرد زیست پزشکی مفید هستند، مانند اینکه می‌توانند داروهای سرطان را به مکان‌های دقیق بدن که در آن‌ها مورد نیاز است، منتقل کنند. این می تواند اثر دارو را افزایش دهد و همچنین عوارض جانبی کمتری را در مقایسه با درمان مرسوم سرطان ایجاد کند. به عنوان مثال، دانشکده پزشکی هاروارد در بوستون، با نسخه های طراحی شده ویژه این ساختارهای WJ4 ( اتصال چهار طرفه)، موفق به اتصال و جمع آوری آنتی بادی های مختلف شده است، که در ترکیب، تضمین می کند که سلول های T با شدت بیشتری به سلول های سرطانی مهاجم حمله می کنند و در نتیجه تومورها را از بین می برند.

http://dx.doi.org/10.1002/anie.202115275




## تحقیقات می تواند سنتز خط مونتاژ داروهای رایج حاوی آمین را امکان پذیر کند

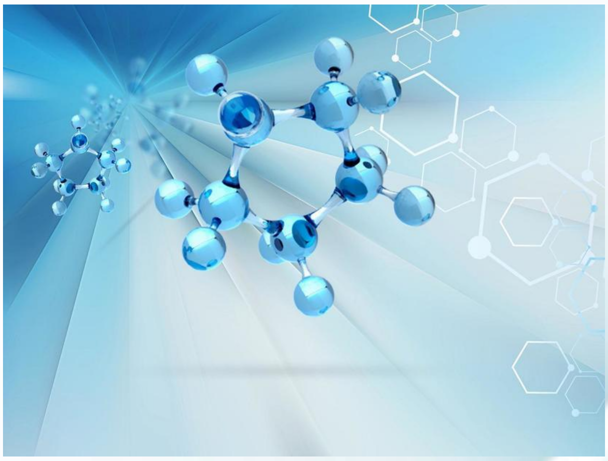
یک تیم تحقیقاتی یک واکنش شیمیایی جدید را کشف کرده‌اند که راه ساده و سریعی برای ساخت آمین‌های سوم ارائه می‌کند و باعث باز کردن دربی برای کشف ترکیبات دارویی جدید شده است. آمین یکی از رایج ترین ساختارهایی هستند که امروزه در داروها یافت می شوند. آمین های سوم در برخی از تاثیرگذارترین داروهای انسانی، از جمله آنتی بیوتیک ها، داروهای سرطان سینه و غیره یافت می شوند. علیرغم شیوع این دسته خاص از مولکول ها در داروها امروزه، بسیاری از پتانسیل عملکردی آمین های سوم احتمالاً دست نخورده باقی مانده است. دلیل آن این است که فرآیند سنتی ساخت آن‌ها نیازمند شرایط خاص و کنترل‌شده‌ای است که ذاتاً کشف آمین‌های سوم جدید را محدود می‌کند، که به طور بالقوه می‌تواند طیف وسیعی از بیماری‌های غیرقابل درمان را درمان کند. اکنون، یک تیم تحقیقاتی، یک واکنش شیمیایی جدید، یک واکنش جفت متقابل آمیناسیون کربن-هیدروژن، کشف کرده اند که سریعتر را ایجاد می کند. محققان بر این باورند که این می تواند برای کشف واکنش های جدید با نیتروژن نیز مورد استفاده قرار گیرد.

http://dx.doi.org/10.1126/science.abn8382

## راهی بهتر برای ایجاد ترکیبات دارویی و سایر مواد شیمیایی

کریستو سووف، یکی از نویسندگان این مطالعه و استادیار شیمی و بیوشیمی در دانشگاه ایالتی اوهایو، بخشی از تیمی بود که در ابتدا به دنبال تهیه کاتالیزوری بود که می توانست با برق فعال شود تا پیوندهای ترکیبات دارویی مورد نظر را ایجاد کند. این تحقیق کاربردهای گسترده ای در پزشکی و تولید محصولاتی مانند مواد شیمیایی کشاورزی (مانند آفت کش ها یا علف کش ها) و پلاستیک های خاص دارد. آن‌ها برای توسعه بیشتر تحقیقات خود، در همکاری با Merck ، یک شرکت داروسازی چند ملیتی، ادامه خواهد داد تا سعی کند محصولات دیگری را با استفاده از واکنش‌های دشوارتر و مولکول‌های پیچیده‌تر ایجاد کند. اما با آخرین کشف آنها، سووف گفت که او خوشبین است که کار آنها برای ایجاد مسیرهای کاملاً جدید در زمینه شیمی آغاز شود.

http://dx.doi.org/10.1126/science.abo0039

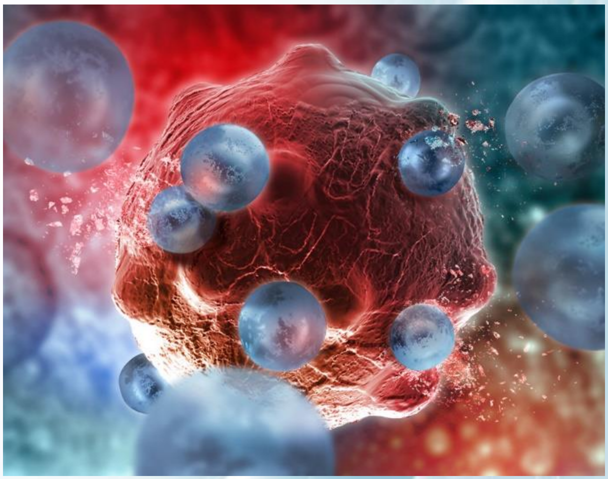


## ذرات آزاد شده توسط گلبول های قرمز حامل موثری برای ایمونوتراپی ضد سرطان هستند

یک مطالعه نشان داده است که وزیکول‌های با اندازه نانو که توسط گلبول‌های قرمز آزاد می‌شوند، بستر مناسبی برای تحویل مولکول‌های RNA ایمونوتراپی برای سرکوب رشد و متاستاز سرطان سینه هستند. این مطالعه با موفقیت RNA های فعال کننده RIG-I را با استفاده از ذرات کوچک متصل به غشای لیپیدی آزاد

شده توسط گلبول های قرمز خون، به نام وزیکول های خارج سلولی گلبول قرمز (RBCEVs) برای سرکوب پیشرفت سرطان تحویل داد. این تیم همچنین در مطالعات قبلی کشف کرده بود که این وزیکول ها حامل های درمانی ایده آل با توانایی طبیعی برای رساندن مولکول های زیست فعال به بسیاری از انواع سلول هستند.

http://dx.doi.org/10.1002/jev2.12187



## روش جدید امکان سنتز آسان و همه کاره مولکول های لاکتون را فراهم می کند

ساختارهای لاکتون در مولکول های طبیعی فعال بیولوژیکی رایج است. آنها را می توان برای مثال در ویتامین C و در آنتی بیوتیک اریترومایسین مشتق شده از باکتری یافت. شیمیدانان از دیرباز تکنیک هایی برای سنتز لاکتون ها داشته اند، اما این تکنیک ها در تولید آنها کاملاً محدود است. این دستاورد ساخت لاکتون های متنوع و پیچیده را آسان تر از همیشه می کند. دکتر جین کوان یو، پروفسور فرانک و برتا هاپ، می گویند" :این روش باید به طور گسترده برای توسعه داروها، مواد پلیمری، عطرها و بسیاری از محصولات شیمیایی دیگر مفید باشد". یو و آزمایشگاه او به دلیل نوآوری‌های خود در ساخت مولکول، به ویژه در مورد "فعال سازی C-H" شناخته شده اند. این شامل استفاده از مولکول‌های کاتالیزور ویژه طراحی شده برای حذف یک اتم هیدروژن (H)از اتم کربن (C) روی یک مولکول آلی و جایگزینی اتم هیدروژن با یک خوشه پیچیده‌تر از اتم‌ها است. هدف کلی توسعه مجموعه‌ای از روش‌ها برای انجام فعال‌سازی C-H به طور انتخابی برای هر اتم کربن انتخابی روی یک مولکول آغازین است – و رویا استفاده از این روش‌ها برای تبدیل مولکول‌های ارزان و نسبتا ساده به داروهای پیچیده و ارزشمند، پلاستیک و موارد دیگر است. شیمیدانان اکنون از روش‌های جدید برای تولید صدها ساختار لاکتونی متنوع استفاده می‌کنند که ویژگی‌های آنها و پتانسیل توسعه آنها در داروسازی‌های آینده – با همکاری آزمایشگاه بن کراوات، در حال بررسی است.

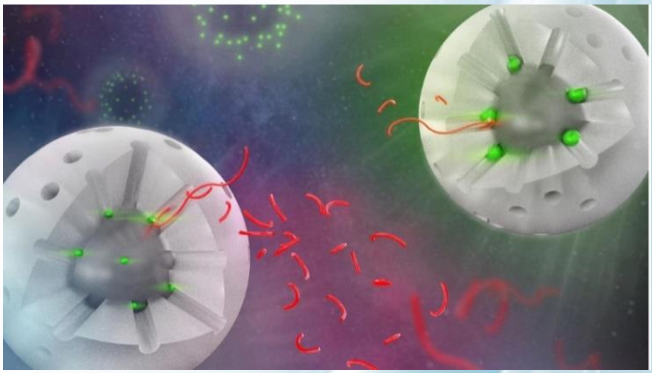
http://dx.doi.org/10.1126/science.abq3048

## یک کاتالیزور منحصر به فرد برای شکستن پلاستیک ها راه را برای افزایش چرخه پلاستیک هموار می کند

کاتالیزوری که اخیراً برای شکستن پلاستیک ساخته شده است، به پیشرفت فرآیندهای چرخش پلاستیک ادامه می دهد. در سال ۲۰۲۰، دانشمندان اولین کاتالیزور معدنی فرآیندی را برای تجزیه پلاستیک های پلی الفین به مولکول هایی که می توانند برای تولید محصولات ارزشمندتر مورد استفاده قرار گیرند، توسعه دادند. اکنون، این تیم یک استراتژی برای سرعت بخشیدن به تحول بدون قربانی کردن محصولات مطلوب ایجاد کرده است. کاتالیزور در اصل توسط Wenyu Huang، دانشمند آزمایشگاه Amesطراحی شده است. این شامل ذرات پلاتین است که بر روی یک هسته سیلیسی جامد قرار گرفته و توسط یک پوسته سیلیسی با منافذ یکنواخت احاطه شده است که دسترسی به سایت های کاتالیزوری را فراهم می کند. مقدار کلی پلاتین مورد نیاز بسیار کم است، که به دلیل هزینه بالای پلاتین و عرضه محدود آن مهم است. در طول آزمایش‌های ساختارشکنی، زنجیره‌های پلیمری بلند به درون منافذ می‌پیوندند و با مکان‌های کاتالیزوری تماس می‌گیرند، و سپس زنجیره‌ها به قطعات کوچک‌تر که دیگر مواد پلاستیکی نیستند، شکسته می‌شوند. آرون سادو، دانشمند آزمایشگاه ایمز و مدیر مؤسسه بازیافت پلاستیک‌های تعاونی (iCOUP)، توضیح داد که این تیم سه نوع کاتالیزور را ساخته است. هر کدام از این تغییرات دارای هسته‌ها و پوسته‌های متخلخل با اندازه یکسان بودند، اما قطرهای مختلف ذرات پلاتین، از ۱/۷ تا ۲/۹تا ۵/۰ نانومتر.به گفته Sadow، نتایج مهم هستند زیرا نشان می‌دهند که فعالیت می‌تواند

مستقل از گزینش پذیری در این واکنش‌ها تنظیم شود. او گفت: »اکنون، ما مطمئن هستیم که می‌توانیم کاتالیزور فعال‌تری بسازیم که پلیمر را سریع‌تر بجود، در حالی که از پارامترهای ساختاری کاتالیزور برای شماره‌گیری طول‌های زنجیره محصول خاص استفاده می‌کنیم.

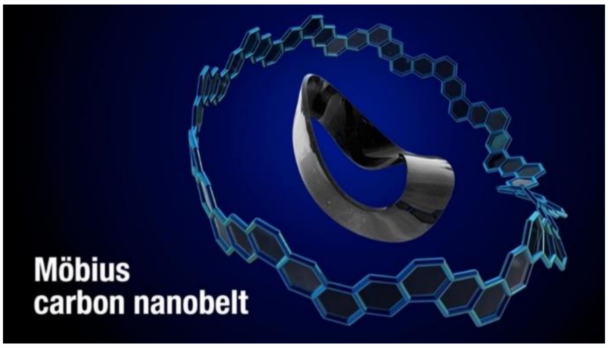
http://dx.doi.org/10.1021/jacs.1c11694



## نانو کمربند کربنی موبیوس: نوار موبیوس که صرفاً از اتم‌های کربن ساخته شده است

دانشمندان اولین نانوکربن مولکولی به شکل کمربند را با توپولوژی باند موبیوس پیچ خورده - یک نانو کمربند کربنی موبیوس - ساخته اند که راه را برای توسعه مواد نانو کربنی با ساختارهای توپولوژیکی پیچیده هموار می کند. به دست آوردن نانوکربن‌های ساختاری یکنواخت - به طور ایده‌آل به عنوان مولکول‌های منفرد - یک چالش بزرگ در زمینه علم نانوکربن به منظور ارتباط صحیح ساختار و عملکرد است. بنابراین، سنتز نانوکربن‌های ساختاری یکنواخت برای توسعه مواد کاربردی در نانوتکنولوژی، الکترونیک، اپتیک و کاربردهای زیست‌پزشکی بسیار مهم است. با نگاهی به تاریخ، اشکال جدید کربن و نانوکربن‌ها همواره درها را به روی علم و فناوری جدید باز کرده‌اند و منجر به کشف خواص، عملکردها و کاربردهای خارق‌العاده و اغلب غیرقابل پیش‌بینی شده‌اند. کار حاضر یک دستاورد پیشگام است که راه را برای توسعه مواد نانو کربنی با ساختارهای توپولوژیکی پیچیده و تولد علم مواد نوآورانه با استفاده از توپولوژی موبیوس هموار می کند.

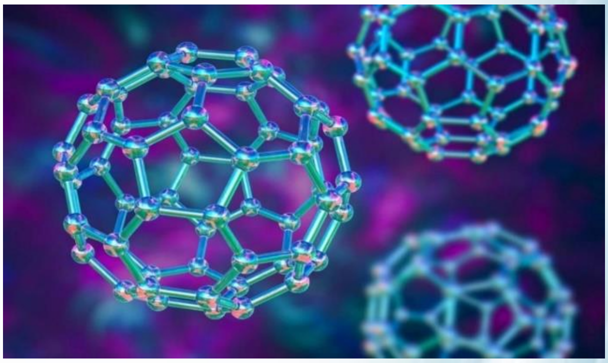
https://doi.org/10.1038/s44160-022-00075-8




## دانشمندان روسی یک ماده جدید فوق سخت را سنتز کردند

دانشمندان روسی یک ماده فوق سخت جدید حاوی اسکاندیم و کربن را سنتز کردند. از مولکول های فولرن پلیمریزه شده با اتم های اسکاندیم و کربن در داخل تشکیل شده است. این کار راه را برای مطالعات آینده در مورد مواد فوق سخت مبتنی بر فولرن هموار می کند و آنها را به یک کاندید بالقوه برای استفاده در دستگاه های فتوولتائیک و نوری، عناصر نانوالکترونیک و اپتوالکترونیک، مهندسی زیست پزشکی به عنوان عوامل کنتراست با کارایی بالا و غیره تبدیل می کند. کشف مولکول‌های جدید و تمام کربنی معروف به فولرن‌ها تقریباً چهل سال پیش یک پیشرفت انقلابی بود که راه را برای فناوری نانو فولرن هموار کرد. فولرن ها شکل کروی دارند که از پنج ضلعی و شش ضلعی شبیه به توپ فوتبال است و یک حفره در چارچوب کربن مولکول های فولرن می تواند اتم های مختلفی را در خود جای دهد. ورود اتم‌های فلز به داخل قفس‌های کربن منجر به تشکیل متالو فولرن‌های درون‌ودرال (EMF) می‌شود که به دلیل ساختار منحصربه‌فرد و خواص اپتوالکترونیکی آن‌ها از نظر فنی و علمی مهم هستند. تیمی از محققان دانشگاه ملی علم و فناوری، مؤسسه فناوری مواد کربنی فوق سخت و جدید، برای اولین بار، اسکاندیم حاوی EMF را به دست آوردند و این فرآیند را مطالعه کردند.

https://doi.org/10.1016/j.carbon.2021.12.040



## شیمیدانان از گلوکز و اسید سیتریک یک چسب غیر سمی برای تخته سه لایه ساخته اند

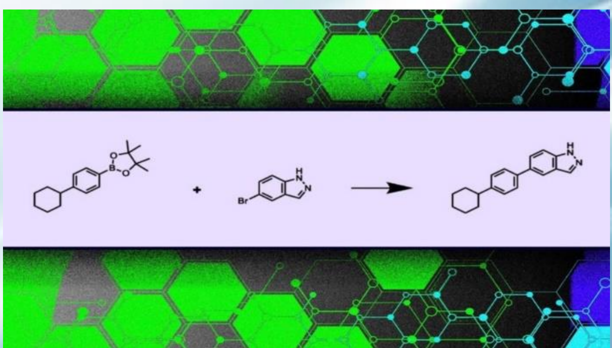
مواد مورد استفاده برای ساخت مبلمان منزل، دکوراسیون و کف، محصولات چوبی مرکب هستند که در ورق های بزرگ عرضه می شوند. اما چسب ها و رزین هایی که تخته خرده چوب، تخته فیبر و تخته سه لا را کنار هم نگه می دارند معمولا حاوی فرمالدئید هستند و می توانند این سرطان زا احتمالی را در هوا آزاد کنند. محققان گزارش دادند، برای تولید یک چسب غیر سمی، گلوکز و اسید سیتریک – شکر و یک ماده تشکیل دهنده آب پرتقال – را به یک چسب چوب قوی و مقاوم در برابر آب برای تخته سه لا ترکیب کردند. هنگامی که نمونه های تخته سه لا در آب داغ یا در حال جوش خیسانده شدند، تنها نمونه هایی که با نسبت اسید سیتریک به گلوکز بالاتر از ۰٫۶ ساخته شده بودند، دارای قدرت چسبندگی بودند که نیاز استاندارد را برآورده می کرد. محققان این نتایج را به افزایش پیوندهای استری بین اسید سیتریک و چوب نسبت می‌دهند که استحکام اتصال چوب و مقاومت در برابر آب را افزایش می‌دهد. محققان می‌گویند چسب‌های اسید سیتریک–گلوکز نویدبخش صنعت محصولات چوبی هستند.

https://doi.org/10.1021/acsami.2c02859

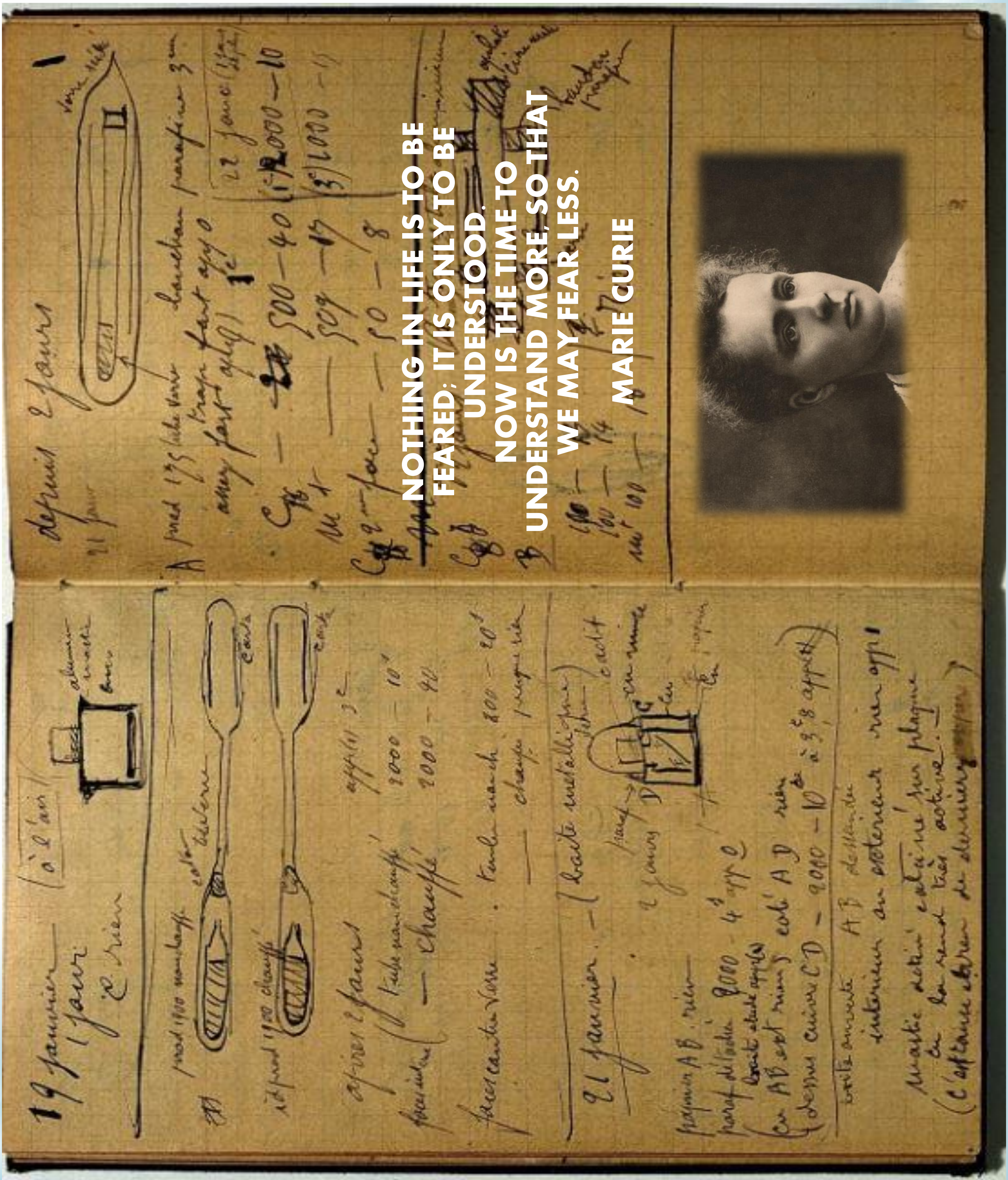
## روشی هوشمندانه برای تولید داروهای جدید با استفاده از هوش مصنوعی

یک تکنیک هوش مصنوعی جدید توسعه یافته است که فقط مولکول‌های نامزدی را پیشنهاد می‌کند که واقعاً می‌توانند در آزمایشگاه تولید شوند. شرکت‌های داروسازی از هوش مصنوعی برای ساده‌سازی فرآیند کشف داروهای جدید استفاده می‌کنند. مدل‌های یادگیری ماشینی می‌توانند مولکول‌های جدیدی را پیشنهاد کنند که دارای ویژگی‌های خاصی هستند که می‌توانند با بیماری‌های خاصی مبارزه کنند و در عرض چند دقیقه کاری را انجام می‌دهند که ممکن است ماه‌ها طول بکشد تا انسان به صورت دستی به آن دست یابد. ماروین سگلر، سرپرست تیمی که بر روی یادگیری ماشینی برای کشف دارو در مایکروسافت ریسرچ کمبریج کار می‌کند، می‌گوید: در حالت ایده‌آل، ما الگوریتم‌هایی می‌خواهیم که به طور خودکار مولکول‌ها را طراحی کنند و درخت سنتز را همزمان و به سرعت به ما بدهند. درگیر این کار است" .این رویکرد زیبا توسط پروفسور کولی و تیم یک گام بزرگ به جلو برای مقابله با این مشکل است. در حالی که کارهای اثبات مفهوم قبلی برای طراحی مولکول از طریق تولید درخت سنتز وجود دارد، این تیم واقعاً این کار را انجام داد. برای اولین بار، آنها عملکرد عالی را در مقیاس معنی دار نشان دادند، بنابراین می تواند تأثیر عملی در کشف مولکولی به کمک رایانه داشته باشد. این کار همچنین بسیار هیجان‌انگیز است، زیرا در نهایت می‌تواند الگوی جدیدی را برای برنامه‌ریزی سنتز به کمک رایانه فعال کند. احتمالاً الهام‌بخش بزرگی برای تحقیقات آینده در این زمینه خواهد بود

https://arxiv.org/abs/2110.06389



**دفتر یاداشت های آزمایشگاهی ماری کوری** که به عنوان گنجینه های ملی و علمی در نظر گرفته می شوند، در جعبه های سرب دار در کتابخانه ملی فرانسه در پاریس نگهداری می شوند.



# دانشکده شیمی  دانشگاه صنعتی امیر کبیر

## در یک نگاه

### اساتید شیمی آلی

**آقای دکتر مجید عبدوس (استاد)**

حوزه فعالیت:

دارورسانی

پلیمریزاسیون

بیومواد-مواد نانو

کاتالیست- فوتوکاتالیست

**خانم دکتر الهه کوثری(استاد)**

حوزه فعالیت:

ابرخازن

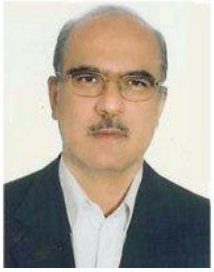
سلول های خورشیدی

پلیمریزاسیون

کاتالیست- فوتوکاتالیست

### اساتید شیمی تجزیه

**آقای دکترحسین سالار آملی(استاد)**



حوزه فعالیت:

سنسور ها

اندازه گیری فلزات سنگین

در مواد غذایی

میکرو استخراج فاز جامد

**آقای دکترمهران جوانبخت(استاد)**

حوزه فعالیت:

باتری های یون لیتیوم

پیل های سوختی

**خانم دکتر لیلا ناجی(دانشیار)**

حوزه فعالیت:

الکتروشیمی

ابرخازن

سلول خورشیدی

فناوری جداسازی غشایی

### اساتید شیمی کاربردی

**آقای دکتر زاهد احمدی(استادیار)**

حوزه فعالیت:

پلیمر

پلیمرهای زیست تخریب پذیر

مهندسی بافت

### اساتید شیمی معدنی

**خانم دکتر زهرا شریعتی نیا(استاد)**

حوزه فعالیت:

نانو مواد

سلول های خورشیدی

تصفیه آب

کاتالیست

**آقای دکتر حسن حسینی منفرد(استاد)**

حوزه فعالیت:

کاتالیست

شیمی سبز پایدار

شیمی محیط زیست

اکسایش نامتقارن

### اساتید شیمی فیزیک

**آقای دکتر محمدحسن موسی زاده (استادیار)**

حوزه فعالیت:

ترمودینامیک

حسگرها

نقاط کوانتومی کربن

کاتالیزور

**خانم دکتر سعیده  سرآبادانی تفرشی(استادیار)**

حوزه فعالیت:

شیمی محاسباتی

تئوری تابع چگالی

کاتالیست ها

محاسبات     ab inito


# Chemistry= Chem IS Try