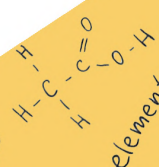


قیاسات

شماره دهم - آذرماه ۱۴۰۰



elements

models

thermo-chemistry

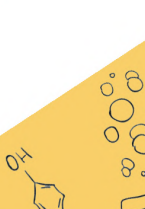
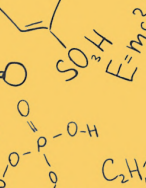
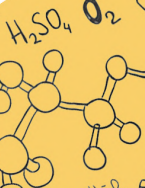
atoms

mixtures

OH

NH₂

Specific kinds of matter



به نام
کیسایگر
هست

فصلنامه علمی - دانشجویی
پاییز ۱۴۰۰

قیصر

صاحب امتیاز: انجمن علمی-دانشجویی علوم شیمی و نفت دانشگاه شهید بهشتی

مدیر مسئول: جناب آقای دکتر مهدی ظریف

شورای سردبیری: الهام ابراهیم زاده، سمیرا احمدی جزنی، زهرا شیروانی، الهه صالح، آیناز مهدی پور،

مهدیه ناصحی فر، فرزین هوشمند

مدیر اجرایی: سمیرا احمدی جزنی

گرافیک و صفحه آرایی: مهدیه ناصحی فر، مهرسیما علوی

طراح جلد: مهرسیما علوی

ویراستاران: الهام ابراهیم زاده، سمیرا احمدی جزنی، مبینا اشرفی

هیئت تحریریه: الهام ابراهیم زاده، سمیرا احمدی جزنی، سامان القاصی، زهرا الهی تبار، الهه حق بین، نادیا

ریحانی، آرش کاظم پور، آیناز مهدی پور، فاطمه نوپوش

با تشکر از: محمدحسین مرشدسلوک، محمدمهدی آقانور آشتیانی

و با تشکر ویژه از: سرکار خانم دکتر دبیری، جناب آقای دکتر بازگیر، جناب آقای دکتر رضایی شیرین آبادی،

جناب آقای دکتر گلبن حقیقی و سایر عزیزانی که ما را در تهیه این شماره یاری نمودند.

فهرست

نوبل ۲۰۲۱

- ۷ جایزه نوبل شیمی ۲۰۲۱
۹ ظهور و ایجاد ارگانوکاتالیز
۱۷ بینگ یانگ آمینوکاتالیز نامتقارن.....

مصاحبه

- ۲۳ کیمیاگری؛ انتقال کمال معنوی به مادی
۲۹ اهمیت عشق به رشتهٔ تمصیلی
۲۹ اهمیت عشق به رشتهٔ تمصیلی

مقالات

- ۳۹ آیا شیمی‌دان‌های آلی نسبت به دهه‌های گذشته واکنش‌های کمتری را کشف می‌کنند؟
۴۲ مقاومت پلی اورتان در برابر بیوفولینگ با زیست تفریب پذیری و هیدرولیز.....
۵۳ نقش یون های فلزی در اکسیداسیون دوپامین
۶۰ پرا داروسازان آینده نیاز به یادگیری شیمی دارویی و شیمی تجزیه دارند؟
۶۹ ویژگی های غیر معمول سافتارهای کریستالی برفی از ترکیبات سادهٔ مس
۷۷ شیمی قانونی: کشف اثر انگشت پنهان

سمیرا احمدی جزئی

مدیر اجرایی نشریه کیمیاگر



خرد هر کجا گنجی آرد پدید
ز نام خدا سازد آن را کلید

خدا را شاکریم که به ما همتی داد تا بتوانیم شماره دهم نشریه کیمیاگر را با افتخار تقدیم علاقه‌مندان کنیم. در این شماره از نشریه، ابتدا به نوبل شیمی پرداختیم. سپس گفت‌وگویی با دو نفر از اساتید گرانقدر دانشکده شیمی و نفت دانشگاه شهید بهشتی داشتیم و در بخش نهایی سعی کردیم به مقالاتی درباره کاربرد علم شیمی در دنیا بپردازیم تا با عمل به رسالت همیشگی نشریه کیمیاگر، بتوانیم گوشه‌ای از ابعاد گسترده شیمی را معرفی کنیم و مروری بر جایگاه این علم در جهان داشته باشیم. جا دارد تا از همه مترجمین، نویسندگان و همه کسانی که در این مسیر ما را یاری نمودند سپاس‌گزاری کنم. از جناب آقای محمدحسین مرشدسلوک و جناب آقای محمدمهدی آقانور آشتیانی بابت کمک‌های بی‌دریغ‌شان کمال تشکر و قدردانی را به جا می‌آورم. و در نهایت جا دارد تا از اساتید بزرگوار، سرکار خانم دکتر دبیری و جناب آقای دکتر بازگیر، جناب آقای دکتر رضایی شیرین آبادی و جناب آقای دکتر گلبن حقیقی به دلیل الطافی که به این مجموعه داشتند، نهایت سپاس و قدردانی را داشته‌باشم.

دکتر مهدی ظریف

مدیر مسئول نشریه کیمیاگر



از اعضای جدید انجمن علمی-دانشجویی دانشکده علوم شیمی و نفت دانشگاه شهید بهشتی کمال تشکر و امتنان را دارا می‌باشم که در این فرصت اندک زمینه انتشار شماره جدید نشریه کیمیاگر را فراهم آوردند. نشریه کیمیاگر در سایه تلاش‌های مستمر دانشجویان تحصیلات تکمیلی و کارشناسی و همچنین مساعدت اساتید محترم دانشکده به یک بلوغ محتوایی خوبی رسیده است و مطالب ارائه شده مورد استفاده و استناد تعداد زیادی از علاقمندان به شیمی شده است. امید آن است که در این شماره نیز توانسته باشیم بر دانش شیمیایی علاقمندان افزوده و رضایت مخاطبان را به همراه خود داشته باشیم. در انتها، باری دیگر، از تمامی خوانندگان نشریه تقاضا دارم تا ما را در این مسیر یاری و نظرات خود را به اطلاع ما برسانند. باشد که شماره آینده نشریه با حضور شما پربارتر و کم‌نقص‌تر شود.

با سپاس
مهدی ظریف

THE NOBEL PRIZE IN CHEMISTRY 2021



Benjamin List

بنجامین لیست

۱۹۶۸. فرانکفورت. آلمان
PhD از دانشگاه گوته واقع در فرانکفورت
آلمان در سال ۱۹۹۷

تولد
تحصیلات



David W.C. MacMillan

دیوید دابلیوسی مک میلان

۱۹۶۸. بلزهیل. اسکاتلند. بریتانیا
PhD از دانشگاه کالیفرنیا، ارواین در
سال ۱۹۹۶

تولد
تحصیلات

برای

توسعه ارگانوکاتالیز
نامتقارن



WINNER

جایزه نوبل شیمی ۲۰۲۱

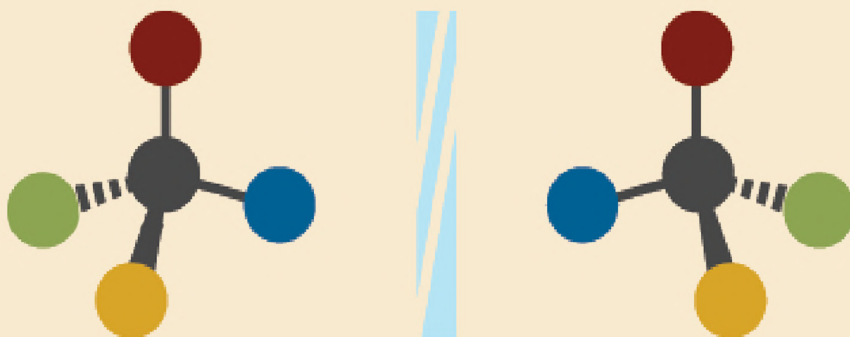


آیناز مهدی پور

دانشجوی شیمی محض

دانشگاه شهید بهشتی

این جایزه به طور مشترک به بنجامین لیست و دیوید دابلیو.سی. مک میلان برای ایجاد نوعی کاتالیز به نام ارگانوکاتالیز نامتقارن، که ابزاری جدید و ارزشمند برای ساختار مولکولی است، اعطا گردید.

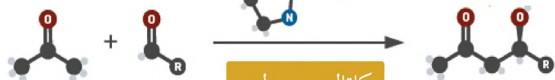


مولکول های تصویر آینه ای (اناتیومر ها)

مولکول ها می توانند به شکل تصویر آینه ای با ویژگی های متفاوت، وجود داشته باشند. ما اغلب برای ساخت دارو و دیگر ترکیبات مولکولی، فقط به یکی از این اشکال نیاز داریم. کاتالیزورها، موادی که به واکنش ها سرعت می بخشند، می توانند کمک کننده باشند. آنزیم ها، کاتالیزورهای طبیعت می باشند که در تمامی اوقات مولکول های خاصی با تصویر آینه ای می سازند، اما این مولکول ها ساختارهای پیچیده ای دارند. کاتالیزورهای فلزی می توانند همین کار را انجام دهند؛ اما به هوا و رطوبت حساسند و در برخی مواقع برای محیط زیست مضرند.



واکنش آلدول



۸۸ درصد از محصول به این شکل از تصویر آینه ای است

این پرسش برای بنجامین لیست پیش آمد که آیا اسیدهای تک آمینه ای که آنزیم ها را می سازند، می توانند به تنهایی یک واکنش را کاتالیز کنند؟ وی با آگاهی از تحقیقات پیشین درباره آمینواسید پرولین که به عنوان یک کاتالیزور عمل می کند، از آن برای کاتالیز کردن یک واکنش آلدول استفاده کرد و متوجه شد که کارآمد است، و همچنین یک تصویر آینه ای از محصول را خیلی بیشتر از تصویر دیگر تشکیل می دهد.

2021 NOBEL PRIZE IN CHEMISTRY

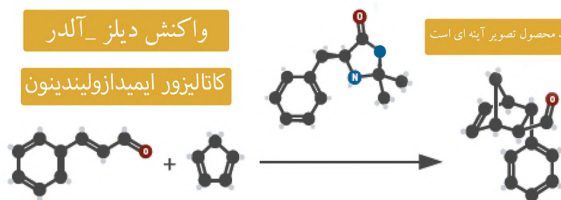
دیوید مک‌میلان تلاش می‌کرد تا با استفاده از مولکول‌های ارگانیک، جایگزینی برای کاتالیزورهای فلزی ایجاد کند. او یک مولکول ایمیدازولیدینون را شناسایی کرد که می‌توانست با کاتالیز یک واکنش تشکیل پیوند کربن-کربن، در اصل یک تصویر آینه‌ای از محصول را تولید کند. او واژه «ارگانوکاتالیز» را برای مفهوم «واکنش‌های کاتالیزی» با استفاده از مولکول‌های ارگانیک کوچک ایجاد کرد.



واکنش دیلز_آلدر

کاتالیزور ایمیدازولیدینون

۹۷ درصد محصول تصویر آینه‌ای است



چرا این پژوهش برای ما اهمیت دارد؟

برندگان این جایزه، همراه با دیگر محققان، تاکنون کاتالیزگرهای مولکولی ارگانیک بسیار زیادی طراحی کرده‌اند. این کاتالیزورها ارزان و سازگار با محیط زیست هستند و می‌توانند تصاویر آینه‌ای خاصی از مولکول‌ها را ایجاد کنند. به منظور بهبود کارایی ساخت مولکول، آنها می‌توانند در مراحل مختلف واکنش یکی پس از دیگری مورد استفاده قرار گیرند.



استفاده ارزان تر

سازگار با محیط زیست

کارآمد تر



ظهور و ایجاد ارگانوکاتالیز

David W. C. MacMillan



سمیرا احمدی جزینی
کارشناسی شیمی محض
دانشگاه شهید بهشتی

بین سال‌های ۱۹۹۸ و ۲۰۰۸، حداقل ۱۵۰۰ نسخه خطی که استفاده از اورگانوکاتالیزورها را در بیش از ۱۳۰ نوع واکنش جدا توصیف می‌کردند، منتشر شد (شکل ۱). با توجه به اینکه هیچ گزارشی از اینکه چنین کاتالیزورهایی در سال ۱۹۹۵ وجود نداشته است، این عدد قابل توجهی می‌باشد. امروزه این موضوع که اورگانوکاتالیز یکی از شاخه‌های اصلی سنتز انانتیوگزین است، مورد قبول می‌باشد (دیگر شاخه‌هایی که قبلاً پذیرفته شده بودند، کاتالیز آنزیم و کاتالیز آلی فلزی هستند)، و کسانی که در جریان سنتز مولکول‌های کایرال هستند، اورگانوکاتالیز را به عنوان ابزاری اصلی در جعبه ابزار کاتالیزوری‌شان در نظر می‌گیرند. در این مقاله تفسیری، من نظر خود را در مورد چگونگی رسیدن شیمیدانان به این نقطه ارائه می‌کنم. نگاه به گذشته و در نظر گرفتن این پیشرفت سودمند است، البته نه به این دلیل که بینشی در مورد اینکه چگونه جوامع علمی می‌توانند به ظاهر یک حوزه مهم تحقیقاتی را برای چندین دهه کنار بگذارند و سپس، در یک لحظه، همان حوزه را با اشتیاقی جمعی (و گاهی اوقات پرشور) بپذیرند. من فکر می‌کنم که سه عامل برای تولد ناگهانی و رشد سریع حوزه اورگانوکاتالیز حیاتی بوده‌اند: اول، مفهوم سازی این حوزه؛ دوم، مزایای تحقیقات ارگانوکاتالیز؛ و سوم، ظهور حالت‌های عمومی فعالسازی، القاء و واکنش‌پذیری کاتالیزور.

استفاده از مولکول‌های آلی کوچک به عنوان کاتالیزور بیش از یک قرن است که شناخته شده می‌باشد. اما تنها در دهه گذشته، اورگانوکاتالیز به یک حوزه رو به رشد از مفاهیم جامع و واکنش‌های نامتقارن که به صورت وسیعی قابل اجرا می‌باشند، تبدیل شده است. در اینجا من نظر خود را در مورد اینکه چرا مقوله اورگانوکاتالیز به طور چشمگیری در دهه گذشته شکوفا شده است، ارائه می‌کنم.

اورگانوکاتالیز یا استفاده از مولکول‌های آلی کوچک برای کاتالیز تبدیل‌های آلی، مقوله‌ای نسبتاً جدید و مشهور در حوزه سنتز مولکول کایرال (یا انانتیوگزین^۱) می‌باشد. اگرچه تحولات شیمیایی که از کاتالیزورهای آلی یا اورگانوکاتالیزورها استفاده می‌کنند، به طور پراکنده‌ای در قرن گذشته ثبت شده‌اند، اما اواخر دهه ۱۹۹۰ بود که با ادغام تعداد کمی از مقالاتی که موجب رشد سریع تحقیقات بودند، حوزه اورگانوکاتالیز متولد شد.

مفهوم سازی حوزه ارگانوکاتالیز

به احتمال زیاد در زمینه‌های بیوشیمی و شیمی آلی فلزی، با روش‌های سنتزی جدیدی رو به رو خواهیم شد.
دیترزباخ (۱۹۹۰)

با سابقه‌ای درخشان، در سال ۱۹۹۰ اورگانوکاتالیزورها را از دیدگاه خود در روش‌های سنتزی حذف کرد، این به وضوح نشان می‌دهد که پیش بینی موفقیت حوزه‌ای که زمانی وجود نداشته است، آسان نیست.

با این حال، در اواخر دهه ۱۹۹۰، زمانی که Yian Shi، Scott Denmark و Dan Yang و همکارانشان نشان دادند که کتون‌های خالص انانتیومری می‌توانند برای کاتالیز کردن اپوکسیداسیون انانتیوگزین آلکن‌های ساده مورد استفاده قرار گیرند، همه چیز شروع به تغییر کرد. اندکی پس از آن، اریک جیکوبسن^۲ و الیاس جی. کوری^۳ و همکارانشان اولین نمونه‌های کاتالیز پیوند هیدروژنی را در واکنش استرکر^۴ نامتقارن توصیف کردند و اسکات میلر^۵ و همکارانش مفهوم پپتیدهای حدقلی را، جداسازی سینتیکی انانتیوگزین الکل‌ها معرفی کردند. اگرچه، این کار در مجموع، اورگانوکاتالیز را به عنوان یک حوزه تحقیقاتی مفهوم سازی نکرد، اما برای اولین بار نشان داد که اورگانوکاتالیزورهای کوچک می‌توانند برای حل مشکلات مهم در سنتز شیمیایی استفاده شوند. با این حال، تا سال ۲۰۰۰ مقوله اورگانوکاتالیز به طور موثری توسط دو نشریه که تقریباً به صورت همزمان منتشر شدند، راه اندازی شد: یکی از کارلوس بارباس^۶، ریچارد لرنر^۷ و بنجامین لیست^۸، در مورد کاتالیز انامین، و دیگری از گروه تحقیقاتی من، در مورد کاتالیز ایمینیوم. کار بارباس، لرنر و لیست قابل توجه بود، زیرا نشان داد که مکانیسم اساسی واکنش Hajos-Parish را می‌توان گسترش داد و برای تبدیل‌هایی که کاربرد وسیع‌تری دارند (به ویژه واکنش آلدول بین مولکولی^۹) به کار برد. علاوه بر این، این کار نشان داد که مولکول‌های آلی کوچک (مانند پرولین) می‌توانند واکنش‌های شیمیایی مشابه مولکول‌های آلی بزرگتر (آنزیم‌ها) را با استفاده از مکانیسم‌های مشابه کاتالیز کنند.

چرا اورگانوکاتالیز برای مدت طولانی به عنوان یک حوزه تحقیقاتی توسط جامعه سنتز شیمیایی نادیده گرفته شد؟ با توجه به ماهیت آشکار مفاهیم کنونی و کاتالیزورهای مربوطه، پاسخ به این سوال با نگاه به گذشته دشوار است. با این حال، یک دیدگاه قابل تامل این است که نمی‌توان حوزه‌ای را نادیده گرفت که هنوز وجود ندارد. این ممکن است اسرارآمیز به نظر برسد، اما شبیه به این است که محققان نمی‌توانند روی مشکلی که شناسایی نشده است کار کنند. بین سال‌های ۱۹۶۸ و ۱۹۹۷، تنها چند گزارش از استفاده از مولکول‌های آلی کوچک به‌عنوان کاتالیزور برای واکنش‌های نامتقارن وجود داشت (احتمالاً واکنش Hajos-Parish معروف‌ترین آن‌ها می‌باشد)، اما این مطالعات شیمیایی بیشتر به عنوان واکنش‌های شیمیایی منحصر به فرد تلقی می‌شدند تا بخش‌هایی یکپارچه از یک حوزه بزرگتر و به هم پیوسته. در این نشریه‌های اولیه، هیچ تأکیدی بر مزایای بالقوه استفاده از اورگانوکاتالیزورها یا نمایشی از مفاهیم جدید اورگانوکاتالیزی وجود نداشت. در عوض، این مقالات تنها بر تبدیل‌های منحصر به فردی که انجام شده بودند تمرکز داشتند. به دلیل این که درس‌هایی جامع از این واکنش‌ها استنتاج نشده بود، مفاهیم کاتالیزوری اساسی برای گونه‌های متعدد واکنش به کار برده نشد. در نتیجه، شیمیدانان متوجه نشدند که استفاده از اورگانوکاتالیزورهای کوچک، می‌تواند مفهومی فراگیر باشد. یکی از معیارهای این واقعیت این است که بین سال‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۹۸، هیچ مقاله‌ی مروری در مورد استفاده از اورگانوکاتالیزورها وجود نداشت. علاوه بر این، دیترزباخ، شیمیدان آلی

۶. Carlos Barbas

۲. Eric Jacobsen

۷. Richard Lerner

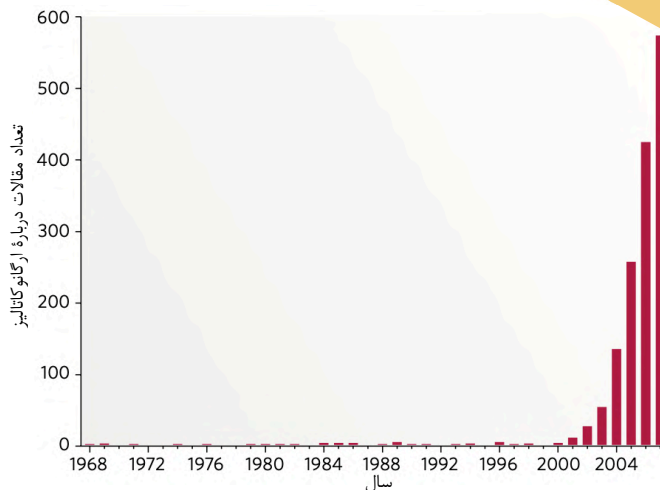
۳. Elias J. Corey

۸. Benjamin List

۴. Strecker reaction

۹. intermolecular aldol reaction

۵. Scott Miller



شکل ۱. انفجار علاقه. تعداد مقالات در مورد موضوع ارگانوکاتالیز اخیراً به طور قابل توجهی افزایش یافته است. داده‌ها به وسیله جستجوی ISI Web of Knowledge در می ۲۰۰۸ برای کلیدواژه های organocatalysis و مشتقات آن و همچنین کلیدواژه‌های انتقال فاز، Hajos و enamine (برای یافتن مقالات در مورد این موضوع، پیش از ابداع عبارت organocatalysis) به دست آمده‌اند. بعید است که این جستجو بتواند همه مقالات مربوط به ارگانوکاتالیز را پیدا کند، و به صورت تخمینی تا کنون بیش از ۲۰۰۰ نسخه خطی در این زمینه منتشر شده است.

وب می‌باشد (بر اساس بررسی ISI Web of Knowledge و صفحات وب فهرست شده توسط گوگل در می ۲۰۰۸).

مزایای پژوهش اورگانوکاتالیزی

هنگامی که حوزه اورگانوکاتالیز به طور عمومی مشخص شد، به سرعت رشد کرد. چنین پذیرش سریعی تنها زمانی ممکن است که یک مقوله برای محققانی که در این زمینه جستجو می‌کنند و کسانی که از فناوری‌های حاصل بهره برداری می‌کنند، مزایای واقعی ارائه دهد. در این مورد، جامعه سنتز شیمیایی به سرعت مزایای اساسی اورگانوکاتالیز، یعنی سهولت و هزینه کم انجام چنین واکنش‌هایی در آزمایشگاه، و پتانسیل خطوط جدید تفکر و تحقیقات دانشگاهی را تشخیص داد. قبل از سال ۱۹۹۸، جایگاه هنر کاتالیز نامتقارن تقریباً به طور انحصاری شامل کاتالیزورهای کایرال بر پایه فلز بود، و این کاتالیزورها امکان انبوهی از اکسیداسیون، کاهش، اتصال پیوند σ ، فعال‌سازی پیوند π و واکنش‌های کاتالیز شده با اسید لوئیس را فراهم می‌آورد. اگرچه تأثیر کاتالیزورهای بر پایه فلز بر سنتز

در همین حال، گزارش کاتالیز ایمینیوم، "ارگانوکاتالیز" را به سه روش مهم مفهوم‌سازی کرد:

- با تشریح اینکه چگونه ارگانوکاتالیزورها می‌توانند مزایای اقتصادی، زیست محیطی و علمی ارائه دهند.

- با توصیف یک استراتژی فعال‌سازی جامع برای ارگانوکاتالیز که می‌تواند در طیف وسیعی از دسته بندی‌های واکنش اعمال شود (به جای اجازه دادن به یک تبدیل واحد).

- و با معرفی اصطلاح "ارگانوکاتالیز" به ادبیات شیمی.

ممکن است بپرسید، چه چیزی در نام نهفته است؟ موفقیت اصطلاحات نانو تکنولوژی و سنتز جهت‌دار متنوع را در تغییر دید و درک حوزه‌های تحقیقاتی در سطح جهانی در نظر بگیرید. واژه ارگانوکاتالیز هویتی قوی ایجاد کرد و در کمک به یکپارچه سازی حوزه‌ای نوپا نقش داشت و همچنین توجه جامعه سنتز شیمیایی گسترده تری را به خود جلب کرد. در آخرین شمارش، کلمه ارگانوکاتالیز یا یکی از مشتقات آن، در بیش از ۶۰۰ عنوان مقاله استفاده شده است و موضوع بیش از ۴۰۰۰ صفحه

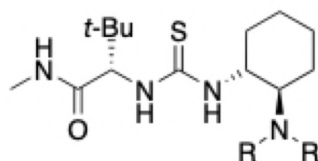
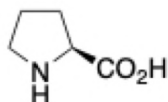
برخی از منتقدان پیشنهاد می‌کنند که تعداد کم گردش مالی ممکن است کاربردهای بالقوه اورگانوکاتالیز را برای کاربردهای صنعتی محدود کند، اما این دیدگاهی متعصب و ساده انگارانه می‌باشد. برای هر فرآیند کاتالیزوری در مقیاس بزرگ، مهمترین ملاحظات، هزینه و ایمنی است. از آنجایی که اورگانوکاتالیزورها اغلب ارزانتر از کاتالیزورهای بر پایه فلز هستند، می‌توان از اورگانوکاتالیزورها در مقادیر بیشتری نسبت به کاتالیزورهای بر پایه فلز با همان قیمت استفاده کرد. علاوه بر این، این موضوع که در تولید حذف ناخالصی‌های مرتبط با کاتالیزور سمی از جریان فاضلاب اغلب می‌تواند تأثیر مالی بیشتری نسبت به تعداد گردش مالی کاتالیزور داشته باشد، به طور گسترده به رسمیت شناخته شده است. اورگانوکاتالیزورها معمولاً سمیت کمتری نسبت به کاتالیزورهای بر پایه فلز دارند، می‌توانند تا حد زیادی در جریان فاضلاب طاقت بیاورند و راحت‌تر از آن حذف شوند و باز هم هزینه‌های بالای بارگذاری کاتالیزور را کاهش دهند.

با توجه به کاربردهای صنعتی، واکنش‌های اورگانوکاتالیز برای شیمی‌دانان دارویی کاربرد زیادی دارند. این محققان از بزرگترین شیمی‌دانان سنتز صنعتی در جهان هستند و نیازهای فنی آنها اغلب با نیازهای شیمی‌دانان در تولید یا پیشرفت فرآیند متفاوت است. شیمی‌دان‌های دارویی برای ساخت داروهای جدید مناسب برای آزمایش، باید روش‌های سریع‌تری که کاربردهای گسترده‌ای دارند را بیابند، بنابراین مهم‌ترین نکته قابل توجه برای یک کاتالیزور، فراگیر بودن، سهولت و مقاومت آن می‌باشد. اورگانوکاتالیزورها با تمام این الزامات اجرایی را برآورده می‌کنند. در واقع، اورگانوکاتالیزورها قبلاً توسط برخی از شیمی‌دانان دارویی به دنبال عوامل درمانی که برای یک آنانتیومر خاص غنی شده بودند، مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

شیمیایی را نمی‌توان دست کم گرفت، اما برخی (نه همه) سیستم‌های آلی فلزی می‌توانند گران، سمی و/یا حساس به هوا و رطوبت باشند.

ظهور اورگانوکاتالیز چشم انداز یک روش کاتالیز مکمل با پتانسیل صرفه جویی در هزینه، زمان و انرژی، روش آزمایشی آسان‌تر و کاهش ضایعات شیمیایی را به ارمغان می‌آورد (شکل ۲). این مزایا از سه عامل ناشی می‌شوند. اول اینکه، مولکول‌های آلی عموماً به اکسیژن و رطوبت موجود در جو حساس نیستند، بنابراین نیازی به مخازن مخصوص واکنش، مخزن‌های ذخیره‌سازی و تکنیک‌های تجربی، یا واکنشگرها و حلال‌های فوق‌العاده خشک نیست. دوم، طیف گسترده‌ای از واکنشگرهای آلی -مانند آمینواسیدها، کربوهیدرات‌ها و هیدروکسی اسیدها- به طور طبیعی از منابع بیولوژیکی به عنوان تک آنانتیومر در دسترس هستند. بنابراین، اورگانوکاتالیزورهای ساده معمولاً ارزان هستند و به راحتی در مقادیر متعدد قابل دسترسی هستند، که برای واکنش‌های مقیاس کوچک و واکنش‌های مقیاس صنعتی مناسب می‌باشند. ثالثاً، مولکول‌های آلی کوچک معمولاً غیرسمی و دوستدار محیط‌زیست هستند و ایمنی کاتالیز را هم در تحقیقات بیولوژیکی و هم در تحقیقات شیمیایی در تمامی محیط‌های تحقیقاتی از جمله صنعت و مؤسسات دانشگاهی افزایش می‌دهند. ترکیبی از این عوامل، هزینه‌های پژوهشگرانی که علاقه مند به توسعه کاتالیزورهای آنانتیوگزین بودند را به طور قابل توجهی کاهش داد. با توجه به اینکه این روش نیازی به جعبه دستکش، گازهای نجیب، حلال‌های فوق‌العاده خشک یا حتی سطح بالای مهارت تجربی ندارد، جای تعجب نیست که این حوزه به سرعت مملو از گروه‌های تحقیقاتی از سراسر جهان شد. در واقع، افزایش رقابت به سرعت بخشیدن به نوآوری و اکتشاف کمک کرد، البته شاید به قیمت شلوغ شدن این حوزه برای کسانی که در این زمینه محبوب هستند تمام شد.

ظهور حالت‌های عمومی فعال سازی و القاء



- پایدار در هوا و آب
- در دسترس از طریق مواد زیستی
- ارزان و سهولت در آماده سازی
- استفاده آسان
- در دسترس بودن هردوی انانتیوسری‌ها^{۱۰}
- غیر سمی

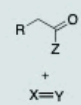

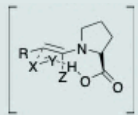
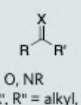
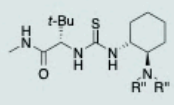
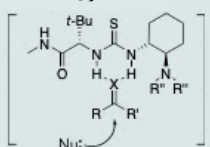
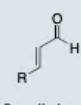
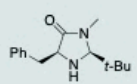
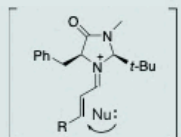
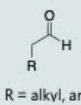
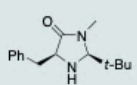
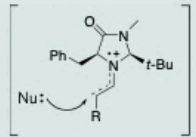
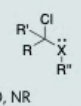
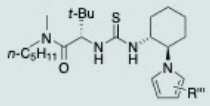
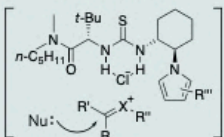
در عین حال، واضح است که کشف حالت‌های فعال‌سازی جدید برای همه گونه‌های کاتالیز دارای اهمیت می‌باشد. در زمینه اورگانوکاتالیز، کاتالیز ایمینیوم، که در سال ۲۰۰۰ گزارش شد، اولین حالت فعال‌سازی به شمار می‌رفت که برای بیش از یک نوع واکنش مناسب بود، و این ویژگی دلیل اصلی طراحی‌اش بوده است. همچنین در سال ۲۰۰۰ کاتالیز انامین، با توجه به کاربرد آن در واکنش مانیخ^{۱۱}، به عنوان یک حالت عمومی فعال سازی نشان داده شد، و در سال ۲۰۰۲ جیکوبسن^{۱۲} و آنا ونزل^{۱۳} اولین کسانی بودند که نشان دادند کاتالیز پیوند هیدروژنی دارای کاربرد چند واکنشی می‌باشد. حالت‌های فعال‌سازی که در این بخش مورد بحث قرار گرفته و در جدول ۱ توضیح داده شده‌اند، معرف حالت‌هایی هستند که در دهه گذشته ابداع یا شناسایی شده‌اند.

شاید مهمترین عامل برای موفقیت اورگانوکاتالیز در دهه گذشته، اختراع یا شناسایی حالت‌های عمومی فعال‌سازی، القاء و واکنش‌پذیری کاتالیزور بوده است. یک حالت عمومی فعال‌سازی، گونه واکنش‌پذیری که می‌تواند در بسیاری از انواع واکنش‌ها با انانتیوگزینه بالا (بر خلاف یک یا دو تبدیل منحصربه‌فرد) شرکت کند را توصیف می‌کند. این گونه‌های واکنش‌پذیر، از برهمکنش یک کاتالیزور کایرال واحد با یک گروه عاملی ابتدایی (مانند کتون، آلدهید، آلکن یا ایمین) به شیوه‌ای بسیار سازمان یافته و قابل پیش‌بینی به وجود می‌آیند.

ارزش حالت‌های عمومی فعال‌سازی به این است که، پس از شکل‌گیری‌شان، استفاده از آنها به‌عنوان بستری برای طراحی واکنش‌های انانتیوگزینه جدید، نسبتاً ساده می‌باشد. در واقع، اکثر ۱۳۰ واکنش اورگانوکاتالیزی که از سال ۱۹۹۸ گزارش شده‌اند، مستقیماً بر روی پنج یا شش حالت فعال‌سازی پایه‌گذاری شده‌اند. تعداد اندک حالت‌های فعال‌سازی در اورگانوکاتالیز (و به طور کلی در کاتالیز) تعجب‌برانگیز نیست - هنگام طراحی یک واکنش انانتیوگزینه جدید، استفاده از یک حالت فعال‌سازی شناخته شده، بسیار آسان‌تر از ابداع حالتی جدید (همراه با کاتالیزوری جدید) می‌باشد. از این رو، تعداد واکنش‌های کاتالیزوری انانتیوگزینه همواره بسیار بیشتر از تعداد حالت‌های فعال‌سازی است که زیربنای آنها می‌باشند.

این موضوع به طرق مختلف برای شیمی‌دانان سودمند است، زیرا منجر به توسعه کاتالیزورها یا خانواده‌های کاتالیستی کاربردی برای طیف گسترده‌ای از واکنش‌های نامتقارن، می‌شود.

جدول ۱. حالت های عمومی فعال سازی که معمولاً در ارگانوکاتالیز مورد استفاده قرار می گیرند.

سوبسترا	کاتالیزور	حالت فعالسازی	تعداد واکنش های جدید	نمونه هایی از انواع واکنش های جدید	منابع
<p>کاتالیز انامین</p>  <p>R = any organic chain or ring system X = C, N, O, S Y = generic organic atom Z = alkyl, H</p>		<p>فعالسازی HOMO</p> 	۲۵	<ul style="list-style-type: none"> جفت شدن متقاطع^{۱۱} الدهید-الدهید اکتیل دار کردن^{۱۵} الفای بین مولکولی واکنش مانیخ آمین دار کردن^{۱۲} الفای اکسیژناسیون الفای هالوژناسیون الفای سولفنیل دار کردن^{۱۷} الفای 	<p>First application: 1971, ref. 3</p> <p>First use as a generic mode of activation: 2000, ref. 13</p>
<p>کاتالیز پیوند هیدروژنی</p>  <p>X = O, NR R, R', R'' = alkyl, aryl</p>		<p>فعالسازی LUMO</p> 	۳۰	<ul style="list-style-type: none"> واکنش استرکر واکنش مانیخ سلینوسیل دار شدن^{۱۸} کنون واکنش بیگنلی^{۱۹} واکنش بیگنیت-اسپنگلر^{۲۰} آمین دار کردن کاهش 	<p>First application: 1996-1999, refs 9-11</p> <p>First use as a generic mode of activation: 2002, ref. 17</p>
<p>کاتالیز ایمینیوم</p>  <p>R = alkyl, aryl</p>		<p>فعالسازی LUMO</p> 	۵۰	<ul style="list-style-type: none"> واکنش فریدل-کرافتس^{۲۱} مزدوج واکنش مانیخ واکنش دیلز-آلدر^{۲۲} کنون exo-selective واکنش دیلز-آلدر واکنش موکایاما-مایکل^{۲۳} کاهش هیدرید مزدوج آمین دار کردن مزدوج اکسیژناسیون مزدوج سولفنیل دار کردن^{۲۴} مزدوج سیکلوپروپان دار کردن^{۲۵} مزدوج ایوکسیددار کردن^{۲۶}. آزریدین دار کردن^{۲۷} 	<p>First application and first use as a generic mode of activation: 2000, ref. 14</p>
<p>کاتالیز SOMO</p>  <p>R = alkyl, aryl</p>		<p>فعالسازی SOMO</p> 	۴	<ul style="list-style-type: none"> الیل دار کردن الفای^{۲۸} انول دار کردن الفای^{۲۹} وینیل دار کردن الفای^{۳۰} هتروآریل دار کردن الفای^{۳۱} 	<p>First application and first use as a generic mode of activation: 2007, ref. 25</p>
<p>کاتالیز یون مخالف</p>  <p>X = O, NR R, R', R'', R''' = alkyl, aryl</p>		<p>فعالسازی LUMO</p> 	۲	<ul style="list-style-type: none"> واکنش اسپیل-بیگنیت-اسپنگلر واکنش افزایشی اگزوکاربنیوم^{۳۲} 	<p>First application and first use as a generic mode of activation: 2007, ref. 28</p>

در فعال سازی HOMO، انرژی بالاترین اوربیتال مولکولی اشغال شده (HOMO) افزایش می یابد. در فعال سازی LUMO، انرژی پایین ترین اوربیتال مولکولی اشغال نشده (LUMO) کاهش می یابد. در فعال سازی SOMO، یک الکترون در یک تک اوربیتال مولکولی اشغال شده (SOMO) قرار می گیرد تا گونه های بسیار واکنش پذیر که می توانند در بسیاری از انواع واکنش شرکت کنند را تولید کنند. Nu، هسته دوست؛ Ph، فنیل.

- | | | |
|-----------------------|------------------------------|------------------------------|
| α-Allylation .۲۸ | Friedel– Crafts reaction .۲۱ | cross aldol coupling .۱۴ |
| α-Enolation .۲۹ | Diels–Alder .۲۲ | alkylation .۱۵ |
| α-Vinylation .۳۰ | Mukaiyama–Michael .۲۳ | Amination .۱۶ |
| α-Heteroarylation .۳۱ | sulphenylation .۲۴ | Sulphenylation .۱۷ |
| Oxocarbenium .۳۲ | Cyclopropanation .۲۵ | Cyanosilylation .۱۸ |
| | Epoxidation .۲۶ | Biginelli reaction .۱۹ |
| | aziridination .۲۷ | Pictet–Spengler reaction .۲۰ |

کاتالیز انامین

واکنش استرکر که از اورگانوکاتالیزورهای پیوند هیدروژنی مشخصی برای فعالسازی الکتروفیل‌های ایمین استفاده می‌کرد، ارائه دادند. علاوه بر این، چهار سال بعد، جیکوبسن نشان داد که این کاتالیزورهای تیواوره می‌توانند برای سایر واکنش‌های سنتز، بکار برده شوند و آغازی برای استفاده عمومی از کاتالیزور انانتیوگزین پیوند هیدروژنی باشد. این حالت فعال سازی قدرتمند، تبدیل به پایه و اساس یک حوزه تحقیقاتی بزرگ و پویا شده است. بیش از ۳۰ واکنش نامتقارن جدید بر اساس این اصل شکل گرفته است.

کاتالیز ایمینیوم

کاتالیز ایمینیوم اولین حالت فعال سازی اورگانوکاتالیزی بود که طراحی (به جای آنکه کشف شود) و به عنوان یک استراتژی عمومی برای سنتز آلی نامتقارن معرفی شد. این موضوع مبنی بر ظرفیت آمین‌های کایرال در عملکرد به عنوان کاتالیزور انانتیوگزین برای چندین تبدیل که به طور سنتی از کاتالیزورهای اسید لوئیس استفاده می‌کنند، می‌باشد. این مفهوم بر اساس این فرضیه مکانیکی بنا شده است که بیان می‌کند: تشکیل برگشت پذیر یون‌های ایمینیوم از آلدئیدهای غیراشباع α ، β و آمین‌های کایرال ممکن است با دینامیک تعادلی و الکترونیک اوربیتال π را که به صورت ذاتی برای کاتالیز اسید لوئیس می‌باشند (یعنی پایین‌ترین اوربیتال مولکولی اشغال نشده (LUMO) فعالسازی را پایین می‌آورد) رقابت کند. با خانواده سفارشی سازی شده کاتالیزورهای ایمیدازولیدینون، کاتالیزورهای ایمینیوم در حال حاضر در بیش از ۵۰ پروتکل انانتیوگزین بالا استفاده می‌شوند، که بسیاری از آنها توسط گروه تحقیقاتی من و کارل انکر یانسن توسعه یافته‌اند.

کاتالیز SOMO^{۳۹}

کاتالیز SOMO که توسط گروه تحقیقاتی من در سال ۲۰۰۶ معرفی شد، بر این ایده استوار است که اکسیداسیون تک الکترونی یک انامین غنی از الکترون به طور انتخابی، کاتیون رادیکال واکنش‌پذیری را با سه الکترون π تولید می‌کند. الکتروفیلی بودن تک اوربیتال مولکولی اشغال شده (SOMO) این حد واسط، به آن اجازه می‌دهد تا به آسانی با انواع

در سال ۱۹۷۱ دو گزارش مستقل وجود داشت، یکی از آنها را زولاتان هاجوس^{۳۳} و دیوید پریش^{۳۴}، و دیگری را رادولف ویچرت^{۳۵} و گرهارد ساوه^{۳۶} و اولریخ ایدر^{۳۷} نگاشته بودند. موضوع آنها واکنش آلدولی بین مولکولی انانتیوگزین کاتالیز شده توسط پرولین در سنتز کتون وایلد-میشر^{۳۸} بود. این نتیجه خارق‌العاده به خوبی مورد استقبال جامعه قرار گرفت، اما حالت فعال‌سازی دخیل در آن، تا بیش از ۳۰ سال بعد، برای واکنش‌های دیگر به کار گرفته نشد. در سال ۲۰۰۰، با فعالیت مبتکرانه بارباس، لرنر و لیست که از کاتالیز انامین برای عامل دار کردن ترکیبات حاوی کربونیل در کربن آلفا استفاده کردند، کاربرد گسترده این حالت فعال سازی آشکار شد. از آن زمان، حجم انبوهی از پژوهش‌ها، در راستای شناسایی انواع جدیدی از کاتالیزورهای کایرال انامین انجام می‌شوند. از نظر مکانیکی، بهتر است کاتالیز انامین را به عنوان کاتالیز دو عملکردی توصیف کنیم، زیرا کاتالیزور حاوی آمین (پرولین در جدول ۱) معمولاً با یک سوبسترای کتون برهمکنش می‌کند تا یک حد واسط انامین را تشکیل دهد، اما به طور همزمان واکنش الکتروفیلی از طریق پیوند هیدروژنی یا جاذبه الکترواستاتیکی با شریکی درگیر می‌شود. در حال حاضر این حالت فعال سازی در طیف گسترده‌ای از فرآیندهای عامل‌دار کردن کربن آلفای کربونیل انانتیوگزین استفاده شده است.

کاتالیز پیوند هیدروژنی

در اوایل دهه ۱۹۸۰ میلادی، پژوهشگران چندین فرایند نامتقارن کاتالیستی را کشف کردند که نشان می‌داد فعال شدن یک سوبسترا و سازماندهی حالت گذار می‌تواند از طریق برهمکنش‌های پیوند هیدروژنی که به خوبی مشخص شده است، رخ دهد. این گزارش‌ها به طور گسترده مورد استقبال قرار گرفتند؛ با این حال، آنها از این موضوع عمومی که پیوند هیدروژنی از نظر فعالسازی یا جهت دار بودن برای استفاده در کاتالیز نامتقارن، به اندازه کافی کارآمد نیستند، مستثنی بودند. این استدلال زمانی رد شد که در سال‌های ۱۹۹۸ و ۱۹۹۹، جیکوبسن و کوری به طور مستقل گزارشی را درباره یک نوع نامتقارن از

Ulrich Eder. ۳۷

Zolatan Hajos. ۳۳

Wieland-Miescher. ۳۸

David Parrish. ۳۴

singly occupied molecular orbital. ۳۹

Rudolf Weichert. ۳۵

Gerhard Sauer. ۳۶

آینده

پیش بینی آینده در هر زمینه‌ای همواره یک ریسک است، اما چندین جنبه از ارگانوکاتالیز بدون شک توجه پژوهشگران را به خود جلب می‌کند. تلاش‌های عظیمی در جهت کشف و طراحی کاتالیزورهایی با کارایی بهتر، واکنش‌پذیری‌های جدید و تعداد گردش مالی بیشتر ادامه خواهد یافت.

علاوه بر این، اگرچه کاتالیزور SOMO و کاتالیزور یون مخالف اخیراً توسعه یافته‌اند، واضح است که حداقل ده تبدیل نامتقارن جدید از این حالت‌های فعال‌سازی ایجاد می‌شود. علاوه بر این، با توجه به تأثیر قابل توجه روش‌های جدید فعال‌سازی،

این احتمال وجود دارد که بسیاری از شیمیدانان جوان و جاه طلب تلاش‌های پژوهشی خود را بر دستیابی به این ایده‌آل متمرکز کنند.

چالش‌های خاص‌تری که احتمالاً مورد توجه قرار می‌گیرند عبارتند از فعال‌سازی ارگانوکاتالیزی پیوندهای کربن-هیدروژن و کاتالیز واکنش‌های فوتو ردوکس. همچنین احتمالاً پیشرفت‌های بیشتری در زمینه واکنش‌های آبشاری ارگانوکاتالیزی وجود خواهد داشت، که در آن حالت‌های فعال‌سازی به منظور ایجاد تبدیل‌های قدرتمندی که مولکول‌های کمپلکس را تولید می‌کنند، ترکیب می‌شوند. اگرچه در حال حاضر از کاتالیز آبشاری به ندرت استفاده می‌شود، اما احتمالاً برای سنتز محصولات طبیعی و عوامل دارویی فراگیرتر می‌شود. علاوه بر این، این احتمال وجود دارد که مدل‌های محاسباتی به طور رو به رشدی، نه تنها برای کمک به درک فرآیندهای ارگانوکاتالیزی، بلکه در طراحی ارگانوکاتالیزورهای جدید نیز مورد استفاده قرار گیرند.

اما شاید حیاتی‌ترین حوزه تحقیق در آینده، شناسایی تبدیل‌های مهم و واکنش‌پذیری‌های جدید باشد که با استفاده از شاخه‌های دیگر کاتالیزور در دسترس نیستند. با توجه به رشد عظیم و تأثیر ارگانوکاتالیز در دهه گذشته، مشاهده توسعه این حوزه در دهه آینده یقیناً هیجان انگیز خواهد بود.

«SOMophile» های بر پایه کربن در کربن آلفای نامین اصلی، که نوکلئوفیل‌های ضعیفی هستند واکنش دهند و در نتیجه محصولات آلکیلاسیون ایجاد شوند. بکارگیری این اصل در یک سیستم کاتالیزوری که از آمین‌های نوع دوم کایرال و یک اکساینده تک الکترونی مناسب استفاده می‌کند بسیار موفق بوده است و مسیرهای جدیدی را برای کاتالیز نامتقارن عامل‌دار کردن آلفای ترکیبات حاوی کربونیل، باز می‌کند. اگرچه کاتالیز SOMO یکی از جدیدترین حالت‌های فعال‌سازی است که اخیراً کشف شده است، اما از قبل مجموعه‌ای از تبدیل‌های انتیوگزینی را به همراه داشته است که مکمل آن‌هایی است که توسط کاتالیزور نامین ایجاد می‌شوند.

کاتالیزور یون مخالف^{۴۰}

جیکوبسن به تازگی حالت مفهومی جدیدی از فعال‌سازی ارگانوکاتالیزی را توسعه داده است که افزایش‌های بسیار انانتیوگزین را به سوی تولید موقت یون‌های *N*-acyl-iminium و oxocarbenium هدایت می‌کند. در این سیستم کاتالیزور کایرال تیواوره، که برای تولید کمپلکس‌های قوی با یون‌های هالید شناخته شده‌اند، به صورت الکترواستاتیکی به پیوندهای ضعیف کربن-کلر کلروآمیدها و کلرواستال‌ها متصل شده و یونیزه می‌شوند تا یک جفت یون ناپایدار ایجاد کنند. کمپلکس کاتالیزور-کلرید آنیونی حاصل به عنوان یک یون مخالف کایرال عمل می‌کند و رویکرد هسته‌دوست‌ها را به یک صفحه واحد از یک انانتیومر گونه‌های کاتیونی تثبیت شده با α -هترواتم گذرا سوق می‌دهد. نتایج اولیه از این جهت قابل توجه است که نیروهای وارد شده در فضا، به جای پیوندها، برای انتقال اطلاعات استریوشیمیایی از کاتالیزور به زیرلایه با دقت بالا کافی است. اگرچه این حالت فعال‌سازی هنوز در مراحل اولیه است، اما پتانسیل حل بسیاری از مسائل پایدار و برجسته در کاتالیز نامتقارن را دارد.

دسترسی به مقاله:



بینگ و یانگ آمینوکاتالیز نامتقارن

Benjamin List

مبدا مشترک دو اصل کاتالیزوری پیشنهاد شده و ادغام اخیرشان، در ترتیب های متوالی مورد بحث قرار می گیرد.

مقدمه

با اینکه واکنش درون مولکولی آلدول کاتالیز شده با پرولین در اوایل سال ۱۹۷۰ توسط دو گروه تجاری کشف شد، تقریباً تا حدود ۳۰ سال در حد یک کنجکاوی آزمایشگاهی باقی مانده بود. کشف محدوددهاش رخ نداده و مکانیسمش نیز به طور ناچیز شناخته شده بود و به طور محدود از آن استفاده می شد. سی سال بعد احیای این شیمی با استفاده از کشف واکنش مستقیم نامتقارن درون مولکولی آلدول کاتالیز شده با پرولین آغاز شد. از آن زمان به بعد رشد انفجاری در زمینه کلی ارگانوکاتالیز ها به ویژه در کاتالیز آمین نامتقارن مشاهده شد. در اینجا سعی خواهیم کرد مروری بر این شیمی جذاب که طی ۵ سال گذشته تکامل یافته ارائه دهیم. به طور طبیعی بر دستاوردهای آزمایشگاهی خود تمرکز خواهیم کرد اما به درج نمونه هایی از گروه های دیگری که در این حوزه کار می کنند (که به نظر



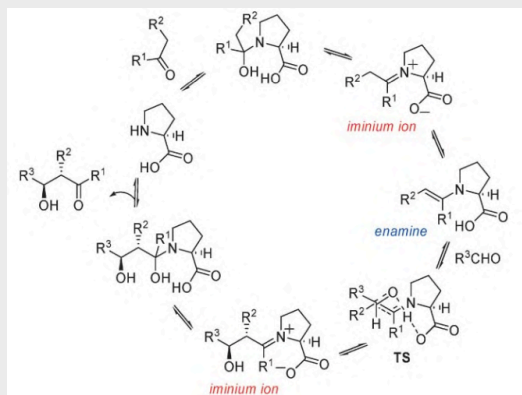
الهام ابراهیم زاده
کارشناسی شیمی کاربردی
دانشگاه شهید بهشتی

طی ۶ سال گذشته کاتالیز نامتقارن تغییر شکل کربونیل از طریق یون ایمینیوم و واسطه های انامینی با استفاده از آمین های کایرال به عنوان ارگانوکاتالیزور، به طور چشمگیری افزایش یافته است. در اینجا نمایی کلی از این حوزه نشان داده شده است. این حوزه را به دو بخش فرعی می توان تقسیم کرد (۱) کاتالیز ایمینیوم که معمولاً برای حلقه زایی و افزایش مزدوج به انال و انون آن ها به کار می رود (۲) و کاتالیز به طور معمول در واکنش الکتروفیلی جانشینی آلفا کتون ها و آلدئید استفاده می شود.



بنجامین لیست دکتری خود را در سال ۱۹۹۷ از دانشگاه johann-wolfgang-goethe در فرانکفورت آلمان دریافت کرد. بعد از اتمام تحصیلات پست دکتری در موسسه The scripps Research در ژانویه سال ۱۹۹۹ در همان موسسه دستیار پروفیسور شد. در سال ۲۰۰۳ ابتدا به عنوان دانشیار به Max-Planck-Institut für Kohlenforschung نقل مکان کرد. در سال ۲۰۰۴ در دانشگاه cologne استاد افتخاری شد و در سال ۲۰۰۵ به سمت مدیر اداره کاتالیز همگن در Max-planck-Institut für kohlenforschung ارتقا یافت. علائق پژوهشی او شامل توسعه واکنش های آلی جدید، سنتز جامع، شیمی بیوارگانیک و ارگانوکاتالیز می باشد.

بر اساس این نتایج مکانیسم پیشنهادی در شکل ۲ را پیشنهاد کردیم. یون های ایمینیوم و ایمین حد واسطه های کلیدی هستند. تشکیل یون ایمینیوم به طور موثری انرژی لومو سیستم را کاهش می دهد در نتیجه افزایش نوکلئوفیلی و پروتون زدایی آلفا آسان تر می شود. پروتون زدایی تولید انامین را در پی دارد که معادل واقعی کربانیون نوکلئوفیلی است. سپس واکنش آن با آلدئید از طریق حالت گذار^۱ (TS) و سپس هیدرولیز، باعث تولید آلدول غنی شده انانتیومری می شود (شکل ۲).



شکل ۲. مکانیسم پیشنهاد شده و حالت گذار واکنش آلدول کاتالیز شده با پرولین

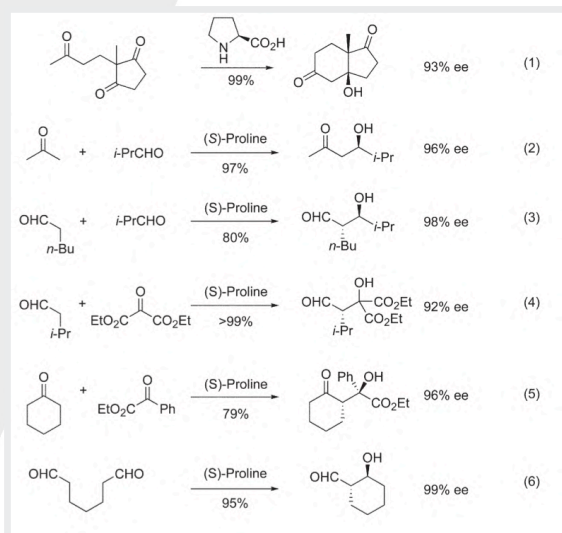
برای ما این چشم انداز جالب مطرح شد که اصل کاتالیزوری واکنش آلدول کاتالیز شده با پرولین ممکن است بسیار جامع تر از آنچه در ابتدا فکر می کردیم باشد. ما استدلال کردیم که آمین های کایرال ساده از جمله پرولین باید بتوانند به صورت کاتالیزوری انامین های کایرال را به عنوان معادل های کربانیونی تولید کنند که سپس ممکن است با الکتروفیل های مختلف واکنش نشان دهد. ما این اصل های کاتالیزوری را کاتالیز انامینی نامیدیم (شکل ۳).

بر این اساس، عناوینی که از ترکیب کربن دی به وسیله تشکیل یون ایمینیوم تولید می شود می تواند با الکتروفیل $X=Y$ (یا $X-Y$) از طریق افزایش نوکلئوفیلی (یا جانشینی) واکنش دهد تا یون آلفا عامل دار شده^۲ ایمینیوم را ایجاد کند و با هیدرولیز فرآورده کربونیلی آلفا عامل دار شده را بدهد.

می رسد تعداد آنها با سرعت شگفت انگیزی در حال افزایش است) نیز خواهیم پرداخت.

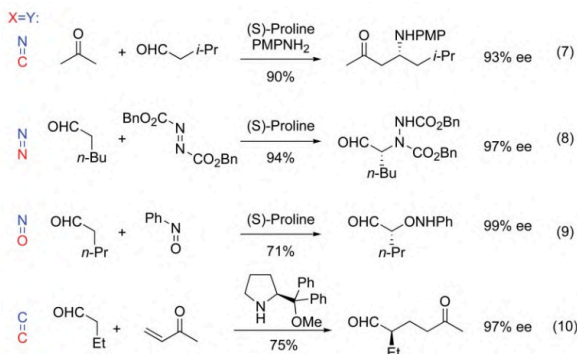
واکنش آلدول نامتقارن کاتالیز شده با پرولین: حوزه، مکانیسم و پیامدها

علاوه بر کاتالیز واکنش شناخته شده Hajos-Parrish-Eder-Sauer-Wiechert در اوایل سال ۲۰۰۳ دیدیم که پرولین واکنش آلدولی درون مولکولی را هم کاتالیز می کند. از آن زمان به بعد واکنش ما به ترکیبات سوبسترای دیگر (آلدئید و کتون، آلدئید و آلدئید، کتون و آلدئید، کتون و کتون و ... به واکنش آلدولی enolexo تعمیم داده شد (معادله ۶). به نظر می رسد پرولین یک کاتالیزور نسبتاً کلی، کارآمد و انانتیوگزینه واکنش آلدولی باشد که محدوده سوبسترای آن همچنان در حال افزایش است (شکل ۱).

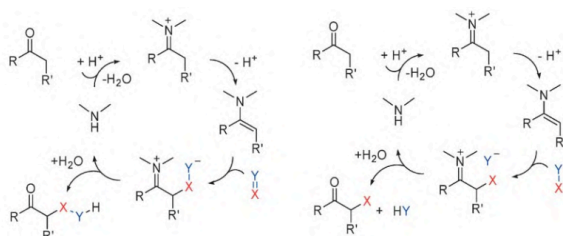


شکل ۱. واکنش آلدول کاتالیز شده با پرولین

مطالعات تجربی و همچنین مطالعات نظری به طور قابل توجهی به روشن شدن مکانیسم واکنش کمک کردند. ما دریافتیم که برخلاف اظهارات قبلی، واکنش های آلدولی کاتالیز شده با پرولین هیچ اثر غیرخطی در کاتالیز نامتقارن نشان نمی دهند. این نتایج و همچنین مطالعات در برگیرنده ایزوتوپی، پیشنهاد قبلی ما برای مکانیزم تک پرولین انامین و حالت گذار DFT پیشنهادی هوک برای واکنش درون مولکولی آلدول را از نظر تجربی پشتیبانی کرد.



شکل ۴. کاتالیز انامینی افزایش های نوکلوفیلی



شکل ۳. کاتالیز انامینی افزایش نوکلوفیلی و واکنش های جایگزینی (فلش ها می توانند تعادلی در نظر گرفته شوند)

کاتالیز انامینی واکنش های جانیشینی نوکلوفیلی اولین نمونه از واکنش جانیشینی نوکلوفیلی کاتالیز شده با انامین نامتقارن، واکنشی بود که تا چند سال پیش غیرممکن تلقی می شد. ما متوجه شدیم که پرولین و مشتقات خاصی از آن مثل آلفا متیل پرولین به طور موثری آلفا آلکیلاسیون نامتقارن آلدئیدها را کاتالیز می کنند. واکنش های کاتالیزوری آلکیلاسیون سوبسترای به غیر از مشتقات گلايسين نادر بود و نوع آلدئیدی آن قبلاً کاملاً ناشناخته بوده است. ما در این فرآیند می توانیم ۶-هالو آلدئید را به صورت حلقه در بیاوریم تا سیکلوپنتان کربالدهیدهایی با بازده عالی بدست آوریم (شکل ۵).

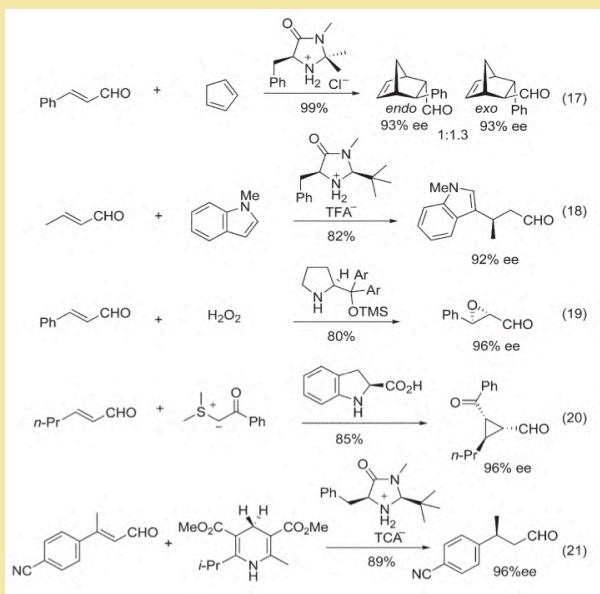
همچنین دیگر واکنش های جانیشینی نوکلوفیلی کاتالیزوری انامینی مهم و بسیار مفیدی که ایجاد شده اند شامل کلردار شدن آلفا، فلوئوردار شدن آلفا، برم دار شدن آلفا، ید دار شدن آلفا^۷ و سولفنیل دار شدن^۸ انتیوگزین هستند. بسیاری از این واکنش ها هرگز پیش از استفاده از انامین های پیش ساخته یا به روش دیگری محقق نشده اند اما منجر به تولید فراورده بسیار ارزشمند و مرتبط با صنعت می شوند.

کاتالیز انامین در چند سال اخیر به طور چشمگیری توسعه یافته است و معلوم می شود که محدوده اش نه تنها فراتر از خوش بینانه ترین انتظارات ما بلکه از شیمی استوکیومتری سنتی انامین نیز بسیار فراتر رفته است.

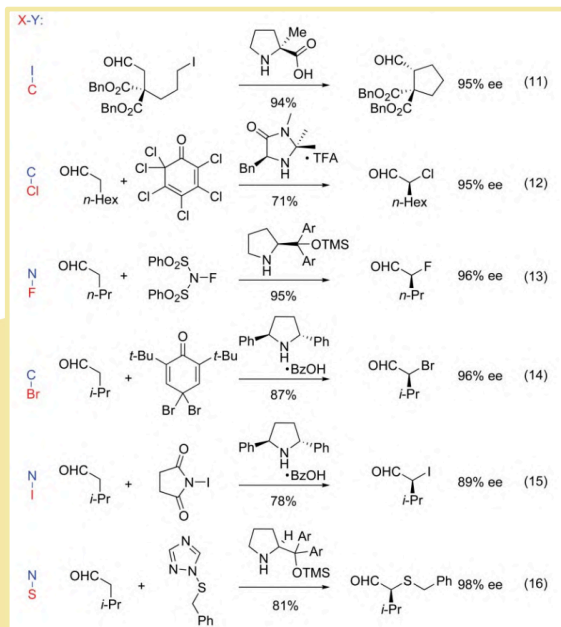
کاتالیز انامینی واکنش های افزایش نوکلوفیلی کاتالیز انامین با استفاده از پرولین یا کاتالیزورهای مرتبط در حال حاضر برای واکنش های افزایش نوکلوفیلی بین مولکولی و درون مولکولی با انواع الکتروفیل ها به کار گرفته شده است. علاوه بر ترکیبات کربونیلی این ترکیبات شامل ایمین ها (C=N) در واکنش های مانیخ، آزو دی کربوکسیلات (N=N)، نیتروبنزن (O=N) و پذیرنده های مایکل^۳ (C=C) می باشند (برای دیدن مثال های انتخاب شده به شکل ۴ مراجعه کنید). کاتالیز انامین اغلب ترکیبات بارزشی مانند الکل ها، آمین ها، آلدئیدها و کتون ها را آزاد می کند. بسیاری از این ها معمولاً با استفاده از واکنش هایی که مبنی بر کاتالیزورهای فلزات واسطه یا انولات یا انامین های پیش ساخته انجام می شوند که در دسترس نیستند و این نشان دهنده ماهیت مکمل ارگانو کاتالیزها و متالو کاتالیزها می باشد.

علاوه بر این اپوکسیداسیون‌های بسیار انانتیو گزین، اولین نمونه‌هایی از انانتیوگزینی بالای استراتژیک این کاتالیز در سال ۲۰۰۰ تنها اندکی پس از انتشار اولین مقاله ما در مورد واکنش آلدول بین مولکولی کاتالیز شده با پرولین توسط مک‌میلان و همکارانش گزارش شد. گروه مک‌میلان به سرعت

ثابت کرد که واکنش‌های دیلز آلدر حلقه زایی دو قطبی ۳،۱^{۱۰} و افزایش‌های مزدوج غنی از الکترون آروماتیک و هتروآروماتیک را می‌توان با استفاده از ایمیدازولیدینون‌های مشتق از آمینواسید کایرال کاتالیز کرد. علاوه بر این اپوکسیداسیون‌های بسیار انانتیو گزین، سیکلوپروپاسیون و احیای مزدوج هم اخیراً مانند کاتالیز انامین توسعه یافته اند (شکل ۷). این حوزه نیز همانند کاتالیزهای انامینی تعداد روز افزونی از گروه‌های تحقیقاتی را به خود جذب می‌کند.



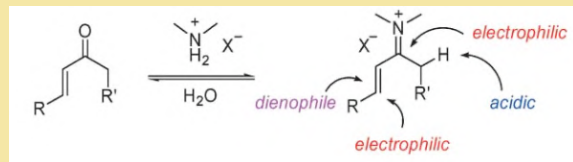
شکل ۷. مثال‌هایی از کاتالیز نامتقارن ایمینیوم



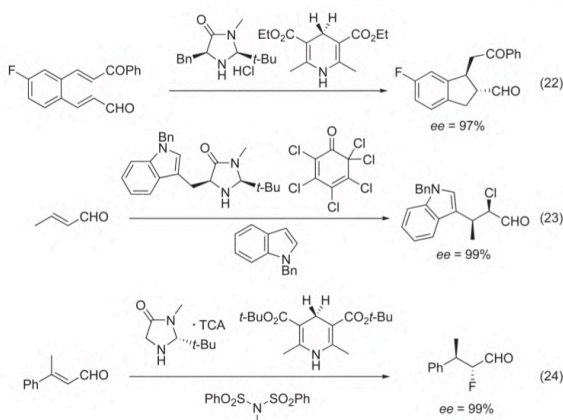
شکل ۵. کاتالیز انامینی واکنش‌های جانیشینی نوکلوفیلی

کاتالیز ایمینیوم

تولید در جای یونی ایمینیوم از یک ترکیب کربونیل دار، انرژی لوموی سیستم را کاهش می‌دهد. کاتالیز ایمینیوم با فعالسازی برونستد یا لوئیس ترکیبات کربنیل دار قابل مقایسه است. انرژی لومو کاهش می‌یابد اسیدیته آلفا $^{\alpha}\text{CH}$ افزایش می‌یابد و افزایش‌های نوکلئوفیلی از جمله افزایش‌های مزدوج و همچنین افزایش‌های پری سیکلیک تسهیل می‌شوند (شکل ۶).



شکل ۶. کاتالیز ایمینیوم



شکل ۹. توالی های کاتالیز پشت سر هم ایمینیوم - انامین

انانتیوگزین^{۱۱} را توصیف کردیم که از احیای کاتالیزی مزدوج ایمینیوم و یک حلقه سازی کاتالیستی انامین مایکل^{۱۲} تشکیل شده است.

همزمان گروه مک میلان توالی های مشابهی را کشف کردند که با افزایش (یا احیا) مزدوج کاتالیزی ایمینیوم آغاز می شوند و به آلفا هالوژناسیون کاتالیستی انامین ختم می شوند همانطور که مک میلان و همکارانش اشاره کردند،

ویژگی جذاب این واکنش ها،

انانتیوگزینی دقیق می باشد،

یک الزام ریاضی که ناشی

از توالی دو فرآیند نامتقارن

است. واضح است که چنین

توالی های پشت سر هم می تواند برای

تولید یک کمپلکس مولکولی در یک ساز و

کار ساده با یک بالن، بسیار قدرتمند عمل کند.

به طور خلاصه کاتالیزی انامین و کاتالیز ایمینیوم

استراتژی های جدیدی برای سنتزهای آلی هستند و

ترکیبات ناشی از آن ها در توالی های پشت سر هم

امیدوار کننده است. کاتالیزورها معمولاً پایدار هستند، به

راحتی از آمینواسیدهای در دسترس ساخته می شوند و

احتمالاً با توجه به کارایی کاتالیزوری خود تکامل

می یابند؛ زیرا بسیاری از واکنش هایی که در اینجا مورد

بحث قرار می گیرند هنوز به بارگذاری کاتالیستی بین ۵

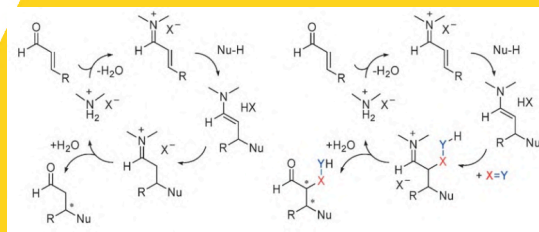
تا ۳۰ درصد مول نیاز دارند. این رشته هنوز در مراحل

ابتدایی خود قرار دارد و بی شک برای مدتی به

شوگفت زده کردن ما ادامه خواهد داد.

یینگ و یانگ آمینو کاتالیز

چرخه کاتالیزوری ایمینیوم برای افزایش های نوکلئوفیلی در شکل ۸ نشان داده شده است. این چرخه از طریق تشکیل یون ایمینیوم از آلدهید غیر اشباع آلفا و بتا و کاتالیزور آغاز می شود. افزایش نوکلئوفیلی مزدوج یک حد واسط انامینی ایجاد می کند که پس از هیدرولیز فرآورده را تولید می کند. (شکل ۸) کاتالیز انامین و ایمینیوم دو واکنش مختلف در ارگانو کاتالیزها هستند. در کاتالیز ایمینیوم از یک سو ترکیبات کربونیلی با کاهش انرژی لومو سیستم فعال می شوند و آن را بیشتر الکتروفیلی، اسیدی و واکنش های پریسیکلی خاص می کند. از طرف دیگر در کاتالیست های انامینی ترکیبات کربونیل به انامین های نوکلئوفیلی تر تبدیل می شوند. تبدیلی که در کل انرژی هومو را افزایش می دهد.



شکل ۸. سیکل کاتالیزی ایمینیوم و تعمیمش به توالی های کاتالیز پشت سر هم ایمینیوم - انامین (فلش ها می توانند تعادلی در نظر گرفته شوند)

از طرف دیگر در کاتالیست های انامینی ترکیبات کربونیل به انامین های نوکلئوفیلی تر تبدیل می شوند. تبدیلی که در کل انرژی هومو را افزایش می دهد. با این حال واضح است که کاتالیز انامین و ایمینیوم منشا مشترکی دارند. کاتالیز انامین از طریق تشکیل ایمینیوم انجام می شود و تقریباً همیشه منجر به تولید یون ایمینیوم می شود در روشی متضاد اما مکمل، کاتالیز ایمینیوم معمولاً منجر به تشکیل حد واسط انامینی می شود؛ مثل یینگ و یانگ، این دو واسطه کاتالیزوری متضاد در عین حال وابسته به یکدیگر هستند و از یکدیگر را مصرف و تقویت می کنند. واضح است که ترکیب دو اصل کاتالیزوری در توالی های پشت سر هم جذاب است و ارزش پیگیری دارد. اخیراً اولین رویکردها در دو ارتباط همزمان ظاهر شدند (شکل ۹). ما یک حلقه سازی مایکل کاهش

دسترسی به مقاله:



مصاحبه

با اساتید شهید بهشتی



دکتر مینو دبیری

استاد | شیمی آلی و نفت
دانشگاه شهید بهشتی



دکتر ایوب بازگیر

استاد | شیمی آلی و نفت
دانشگاه شهید بهشتی

کیمیاگری؛ انتقال کمال معنوی به مادی

گفت و گویی با سرکار خانم دکتر دبیری



سامان القاصی

کارشناسی شیمی محض
دانشگاه شهید بهشتی

آشنایی با شیمی و عناصر و علامت اختصاری آنها و ... را از پدر آموختم و علاقه زیادی در من نسبت به علم شیمی به وجود آمد.

به این صورت پیش رفتم تا سال دوازدهم که دبیر بسیار خوبی در شیمی داشتم که خیلی معروف بودند، آقای احمد کوشا، که بعد ها با پسر برادرشان آقای دکتر کوشا در دانشگاه شهید بهشتی همکار شدم. ایشان هم خیلی مشوق بودند، و خیلی خیلی عالی تدریس می کردند، در مباحث شیمی آلی مثلاً اکسایش الکل به آلدهید و از آلدهید به کربوکسیلیک اسید را بسیار زیبا تدریس کردند و صدای تدریس ایشان هنوز در گوش من هست و در نهایت این مسائل باعث شد علاقه زیادی نسبت به شیمی در من ایجاد شود. در آن زمان دانشگاه های مختلف کنکور جداگانه می گرفتند و من در همه دانشگاه ها فقط در رشته شیمی قبول شدم و نهایتاً دانشجوی شیمی دانشگاه شهید بهشتی (ملی سابق) شدم. در مورد اینکه چرا به شیمی آلی در دانشگاه علاقه مند شدم، می توانم بگویم چون اساتید شیمی آلی آن دوره خیلی عالی شیمی آلی را

۱. با عرض سلام و احترام. لطفا خودتان را معرفی کنید و سرگذشتی از خودتان را بیان کنید و بگویید چرا رشته شیمی و در ادامه شیمی آلی را انتخاب کردید.

به نام خدا، مینو دبیری هستم، در پاسخ به این سوال می توانم بگویم که من خانواده ای فرهنگی داشتم و محیط خانه کاملاً فرهنگی بود، از سه یا چهار سالگی کیف کوچکی که داشتم را به دست می گرفتم و همراه مادرم که معلم بودند به مدرسه می رفتم و علاقه زیادی به یادگیری داشتم.

خیلی زود دوران دبستان را شروع کردم و از پنج سالگی در همان مدرسه که مادر مشغول به کار بودند یعنی دبستان کاویان در تهران مشغول به تحصیل شدم و کلاس ششم ابتدایی که بودم مادرم مستقیماً معلم خودم بودند. وارد دوره متوسطه که شدم پدرم دروس را با ما (غیر از من، خواهرها و برادر دیگری هم بود) در خانه کار می کردند، و ایشان اولین کسی بودند که بیشتر شیمی و زبان انگلیسی را با من کار کردند.



خیلی زیاد بود. از نظر پایه تئوری درس‌ها مشکلی نداشتیم، اما مشکلات آزمایشگاهی داشتیم و لوازم را به خوبی نمی‌شناختیم اما کم کم با سوال پرسیدن از تکنسین‌ها و دانشجویها و کمک گرفتن از آنها مهارت‌های کافی را به دست آوردم و الحمدالله فوق لیسانس و دکترام کمتر از ۵ سال طول کشید و از طرف دانشگاه شهید بهشتی دعوت به کار شدم برای تدریس و این انگیزه خیلی خوبی برای بازگشت به ایران بود. در صورتی که در آنجا هم برای فارغ التحصیلان دانشگاه لندن این فرصت وجود داشت که در عرض سه روز کارهایشان برای رفتن به کانادا برای پست داک انجام می‌شد و کانادا خیلی خوب فارغ التحصیلان PhD در رشته‌های علوم پایه را جذب می‌کرد. اما من ترجیح دادم به دانشگاه شهید بهشتی بیایم، استخدامم را خیلی سریع انجام دادند، من هیچ وقت فراموش نمی‌کنم افرادی که پیگیر کارهای من بودند و در تسریع فرآیند استخدام کمک بزرگی بودند.

تدریس می‌کردند و مشوق بودند و ضمناً اولین آزمایشگاهی که داشتیم شیمی آلی ۱ بود و باید آسپرین تهیه می‌کردیم و آسپرینی که من تهیه کردم کریستال‌هایش خوب و شفاف بودند و مربی آزمایشگاه، خانم منطقی، کار من را به همه دانشجویان نشان دادند که چه قدر خوب کار شده است و مورد تشویق قرار گرفتم و از همان زمان علاقه من به شیمی آلی بیشتر شد.

۲. چطور شد که در نهایت برای ادامه تحصیل به انگلستان رفتید؟ در آنجا اوضاع چگونه بود و چه تفاوتی را بین دانشگاه آنجا و ایران حس کردید؟ و چه شد که در نهایت به ایران بازگشتید؟

دوره لیسانس دانشجوی ممتاز بودم ولی همیشه فکر می‌کردم مقطع کارشناسی شیمی برای من کم است، از سال سوم تحصیل تقریباً به تحصیل در دانشگاه‌هایی مثل آکسفورد، کمبریج، استنفورد فکر می‌کردم، چون استادها که خودشان در دانشگاه‌های معتبر دنیا تحصیل کرده بودند، همیشه از دانشگاه‌های برتر دنیا صحبت می‌کردند. در ضمن دوره‌های مقاطع تحصیلی بالاتر در دانشگاه نبود نهایتاً به انگلیس رفتم و وارد دانشگاه کینگز کالج لندن شدم. دوره مستر را گذراندم و متعاقب آن PhD ام را گرفتم، البته بسیار دوران سختی را می‌گذراندم و فشار درسی

در مورد کارهای تحقیقاتی هم، از سال ۱۳۷۰ به بعد ما دانشجوی ارشد و دکتری گرفتیم، این دانشجویها با انگیزه‌های خیلی خوب و پشتکاری که داشتند به ما هم امید می‌دادند که کارهایمان را جدی و جدی‌تر دنبال کنیم و به این صورت توانستیم تا اینجا کارها را به انجام برسانیم.

اما پایان کار ما آغاز کار دانشجویهای جوان است.

۴. دانشجویی که قصد ادامه تحصیل در گرایش آلی را دارد به جز دروس مربوط به آلی کدام دروس دوره کارشناسی را بخواند؟ آیا دوره عملی خاصی را لازم است بگذراند؟

روی این برنامه دروس کارشناسی خیلی کار شده است. هم خود درس‌ها و هم سرفصل‌ها و منابع آنها مشخص هستند و از دانشگاه‌های برتر دنیا الگو گرفته شده است.

دانشجو در دوره کارشناسی وظایفش مشخص است و اصلاً لازم نیست برای خوب بودن در این مرحله کار خاصی انجام شود. مهم این است که دانشجو بیشتر تلاش نماید.

چون آزمایشگاه‌ها مجازی بوده دانشگاه که بازگشایی شد بهتر است که در دوره‌های فشرده آزمایشگاه‌های عملی هم برگزار شود. خصوصاً آزمایشگاه‌های دستگاهی که بسیار مهم هستند یا آزمایشگاه‌های شیمی عمومی و شیمی آلی.

۵. تفاوتی که بین دانشجویهای خارج و ایران می‌بینید و همچنین تفاوتی که بین دانشجویها و اساتید و کلاً وضعیت آموزشی زمان خودتان و الآن می‌بینید چیست؟ چه چشم انداز و آینده‌ای را برای دانشجویان امروز و وضعیت کلی شیمی در نظر دارید؟

۳. اولین تجربه تدریس شما چطور بود؟ اولین پژوهش‌های شما در مورد چه چیزهایی بود؟ شروع به کار که کردم یک دوره‌ای در دانشکده دندانپزشکی، شیمی و بیوشیمی تدریس کردم و همچنین برای رشته‌های پزشکی و رشته‌های وابسته.

یکی از استاد‌های من دکتر روستاییان در دانشگاه مشوق برای کارهای تحقیقاتی بودند. من سنتز کار بودم ولی ایشان روی گیاهان دارویی کار می‌کردند من هم روی گیاهان دارویی کار کردم و ۱۰ مقاله در زمینه گیاهان دارویی دارم.

دانشکده دندان پزشکی دانشگاه شهید بهشتی خودش برای من امکاناتی را فراهم کرد که به ماموریت بروم و من در سه سفر تمام گیاهان استان هرمزگان را بررسی کرد، امکانات فوق العاده‌ای در اختیار من گذاشته شد. نتیجه‌اش چند تا مقاله بود که آن موقع در روزنامه‌ها هم اطلاع رسانی شد.

در دانشگاه همیشه با دانشجویان شرایط خیلی خوبی را داشتم. دانشجویها با پیگیری‌های خوبی که داشتند مشوق‌های خوبی برای ادامه کارهای من بودند.

به کمک همان دانشجویهایی که الآن اکثرشان از اساتید دانشگاه شهید بهشتی و سایر دانشگاه‌ها هستند ما چند تا کتاب را تهیه و گردآوری کردیم.

من حدود ۱۲ تا کتاب دارم (۹ کتاب تالیفی و ۳ کتاب ترجمه)

کتاب آلودگی محیط زیست هم که برای خودش یک جایگاه خاصی را پیدا کرده و الآن هم مرجع کنکور ارشد هست.

وقتی جهت گذراندن فرصت مطالعاتی به کانادا رفته بودم با بررسی نحوه برگزاری کلاس‌ها و درس‌ها چه در مقطع کارشناسی و چه تحصیلات تکمیلی و سمینارها با آن‌ها در یک سو بودیم و اگر بودجه باشد می‌توان بیشتر پیشرفت کرد و خوشبختانه دانشجویها خیلی خوب و با پشتکار عالی به انجام کارهای تحقیقاتی می‌پردازند و مقالات بسیار عالی چاپ می‌نمایند.

معنوی به سطح مادی یعنی آن چه را که آرزو می‌کنیم باید به عنوان یک هدف برای خودمان در نظر بگیریم و فکر کنیم که آن هدف عملی شده، این مهمترین مسئله ایست که باید در نظر بگیریم. پس بنابراین باید دقت کنیم که ترس و تردید و نگرانی را از خودمان دور کنیم و به قدرت ذات متوسل بشیم، تا راه‌حلی را برای آنچه که الآن فکر می‌کنیم مشکل ما هست به دست بیاوریم.

یک سری از دانشجویهای دکترایی که ما فارغ التحصیل کردیم خیلی در رده‌های بالا هستند برای مثال اولین دانشجوی دکترای من الآن در دانشگاه هاروارد به عنوان استادیار مشغول به کار است یا مثلاً یکی از دانشجویان فارغ التحصیل من آقای دکتر کوزه‌گری دانشگاه مالک اشتر هستند و نهایتاً دکتر سیاوش کاظمی موحد که به عنوان استادیار در دانشگاه صنعتی اصفهان اخیراً مشغول به کار شده اند و البته بقیه دانشجویهای فارغ التحصیل هم در دانشگاه‌های دیگر مشغول به کار و تحصیل هستند.

اما ما چگونه می‌توانیم این را به دست بیاوریم؟ اگر روح خودمان را از آلودگی‌ها که منظور از آلودگی هر نوع آلودگی مثل ترس، تردید، دشمنی و خصومت، عناد و خود محکومی پاک کنیم و به جای اینها احساس گذشت، صمیمیت و محبت را داشته باشیم در این صورت است که می‌توانیم به آرزوهای ذهنی خودمان جان ببخشیم...

خداوند راه را برای آدم‌هایی که سختکوش باشند و ترکیه نفس کنند و بخواهند و تلاش کنند باز می‌کند.

پس همواره باید این احساس زندگی کنیم که همان می‌خواهیم بشویم که در دل آرزو می‌کنیم.

همان طور که در آغاز گفتم کیمیاگری یعنی انتقال کمال معنوی به مادی و این خیلی مفهوم پر ارزشی است.

جوان‌ها همیشه ناامیدی‌هایی دارند و فکر می‌کنند الآن در این دوره مشکلات زیادی دارند؛ ولی همیشه این سن برای خودش مسائلی دارد و باید از شرایط به نحو احسن استفاده نمود.

به عبارت دیگر عشق و محبت هر گونه ترس و تردید و حسد و بخل و کینه را از دل دور می‌کند و به جای آن شادی و آرامش و امید می‌آورد...

نکته دیگر این است که ما باید پایه دروس را در دوره لیسانس کسب کنیم و بعدش انشالله راه‌ها باز هستند، این گوی و این میدان...

تا زمانی که ما خودمان و دیگران را نبخشیده باشیم نمیتوانیم آدم شاد و موفق باشیم. چرا؟ چون خداوند بخشنده و مهربان است.

نکته مهم این است که بدانیم اسم رشته ما شیمی است، کیمیاگری.

پس برای آرامش و برای خوب زندگی کردن باید بشینیم و فکر کنیم که اگر گناهی داریم یا جایی اشتباه کردیم و مسیری را اشتباه رفتیم خودمان را ببخشیم و بعد هم دیگران را.

اصلاً یعنی چه؟ کیمیاگری یعنی انتقال کمال

و از دیگران هیچ توقعی نداشته باشیم.

اگر از من بپرسید همه چیز شیمی است. زندگی، وجودمان، اطرافمان، نفسی که داریم می‌کشیم و ...

متأسفانه آلودگی‌ها روز به روز بیشتر می‌شوند از همین دانشگاه گرفته تا جامعه، کم توجهی‌هایی وجود دارد.

سال ۱۳۶۷ من در روزنامه دیدم که نوشته بود تهران آلوده ترین شهر دنیا، من هم کاری نمی‌توانستم بکنم، مسئولیت اجرایی نداشتم اما به عنوان یک معلم تنها کاری که می‌توانستم بکنم تالیف کتاب بود.

روزها و شب‌ها به کتابخانه سازمان محیط زیست می‌رفتم و از کتابخانه‌های مختلف مجموعه‌ای از اطلاعات را جمع‌آوری کردم که آلاینده‌ها چه هستند؟ چگونه می‌توان با آنها مبارزه کرد؟ و به صورت عمومی چگونه می‌توان آنها را اندازه‌گیری کرد؟

این کاری بود که از دست من بر می‌آمد اما از نظر اجرایی هر کدام از ما باید سعی کنیم رعایت کنیم.

۷. شیرین ترین درس برای شما وقتی دانشجوی کارشناسی بودید چه بود؟

من همیشه نمرات ۲۰ و عالی‌ام مربوط به درس شیمی فیزیک بود اما شیمی آلی را بیشتر دوست داشتم.

۸. دوران کارشناسی سخت ترین درس برای شما چه بود؟

درسی داشتیم به اسم شیمی هسته‌ای که کتاب انگلیسی و مرجعی برای یادگیری هم برایش نبود.

تا به ذات وحدانیت بتوانیم متصل بشویم و بعد بخواهیم. آنچنان همه چیز بی‌کران به وجود می‌آید و خواهد آمد که انگشت به دهان می‌مانیم.

من همیشه در کلاس‌های شیمی دارویی پای تخته این را می‌نوشتم برای بچه‌ها که افکار منفی، ناامیدی، بخل و حسد، غیبت و بدخواهی و کینه و نبخشیدن و متوقع بودن ریشه همه بیماری‌هاست. و بعد درس را شروع می‌کردم و همین طور که درس پیش می‌رود، با بررسی بیومکانیسم‌ها و تفسیر عملکرد داروها در بدن اینها را اثبات می‌کردیم که چه قدر باید روی خودمان، روی بدن خودمان و روی معنویات کار کنیم تا دچار بیماری‌های حاد نشویم.

و باید شدیداً روی دور کردن اینها از خودمان کار کنیم و بعد قدم‌هایمان را محکم برداریم و مطمئن باشیم که خداوند درهای رحمت و نعمتش را به روی بندگانش در این صورت باز خواهد کرد.

یا به بیان دیگر، ما باید روی نفس خودمان بسیار کار کنیم تا به خواسته‌های درست و مشروع خودمان برسیم و روی مسئله تزکیه نفس خیلی کار کنیم.

و من این مسائل را هنوز برای شخص خودم هم خیلی مهم می‌دانم و خیلی روی آن کار می‌کنم. هیچ چیزی برتر از انسان بودن نیست. انسان بودن راه بسیار سختی است که انشالله بتوانیم بهش برسیم.

۹. اهمیت شیمی محیط زیست از نظر شما چیست؟ برای وضعیت محیط زیست چه کار می‌شود کرد؟

۱۱. از تدریس کدام درس یا مبحث بیشتر از همه لذت می‌برید؟

من هنوزم که هنوزه درس هتروسیکل و درس مباحث نوین در شیمی آلی را که تدریس می‌کنم برایم لذت بخش است و هنوز هم نکته‌هایی دارد که می‌شود از آنها ایده‌های جدیدی برای تهیه مواد گرفت...

۱۲. شیمیدان خاصی هست که الگوی شما بوده باشه؟ همه آنها الگو هستند.

۱۳. توصیه نهایی و حرف آخری اگر دارید بفرمایید
به تمام موارد در صحبت‌ها اشاره شد خصوصاً مطلبی که درپاسخ به سوال ۵ داده شده ماحصل آنچه که اسمش را تجربه یا توصیه بگذاریم است.

۹. افراد شاخصی که استاد شما بودند را معرفی می‌کنید؟

پروفسور دیویس استاد راهنمایم در ارشد و دکتری بودند اخیراً هم یک ریویو نوشته‌ام و آن را به ایشان تقدیم کرده‌ام. البته اساتید من همه عالی بودند.

به طور کلی توصیه می‌کنم که توقعان از دیگران را کمتر کرده و به خود سازی بپردازیم. باید همه از خودمان شروع کنیم و روی خودمان کار کنیم و خودمان خوب و درستکار باشیم تا اثرش در جامعه دیده شود.

من اگر خوب عمل نکنم هم در زندگی خصوصی و هم در زندگی اجتماعی هیچ وقت نمی‌توانم تاثیر کلام بر دیگران داشته باشم. پس باید درست عمل کنیم، رفتار درست و گفتار درست و فکر درست داشته باشیم تا بتوانیم اینها را به دیگران منتقل کنیم.

۱۰. اهمیت اخذ دروس اختیاری بیوشیمی و شیمی دارویی در نظر شما چیست؟

من بیشتر از ۱۰ سال درس شیمی دارویی را برای مقاطع مختلف تدریس کرده‌ام و دانشجویان بسیار به این درس علاقه‌مند بودند و درس بیوشیمی زمانی در دانشکده با بیشترین تعداد دانشجویان برگزار می‌شد.

با توجه به این که امروزه بسیاری از تحقیقات بین رشته‌ای به این مباحث وابسته‌اند گذراندن این درس‌ها بسیار مناسب است.

و به طور کلی یکی از اهمیت‌های دیگر گذراندن دروس اختیاری، باز شدن ذهن دانشجویان برای انتخاب گرایش تحصیلی در مقطع ارشد است.

اهمیت عشق به رشته تحصیلی

گفت و گویی با جناب آقای دکتر بازگیر



سامان القاصی

کارشناسی شیمی محض
دانشگاه شهید بهشتی

ما همیشه بالای ۸۰-۹۰ بود. بعدش ایشان مهاجرت کردند و به سوییس رفتند و بعد از دوران دبیرستان دیگه ایشان را ندیدم.

در مورد اینکه چرا آدمم آلی، چون در دوره لیسانس در دانشگاه صنعتی اصفهان شیمی آلی ۱ و ۲ را با آقای دکتر غیائی داشتیم که ایشان یکی از بهترین ها در شیمی است و قشنگ شیمی آلی را درس می داد و ناخودآگاه به شیمی آلی علاقه مند شدم.

هر چند که به شیمی معدنی هم علاقه داشتیم و بین این دو گرایش مانده بودم ولی چون آن موقع کارمند صنایع دفاع بودم و صنایع دفاع هم گفته بودند باید بروم رشته شیمی آلی، من هم رفتم گرایش آلی، شاید اگر صنایع دفاع نبود الان معدنی خوانده بودم.

ولی هیچ وقت به تجزیه و شیمی فیزیک فکر نکردم چون متاسفانه نمی توانم با این ها ارتباط برقرار کنم.

۲. به چه پروژه هایی علاقه داشتید و روی چه پروژه هایی کار کردید؟
علاقه و کار کردن دو تا مفهوم متفاوت است،

۱. با عرض سلام، لطفا خودتان را معرفی کنید، چرا رشته شیمی را انتخاب کردید؟ و چه شد که وارد گرایش آلی شدید؟

خب بازگیر هستم، لیسانس دانشگاه صنعتی اصفهان بودم و فوق لیسانس و دکتری دانشگاه شهید بهشتی، تحت نظر جناب آقای دکتر شعبانی کار می کردم.

بهمن ۱۳۸۲ از دکترایم دفاع کردم و ۱۳۸۴ هیئت علمی اینجا شدم.

این یک سال و نیم فاصله هم به خاطر این بود که من کارمند صنایع دفاع بودم، باید استعفا می دادم و بعد به اینجا منتقل می شدم و این یک کمی طول کشید.

چرا رشته شیمی رفتم، یادش بخیر سال دوم دبیرستان یک معلمی داشتیم آقای باقری که انشالله در قید حیات باشند و همیشه سلامت، ایشان خیلی قشنگ شیمی و ظرافت های شیمی را تدریس می کردند، آدم مسلط، منظم، و بسیار متفاوت با سایر معلم ها بودند و همین باعث شد که من به شیمی علاقه مند بشوم، و جالب این است که ایشان طوری شیمی را تدریس می کردند که ما حتی یک ساعت هم برای شیمی کنکور وقت نمی گذاشتیم و درصد



پروژه صنعتی هم داشته ام. باید یک روش‌های آلی خاصی را روی کربنات کلسیم می‌گذاشتیم که فراوریش راحت تر باشد، یعنی راحت تر بتوانیم مخلوطش کنیم با یک سری مواد و همین کارها...

... تمایلی به ادامه دادن آن پروژه های دارویی ندارید؟

ادامه دادن زمانبست که شما یک چیزی را می‌سازید و در بازار برای آن مصرف کننده دارید و کسی هست که آن چیز را از شما بخواهد، یا مثلاً کسی هست که بیاید و بگوید شما این مشکلات را داری، برو روی اینها کار کن وقتی کسی اصلاً اهمیت نمی‌دهد، عملاً کار ما اتلاف وقت است و خب می‌رویم به سراغ کارهای دیگری که حداقل بتوانیم قسمت دیگری از علاقه مندی هایمان را جبران کنیم. کلاً در ریسرچ‌های دانشگاه شما باید یا چاپ مقاله را انجام بدهی و یا ترکیباتی که حائز

علاقه برای زمانبست که بستری برای شما فراهم باشد و شما بتوانید روی آنها کار کنید، متأسفانه در دانشگاه‌های ایران به دلیل شرایط خاصی که وجود دارد شما ناخودآگاه به سمت یک سری گرایش‌ها کشیده می‌شوی. من خیلی دوست داشتم در شیمی دارویی کار کنم، خیلی دوست داشتم کارهای کاربردی انجام بدهم ولی خب شرایط طوری نبوده که بتوانیم این کارها را انجام بدهیم، بیشتر روی سنتز به صورت خیلی کلی کار می‌کردیم، یعنی خواص محصول را خیلی بررسی نمی‌کردیم، نه این که اهمیتی نداشته باشد، بلکه توانایی بررسی خواصشان را نداشتیم. در کل همیشه سعی می‌کردم که سنتز کار بکنم و عمدتاً در ایران سنتز ترکیبات هتروسیکل کار می‌کنند، دلیلش هم این است که بستر برایش مهیا تر است ولی الان دو سه سال است که روی علائق خودم کار می‌کنم و روی یک سری واکنش‌های جدیدتری که در دنیا در موردشان کار انجام می‌شود کار می‌کنم و به این سمت رفته ام.

و یک سری پروژه هایی هم داشته ام، یکی دو تا دارو ساختم که هیچ وقت وارد بازار نشد؛ چون دارو شرایط مافیایی خودش را دارد و برای بچه‌های شیمی استقبال نمی‌کنند، یک پروژه الان دارم با شهرداری روی مواد یخ زدا کار می‌کنم که تقریباً تمام شده است، و یکی دو تا

می‌دهند و خیلی بهتر از من هم درس می‌دهند ولی اگر یک روزی ایشان مرخصی باشند یا خارج از کشور باشند معمولاً شیمی فیزیک آلی را خودم دوست دارم که درس بدهم.

۴. روند دانشگاه، دانشجوها و اساتید چه فرقی دارد با زمانی که خودتان تحصیل می‌کردید؟ و با شرایط فعلی دانشجوها چه آینده‌ای را برای شیمی آلی متصور هستید؟

در جهان که مطمئناً روند رو به رشد هست؛ چون در دنیا همه فهمیده‌اند که هر چه به علم بیشتر بها دهند در نهایت تاثیر مثبت‌تری خواهند دید و به این خاطر عمده بودجه‌های پژوهشی آنها برای علوم پایه است و خیلی هم پول دارند خرج می‌کنند بابت این چون می‌دانند که اگر ۱۰ دلار خرج کنند در آینده ممکن است ۱۰۰ دلار برایشان برگردد، تعارف هم نداریم، نهایت علم رسیدن به پول است، نه برای خودت بلکه برای جامعه‌ات، و خوب هر چه قدر جامعه ثروتمندتر بشود مردم در رفاه بیشتری خواهند بود و آن موقع است که علم شما به درد خورده و به هدف تبدیل علم به ثروت دست یافته ایم.

پس در دنیا آینده خیلی روشن است و خیلی دانشگاه‌ها دارند قوی کار می‌کنند برای تبدیل علم به ثروت و رفتند سراغ تحقیقات بین رشته‌ای و سعی می‌کنند پلی بزنند بین رشته‌های مختلف تا بتوانند کارهای مفیدتری انجام دهند اما اگر در مورد ایران از من بپرسید می‌گویم متاسفانه و متاسفانه روند به شدت نزولی‌ای داریم، درست است که تعداد مقاله‌های چاپ شده ما هر روز بیشتر می‌شود و درست است که تعداد دانشجو‌های فوق لیسانس و

اهمیتند و به درد کشور خودت یا سایرکشورها می‌خورند بسازی، یا هر دوی آنها...
اما فکر کنم قسمت دوم در ایران خیلی بستر ندارد و برای همین است که ما بیشتر رفته‌ایم سراغ چاپ مقاله.

۳. اولین تجربه تدریس شما چطور بود؟
خاطره‌ای از اون دوران دارید؟

من یادم است اگر اشتباه نکنم سال دوم فوق لیسانس بودم که با آقای دکتر شعبانی کار می‌کردم، ایشان هم شیمی فیزیک آلی ارائه می‌دادند و منم چون در مقطع لیسانس رشته‌ام شیمی کاربردی بود هیچ دیدی از شیمی فیزیک آلی نداشتم چون اصلاً قبلاً این درس را نگذرانده بودم.

آقای دکتر شعبانی خدا خیرشان بدهد، به من گفتند شما حل تمرین شیمی آلی ۲ هستین، می‌آیید؟

من هم گفتم آره چرا که نه و ایشان ساعتی را مشخص کردند که سر کلاس بروم.

رفتم سر کلاس و دیدم ایشان گفتند خوب آقای بازگیر حل تمرین شیمی فیزیک آلی شما هستند.

در آن لحظه من خشکم زد وقتی از کلاس آمدیم بیرون به آقای دکتر گفتم که من اصلاً بلد نیستم و ایشان هم گفتند خوب حالا میری می‌خوانی و یاد می‌گیری دیگه...

یک کمی استرس داشتم ولی خیلی کار خوبی کردند آقای دکتر شعبانی باعث شدند که من مطالعه شیمی فیزیک آلی رو از همون موقع شروع کنم و شیمی فیزیک آلی به یکی از علاقه‌مندی‌هایم تبدیل شد. ولی به احترام ایشان من معمولاً درس نمی‌دهم چون ایشان ارائه

باید یاد بگیریم که دانشجو در دانشگاه فقط قرار نیست شیمی آلی ۱ و ۲ یاد بگیرد حتی اصلاً مهم نیست شما شیمی آلی ۱ و ۲ بلد باشید یا نه، مهم این است که بلد باشید فکر کنید، ممکن است حتی وارد صنعتی بشوید که اصلاً اسم شیمی آلی ۱ و ۲ نیاید اما شما دانشجویی بودید که یاد گرفتید چگونه فکر کنید و اگر به مشکلی برخورد کنید بلدید که حلش کنید و این روند متاسفانه در دانشگاه‌های ما خیلی اتفاق نمیفتد و دلایل بسیار متعددی دارد که یکی از دلایل این است که افرادی که دارند برای دانشگاه تصمیم می‌گیرند خودشان دانشگاهی نیستند، شاید مدرک داشته باشند اما خودشان دانشگاهی نیستند و اصلاً برای این کار ساخته نشده‌اند و همین باعث اتفاقی است که دارد میفتد و دانشگاه در حالی که نمی‌داند که نیاز جامعه چیست ولی فوق لیسانس و دکتری می‌گیرد، و چهل نفر-چهل نفر دانشجوی شیمی محض و کاربردی می‌گیرد، با این وضع قرار است که چه اتفاقی بیفتد؟

خیلی جالب است من همیشه سر کلاس‌ها می‌پرسم اصلاً چند نفر شما به شیمی علاقه داشتید و شیمی آمدید؟ کمتر از ۲۰ درصد...

قرار نیست اتفاقی برای آن ۸۰ درصد بیفتد...

و مشکل بعدی این است که دانشجو با همین وضع فوق لیسانس و دکتری هم می‌گیرند و بعدش چی؟ کجا قرار است که از توانمندی‌های شما استفاده کنند و همه این‌ها باعث می‌شود که یک بی‌انگیزی در دانشجو به وجود بیاید و در استادی که بودجه پژوهشی ندارد و دسترسی به مجلات ندارد و ساده‌ترین کارهای تحقیقاتی‌اش را نمی‌تواند انجام بدهد، هم بی‌انگیزی به وجود بیاید چون قرار نیست

دکتری روز به روز بیشتر می‌شود ولی متاسفانه تعداد علاقه‌مندانها به رشته شیمی در حال کم شدن است و عده آن دانشجویهای با علاقه‌ای که قبلاً سراغ داشتیم که با انگیزه می‌آمدند و وقت می‌گذاشتند و دانشجویهایی که عشق آن‌ها رشته شیمی بود در حال کاهش است که هیچ ایرادی هم به دانشجو وارد نیست یک سری شرایط دست به دست هم دادند که متاسفانه همچین اتفاقی بیفتد.

فکر کنم کشورهایی مثل سوییس و سوئد که در رفاه اجتماعی حرف اول را می‌زنند شاید حدود سی یا چهل درصد تحصیل کرده دارند و بقیه می‌روند سراغ علاقه‌مندی‌های خودشان مثل نقاشی و نجاری و ...

اما در کشور ما یک اتفاقی افتاده که همه دارند به دانشگاه می‌آیند و جالب است وقتی که هیچ چیزی قبول نمی‌شوند به رشته‌های علوم پایه وارد می‌شوند در صورتی که رشته‌های علوم پایه برای کسی است که علاقه داشته باشد. البته همان طور که گفتم ایرادی به دانشجو وارد نیست و سیستم اینگونه طراحی شده که اگر مدرک فوق لیسانس داشته باشید آدم بهتری هستی نسبت به یک آشپز خوب در صورتی که نه؛ یک آشپز خوب خیلی بهتر است تا یک فوق لیسانس نصفه نیمه. این روند اگر همین جوری ادامه پیدا کند متاسفانه ما شاهد نزول دانشگاه‌ها خواهیم بود و اساتید هم واقعیت دارند بی‌انگیزه می‌شوند مثل این است که به شما یک ماشین ژیان بدهند و به شما بگویند با آن در مسابقه فرمول یک شرکت کنید، شما هر چه قدر هم که راننده خوبی باشید نمی‌توانید.

ما باید یاد بگیریم که به دانشگاه‌ها بها بدهیم و برای دانشجو‌ها ارزش قائل بشویم.

اتفاقی بیفتد...

همین باعث ایجاد شدن افسردگی و ناامیدی بین دانشجویان می‌شود ولی آدم باید امیدوار باشد و امیدوار هستیم که انشالله شرایط طوری بشود که همه بچه‌ها بتوانند کار پیدا کنند ولی رشته شیمی آلی رشته‌ای است که آدم می‌تواند خیلی در آن توانمندی پیدا می‌کند تا در صنایع مختلف کار کند.

متأسفانه ارتباط دانشگاه با صنعت خیلی جدی نیست و دلیلش هم این است که ما هنوز نتوانسته‌ایم یک پل ارتباطی بین اساتید دانشگاه‌ها و سیستم آکادمیک با صنایع ایجاد کنیم.

صنایع و دانشگاهی‌ها هر کدام تفکرات خودشان را دارند و هیچ کدام هم مقصر نیستند. باید یک تیم هدایت کننده در بالا باشد که نیازهای صنعت را به دانشگاه‌ها انتقال بدهد و این دورا آشتی بدهد و طرز تفکراتشان را به یکدیگر نزدیک کند و همه بفهمند که آخر علم یعنی زیبا کردن دنیا برای ساکنینش و گرنه اینکه شما همه چیز بلد باشید اما خیرتان به کسی نرسد به درد نمی‌خورد. الان در شرایط کرونا به همه ما سخت می‌گذرد، اگر کسی پیدا بشود که دارویی را برای دنیا تجویز بکند یعنی زیبا کردن دنیا و بازگشت مردم به زندگی عادی...

۶. اهمیت یادگیری شیمی محاسباتی در گرایش آلی چه قدر است و منبع یادگیری آن چیست؟

الآن خوشبختانه شیمی محاسباتی جزء لاینفک شیمی آلی است و شما مقالات چند سال اخیر در مجلات معتبر را نگاه کنید سنتز شیمی آلی با شیمی محاسباتی هماهنگ شده و دلیلش

اگر بخواهید بدانید ایران چه قدر از نظر علمی پیشرفته است باید یک آماری از تبدیل علم به ثروت بدهید و نه چاپ مقاله. اگر شما هزار تا مقاله در سال چاپ کنید مهم نیست، مهم این است که در تبدیل علم به ثروت چند دلار پول در می‌آورید؟ این آمار دقیق تری است...

۵. ارتباط صنعت و دانشگاه را چگونه می‌بینید و برای فارغ التحصیل رشته شیمی آلی چه شغل‌هایی می‌تونه وجود داشته باشه؟

خوشبختانه فارغ التحصیلان رشته شیمی آلی در خیلی از زمینه‌ها می‌توانند کار کنند. چون رشته شیمی آلی به شما یاد می‌دهد که در مورد مسائل مربوط به شیمی آلی فکر کنید و از ابزارهایی مثل بررسی مکانیسم‌ها و نوع واکنش‌ها و آشنایی با واکنشگرها بتوانید استفاده کنید.

و می‌توانیم معلوماتی که به دست آورده ایم را در صنایع رنگی، پلیمری یا دارویی استفاده کنیم.

و در همه این‌ها می‌توانیم کار کنیم به شرطی که تعداد صنایع جوابگوی تعداد فارغ التحصیلان باشد، چون یک صنعت بعد از جذب یک تعداد نیرو اشباع می‌شود و باید زمان بگذرد و این نیروها بازنشسته بشوند و جایگزین بشوند ولی وقتی به فرض صنایع مجموعاً به ۳۰ دانشجوی نیاز داشته باشد و ما ۳۰۰ نفر را فارغ التحصیل می‌کنیم عملاً ۸۰-۹۰ درصد فارغ التحصیل‌ها بی‌کار می‌مانند و متأسفانه خیلی از مواقع هم صنایع دانشجویها را بر اساس شایستگی انتخاب نمی‌کنند.

دوستان شیمی فیزیکی دارند از آنها نظر بخواهید شاید دقیق تر بتوانند اظهار نظر کنند.

۷. کار در صنایع عطر و ادکلن چه قدر با شیمی آلی ارتباط دارد؟

خیلی زیاد. کلاً در صنایع آرایشی بهداشتی اول باید یک سری اصول شیمی را بلد باشید و بعد بروید سراغ فرمولاسیون و تکنیک که عمده‌تاً مبتنی بر تجربه است، اما شما برای اینکه بدانید که امولسیفایرها را چگونه باید با مواد مخلوط کرد یا چه اسانس و آنتی‌اکسیدانی را باید وارد سیستم کرد، به اصول شیمی و گروه‌های عاملی و حلالیت‌ها نیاز دارید.

۸. شیرین‌ترین درس دوران دانشجویی برای شما چه بوده است؟

شیمی آلی ۲ با آقای دکتر غیاثی که خیلی قشنگ درس می‌دادند خدا حفظشان کند.

۹. سخت‌ترین درس دوران دانشجویی برای شما؟

شیمی تجزیه؛ اگر چه یک ابزار بسیار مهم است که یک شیمیست باید بلد باشه اما متأسفانه من اصلاً با شیمی تجزیه نمی‌توانستم و نمی‌توانم ارتباطی برقرار کنم.

۱۰. تدریس چه بخشی را بیشتر دوست دارید؟

من شیمی فیزیک آلی را خیلی دوست دارم چون در این درس شما باید مفاهیم را به خوبی یاد گرفته باشید و در مورد مفاهیم صحبت کنید و یادگیری آن برای یک شیمیست هم بسیار مهم است.

هم این است که بعضی اوقات ما پاسخ یک سری سوالات را با شیمی محاسباتی می‌توانیم یاد بگیریم و به آنها جواب بدهیم.

و با وجود این که من خودم به شیمی محاسباتی مسلط نیستم اما الان به نظر من یکی از نیازمندی‌های یک شیمیست آلی بلد بودن شیمی محاسباتی است و اگر بخواهی شیمی محاسباتی یاد بگیرد، از کتاب‌های پایه باید شروع کنید. یک کم تسلط و آشنایی با کوانتوم کمک کننده است و بعدش هم یادگیری نرم افزارها و سپس کسب تجربه.

و به نظر من برای یادگیری داشتن یک معلم خوب هم در اولویت است یعنی یافتن کسی که خودش شیمی محاسباتی را به خوبی فهمیده و می‌تواند آن را منتقل کند که خوش بختانه ما در دپارتمانمون افرادی مسلط به شیمی محاسباتی داریم و می‌توانند آن را به دانشجویها آموزش بدهند، و من به دانشجویهایی که اول راه هستند و قصد ادامه تحصیل دارند توصیه می‌کنم حتماً دو چیز را در برنامه هایشان قرار دهند:

(۱) فراگیری زبان انگلیسی به صورت خیلی خوب و پیشرفته

(۲) شیمی محاسباتی
فرقی هم ندارد که قصد ادامه تحصیل در چه گرایشی دارید در هر صورت باید شیمی محاسباتی را کم یاد بگیرد.

همه تیم‌های خوب تحقیقاتی در دنیا همیشه یک قسمتی از فعالیت‌هایشان شیمی محاسباتی دارد که یا خودشان به آن مسلطند و یا به تیم‌های محاسباتی پیوسته‌اند و کارهای مشترک انجام می‌دهند.

در مورد منبع یا نرم افزار چون تسلط کامل را

۱۱. برای یک دانشجوی شیمی چه توصیه‌هایی دارید؟

اول از همه بگویم که درس خواندن دو تا جنبه دارد.

یکی بحث معیشت است که شما درس میخوانی تا بتوانی زندگی‌ات را اداره کنی که بدون تعارف خیلی هم مهم است اما بحث دیگر درس خواندن برای ارضای یک سری روحيات خودتان است. من معتقدم کسی باید به رشته شیمی بیاید که عاشق شیمی باشد و خواهشاً دانشجویها به حساب اینکه رشته دیگری قبول نشدند به رشته‌های علوم پایه نیایند.

دلیلش هم این است که الآن بعد از دانشگاه اتفاق خاصی قرار نیست بیفتد و ما در سال‌های اخیر این را باید یاد گرفته باشیم که آدم یک بار بیشتر زندگی نخواهد کرد و سعی کنیم دنبال علاقه‌مندی‌هایمان باشیم.

چرا فکر می‌کنیم که ما نباید برویم یک آشپز، نقاش، خیاط یا ورزشکار خوب بشویم؟ چرا همه باید بیایند به دانشگاه؟

من معتقدم زمانی باید وارد دانشگاه شد که علاقه وجود داشته باشد.

حالا اگر به شیمی علاقه پیدا کنی و با آن ارتباط برقرار کنی، می‌تواند یکی از شیرین‌ترین و ساده‌ترین رشته‌های تحصیلیت باشد چون تمام زندگی اطرافت را می‌توانی با شیمی بررسی کنی و با آن ارتباط برقرار کنی.

اما اگر نتوانی با آن ارتباط برقرار کنی یکی از سخت‌ترین رشته‌های ممکن است. و شیمی رشته بسیار پر زحماتیست، اما شیرین است و شما وقتی وارد آزمایشگاه می‌شوی و چیزی که دوست داری را سنتز می‌کنی جواب مثبتی به نیازمندی درونی خودت داده‌ای.

و خوشبختانه افرادی که درگیر کارهای پژوهشی و درسی می‌شوند خیلی به چیزهایی که بقیه مردم فکر می‌کنند فکر نمی‌کنند و این برای آدم یک آرامش روحی می‌آورد.

بیرون از در دانشگاه ممکن است مردم دنبال خیلی چیزها باشند اما داخل دانشگاه شما دنبال یک سری اتفاقات دیگری هستی که حتی اگر در آنها شکست بخوری باز هم لذت بخش است چون متوجه می‌شوی چیزی که فکر می‌کردی درست نیست و باید به شیوه دیگری فکر کرد.

به نظر من زندگی علمی زندگی خیلی شیرینی است به شرط اینکه بتوان از آن در حد معقولی برای معیشت استفاده کرد.

۱۲. به دانشجویی که علاقه‌مند است در گرایش آلی ادامه تحصیل بده چه توصیه‌ای دارید؟ چه دروس اختیاری‌ای را توصیه می‌کنید؟ برای کسی که می‌خواهد بیوشیمی یا شیمی دارویی کار کند گذراندن این دروس چه قدر اهمیت دارد؟

من اگر بخواهم توصیه‌ای بکنم به بچه‌هایی که دوست دارند شیمی آلی بخوانند، این است که هیچ وقت یک کتاب را به دفعات نخوانند، همیشه سعی کنند به جای مثلا پنج بار خواندن یک کتاب، سه تا کتاب مختلف بخوانند چون در این صورت با دیدگاه‌ها و نقطه نظرهای مختلفی آشنا خواهند شد.

اتفاقی که متأسفانه در دانشگاه‌های ما در حال وقوع است که دانشجو یک کتاب خاص را ده بار برای امتحان می‌خواند.

توصیه دیگرم این است که یادمان باشد برای مطالعه شیمی آلی دو چیز خیلی مهم هستند،

شیمی چگونه است و خیلی کمک کننده است. دروس اختیاری کاملاً به علاقه بستگی دارد. برای علاقه‌مندان به شیمی آلی درس سنتز، شیمی دارویی، بیوشیمی، پلیمر هستند...

کسی که دوست دارد در رشته بیوشیمی ادامه تحصیل بدهد باید در دروس مربوط به آن دروس اختیاری بگیرد، کسی که دوست دارد پلیمر بخواند دروس مربوط به پلیمر را باید بگیرد و کسی که دوست دارد در زمینه‌های دارویی کار بکند باید درس شیمی دارویی را بگیرد و همه این‌ها ارزشمندند و مورد نیازند.

به شرط این که درس و منابع آن از دانشکده‌های تخصصی باشد. یعنی مثلاً اگر تمایل به اخذ بیوشیمی دارید از دانشکده درخواست شود که با دانشکده زیست‌شناسی هماهنگ شود و یکی از متخصصین بیوشیمی به شما درس بدهند.

دنیا رفته به سمت تحقیقات بین رشته‌ای و خوب است که دانشجوی علوم مربوط به هر دو را بلد باشد.

اگر شما شیمیستی باشید که چند دوره بیوشیمی گذرانده‌اید و مطالعات جانبی داشته‌اید می‌توانید در این زمینه کار و تحقیق کنید، بنابراین لازم است و ای کاش دانشکده‌ها برای همه با توجه به نیازمندی‌های دانشجوی دروس را ارائه دهد...

که متأسفانه محدودیت‌ها و قوانین دست و پا گیر زیادی وجود دارد که البته دانشگاه‌ها هم مقصر نیستند.

دانشگاه‌ها می‌گویند درسی را باید ارائه داد که حداقل ۱۵ نفر ثبت نام کنند در صورتی که اگر فقط ۵ نفر علاقه مند باشند تکلیفشان چیست؟ مگر رسالت دانشگاه آموزش به دانشجویهای علاقه مند نیست؟ پس باید برای آن ۵ نفر هم

اول قوی بودن تئوری و دوم اینکه اعتماد به نفس کافی را برای کار کردن در آزمایشگاه داشته باشیم. یادگیری مطالب تئوری به عهده خود دانشجو است که کتاب بخواند و با کمک گرفتن از بقیه رفع اشکال کند، اما برای یادگیری کار آزمایشگاهی به بسترهایی نیاز است که ما به دو شیوه می‌توانیم این دو بستر را آماده کنیم: یکی گذراندن درس پروژه کارشناسی است که مستلزم این است که آزمایشگاه امکانات را داشته باشد و دانشجو هم وقت داشته باشد که در کنار دانشجو‌های تحصیلات تکمیلی یک سری نکات را آموزش ببیند.

پس پروژه کارشناسی خیلی مهم است به شرط اینکه بسترش فراهم باشد.

چون شما ۷ یا ۸ ترم شیمی خوانده‌ای و همیشه در ذهن این سوال وجود دارد که خوب در آخر قرار است با این مطالب تئوری ای که خوانده‌ام چه کاری بکنم و چه اتفاقی بیفتد.

و وقتی که شما یک ترم به مدت چند ماه وارد یک صنعت می‌شوید تازه می‌فهمید که مطالب تئوری ای که آموخته‌اید کجاها کاربرد دارد و یک نگرش جدیدی به شما می‌دهد و شما برمی‌گردی و دروسی که قبلاً خوانده‌ای را به طرز متفاوتی می‌خوانی.

دانشجو تازه در درس پروژه کارشناسی و کارآموزی می‌فهمد شیمی به چه دردی می‌خورد؛ که متأسفانه الآن به شکل خیلی ضعیفی ارائه می‌شود چون شرایط مهیا نیست و صنایع از دانشجویها استقبال نمی‌کنند.

من یادم است در دوران کارشناسی که بودم دو تابستان را در صنایع کار کردم و گزارش کاری تحویل دادم و خیلی کمک کننده بود و تازه آنجا یاد گرفتم که نگرش صنایع نسبت به

۱۴. تجربه یا خاطره آموزنده ای اگر دارید بفرمایید شما وقتی معلم هستید تجربه زیاد دارید، یادش بخیر یک بار یک دانشجو که فارغ التحصیل دانشگاه صنعتی اصفهان بودند برای مصاحبه دوره دکتری آمده بود، اولین سوالی که ما می‌کردیم معدل بود و ایشان گفتند معدلشان حدود یازده است و از چشم من و همه همکاران افتاد ولی در طول مصاحبه متوجه شدیم که بسیار دانشجوی باهوشی است و آن موقع همه اساتید تمام تلاششان را می‌کردند که ایشان دانشجوی دکتری آنها بشود که در نهایت اصلاً ایشان دانشگاه تهران رفتند.

می‌خواهم بگویم متأسفانه همه چیز در دانشگاه‌های ما حتی برای خود من نمره و معدل شده است و به این خاطر بعضی از دانشجویان مهندسی معدل می‌کنند و فقط دنبال کسب نمره‌اند در صورتی که برای بعضی‌ها اصلاً نمره مهم نیست. این دانشجویی که مثال زدم هم واقعاً عاشق شیمی بود و شیمی را بسیار خوب می‌فهمید. من از ایشان پرسیدم که شما که خیلی

خوب می‌فهمید چرا معدل بسیار پایین است؟ ایشان گفتند که نمره دروس شیمی‌اش که به آنها علاقه داشته بالا است و فقط نمره بعضی درس‌هایش پایین است چون علاقه نداشته بخواند. باید این را یاد بگیریم که دنبال علاقه خود باشیم چون اگر کسی دنبال علاقه‌اش برود و بستر برایش مهیا باشد مطمئناً موفق خواهد شد.

در نهایت باید بگویم قضاوت را نباید خیلی روی نمره بیاوریم، ای کاش سیستم آکادمیک ما طوری بود که ما در کلاس خیلی راحت می‌توانستیم دانشجویها را ارزیابی کنیم و ای کاش این قدر نمره محور نبودیم یعنی مثلاً تفاوت ۱۸ و ۱۷ را زیاد نمی‌دانستیم.

امیدوارم روزی به اینجا برسیم و قطعاً هم می‌رسیم.

بستری برای یادگیری دروس مورد علاقه‌شان فراهم شود اما اینکه این مسئله را عملی کنیم یا نه خارج از اختیارات ما است.

۱۳. با توجه به اینکه در شرایط همه‌گیری کرونا تجربه کار عملی نداشته‌ایم آیا به نظر شما دوره خاصی را حتماً باید بگذرونیم؟ یا با ورود به مقاطع بالاتر کم‌کم یاد می‌گیریم مطالب لازم را؟

در همه رشته‌ها ما یک بستر نظری فراهم می‌کنیم که این زمانبر است و دانشجو باید سال‌ها روی بستر نظری کار کند و آموزش ببیند.

از یک طرف دانشجویها در رشته‌های شیمی به یک سری تکنیک کار کردن با سیستم‌های آزمایشی نیازمندند که نیاز به آموزش دارد.

الآن به نظر من کسی نباید نگران باشد که کار عملی انجام داده است یا نه دلیلش هم این است که شما اگر پایه تئوری قوی‌ای داشته باشید و دروس را خوب یاد گرفته باشید در آزمایشگاه بر اساس نیاز با دو یا سه هفته آموزش می‌توانید تکنیک‌ها را یاد بگیرید و در ادامه کسب تجربه کنید، یعنی شما روی پروژه‌های مختلفی کار می‌کنید و بر اساس نیاز تکنیک‌ها را یاد می‌گیرید. من معتقد هستم قضیه خیلی بگرنج نیست که نگران بلد بودن یا نبودن تکنیک‌ها باشیم. نگرانی ما باید آموزش دیدن خوب نسبت به مسائل تئوری باشد. چون شاید بشود در طول چند هفته تکنیک‌های آزمایشگاهی را فرا گرفت اما اگر مبانی دوران لیسانس و فوق لیسانس ضعیف باشد امکان ندارد حتی در عرض یکسال هم آنها را دوباره یاد بگیریم. پس توصیه‌ام این است در شرایط فعلی باید مبانی نظریمان را تقویت کنیم. زمانی که بستر مهیا شد با آموزش یک ماهه می‌توانیم تکنیک‌های آزمایشگاهی را یاد بگیریم و اصلاً نگران این مسئله نباشیم.

مقالات

- آیا شیمیدان های آلی نسبت به دهه های گذشته واکنش های کمتری را کشف می کنند؟
- مقاومت پلی اورتان در برابر بیوفولینگ با زیست تخریب پذیری و هیدرولیز
- نقش یون های فلزی در اکسیداسیون دوپامین
- چرا داروسازان آینده به یادگیری شیمی دارویی و شیمی تجزیه نیاز دارند؟
- ویژگی های غیر معمول ساختار های کریستالی برخی از ترکیبات ساده مس
- شیمی قانونی: کشف اثر انگشت پنهان

آیا شیمیدان‌های آلی نسبت به دهه‌های گذشته واکنش‌های کمتری را کشف می‌کنند؟



الهه حق بین

کارشناسی ارشد شیمی پلیمر
دانشگاه شهید بهشتی

سرپرست تحقیقات، بارتوش گرزیبوفسکی^۱ از آکادمی علوم لهستان و موسسه ملی علم و فناوری اولسان کره جنوبی می‌گوید: «هر سال چند میلیون واکنش گزارش می‌شود، اما در حقیقت، بسیاری از آنها کاربردهایی از همان روش‌های شناخته‌شده می‌باشند. ما در واقع با سرعتی ثابت، در حال کشف شاید چند هزار واکنش در سال بوده‌ایم.»

برای طبقه‌بندی انواع واکنش، محققان با در نظر گرفتن اتم‌هایی که به صورت مکانیکی مرتبط هستند و در نزدیکی مرکز واکنش قرار گرفته‌اند، قوانینی را تعریف کردند و آنها را به صورت یک الگوریتم درآورده‌اند. گرزیبوفسکی توضیح داد: «سپس ما این کار را در مقاطع زمانی مختلف انجام دادیم (با داده‌های سال ۱۹۰۰ شروع می‌شود) تا ببینیم تعداد واکنش‌های جدید چگونه تغییر کرده است.» این تیم همچنین دریافت که با وجود کند شدن کشف گونه‌های واکنش، فرآیندها پیچیده‌تر می‌شوند و مراحل کمتری برای تولید داربست‌های چالش برانگیز مورد نیاز است. گرزیبوفسکی در ادامه گفت: «اگر تبدیل‌های آبشاری یا واکنش‌های چند جزئی را در نظر بگیرید، این دسته از واکنش‌ها محبوبیت کسب می‌کنند.»

تجزیه و تحلیل میلیون‌ها تبدیل نشان می‌دهد که شیمیدان‌ها واکنش‌های کمتر اما پیچیده‌تری را کشف می‌کنند.

مطالعات نشان می‌دهند که شیمیدان‌ها به روش‌های رایج متکی شده‌اند، زیرا سرعت کشف انواع واکنش‌های جدید در حال کاهش است. این برای شیمی آلی چه معنایی دارد؟

دانشمندان می‌گویند اگرچه تعداد واکنش‌هایی که شیمیدان‌ها گزارش می‌کنند طی سال‌های گذشته به‌طور تصاعدی افزایش یافته است، اما گونه‌های واکنشی جدید، کمتر کشف می‌شوند. محققان با استفاده از شیمی انفورماتیک میلیون‌ها تبدیل آلی که در پایگاه‌های داده و مخازن ثبت اختراع ذخیره شده‌اند را تجزیه و تحلیل کرده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که بیشتر سنتزهای شیمی بر استفاده مجدد از روش‌های شناخته شده متکی است.



آزمایشگاه‌های شیمی آلی - و لباس‌های پوشیده در آن‌ها - نسبت به زمان جورج کارور تغییر کرده‌اند. در اینجا شیمیدان برجسته کشاورزی (دوم از راست) در سال ۱۹۰۲ بر دانشجویان مؤسسه تاسکیگی^۴ در ایالات متحده نظارت می‌کند.

می‌گوید: «اما این بدان معنا نیست که این زمینه اشباع شده است. واکنش‌ها ممکن است ثابت بمانند، اما امروزه تلاش زیادی برای پایدارتر کردن واکنشگرها و شرایط انجام واکنش، صورت می‌گیرد. بیاید جایزه نوبل اخیر برای اورگانوکاتالیز را در نظر بگیریم که تنها در مورد واکنش‌های جدید نیست بلکه در مورد روش‌هایی ساده تر و بهتر برای انجام آنها می‌باشد.»

شیمیدان حوزه سنتز، ماریا فرناندز-هررا^۴ از سینوستا و مریدا در مکزیک، با این موضوع موافق است که سنتز آلی به سمتی می‌رود که کشف مواد جدید یا فرآیندهای سبزتر برای کاربردها در زمینه‌های مختلف اهمیت پیدا می‌کند. او می‌گوید: «یک مثال بسیار واضح، سنتز چارچوب‌های فلزی-آلی و سایر ساختارهای مرتبط می‌باشد. کمک به شیمی آلی از نظر استفاده از واکنش‌های جدید بیهوده است؛ زیرا این مواد با استفاده از روش‌های شناخته شده ساخته می‌شوند، اما هدف نهایی تولید ساختارهای مفید می‌باشد.»

شیمیدانی در رشته شیمی فیزیک آلی با نام گیوم بریونی^۲ از دانشگاه نامور بلژیک شرح داد: «این بدان معناست که تمام واکنش‌های ساده آلی و آلی فلزی بین دو واکنشگر، قبلاً کشف شده‌اند.» سپس افزود: «شیمیدانان در زمینه سنتز آلی اکنون باید تلاش‌های تحقیقاتی خود را با هم ترکیب کنند. ما باید با شیمی‌دانان محاسباتی و طیف‌شناس‌ها متحد شویم و از رویکردهای جدیدی مانند شیمی مکانیزه و سنتزهای آلی که توسط هوش مصنوعی هدایت می‌شوند، استفاده کنیم.»

گریبوفسکی خاطر نشان می‌کند: «حدود دو دهه پیش یک نقطه همگذر وجود داشت که در آن واکنش‌های پیچیده بر واکنش‌های ساده غلبه کردند. تبدیل‌های ساده مانند واکنش‌های S_N2 عملاً تهی شده‌اند. در طول صد سال گذشته، فکر می‌کنم مردم تقریباً هر ترکیب ممکن را امتحان کرده‌اند.»

ژان لوئی ریموند^۳، که روش‌های محاسباتی سنتز آلی را در دانشگاه برن، سوئیس توسعه می‌دهد،

کند و می‌تواند با مکانیسم‌های هماهنگ، مرحله ای، قطبی یا رادیکالی، که توسط گرما، نور، اسید، آنزیم‌ها، فلزات و حتی اورگانوکاتالیزورها کاتالیز می‌شوند، رخ دهد. ادغام همه این موارد با هم به عنوان یک نوع واکنش منجر به نادیده گرفتن ارزش و کاربرد هر یک از این مراحل شیمیایی می‌شود.»

نگیب افزود: «بسیاری از دسته‌بندی‌های واکنش از همان زمان کشف جهش‌های بزرگی انجام داده‌اند. عامل‌دار شدن پیوند کربن-هیدروژن از یک پیچیدگی غیر قابل درک مکانیکی به انقلابی در کشف دارو تبدیل شده است.

و واکنش‌های جدید می‌توانند از مکان‌های غیرمنتظره باشد. تیمی به سرپرستی سوزان بلوم از دانشگاه کالیفرنیا، ایروین، ایالات متحده، اخیراً کشف کرده است که چگونه می‌توان یک چرخه الکتروفیلیک -نسخه‌ای از سنتز چند دهه قدیمی لاروک ایندول- را برای ساخت آلکن‌های سه استخلافی استفاده کرد. نتیجه این تحقیقات، یک نوع کاملاً جدید از واکنش انتقال گروه عاملی می‌باشد.

همانطور که زمینه سنتز آلی به تکامل ادامه می‌دهد، واکنش‌هایی که در فهرست خواسته‌های شیمیدان‌ها باقی می‌مانند نیز ادامه می‌یابند. گریزیوفسکی می‌گوید: «من شخصاً به نوآرایی‌های پیچیده چند جزئی اعتقاد زیادی دارم. با یک گام می‌توانید دیوانه وار پیچیدگی ایجاد کنید. و به همین دلیل است که من به آن علاقه دارم!»

اندک تعداد برجسته

جدا از تولید مولکول‌های مفید، واکنش‌های محبوب با استفاده از مواد ارزان‌قیمت و کار با طیف وسیعی از سوبستراها، به سوی قوی شدن می‌روند. تیم گریزیوفسکی با نگاهی به این که کدام نوع از آن‌ها محبوب و برجسته شده‌اند، دریافتند که تنها چند صد تا چند هزار مورد از آن‌ها تا به حال موفق بوده‌اند. او می‌گوید: «این بدان معناست که شما فقط می‌توانید مدل‌های یادگیری ماشینی پیش‌بینی‌کننده را برای بخشی از شیمی بسازید.» داده‌های بسیار کمی برای اکثر دسته‌های واکنش برای آموزش یک الگوریتم در دسترس است. این تیم همچنین اشتباهاتی را در منابع کشف کرد. گریزیوفسکی توضیح می‌دهد: «ما به نوعی شناسایی کردیم که کدام واکنش‌ها باید از این پایگاه‌های داده حذف شوند، زیرا احتمالاً فقط خطا می‌باشند.»

دیوید نگیب، شیمیدان آلی در دانشگاه ایالتی اوهایو، ایالات متحده، اشاره می‌کند که: «اگرچه ساده‌سازی برای اهداف آموزشی یا آموزش الگوریتم‌ها عالی است، اما دانشمندان نمی‌توانند ظرافت‌های واکنش‌ها را نادیده بگیرند. برای مثال، واکنش دیلز-آلدر می‌تواند یک دی‌ان‌غنی از الکترون را با یک آلکن دارای کمبود الکترون، جفت

منبع:



مقاومت پلی یورتان در برابر بیوفولینگ با تخریب زیستی و هیدرولیز

چکیده

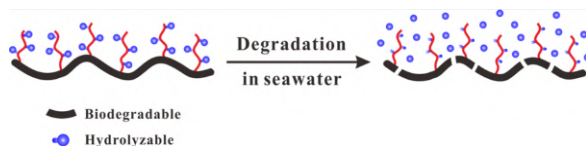
ما پلی یورتان را با پلی (ε-کاپرو لاکتون) یا PCL به عنوان قطعه‌ای از زنجیر اصلی و پلی (تری ایزو پروپیلسلیل آکریلات) یا PTIPSA را به عنوان زنجیره جانبی به وسیله ترکیبی از پلیمریزاسیون رادیکالی و واکنش تراکم تهیه کرده‌ایم. میکرو ترازوی کریستال کوارتز همراه با مطالعات اتلاف نشان می‌دهند پلی یورتان می‌تواند در حضور آنزیم تخریب شود و سرعت تخریب با مقدار PTIPSA کاهش می‌یابد. مطالعات ما همچنین نشان می‌دهند که پلی یورتان قادر به هیدرولیز در آب دریای مصنوعی می‌باشد و با افزایش PTIPSA سرعت هیدرولیز نیز افزایش می‌یابد. علاوه بر این، هیدرولیز منجر به یک سطح آبدوست می‌شود که برای کاهش پسای اصطکاکی در شرایط دینامیکی مناسب است. آزمایشات میدانی در دریا نشان می‌دهند پلی یورتان توانایی آنتی‌فولینگ خوبی دارد زیرا این پلیمر با زنجیره اصلی PCL به عنوان زیست تخریب پذیر و زنجیره جانبی PTIPSA قابل هیدرولیز، می‌تواند یک سطح خود تجدید شونده تشکیل دهد. پلی یورتان همچنین برای حمل و انتشار یک ضد رسوب نسبتاً سازگار با محیط زیست مورد استفاده قرار گرفت. این سیستم ترکیبی، عملکرد آنتی‌فولینگ بسیار بهتری را حتی در یک محیط ایستای دریایی نشان می‌دهد.



زهرا الهی تبار
کارشناسی شیمی محض
دانشگاه شهید بهشتی

مقدمه

به خوبی می‌دانیم که بیوفولینگ* به دریایی، مشکلی جهانی برای صنایع دریایی و کشتیرانی می‌باشند. کشتش هیدرودینامیکی کشتی‌ها را افزایش می‌دهد، باعث افزایش سرعت خوردگی یک لایه فلزی می‌شود، لوله‌های خنک کننده را مسدود می‌کند، عمر مفید تجهیزات دریایی را کاهش می‌دهد و سیستم‌های پرورش آبزیان را تحت تاثیر قرار می‌دهد. پوشش‌های آفت‌کش زیستی حاوی فلزات سنگین برای مبارزه با رسوب‌های دریایی موثر هستند اما تحت نظارت سازمان محیط زیست می‌باشند، زیرا برای ارگانسیم‌های غیر هدف و از نظر زیست محیطی مضر هستند. توسعه سیستم‌های سازگار با محیط زیست برای مبارزه با بیوفولینگ ضروری است. برای این منظور الاستومرهای پلی(دی متیل سیلوکسان)، پوشش نانو ساختار آمفی‌فیلیک، پلیمرهای یون دوقطبی و هیدروژل خود ساخت در سال‌های اخیر تولید شده‌اند. با این حال توانایی آنتی‌فولینگ آنها در یک محیط دریایی نیاز به پیشرفت دارد.



Wentao Xu, Chunfeng Ma, Jielin Ma, Tiansheng .\

Gan, and Guangzhao Zhang

*Biofouling، تجمع میکروارگانسیم‌ها، گیاهان، جلبک‌ها یا جانوران کوچک بر روی سطوحی مانند بدنه کشتی، زیردریایی و...

تجزیه پلی یورتان در یک محیط دریایی منجر به سطحی خود تجدید شونده می شود که می تواند نشست بیوفولینگ دریایی را حتی در یک محیط استاتیک دریایی متوقف کند. با این حال سرعت خود جلا دهندگی فقط با مقدار GA تنظیم می شود.

این امر موجب محدود شدن کاربرد آن می شود. زیرا مقدار GA بالا، قدرت اتصال کم و پایداری مکانیکی ضعیف را در پی دارد. در واقع این موضوع با بهبود سرعت تخریب پذیری و خواص مکانیکی پلیمرهای تخریب پذیر، در تناقض است.

در اینجا ما یک پلی یورتان جدید را با بخش PCL به عنوان زنجیر اصلی و PTIPSA به عنوان زنجیره جانبی ارائه می کنیم که اولی می تواند در یک محیط دریایی به دلیل حمله آب دریا و میکروارگانیسم ها تخریب شود در حالی که دومی به صورت تجاری در یک پوشش خود جلا دهنده در قایق رانی استفاده شده است. سرعت خود جلا دهندگی سطح ساخته شده با پلی یورتان که توسط تخریب و هیدرولیز تعیین می شود را می توان با تغییر ترکیب آن تنظیم کرد.

همچنین ترکیب PCL زیست تخریب پذیر با پلیمرهای سیلیل آکریلات می تواند انحلال بخش های هیدرولیتیک را بدون کمک نیروی برشی بهبود بخشد که باعث تسهیل در ایجاد آنتی بیوفولینگ در حالت استاتیک می شود. ما خواص تخریب پذیری، هیدرولیز و ضد رسوب پلی یورتان را بررسی کرده ایم. هدف ما توسعه مواد آنتی بیوفولینگ در محیط های دریایی استاتیک و دینامیک می باشد.

پلیمرهای قابل هیدرولیز، برای آنتی بیوفولینگ استفاده می شوند، زیرا هیدرولیز و انحلال آنها می تواند منجر به یک سطح خود جلا دهنده و رهاش آفت کش ها شود.

پلیمرهای مبتنی بر سیلیل آکریلات، پلیمر هایی از نوع قابل هیدرولیز با سرعت آبکافت پایدار و خواص خود ترمیم شونده هستند. علاوه بر این، هیدرولیز آنها با کاهش پسای اصطکاکی و مقدار کل سوخت مصرفی، به هیدرودینامیک بدنه کشتی کمک می کند.

با این حال خاصیت خود جلا دهندگی پلیمرهای مبتنی بر سیلیل آکریلات با زنجیرهای جانبی قابل هیدرولیز، عمدتاً به مقدار گروه های سیلیل استر آویزان و حرکت آب دریا بستگی دارد.

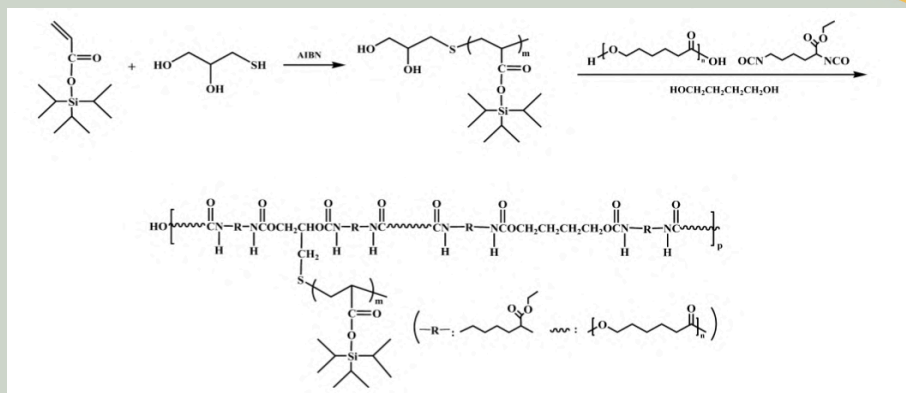
آنها به طور کلی خاصیت مکانیکی و توانایی ضد رسوب ضعیفی را به ویژه در یک محیط استاتیک دریایی نشان می دهند. بهینه سازی ساختار یک کوپلیمر سیلیل آکریلات به منظور بهبود توانایی ضد رسوبی آن در شرایط استاتیک، از اهمیت زیادی برخوردار است. بررسی^۲ و همکارانش گزارش دادند که کوپلیمر دو دسته ای^۳ poly(methyl methacrylate-b-tert-butyl dimethylsilyl methacrylate) در مقایسه با کوپلیمرهای رندوم، کنترل بهتری روی سرعت جلا دهندگی خود دارند. پوشش های دریایی^۴ مبتنی بر کوپلیمرهای دو دسته ای، به مدت ۱۸ ماه توانایی ضد رسوب خوبی را در دریای مدیترانه از خود نشان داده اند.

اخیراً ما مواد آنتی بیوفولینگ دریایی را براساس پلی یورتان تخریب پذیر و با استفاده از E-کاپرو لاکتون و الیگومر کوپلی استر گلیکولید (GA) به عنوان زنجیره اصلی، توسعه داده ایم.

۲. Bressy

۳. diblock copolymers

۴. marine coatings



شکل ۱. سنتز پلی یورتان تجدیدپذیر با زنجیره‌های جانبی قابل هیدرولیز

sample	LDI/PCL/PTIPSA(OH) ₂ /1,4-BD ^a	PTIPSA content (wt %) ^b	M _n ^c (g/mol)	M _w /M _n ^c	T _g (°C) ^d	T _m (°C) ^d [ΔH _m (J/g)]	T _{50%} (°C) ^e
PU-S0	6.6/1/0/5.6	0	15000	1.6	-51.7	33.5 [1.07]	326
PU-S7	6.6/1/0.25/5.35	7.3	10000	1.4	-52.3	33.0 [0.12]	334
PU-S14	6.6/1/0.5/5.1	13.8	12000	1.3	-52.6		341
PU-S22	6.6/1/0.93/4.67	22.3	13000	1.5	-53.9		346
PU-S32	6.6/1/1.48/4.12	32.4	11000	1.3	-55.8, -20.9		351
PU-S40	6.6/1/2.22/3.38	40.1	12000	1.3	-57.9, -22.6		392

جدول ۱. مقادیر مشخصه یابی PU-Sx

الف) پر شده با نسبت مولار ب) تعیین شده با ¹H NMR ج) تعیین شده با GPC د) تعیین شده با DSC ه) دما در کاهش پنجاه درصدی وزنی توسط TGA تعیین شده

¹H NMR (400 MHz, CDCl₃, ppm): 3/80(HOCH₂CH(OH)),
3/55-3/67 (HOCH₂CH(OH))

, 2/78 (CH(OH)-CH₂S), 2/54 (CH₂CHCOO), 1/74
(CH₂CHCOO), 1/27(SiCH(CH₃)₂), 1.05

(SiCH(CH₃)₂). IR: 3450 (OH), 2950 (CH₃), 1730 (C=O), 883
(Si-C) cm⁻¹.

M_n و PTIPSA(OH)₂ PDI که توسط کروماتوگرافی ژل
تراوایی (GPC) تعیین شده به ترتیب ۱۴۰۰ g/mol و
۱/۲۵ هست.

سنتز پلی یورتان با زنجیر جانبی PTIPSA

پلی یورتان با زنجیر جانبی PTIPSA با استفاده از واکنش
تراکم زیر فشار گاز نیتروژن و در THF سنتز شد. LDI
PCL در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱ ساعت واکنش
داد و یک پیش پلیمر تولید شد. پس از آن از آن
PYIPSA(OH)₂ وارد واکنش می‌شود و واکنش در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد به
مدت یک ساعت دیگر انجام می‌شود. در نهایت (۱، ۴ - BD) و
DBT به ترتیب به عنوان زنجیر افزا و کاتالیزور اضافه شدند و
مخلوط به مدت سه ساعت در دمای ۹۰ درجه سانتیگراد واکنش
داد.

واکنش توسط طیف فرسرخ تبدیل فوریه بررسی شد
پلیمر به دست آمده در هگزان اضافی با هم زدن رسوب می‌دهد
و اجازه می‌دهیم یک شب استراحت کند. سپس رسوب صاف
شده و سه بار با کمی هگزان شسته، و به مدت ۲۴ ساعت در
خلا خشک می‌شود. بازده پلی یورتان بالای ۹۰٪ بود.

روش های تجربی

مواد مورد نیاز: پلی (ε-کاپرو لاکتون) دی‌ال (M_w = PCL; ۲۰۰۰ g/mol) از شرکت پرسپورت، تری ایزو پروپیل‌سیلیل
آکریلات (TIPSA) که یک محصول سنتز شده آماده است، ۳-
مرکاپتو - ۲، ۱ - پروپان دی‌ال (TG)، ۴، ۱ - بوتان دی‌ال و
دی بوتیل‌تین دیلاورات از آلدریچ هستند. L-لیزین اتیل استر
دی ایزوسیانات (LDI) از شرکت مواد شیمیایی داهونگ، ۲، ۲
- آزوبیس (ایزو بوتیرو نیتریل)، (AIBN) حاصل از دو بار تبلور
مجدد از متانول. TIPSA که قبل از استفاده تحت فشار کاهش
یافته (P_r) تقطیر شده است، PCL که قبل از استفاده به مدت
۲ ساعت تحت فشار کاهش یافته خشک شد. تتراهیدروفوران
(THF) که قبل از استفاده با CaH₂ رفلکس و تقطیر شده
است، لیپاز PS از آلدریچ خریداری شد و با فیلتراسیون و
خشک کردن انجمادی خالص سازی شد. ۵، ۴ - دی کلرو - ۲ -
اکتیل - ایزوتیازولون (DCOIT) توسط شرکت مواد شیمیایی
فانگفو (گوانژو) اهدا شد. آب مصنوعی دریا (ASW) بر اساس
ASTM D1141-98 (2003) تشکیل شد. سنتز پلی یورتان
با زنجیر های جانبی قابل هیدرولیز در شکل ۱ نشان داده شده
است.

سنتز PTIPSA(OH)₂: با قرار دادن دی هیدروکسیل در
یک پایان و کنترل جرم مولکولی، PTIPSA توسط
تلومریزاسیون رادیکالی با TG به عنوان یک عامل انتقال
زنجیره‌ای تهیه شد.

به طور معمول (۶/۳۸۴ g, ۲۸ mmol) TIPSA
(۰/۰۳۲g, ۰/۰۵ wt%), AIBN (۰/۴۳۲g, ۴mmol) و TG
(۱۵ml) THF به یک بالن سه دهانه ۱۰۰ میلی لیتری تحت
تصفیه نیتروژنی ریخته شدند و پلیمریزاسیون در دمای ۷۰
درجه سانتی گراد به مدت ۱۲ ساعت انجام شد. محصول در
متانول رسوب داده، ایزوله و سپس در محیط خلا خشک شد
(بازده: ۷۰٪).

$^1\text{H NMR}$ (400 MHz, CDCl_3 , ppm): 4/20 ($\text{CHCOOCH}_2\text{CH}_3$), 4/30 ($\text{C HCOOCH}_2\text{CH}_3$), 1/27 ($\text{CHCOOCH}_2\text{CH}_3$), 3/15 ($\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2$), 1/80 ($\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2$), 1/64 ($\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2$), 1/50 ($\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2$), 4/05 ($\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}$) 2.3 ($\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}$), 1 / 6 4 ($\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}$) 1/38 ($\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}$), 3/87 ($\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}$), 1/52 ($\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}$), 1/27 ($\text{SiCH}(\text{CH}_3)_2$), 1/05 ($\text{SiCH}(\text{CH}_3)_2$).
IR: 3360 (NH), 2950 (CH_3), 2860 (CH_2), 1730 ($\text{C}=\text{O}$), 883 ($\text{Si}-\text{C}$) cm^{-1} .

برای راحتی بیشتر، پلی یورتان با زنجیره جانبی PTIPSA به صورت PS-Sx طراحی شده است که x درصد وزنی PTIPSA است که توسط $^1\text{HNMR}$ تخمین زده شده است. مقادیر ویژگی ها در جدول ۱ خلاصه شده است.

مشخصه یابی

تمام عملیات DSC از گرمای دوم به بعد برای به حداقل رساندن اثرات تاریخچه گرمایی بودند. دمای انتقال شیشه ای (T_g) به عنوان نقطه میانی انتقال در نظر گرفته شده است. واضح است که T_g با مقدار PTIPSA کاهش می یابد زیرا زنجیره جانبی PTIPSA می تواند سازگاری بخش های سخت و نرم پلی یورتان را محدود کند (طبق جدول ۱). دمای ذوب (T_m) مطابق با حداکثر جریان گرما در فرآیند گرمایش مجدد در نظر گرفته می شود. تغییر آنتالپی ذوب (ΔH_m) مربوط به تبلور فاز های PCL با تکمیل منطقه پیک ذوب ارزیابی می شود. T_m ، ΔH_m با افزایش مقدار PTIPSA کاهش می یابد (طبق جدول ۱) که نشان می دهد وجود زنجیره های جانبی PTIPSA تبلور PCL را تضعیف می کنند.

آنالیز ترموگراویمتری (TGA) بر روی Netzch TG 209F1 در جو نیتروژن با سرعت گرمایش ۱۰ درجه سانتی گراد در دقیقه در محدوده ۲۵ تا ۸۰۰ درجه سانتیگراد انجام شد. PU-Sx در دمای بالا (۳۸۰-۴۰۰) تجزیه جدیدی را در مقایسه با PU-S0 از خود نشان می دهند. علاوه بر این دمای تجزیه (۵۰٪ T) با مقدار PTIPSA افزایش می یابد (جدول ۱). بر این اساس، وجود زنجیره های جانبی PTIPSA باعث بهبود پایداری حرارتی پلی یورتان می شود.

اسپکترومتری $^1\text{H NMR}$ طیف $^1\text{H NMR}$ بر روی یک طیف سنج Bruker AV400 NMR با استفاده از حلال CDCl_3 و تترامتیل سیلان به عنوان استاندارد داخلی ثبت شد.

FTIR : طیف FTIR بیش از ۶۴ اسکن با رزولوشن 4cm^{-1} را در یک طیف سنج Bruker VECTOR-22 IR ثبت کرد. نمونه ها به روش دیسک KBr تهیه شدند.

GPC: عدد و میانگین وزنی وزن مولکولی (M_n, M_w) و شاخص پراکندگی ($PDI, M_w/M_n$) با GPC در دمای ۳۵ درجه سانتی گراد بر روی کروماتوگراف WATERS1515 با استفاده از یکسری پلی استایرن های تک پراکنشی^۵ به عنوان استاندارد و THF به عنوان سیال روان با سرعت جریان ۱ ml/min تعیین می شود.

آنالیز حرارتی: گرماسنجی پویشی تفاضلی (DSC)^۶ بر روی گرماسنج روبشی تفاضلی Netzsch 204F1 DSC تحت جریان نیتروژن ۵۰ ml/min انجام شد. نمونه ها به سرعت تا ۱۰۰ درجه سانتی گراد گرم و به مدت ۵ دقیقه نگهداری شدند تا به حالت اولیه تاریخچه گرمایی برگردد و سپس تا ۸۰- درجه سانتی گراد با سرعت ۱۰ درجه در دقیقه سرد شدند و در نهایت دوباره تا ۱۰۰ درجه سانتی گراد گرم شدند.

Bionavis مجهز به نمونه بردار خودکار در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد انجام شد. مقدار تغییر جرم در صفحات حسگر طلا را می توان با در نظر گرفتن تغییر موقعیت زاویه ای (حالت اسکن زاویه ای) در طول زمان دنبال کرد. تغییر زاویه SPR با جرم اضافه شده لایه، نسبتی خطی دارد ($1 \approx 0.1^\circ$). ng/mm^2 . محلول لیپاز (50 mg/ml) PS با سرعت جریان ۵۰ میکرومتر در دقیقه به سطح داده شد. انحراف استاندارد نسبی برای تغییر زاویه کمتر از ۰.۵٪ بود.

تخریب پذیری هیدرولیتیک: آزمایش تخریب پذیری هیدرولیتیک یا آبکافتی، در ASW و در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد انجام شد. لایه PU-Sx روی یک پنل رزین اپوکسی در اندازه (20 × 20 mm) از طریق ریخته گری محلول، طبق گذارش قبلی، تهیه شد. نمونه وزنی هر پوشش خشک شده همراه با پنل آن در مخزن ASW که هر دو هفته یکبار تعویض می شود، قرار می گیرند. در مقاطع زمانی از پیش تعیین شده مختلف، نمونه خارج می شود و سه بار با آب دیونیزه شسته و سپس در دمای ۲۵ درجه سلسیوس خشک میشود تا به وزن ثابت برسد، جرم از دست رفته (wt/.) با معادله زیر تخمین زده می شود.

$$\text{Mass loss (wt/.)} = \frac{w(0) - w(t)}{w(0) - w(\text{panel})} \times 100$$

که در آن W_0 ، W_t ، W_{panel} به ترتیب جرم اولیه پنل پوشیده شده با PU-Sx، جرم پنل پوشیده شده در زمان t ، جرم پنل بدون پوشش هستند. با ثابت بودن سطح صفحه رزین اپوکسی و مقدار یکسان از ماده جامد و حجم محلول PU-Sx، وزن هر لایه حدود 116 ± 2 میلی گرم می باشد. چنانکه هرروز مقدار جرم از دست رفته (wt/.) مشخص می شود، سرعت خود جلا دهندگی نیز مورد اندازه گیری قرار می گیرد. برای هر نمونه سه پنل پوشش داده شده تهیه و اندازه گیری می شود و هر نقطه داده پس از سه بار اندازه گیری متوالی و یکپارچه، میانگین گیری می شود.

تخریب آنزیمی: تجزیه آنزیمی با استفاده از یک میکرو ترازوی کریستال کوارتز همراه با اتلاف (QCM-D) و تشدید پلاسمون سطحی (SPR)* بررسی می شود. لایه های پلی یورتان با ریخته گری چرخشی محلول PU-Sx در محلول THF CHEMAT، روی لایه نشان دورانی KW-4 در هوا تهیه شدند.

(QCM-D) و کریستال کوارتز AT-cut با تشدید بسامد پایه ۵MHz موجب تولید Q-sence AB (سوئد) شدند. به طور خلاصه QCM-D به صورت همزمان بر تغییرات تشدید فرکانس (Δf) و اتلاف (ΔD) را در زمان واقعی نظارت می کند. Δf به تغییر جرم وابسته به تغییرات سطح سنسور نوسانی بستگی دارد در حالی که ΔD مربوط به ویسکوزیته الاستیسیته لایه جذب شده می باشد. برای یک لایه صلب در خلا یا هوا، اگر به طور یکنواخت توزیع شده باشد و بسیار نازک تر از کریستال باشد، Δf با استفاده از معادله سوربری با Δm و عدد اورتون ($n=1,3,5,\dots$)^۲ ارتباط پیدا می کند.

$$\Delta m = -\frac{\rho t}{f_0} + \frac{\Delta f}{n} = -C \frac{\Delta f_0}{n}$$

که در آن f_0 بسامد پایه است ρ ، l ، q به ترتیب چگالی و ضخامت ویژه کریستال کوارتز هستند و C ثابت کریستال ($17.7 \text{ ng/cm}^2 \cdot \text{Hz}$) می باشد. در مطالعه اخیر، ASW به عنوان مرجع در نظر گرفته شده است. و محلول لیپاز (0.5 mg/ml) با سرعت جریان ۱۵۰ میکرو لیتر در دقیقه به سطح داده می شود. تغییرات در فرکانس و پراکندگی، اطلاعاتی را درباره تجزیه و تغییر ساختاری لایه های پلی یورتان در اختیار ما قرار می دهد. همه آزمایشات در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد انجام شد و داده ها بر اساس عدد اورتون $n=3$ ارائه شده است. انحراف استاندارد نسبی برای تغییرات فرکانس و پراکندگی کمتر از ۰.۴٪ بوده است.

اندازه گیری SPR روی دستگاه SPR Navi 210A

شدند، با دقت با آب دریا شسته شدند. از آنها عکس گرفته شد و سپس بلا فاصله برای ادامه آزمایش در آب دریا قرار گرفتند.

پنل های پوشیده شده با پلی یورتان حاوی مقادیر مختلف PTIPSA مورد آزمایش قرار گرفتند. وزن مولکولی PU-Sx (M_n) از ۱۰۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰ گرم بر مول متغیر است. اختلاف وزن مولکولی نمونه ها به تفاوت آنها در مقدار زنجیره جانبی و بسپاشیدگی^۱ زیادشان نسبت داده شده است. پنل ها با PU-S40 و پلی (متیل متا آکریلات - کوتری ایزو پروپیل سیلیل آکریلات) (PMS42) در ترکیب با DCOIT (wt% ~ ۱۰) پوشیده شده اند. آنها همچنین برای ارزیابی انتشار ضدرسوب مورد بررسی قرار گرفتند. $M_n = ۱.۵ \times$ PMS42 $PDI = ۱.۶$ (۱۰۴ g/mol; $PDI = ۱.۶$ با ۴۲/۳) درصد وزنی PTIPSA توسط پلیمریزاسیون رادیکالی معمولی و با استفاده از روشی که قبلا گفته شد، تهیه می شود.

بحث و نتیجه گیری

از آنجایی که ساختار PU-Sx حاوی یک زنجیره اصلی پلی استر است، انتظار می رود که در اثر حمله آنزیمی میکروارگانیسم های موجود در آب دریا تخریب شوند. اما ابتدا تجزیه آنزیمی را با استفاده از QCM-D بررسی کردیم. شکل ۱ وابستگی زمانی تغییرات فرکانس (Δf) و تغییرات اتلاف انرژی (ΔD) را برای تجزیه آنزیمی پلی یورتان با مقادیر مختلف PTIPSA در ASW نشان می دهد. برای PU-S0 پس از وارد شدن لیپاز PS، Δf افزایش می یابد و به تدریج ثابت می شود. در واقع ما همچنین می توانیم کاهش کوچکی در Δf را قبل از افزایش درمدت زمان کوتاه ۰/۵ ساعت مشاهده کنیم. که نشان دهنده جذب سطحی لیپاز روی لایه است. این موضوع در مقیاس زمانی بزرگ معنی دار نیست زیرا بسیار کوچک تر از افزایش Δf می باشد.

اندازه گیری زاویه تماس (CA) و بازتابندگی کلی تضعیف شده طیف سنجی فرسرخ تبدیل فوریه (ATR-FTIR)

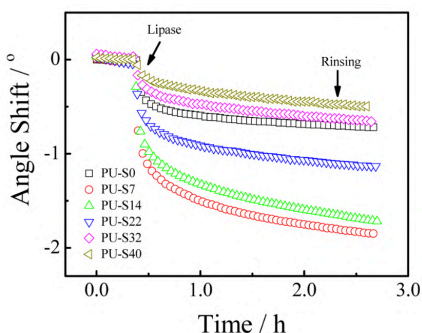
اندازه گیری ثابت CA بر روی یک سیستم زاویه تماس (Dataphysics) OCA40 در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد توسط رسوب یک قطره آب ۳ میکرولیتری بر روی سطح PU-Sx انجام شد. پنج نقطه مختلف روی هر نمونه برای به دست آوردن میانگین مورد آزمایش قرار گرفت. طیف های IR با استفاده از Bruker Vertex 70 FTIR در حالت ATR در محدوده ۶۰۰ تا ۴۰۰۰ cm^{-1} در دمای اتاق با رزولوشن ۴ cm^{-1} و با جمع آوری ۳۲ اسکن ثبت شدند. نمونه ها در فواصل زمانی مختلف از ASW خارج شدند و قبل از اندازه گیری CA و ATR-FTIR، با استفاده از آب دیونیزه مورد شست و شو قرار گرفتند و سپس در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد خشک شدند.

میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM): مورفولوژی سطح لایه PU-Sx پس از غوطه ور شدن در ASW به عنوان تابعی از زمان توسط یک میکروسکوپ الکترونی روبشی Quanta 200 (corp Philips-FEI) که در پتانسیل ۱۵KV کار میکند، مشاهده شد. همه نمونه ها با طلا پوشیده شدند تا شارژ نمونه به حداقل برسد.

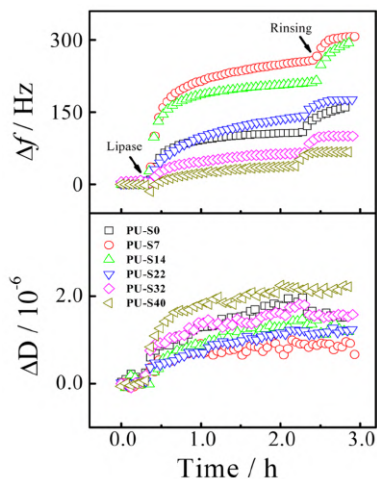
تست میدانی دریایی: آزمایش میدانی در خلیج شیامن واقع در چین انجام شد. به طور خلاصه نمونه های قرار گرفته شده بر روی پنل های رزین اپوکسی ($۳ \times ۸۰ \times ۳۰۰ \text{ mm}^3$) از ۷ می سال ۲۰۱۳ با استفاده از یک قایق آزمایشی ثابت، در عمق ۰/۲ تا ۲ متر در آب دریا فرو رفتند. پس از یک دوره زمانی مشخص، پنل ها از دریا خارج

از سوی دیگر به خوبی می دانیم ΔD با ضخامت لایه افزایش می یابد درحالی که صلب بودن لایه موجب کاهش آن می شود، یعنی یک ساختار متراکم و صلب، موجب اتلاف انرژی کم و ساختار نرم تر منجر به اتلاف بیشتر انرژی می شود. در همه لایه های PU-Sx، ΔD با گذر زمان افزایش می یابد که نشان می دهد تخریب آنزیمی، سطحی با ساختار غیر یکنواخت را در پی دارد. در مورد PU-S0 با تبلور بالا، آنزیم ابتدا به ناحیه آمورف و سپس کریستالی حمله می کند و به دلیل سرعت بیشتر اولی نسبت به دومی، ساختاری متخلخل ایجاد می شود.

در پلی یورتان حاوی PTIPSA، با کاهش بلورینگی، اختلاف سرعت تخریب سطح آمورف و کریستالی کمتر می شود. با این حال زنجیره های جانبی PTIPSA و PCL تخریب نشده، پس از تخریب برخی از بخش های PCL، ساختاری غیر یکنواخت را تشکیل می دهند که منجر به افزایش ΔD و کاهش استحکام سطح می شود. به علاوه با افزایش ضخامت لایه ΔD افزایش ضخامت لایه ΔD افزایش می یابد. با افزایش مقدار PTIPSA، تخریب آنزیمی کاهش یافته و لایه ضخیم می ماند. در نتیجه، ΔD همراه با PTIPSA افزایش می یابد. به هر حال سطح ساخته شده با پلی یورتان همراه با زنجیره جانبی PTIPSA، می تواند بر اثر حمله آنزیمی در یک محیط دریایی تجزیه و فرسوده شود. تخریب آنزیمی نیز توسط SPR مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۲).



شکل ۲. وابستگی زمانی تغییر زاویه SPR برای تجزیه آنزیمی پلی یورتان ها با مقادیر مختلف PTIPSA در ASW در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد.

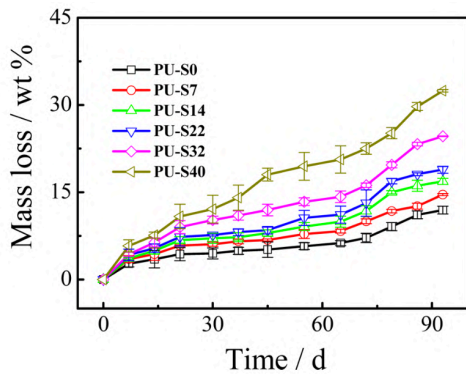


شکل ۱. وابستگی زمانی تغییرات فرکانس Δf و تغییرات اتلاف ΔD برای تخریب آنزیمی پلی یورتان ها با مقادیر مختلف PTIPSA در ASW در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد.

Δf پس از شست و شو با آب دریا، نسبت به خط مبنا افزایش قابل توجهی را نشان می دهد. مشخص است که افزایش جرم در سطح حسگر باعث کاهش فرکانس می شود. افزایش Δf نشان دهنده این است که جرم لایه پلی یورتان کاهش یافته و یا تخریب این لایه سبب پراکنده شدن مولکول های کوچک در محلول شده است.

برای PU-Sx با مقدار کمتر از ۲۲٪ وزنی PTIPSA، تخریب سریع تری را میتوان مشاهده کرد که در افزایش بیشتر Δf نسبت به PU-S0 نمایان می شود. توجه داشته باشید که مقدار PCL در PU-Sx فقط از ۵۶/۴ به ۵۱/۶ درصد وزنی تغییر می کند. تخریب سریع تر زنجیره های جانبی PTIPSA، باعث از بین رفتن نظم بخش های PCL و مانع تبلور آنها می شود. افزایش بیشتر مقدار PTIPSA منجر به کوچک تر شدن Δf می شود (برای PU-S32 و PU-S40) یعنی در پی مقدار PCL، جرم تخریب شده نیز کاهش می یابد، دلیل دیگر این است که زنجیره های جانبی PTIPSA در مقادیر بالاتر، به دلیل سطح انرژی کم شان، تمایل به مهاجرت به سطح پلی یورتان دارند سطحی غنی از PTIPSA را تشکیل می دهند و از حمله آنزیمی به زنجیره PCL جلوگیری می کنند.

PU-Sx، به جز PU-S0 آبریز است و آب جفت شده به آن بسیار محدود است، به طوری که جرم از دست رفته تخمین زده شده با SPR نزدیک می‌تواند مولکول‌های آب بیشتری را جذب کند که همین باعث ایجاد تفاوت بین آنها می‌شود.



شکل ۳. وابستگی زمانی از دست دادن جرم پلی یورتان را با مقادیر مختلف PTIPSA در ASW در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نشان می‌دهد.

پس از غوطه‌ور شدن در ASW به مدت ۷ روز تمام لایه‌های PU-Sx شروع به کاهش وزن می‌کند. در مقایسه با PU-S0، پلی‌یورتان با زنجیره جانبی PTIPSA به طور کلی سریع‌تر وزن خود را از دست می‌دهد، که این موضوع نشان دهنده تخریب هیدرولیتیک سریع‌تر می‌باشد. علاوه بر این، تخریب هیدرولیتیک با مقدار PTIPSA افزایش می‌یابد. برای PU-S0 از دست دادن جرم را می‌توان به هدرولیز پیوند استری در زنجیره PCL نسبت داد، به بیانی دیگر، زنجیره PCL می‌تواند در آب دریا تخریب هیدرولیتیکی انجام دهد. برای PU-Sx مقدار PCL از ۵۶/۴ به ۳۷/۳ درصد وزنی کاهش می‌یابد. با این حال پلی یورتان حاوی PTIPSA بالا، جرم از دست رفته بیشتری را نشان می‌دهد.

پس از ورود محلول لیپاز، PS زاویه SPR کاهش شدیدی یافت و به تدریج ثابت شد، که این موضوع نشان دهنده از دست دادن جرم لایه‌ها می‌باشد. برای PU-S0 کاهش زاویه SPR پس از شست و شو حدود ۰/۷۳ درجه است.

برای PU-S7، PU-S14 با مقدار PTIPSA کمتر از ۰/۲۲٪ وزنی تغییرات زاویه‌ای بزرگتری را می‌توانیم مشاهده کنیم، زیرا پلی‌یورتان بلورینگی کمتری دارد و تخریب افزایش می‌یابد.

افزایش بیشتر مقدار PTIPSA (برای PU-S32 و PU-S40) به دلیل کاهش مقدار PCL یا غیر فعال شدن سطح ناشی از مهاجرت زنجیره‌های جانبی PTIPSA، منجر به کاهش تغییر زاویه می‌شود. این نتایج با QCM-D مطابقت دارند.

از دست دادن جرم نمونه‌های PU-Sx را می‌توان با تغییر SPR تخمین زد. برای PU-S7، PU-S0 از دست رفته به ترتیب ۱۷/۱، ۱۸/۵، ۷/۳ ng/mm^2 ، ۵، ۶/۵، ۱۱/۴ می‌باشند. ما همچنین می‌توانیم از دست دادن جرم را از طریق تغییر فرکانس اندازه‌گیری شده توسط QCM-D برحسب معادله سویبری^۹ تخمین بزنیم. جرم‌های از دست رفته توسط این معادله برای موارد گفته شده در بالا به ترتیب ۱۰/۳، ۱۷/۴، ۱۸، ۹/۵، ۶، ۴ ng/mm^2 می‌باشند. واضح است که از دست دادن جرم به دست آمده توسط SPR (به جز PU-S0) نزدیک به مقادیر QCM-D است.

مشخص است که جرم تخمین زده شده از معادله سویبری یک جرم هیدرودینامیکی است که شامل جرم پلیمر و آب جفت شده است. در حالی که جرم تخمین زده شده از تغییر SPR جرم پلیمر می‌باشد.

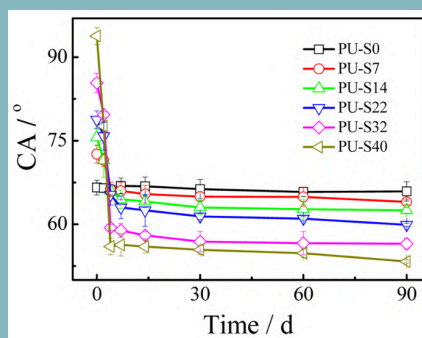
PTIPSA نهایی کاهش می‌یابد. همانطور که گزارش شد PCL در PU-S0 قبل از هیدرولیز می‌تواند گروه‌های انتهایی کربوکسیل یا الکل تولید کند که تاثیر کمی بر آبدوستی سطح دارد. بنابراین CA کمی متفاوت است. برای سایر PU-Sx ها کاهش سریع CA به این دلیل است که هیدرولیز گروه های تری ایزو پروپیل سلیل استر باعث ایجاد گروه های کربوکسیلات آنیونی می شود و سطح آبدوست تر می‌شود.

این توسط ATR-FTIR تایید شده است. اوج شدت در 883 cm^{-1} به دلیل ارتعاش کششی پیوند Si-C کاهش می‌یابد و پهنای باند در حدود $3300\text{--}3500\text{ cm}^{-1}$ ناشی از ارتعاش کششی کربوکسیل ها پس از غوطه ور شدن در ASW به مدت ۷ روز ظاهر می‌شود. بر این اساس CA نهایی با مقدار PTIPSA کاهش می‌یابد.

شکل ۵ مورفولوژی سطح لایه‌های پلی یورتان را طی تجزیه که توسط SEM مشاهده شده نشان می‌دهد. برای PU-S0 مورفولوژی سطح پس از غوطه‌ور شدن در ASW به مدت ۷ روز کمی تغییر می‌کند و در واقع حتی پس از ۹۰ روز هم تغییر قابل توجهی مشاهده نمی‌شود زیرا PU-S0 دارای سرعت هیدرولیز آهسته‌ای است و به دلیل بلورینگی و آگریزی بالا، زنجیر PCL سرعت هیدرولیز کندی دارد. برای PU-S22 پس از اینکه به مدت ۷ روز در معرض ASW قرار گرفت، به دلیل فرسایش سطح بزرگی از آن و به دلیل هیدرولیز گروه های تری ایزوپروپیل سلیل استر، سطح ناهموار می‌شود. با این حال ناهمواری طی زمان کمی تغییر می‌کند که این موضوع نشان دهنده آن است که هیدرولیز تاثیر کمی بر مورفولوژی سطح دارد. در مورد PU-S40 نیز، ناهمواری سطح پس از قرار گرفتن به مدت ۷ روز در معرض ASW تغییر کمی می‌کند. با این حال ناهمواری PU-S22 بیشتر است. سرعت تجزیه هیدرولیتیکی بیشتر آن، می‌تواند دلیل احتمالی باشد (در شکل ۳ نشان داده شده است). تغییری جزئی در مورفولوژی پس از هیدرولیز، نشان دهنده سرعت ثابت خود جلا کنندگی خواهد بود.

واضح است که هیدرولیز گروه سیلیل استر بیشتر از PCL به تخریب کمک می‌کند. هیدرولیز PCL و PTIPSA قبل تر به طور جداگانه مورد بررسی قرار گرفته است. در واقع اولی کند تر از دومی هیدرولیز می‌شود زیرا گروه‌های سیلیل استر به دلیل قطبیت بیشتر پیوند Si-O، مستعد هیدرولیز هستند. ما سرعت خود جلا کنندگی را برحسب جرم از دست رفته در هر روز ارزیابی کردیم که نتیجه بدست آمده از ۰/۱ تا ۰/۳۵ درصد وزنی در روز متغیر است. و با مقدار PTIPSA افزایش می‌یابد. بنابراین ما می‌توانیم با تنظیم مقدار زنجیره جانبی PTIPSA، سطحی با سرعت خود جلا کنندگی کنترل شده طراحی کنیم.

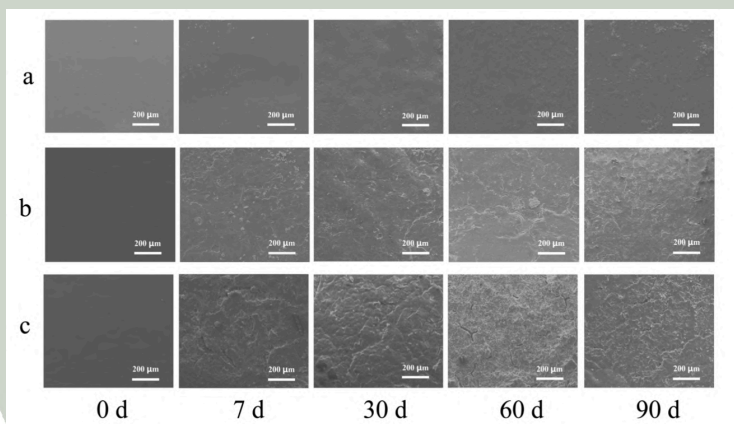
شکل ۴ وابستگی زمانی CA را به سطوح پلی یورتان با مقادیر مختلف PTIPSA نشان می‌دهد.



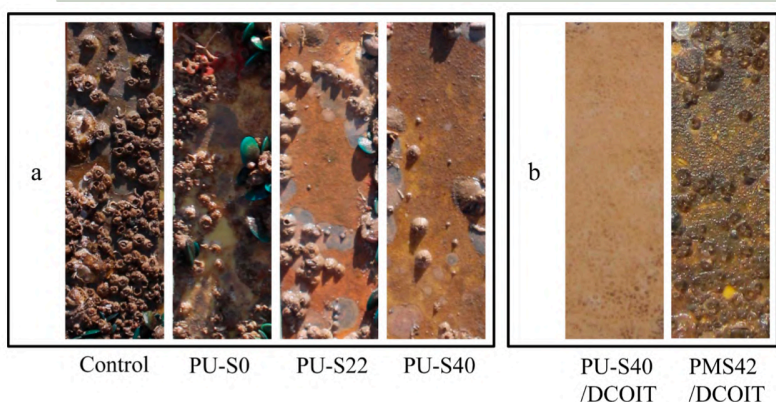
شکل ۴. وابستگی زمانی CA برای PU را با مقادیر مختلف PTIPSA در ASW در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نشان می‌دهد.

قبل از غوطه‌ور شدن در ASW، CA ها روی سطح PU-Sx بزرگتر از CA ها روی سطح PU-S0 هستند زیرا اولی دارای گروه‌های تری ایزوپروپیل سلیل استر و آگریز هستند. علاوه بر این با افزایش مقدار CA، PTIPSA به تدریج افزایش می‌یابد که نشان می‌دهد بخش‌های آگریز PTIPSA تحت پوشش روی سطح افزایش می‌یابد. پس از غوطه‌ور شدن در ASW، CA برای PU-S0 کمی متفاوت است.

با این حال CA برای پلی یورتان با زنجیر جانبی PTIPSA به تدریج کاهش می‌یابد و پس از ۷ روز به صفر میرسد. علاوه بر این با افزایش مقدار CA،



شکل ۵. میکروگرافهای SEM برای سطوح هموار الف) PU-S0 ب) PU-S22 ج) PU-S40 پس از غوطه ور شدن در ASW در زمان های مختلف



شکل ۶. تصاویر معمولی از پنل های آزمایش شده الف) پنل های پوشیده شده با PU-Sx ب) پنل های پوشیده شده با PU-S40 و PMS42 در ترکیب با DCOIT (۱۰٪ وزنی) پس از غوطه ور شدن در آب دریا به مدت سه ماه

ایجاد کند که موجودات زنده یا مواد معدنی متصل شده را از بین می برد. توانایی ضد رسوب PU-S0 نتیجه تخریب PCL می باشد. با این حال بهبود عملکرد ضد رسوب زیستی برای PU-Sx باید از هیدرولیز گروه سیلیل استر در زنجیر جانبی و همچنین تخریب PCL در زنجیر اصلی ناشی شود. به عبارت دیگر ترکیب PCL تخریب پذیر و PTIPSA قابل هیدرولیز، تخریب و هیدرولیز را بهبود می بخشد و منجر به افزایش خاصیت ضد رسوب می شود.

ما همچنین از PU-S40 به عنوان حامل و سیستم رهایش کنترل شده برای یک ضد رسوب نسبتاً سازگار با محیط زیست (DCOIT) استفاده کرده ایم. برای بررسی امکان پذیر بودن کاربرد های پلی یورتان، PMS42 را به عنوان نمونه شاهد

ضد رسوب بودن پلی یورتان به وسیله آزمایش های میدانی در دریا، مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۶- الف). سطوح پنل های کنترلی که از رزین اپوکسی ساخته شده اند، پس از گذشت ۹۰ روز، دارای رسوبی سخت بودند که بیانگر فشار رسوبی زیاد می باشد. در پنل های پوشیده شده با PU-Sx، با افزایش حجم PTIPSA، تعداد صدف های رشد یافته روی سطح به طور چشم گیری کاهش می یابد، که این موضوع نشان دهنده افزایش توانایی آنتی فولینگ با استفاده از PTIPSA می باشد. همانطور که قبلاً گزارش شده است، سطح ساخته شده توسط یک پلیمر زیست تخریب پذیر می تواند به تدریج تحت تاثیر آب دریا و حملات آنزیمی محیط های دریایی، تجزیه و فرسایش یابد همچنین می تواند سطحی خود تجدید شونده

نتیجه گیری

ما پلی یورتان تخریب پذیر با زنجیره‌های جانبی قابل هیدرولیز را با استفاده از پلیمریزاسیون رادیکال و واکنش تراکم تهیه کردیم. مطالعات ما نشان می‌دهد که پلی یورتان می‌تواند به صورت آنزیمی و هیدرولیتیکی در ASW تخریب شود. با افزایش مقدار PTIPSA، سرعت هیدرولیز نیز افزایش می‌یابد. آزمایشات میدانی دریایی توانایی بالای آنتی فولینگ پلی یورتان را آشکار کرد. پلی یورتان حاوی PCL می‌تواند به عنوان حامل و سیستم رهایش کنترل شده برای یک ضد رسوب نسبتاً دوست دار محیط زیست بکار برده شود. ترکیبی از چنین پلیمر تخریب پذیر و ضد رسوبی، نوید بخش توانایی ضد رسوب عالی و حفظ عملکرد طولانی مدت آن حتی در محیط‌های استاتیک دریایی می‌باشد.

انتخاب کردیم که یک کوپلیمر تجاری سیلیل آکریلات می‌باشد که حاوی مقداری از گروه های سیلیل استر نزدیک به PU-S40 است اما واحدهای PCL ندارد. شکل ۶-ب نشان می‌دهد که سطح ساخته شده از PU-S40 حاوی DCOIT طی ۹۰ روز تمیز باقی می‌ماند.

ضمناً سطح نمونه شاهد با مقدار مشابه از گروه های سیلیل استر و همان مقدار از DCOIT پوشیده شده است. ما همچنین پلی یورتان را با پلی (تترامتیلن اکسید) تخریب ناپذیر در زنجیره اصلی و زنجیره‌های جانبی PTIPSA تهیه کردیم و خاصیت ضد رسوب آنها را در غیاب و حضور DCOIT مورد بررسی و آزمایش قرار دادیم. همانطور که انتظار می‌رفت قادر به جلوگیری از استقرار موجودات دریایی نبود. همانطور که می‌دانیم مکانیسم خود جلا دهنده برای یک کوپلیمر سیلیل آکریلات شامل هیدرولیز گروه‌های سیلیل استر جانبی از طریق حمله آب دریا و انحلال پلیمر هیدرولیز شده حاصل می‌شود. تعادل هیدرولیز و انحلال کوپلیمر سیلیل آکریلات بسیار مهم است. ضمناً انحلال تا حد زیادی به برش ناشی از زنجیر اصلی واکنش ناپذیر بستگی دارد. بنابراین توانایی ضعیف ضد رسوب نمونه شاهد به این دلیل است که نمی‌تواند به موقع در محیط های استاتیک دریایی حل شود، اگرچه دارای واحدهای PTIPSA قابل هیدرولیز می‌باشد که منجر به کاهش سرعت رهایش DCOIT می‌شود. PU-Sx دارای زنجیره اصلی PCL می‌تواند در یک محیط دریایی در پی حمله میکروارگانیسم‌ها و هیدرولیز پیوند استری تخریب شود و به طور قابل توجهی انحلال آنها را پس از هیدرولیز بهبود بخشد و منجر به افزایش خاصیت ضد رسوب در محیط‌های استاتیک دریایی شود.

دسترسی به مقاله:



نقش یون‌های فلزی در اکسیداسیون دوپامین^۱

مقدمه :

بیماری پارکینسون یک اختلال تخریب تدریجی در دستگاه عصبی مرکزی است که به نابودی توانایی‌های شناختی مغز منجر می‌شود. مشخصه اصلی آسیب شناختی پارکینسون از دست دادن نورون‌های دوپامینرژیک (یعنی سلول عصبی که دوپامین

(4-(2-aminoethyl)benzene-1,2-diol, DA)

تولید می‌کنند) واقع در منطقه توده سیاه^۲ است، منطقه ای در مغز که سیگنال‌ها را به نخاع می‌فرستد و حرکت عضلات بدن را کنترل می‌کند. این عامل منجر به کمبود در دسترسی به DA می‌شود که ناقل عصبی مورد نیاز برای تولید حرکات کنترل شده و تعدیل رفتار و شناخت است. DA نمی‌تواند مستقیماً به بیمار داده شود چراکه از سد خونی مغزی عبور نمی‌کند؛ بنابراین propanoic acid (L-dopa ((S)-2-amino-3-(3,4-dihydroxyphenyl) به بیمار داده می‌شود که می‌تواند وارد مغز شود و به DA تبدیل گردد.

سبب شناسی پارکینسون همچنان ناشناخته است اما احتمال دارد که چند عامل از قبیل ژنتیک و فاکتورهای محیطی در آن دخیل باشند. نقش فلزات در پارکینسون براساس مشاهده ارزیابی نشانه‌های کاری و محیطی فرضیه پردازی شده است. قرار گرفتن مداوم در معرض مس، آهن و آهن با افزایش ریسک پارکینسون مرتبط دانسته شده. تجمع یا کمبود مس با اختلالاتی که باعث مرگ نورون می‌شوند مانند بیماری‌های ویلسون و منک مرتبط است. به طور خاص تجمع مس در بیماری ویلسون پارکینسونیم را در

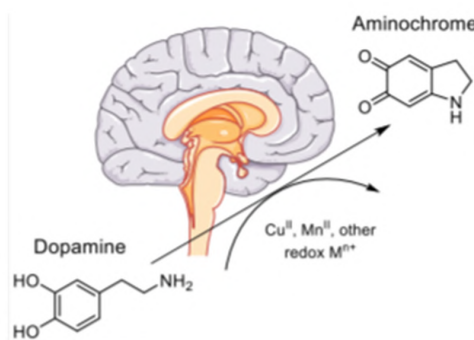


فاطمه نپوش

دانشجوی شیمی محض

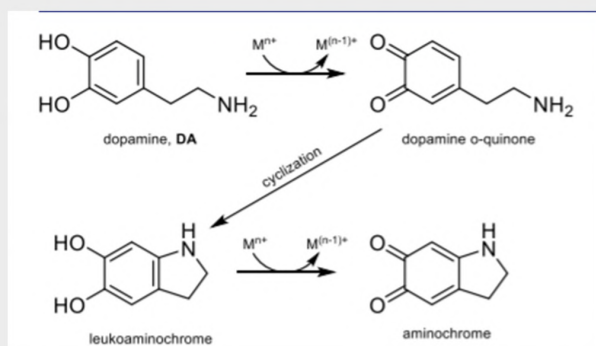
دانشگاه شهید بهشتی

خلاصه : این نوشته شرح یک آزمایش سریع و ارزان است که دانشجویان مقطع ارشد شیمی می‌توانند نقش برخی یون‌های فلزی (از جمله مس (II) و منگنز (II)) را در اکسیداسیون دوپامین مربوط به بیماری پارکینسون مشاهده کنند. دانش قبلی مورد نیاز شامل آشنایی با اصول طیف سنجی UV-visible است. جزئیات این فعالیت شامل داده‌های تجربی و روش‌ها نیز ارائه شدند.



۱. Mauro Ravera and Elisabetta Gabano .

۲. substantia nigra



شکل ۱. ساده شده واکنش های اکسیداسیون دوپامین DA کاتالیز شده با یون های فلزی ردوکس Mn^{+} و $M^{(n-1)+}$. دوپامین به سرعت به o-quinones اکسید می شود، که در PH فیزیولوژیکی به صورت خود به خودی به لکوآمینوکروم تبدیل می شود و این ماده هم به آمینوکروم اکسید می شود.

در اینجا ما مسیری را پیشنهاد می کنیم که دانشجورا از یادگیری مفاهیم علمی در مورد بیماری پارکینسون و DA به پردازش نتایج تجربی هدایت کند. فعالیت اصلی به بررسی نقش دو فلز اکسایشی-کاهشی در تخریب DA از طریق مجموعه ای از آزمایش ها اختصاص خواهد یافت. به خصوص مدل ساده شده ای از اثر Mn^{+2} و Cu^{+2} در اکسیداسیون DA در حضور و غیاب عامل کیلیت شونده EDTA که معمولا برای فلزات سمی استفاده می شود.

محتوای متن

از سال ۲۰۱۳ دانشجویان دوره ارشد شیمی دانشگاه پیمونت شرقی الساندریا ایتالیا فعالیت آزمایشگاهی که اینجا شرح داده شده است را اجرا کرده اند و هردو نویسندگان، اساتید دوره آزمایشگاه شیمی معدنی زیستی و آزمایشگاه شیمی معدنی پیشرفته بوده اند. این فعالیت به طور کلی قصد دارد مهارت های ذیل را توسعه دهد:

- دانش و درک اثر برخی فلزات روی اکسیداسیون DA
- تقویت دانش قبلی دانشجویان در مورد طیف سنجی UV-visible

در میان علائم خود دارد و همچنین یک پارکینسونیم غیرعادی نیز در میان معدنچیان مس مشاهده شده است.

علاوه بر این افزایش آهن در توده سیاه^۲ مرتبط با آسیب اکسایش یا سکت در مرگ نورونهای nigral مشارکت دارد. منگنز نیز در ایجاد حالت هایی از پارکینسون موثر است. Mn^{+2} می تواند با رادیکال های سوپراکسید واکنش دهد و هیدروژن پراکسید و عامل اکسندۀ قوی Mn^{+3} را تولید کند. شیوع پارکینسون در زمین های صنعتی تولید فرومنگنز مشاهده شده و قرارگرفتن طولانی مدت در نزدیکی فلزات در مناطق بسیار صنعتی می تواند قابل توجه باشد.

باتوجه به اینکه DA یک کاتکول^۳ است، یک کیلیت کننده^۴ خوب فلز و کاهنده بالقوه به حساب می آید. در نتیجه DA با فلزاتی مانند Fe^{+3} و Cu^{+2} کوئوردینه می شود و آن ها را کاهش می دهد و شرایط را برای شیمی فنتون با تولید گونه های مخرب و واکنش پذیر اکسیژن (ROS مانند یون رادیکال سوپراکسید^{*} O_2^- هیدروژن پر اکسید یا H_2O_2) فراهم می کند.

در نهایت اکسید شدن DA به o-quinones و آمینوکروم های دیگر در تخریب نورون های دوپامینرژیک نقش دارند (تصویر شماره ۱) این واکنش می تواند با فلزات (نوروتوکسیتی وابسته به دوپامین) کاتالیز شود. علاوه بر این آمینوکروم می تواند به رادیکال leukoaminochrome o-semiquinone کاهش یابد که بسیار واکنش دهنده است و درگیر چرخه ی کاهش تولید کننده ROS شود که در ادامه استرس اکسایشی سلول را افزایش دهد.

۲. substantia nigra

۳. catechol

۴. chelator

دانشجویان باید پیش از این با اصول طیف سنجی UV-visible آشنایی داشته باشند و بتوانند طیف بدست آمده را تحلیل کنند. در صورتی که نیاز به یادآوری بود دو ساعت تدریس اضافه می‌تواند به یادآوری این مطالب اختصاص یابد. به طور جایگزین استاد می‌تواند استفاده از منابع آنلاین را به عنوان فعالیت خودآموز به دانشجویان پیشنهاد کند. کار عملی می‌تواند به طور کامل توسط استاد پیشنهاد شود یا اطلاعات می‌تواند به مفاهیم پایه محدود شود تا دانشجویان آزادی تصمیم‌گیری در مورد جزئیات آزمایش را داشته باشند و سطح توانایی تفکر نقادانه آن‌ها افزایش یابد.

فعالیت‌های پسا آزمایشگاهی می‌تواند به بررسی نتایج محدود شود اما نیاز به آماده سازی مقاله علمی توسط دانشجو می‌تواند آموزنده‌تر باشد و ایشان را با چالش‌های نوشتن متن آشنا تر کند. به علاوه دانشجویان پیش از این با ترکیبات کوئوردیناسیون و اثر کی‌لیت ساز آشنایی دارند. با شروع از این موضوع، کاربرد EDTA می‌تواند به کار گرفته شود تا استفاده پزشکی از درمان به وسیله کی‌لیت شدن که باعث عمق بخشیدن به مطالعه می‌شود را به دانشجو معرفی کند.

آزمایشات

تمام فعالیت‌های آزمایشگاهی از مطالعه ی اکسید شدن DA ، $DA + Mn^{II}$ ، $DA + Mn^{II} + EDTA$ (که M منگنز و مس است) به وسیله طیف سنجی UV-visible تشکیل می‌شود. دانشجویان می‌توانند در گروه‌های دو تا سه نفره کار کنند. گروه‌های مختلف دانشجویان می‌توانند تمام ۵ آزمایش را انجام دهند یا هر گروه قسمتی از آزمایشات را انجام دهد و نتایج به اشتراک گذاشته شود. مواد شیمیایی ارزان قیمتی که در این آزمایش استفاده

• تقویت توانایی استفاده از دانش و درک بدست آمده به وسیله جمع آوری داده‌ها، مرتب کردن در دفترچه آزمایشگاه، توضیح نتایج و قضاوت به وسیله بررسی نقادانه اثر فلزات و عامل کیلیت شونده‌ی مشاهده شده در نتایج

• ارتباط و یادگیری مهارت‌ها به وسیله ی استفاده از زبان علمی مناسب برای اشتراک گذاری و به بحث گذاشتن جمعی نتایج

هدف تمام این کار نه فقط تقویت مهارت‌های علمی دانشجو بلکه نمایش این است که چگونه از یک مدل آزمایشی ساده می‌توان برای بدست آوردن اطلاعاتی که برای فهم ما از سیستم‌های پیچیده تر به کار می‌روند استفاده کرد.

خلاصه روش

یک درس مقدماتی فعالیت‌های آزمایشگاهی در رابطه با بیوشیمی/ شیمی ترکیبات دخیل در انتقال سیگنال عصبی، نقش آن‌ها در بیماری پارکینسون و اثر فلزات اکسایشی-کاهشی بر روی DA را معرفی می‌کند. (حداقل دو ساعت را در نظر بگیرید) برخی مقالات آموزشی که در گذشته منتشر شده‌اند می‌توانند این درس را پشتیبانی کنند. علاوه بر این مسیرهای درسی پیشنهاد شده توسط منابع آنلاین، منابع ویدئویی لازم برای بخش ابتدایی این درس را فراهم می‌آورند یا ممکن است نقطه آغازی برای روش کلاس درس معکوس باشند. بسته به پیش زمینه دانشجویان درس دو ساعته درباره‌ی کمپلکس فلزات و عامل کیلیت شونده می‌تواند برنامه‌ریزی شود.

دانشجویان معمولاً سه ساعت را صرف تهیه محلول‌های مادر، مخلوط کردن آن‌ها و ثبت طیف می‌کنند. سپس یک و نیم الی دو ساعت صرف انجام آزمایش‌های دیگر می‌شود. یک دوره پنج دقیقه‌ای بعد از هر نقطه زمانی باعث می‌شود دانشجویان سریع اما بدون شتاب کار کنند. اطلاعات بدست آمده از آزمایش اول و دوم به دانشجویان اجازه می‌دهد تا اثر منگنز در اکسیداسیون DA و نقش EDTA را در جدا و غیر فعال کردن یون فلزی بحث کنند.

واکنش بین Cu^{2+} و DA

مشابه آزمایش‌های قبلی محلول‌های ذیل باید آماده شوند:

A. محلول ۱ میلی مولار DA•HCl در PB

D. محلول ۰.۵ میلی مولار $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ در PB

E. محلول ۰.۵ میلی مولار $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ و محلول

۰.۵ میلی مولار EDTA در PB

آزمایش سوم شامل مخلوط کردن حجم ثابتی از محلول A و D و ثبت طیف UV-visible مخلوط حاصل بین ۲۰۰ تا ۸۰۰ نانومتر در دمای ۳۷ درجه و هر پنج دقیقه تا زمانی که دیگر تغییری مشاهده نشود است (تا یک ساعت) آزمایش چهارم شامل مخلوط کردن حجم ثابتی از محلول A و E و ثبت طیف UV-visible همانند آزمایش سوم است. همچنین در این مورد دانشجویان معمولاً دو و نیم الی سه ساعت را صرف آماده سازی محلول‌های مادر، مخلوط کردن آن‌ها و ثبت طیف می‌کنند. سپس یک و نیم ساعت را برای انجام آزمایشات دیگر صرف می‌کنند. نتایج دو آزمایش اخیر به دانشجویان اجازه می‌دهد تا اثر یون مس در اکسیداسیون DA و نقش EDTA در جداسازی و غیرفعال کردن یون فلزی مشاهده کنند.

(DA•HCl), $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, EDTA

دوپامین هیدروکلرید، (PB, 10 mM, pH 7.4) یا فسفات بافر به عنوان حلال می‌باشد. ظروف شیشه‌ای استاندارد آزمایشگاهی برای محلول سازی نیاز است. طیف الکترونی محلول‌های تحت بررسی در کووت (ظرف‌های نمونه) کوارتزی عادی با استفاده از هر طیف سنج معمولی ثبت خواهد شد. بهتر است دستگاه دارای سیستم کنترل دما باشد تا آزمایش در دمای طبیعی بدن انجام شود.

واکنش بین Mn^{2+} و DA

برای شروع محلول ذیل باید آماده شود

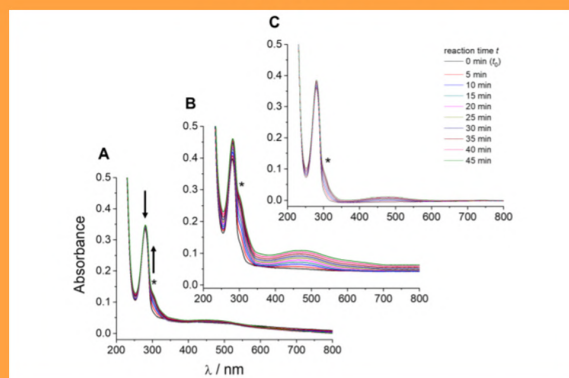
A. محلول ۱ میلی مولار DA•HCl در PB

B. محلول ۰.۵ میلی مولار $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ در PB

C. محلول ۰.۵ میلی مولار MnSO_4 در H_2O و محلول

۰.۵ میلی مولار EDTA در PB

آزمایش ۱ شامل مخلوط کردن حجم ثابتی از A و B و ثبت طیف UV-visible مخلوط حاصل بین ۲۰۰ تا ۸۰۰ نانومتر در دمای ۳۷ درجه و هر پنج دقیقه تا زمانی که دیگر تغییری مشاهده نشود است. (حدود یک ساعت و نیم) آزمایش دوم شامل مخلوط کردن حجم ثابتی از محلول A و C و ثبت طیف UV-visible همانند آزمایش اول است.



طیف UV-vis مربوط به (A) دوپامین ($100 \mu\text{M}$ DA)، (B) $100 \mu\text{M}$ DA + $10 \mu\text{M}$ Cu^{2+} + $10 \mu\text{M}$ EDTA، (C) $100 \mu\text{M}$ DA + $100 \mu\text{M}$ Mn^{2+} + $10 \mu\text{M}$ EDTA در بافر ۱۰ میلی مولار فسفات و دمای ۳۷ درجه سلسیوس. طیف‌ها هر ۵ دقیقه ثبت می‌شوند. ستاره‌ها نشان دهنده جذب آمینوکروم (فرآورده اکسیداسیون DA) می‌باشند. فلش رو به پایین نشان دهنده کاهش جذب DA در ۲۸۰ نانومتر است. فلش رو به بالا نشان دهنده افزایش جذب آمینوکروم در ۳۰۳ نانومتر است.

آمینوکروم به وسیله جذب در حدود ۳۰۰ نانومتر (انتقال $\pi-\pi^*$) و جذب بزرگی در محدوده ۴۷۵ نانومتر (انتقال $\pi-\pi^*$) مشخص می‌شود.

در حضور هردو یون منگنز و مس اکسیداسیون DA افزایش می‌یابد (شکل ۱). سوپراکسید به وسیله ی Mn^{+2} کاهش می‌یابد و مقادیر زیادی از H_2O_2 و اکسنده Mn^{+3} را تولید می‌کند. محصول دوم تولید شده بسیار کارآمدتر از Mn^{+4} ، Mn^{+2} H_2O_2 در اکسیداسیون DA است. بالعکس، برهمکنش بین مس (II) و دوپامین شامل تولید اولیه ی کمپلکس ناپایدار $Cu^{II}-DA$ است که با انتقال الکترون درون مولکولی همراه است. DA به وسیله ی مس (II) به آمینوکروم اکسید می‌شود و مس (I) از کمپلکس خارج می‌شود. در این مورد تشکیل کمپلکس $Cu^{II}-DA$ می‌تواند در جذب در ناحیه ۳۰۳ نانومتر مشارکت داشته باشد. داده های بدست آمده و خلاصه شده در شکل ۲ نشان می‌دهد که اثر یون فلز در اکسیداسیون DA مشخص است. همانطور که اثر «بازیابی کننده» EDTA که با یون M^{II} کمپلکس تشکیل می‌دهد و آن را برای واکنش با DA از دسترس خارج می‌کند.

فعالیت های پسا آزمایشگاهی

در فعالیت های پسا آزمایشگاهی استاد (یا دانشجو) داده ها را جمع‌آوری و بر روی نتایج بحث می‌کند. برای هر طیف از سری‌های Mn^{+2} و A_{303} ، Cu^{+2} یعنی جذب اندازه‌گیری شده در $\lambda = 303$ نانومتر و A_{800} یعنی جذب اندازه‌گیری شده در $\lambda = 800$ نانومتر باید ثبت شود. یک نمودار $[(A_{303,10} - A_{800,10}) - (A_{303} - A_{800})]$ بر حسب زمان واکنش که $A_{800,10}$ و $A_{303,10}$ مقادیر جذب شده در $t=0$ هستند خلاصه تصویری روشنی از نتایج بدست می‌دهند.

شکل ۳ پردازش نتایج شکل ۲ که توسط دانشجویان دوره ارشد شیمی بدست آمده را نشان می‌دهد. تفریق A_{800} برای بدست آوردن نتایج قابل اطمینان اهمیت دارد. در حقیقت دانشجویان معمولاً یک افزایش غیرعادی را در پس زمینه مشاهده می‌کنند که توسط جذبی بزرگ که در محدوده ۴۵۰ نانومتر متمرکز شده ایجاد شده است (توجه کنید: دانشجویان مشاهده کرده‌اند

اکسیداسیون DA

آزمایش شماره ۵ شامل محلول رقیق A و PB و ثبت طیف UV-visible بین ۲۰۰ تا ۸۰۰ در ۳۷ درجه سانتیگراد هر پنج دقیقه برای زمانی بیشتر از زمان دو آزمایش قبلی است. این آزمایش مرجع به دانشجویان اجازه می‌دهد تا داده های سودمندی را برای ارزیابی اکسیداسیون DA در غیاب یون‌های فلزی بدست آورند.

آنالیز طیف

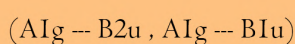
همپوشانی طیف‌های مختلف ثبت شده در زمان های مختلف واکنش می‌تواند یک نمای کلی از نتایج بدست دهد.

شکل ۲ مثالی از نتایج بدست آمده با مس توسط دانشجویان دوره ارشد شیمی را نشان می‌دهد. اساتید می‌توانند ویژگی‌های طیف UV-visible کتکول آمین را در جلسه آموزشی توضیح دهند یا این امکان را فراهم کنند تا دانشجو با داده های موجود در مراجع موضوع را بررسی کند. (برای مثال به مرجع شماره ۲۰ مراجعه شود)

به طور خلاصه کتکول آمین مانند DA، آدرنالین و L-dopa دو نوار جذبی در PB در حدود ۲۰۰ تا ۲۶۰ نشان می‌دهند. این جذب ها ویژگی بنزن جایگزین شده هستند که نوار اول مربوط به انتقال مجاز



و نوار دوم مربوط به همپوشانی دو انتقال غیر مجاز



است اکسیداسیون DA به تشکیل آمینوکروم همراه با تولید O_2^- منجر می‌شود.

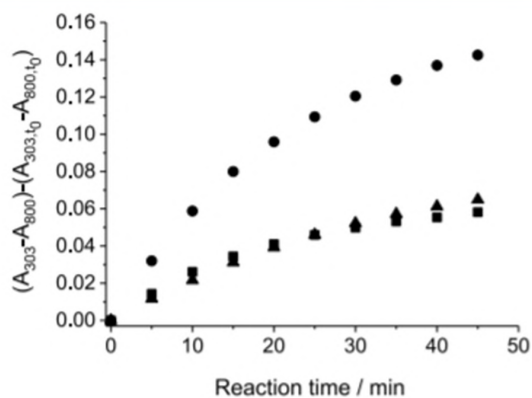
که در معرض نور روز قرار داشتن در این اثر دخالت دارد) بدون این تفریق ممکن است استثناءها یا الگوهای خارج از رسم جذب بر حسب زمان ظاهر شوند و به همین دلیل تفریق قویاً به عنوان یک اولویت پیشنهاد می‌شود.

حداقل مقداری شیمی کوئوردیناسیون را در ذهن داشته باشند.

می‌تواند از دانشجویان خواسته شود تا مقاله‌ای علمی در مورد فعالیت آزمایشگاهی خود بنویسند. آماده کردن گزارش علمی برای اشتراک گذاری کار انجام شده و ارتباط یافته‌ها با بیماری پارکینسون بر توانایی‌های لیست شده در بخش زمینه ارجحیت دارد. علاوه بر آن در ارتباط این فعالیت با موضوعات دیگر می‌تواند نتیجه یک مطالعه مستقل و عمقی دیگر باشد.

دانشجویان برای گسترش بیشتر فعالیت‌ها می‌توانند تحقیقاتی عمقی در حوزه کیفیت تراپی و نظرات موافق و مخالفش، یا در مورد کاربرد عوامل کیفیت شونده برای استفاده از فلزات مفید انجام دهند. به همین جهت می‌توان مقالات و کتاب‌های مفیدی را در مورد EDTA و دیگر لیگاندهای کیفیت شونده برای دانشجویان فراهم آورد.

در نهایت، این فعالیت آزمایشگاهی می‌تواند به عنوان نقطه آغازی برای نمایش روش‌های تجزیه‌ای استفاده شده برای اندازه‌گیری سطح DA باشد. در فرآیند‌های دومرحله‌ای مرسوم، آنالیت به وسیله‌ی سنجش ایمنوسوربنت مرتبط با آنزیم یا تست الایزا (ELISA) یا کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا به همراه فلورومتری یا طیف سنجی جرمی اندازه‌گیری می‌شود در غیر این صورت بیوسنسورها می‌توانند استفاده شوند چرا که ارزان‌تر و حساس‌تر هستند و می‌توانند در هر دو حالت *in vivo* و *in vitro* استفاده شوند.



شکل ۲. روند پردازش طیف UV-vis

$(A_{\lambda_1, t_1} - A_{\lambda_2, t_1}) - (A_{\lambda_1, t_2} - A_{\lambda_2, t_2})$ بر حسب زمان واکنش برای DA (مربع)، DA و مس (II) (دایره)، DA و مس (II) (مثلث)

در طول زمان آنالیز داده‌ها، استاد می‌تواند بحث را با دانشجویان در میان بگذارد و آن را در بین آن‌ها داغ‌تر کند. برای کامل شدن مسیر از دانشجویان دعوت می‌شود تا از نتایج خود صحبت کنند. استاد می‌تواند براساس سطح دوره درسی برای نحوه این کار تصمیم بگیرد (اسلاید، پوستر، نوشتن گزارش و موارد دیگر).

منابع اجرایی بیشتر

این آزمایش با یک روش بین رشته‌ای طراحی شده است و مزایای آن می‌تواند متوجه دانشجویان زیرشاخه‌های مختلف (شیمی معدنی و آلی، بیوشیمی، نوروشیمی و سایر) باشد. زمانی که این فعالیت آزمایشگاهی برای دانشجویانی غیر از دانشجویان ارشد شیمی برگزار می‌شود باید زمینه‌آشنایی با طیف سنجی UV-visible را برای آن‌ها فراهم شود. علاوه بر این دانشجویان باید پایه‌ای از واکنش‌های اکسایش و کاهش و

در مجموع، به بحث گذاشتن جمعی نتایج، علاقه به موضوع را افزایش می‌دهد و ارتباطات قابل توجهی بین استاد و دانشجو و همچنین بین دانشجویان را در پی دارد. این کار منجر به کسب مهارت مناسب برای کارگروهی و ارتباط موثر بین همکاران می‌شود.

دانشجویان درس آزمایشگاه شیمی معدنی پیشرفته (سال اول) گزارش‌هایی نوشتاری در مورد فعالیت‌های آزمایشگاهی خود می‌نویسند. آزمایشی که در اینجا شرح داده شد، فقط یکی از فعالیت‌های این دوره درسی است. در انتها تمام فعالیت‌های دانشجو در امتحانات پایان‌ترم در برنامه کلی ارزیابی می‌شود. به طور میانگین در حین امتحان زمانی که از دانشجو پرسیده می‌شود تا در مورد نتایج کار خود بحث کنند، قادر هستند تا پس زمینه فعالیت خود و معنی نتایج را از منظر شیمیایی و بیوشیمیایی شرح دهند. بیش از ۸۰ درصد دانشجویان امتحانات پایان‌ترم خود را با نمرات خوب می‌گذرانند.

زمانی که آزمایش به عنوان فعالیت آزمایشگاه شیمی معدنی زیستی (سال دوم) اجرا می‌شود دانشجویان اسلایدهایی شامل مطالعات عمقی تهیه می‌کنند. برای این دانشجویان پیشرفته تر عمیق تر شدن مطالب بر مهارت‌های عملی که تاکنون باید کسب شده باشد، غالب است. درکل دانشجویان همانطور که در امتحانات تست شده باید توانایی و (علاقه) به گسترش موضوعات نشان دهند (بیش از ۹۰ درصد دانشجویان در امتحانات پایان‌ترم نمرات خوبی کسب کرده‌اند).

به طور خلاصه، در طول سال‌ها میانگین سطح نتایج نهایی دانشجویان به اندازه کافی خوب بوده تا یادگیری مفاهیم و روش‌ها را نمایش دهد.

نتایج

آزمایشی برای شبیه‌سازی اثر یون‌های فلزی بر روی اکسیداسیون دوپامین پیشنهاد شد. واکنش‌ها در دمای بدن یا در دمای اتاق با مواد معمولی و ارزان قیمت آزمایشگاهی و فقط به وسیله یک طیف سنج UV-visible به عنوان امکانات دستگاهی پیچیده انجام می‌شود. استاد می‌تواند به دانشجویان این آزادی را بدهد (یا ندهد) که در مورد جنبه‌های مختلف آزمایش یا ارتباط متقابل با دانشجویان دیگر تصمیم‌گیری کنند. همچنین فعالیت‌های پساآزمایشگاهی می‌توانند از یک ارزیابی کیفی ساده نتایج، به چالش نوشتن یک متن تغییر کند. تمام فعالیت‌ها خطاب به دانشجویان دوره ارشد شیمی نوشته شده است، هرچند به دلیل این که ساختار متن از واحدهای مستقل تشکیل شده می‌تواند برای گروه‌های مختلف دانشجویان در سطوح و زمینه‌های مختلف استفاده شود.

دانشجویان عموماً از چالش‌های این آزمایش و ارتباط آن با زندگی واقعی لذت می‌برند. معمولاً آن‌ها به دانستن مطالب جدید در مورد بیماری‌های شایعی که تنها نامی از آن شنیده‌اند یا پدربزرگ و مادر بزرگشان درگیر آن بودند علاقه‌مند هستند. این فعالیت می‌تواند به دانشجویان کمک کند تا ارتباط علم با زندگی را ببینند. روش

اصلی آن نیز «یادگیری به وسیله انجام دادن» است. مراحل آزمایش به اندازه کافی آسان هستند تا به طور مستقل بدون مشکل خاصی توسط دانشجویان مدیریت شوند. این عامل به کلاس اجازه می‌دهد تا توجه خود را به فعالیت‌های پساآزمایشگاهی معطوف کنند جایی که نتایج باید به دقت بررسی شوند.

دسترسی به مقاله:



نمونه مطالعات موردی نشان می دهد که چرا داروسازان آینده نیاز به یادگیری شیمی دارویی و شیمی تجزیه دارند

چکیده

هدف این کار طراحی، ارائه و ارزیابی مطالعات موردی گروهی متمرکز بر ادغام شیمی تجزیه و شیمی دارویی با عمل داروسازی بود. یک کارگاه بتا بلاکر (beta-blocker) بیمار محور ایجاد و به دانشجویان سال دوم کارشناسی و کارشناسی ارشد علوم داروسازی تحویل داده شد. دانشجویان موظف شدند داده‌های بالینی بیمار را همراه با طیف‌های تحلیلی ارائه شده به‌عنوان مطالعات موردی بیمار بررسی کرده، و از آن‌ها خواسته شد که بتا بلاکر صحیح را در هر سناریو شناسایی کنند. آن‌ها باید نتایج خود را با بحث در مورد فارماکولوژی مرتبط با ساختار دارو توضیح می‌دادند و بدین ترتیب شیمی تجزیه و دارویی را با مهارت‌های داروسازی بالینی ادغام می‌کردند. درک دانشجویان از ارزش شیمی در داروسازی پس از حضور در کارگاه مورد ارزیابی قرار گرفت. ۹۷ دانشجو در جلسات غیر اجباری شرکت کردند. بیش از ۹۵٪ از پاسخ دهندگان موافق یا کاملاً موافق بودند که کارگاه‌ها به آن‌ها کمک کرد تا "علم و عمل دارویی را ادغام کنند" که نشان می‌دهد کارگاه ۹۷٪ به طور مثبت به آن‌ها کمک کرده تا ارتباط شیمی با عمل داروسازی را درک کنند. مطالعات موردی با طراحی مناسب روشی موثر برای کمک به دانشجویان برای ادغام شیمی تجزیه و دارویی با داروسازی بالینی است. با توجه به افزایش وظایف بالینی داروسازان، آموزش شیمی تجزیه و دارویی باید به گونه‌ای طراحی شود که دانشجویان را برای نقش‌های آینده خود حمایت کند.



نادیا ریحانی

کارشناسی شیمی کاربردی
دانشگاه شهید بهشتی

معرفی

داروسازی به طور سنتی به عنوان یک حرفه «علم محور» نامیده شده است؛ با این حال، شیوه‌ای که در آن اصول علم و عمل دوره آموزش داده می‌شود، اغلب محل بحث است. در انگلستان (بریتانیا)، برنامه داروسازی در مقطع کارشناسی به طور معمول در قالب پیمانه‌ای تدریس می‌شود. در سال‌های اولیه گرایش به پوشش علوم بنیادی بوده و اصول عملی به تدریج با اهمیت بیشتر در مراحل بعدی تحصیل ارائه می‌شوند. این رویکرد با انتقاداتی مواجه شده چرا که دانش آموزان اغلب نتوانستند ارتباط علم را با حرفه آینده خود ببینند و فارغ‌التحصیلان گاهی اوقات فاقد مهارت‌های بالینی مورد نیاز برای انجام عمل خود هستند.

بحث در مورد ارزش علوم اصلی در برنامه‌های داروسازی در مقطع کارشناسی همچنان در حال توسعه است. همانطور که داروسازان به سمت نقش‌هایی با وظایف بالینی گسترده‌تر حرکت می‌کنند، فشار فزاینده‌ای بر ارائه‌دهندگان دوره‌ها وارد می‌شود تا اطمینان

حاصل شود که دانش جویان به طور مناسب برای نقش‌های متنوعی که ممکن است پس از صلاحیت به عهده بگیرند، آماده هستند. سازمان تنظیم کننده داروسازی در بریتانیا، شورای عمومی داروسازی (GPhC)، تشخیص داده است که آموزش داروسازی در مقطع کارشناسی نیاز به اصلاح دارد تا نیازهای فعلی و آتی این حرفه را برآورده کند. استانداردهای جدید منتشر شده توسط GPhC نشان می‌دهد که نقش بالینی در حال گسترش است، اما نتایج یادگیری جدید همچنان بر «کاربرد علم در عمل بالینی» تأکید دارد. برای به روز ماندن دروس، باید تغییراتی در برنامه درسی ایجاد شود اما این موضوع سؤال ذیل را ایجاد می‌کند: این تغییرات در کجا باید انجام شوند؟ از آنجایی که بسیاری از نقش‌های جدید اتکای بیشتری به کاربرد مهارت‌های بالینی دارند، یک پیشنهاد وجود دارد که باید گستره علوم بنیادی تحت پوشش کاهش یابد. این رویکرد به شدت مورد انتقاد قرار گرفته است، زیرا پذیرفته شده که عمل بالینی باید توسط علم پشتیبانی شود.

GPhC برای یک برنامه کارشناسی که «علم را کم‌رنگ نکند» و در عین حال محتوایی را ارائه دهد که بازتابی گسترده‌تر از حرفه داشته باشد، توصیه می‌کند که «برنامه‌های درسی یکپارچه شوند». تصور می‌شود که یکپارچه سازی تفکر مرتبه بالاتر را تشویق می‌کند و یادگیری را برای دانش جویان مرتبط‌تر می‌کند. در نهایت، انتظار می‌رود که یک برنامه درسی یکپارچه به دانش جویان داروسازی کمک کند تا مهارت‌ها، دانش و شایستگی‌ها را برای کار در تیم‌های چند رشته‌ای برای

درمان‌های دارویی برای بیماران با نیازهای پزشکی متنوع و پیچیده را توسعه دهد. طبقه بندی فینک راجع به یادگیری قابل توجه در مورد ارزش یک رویکرد یکپارچه برای یادگیری و اینکه چگونه یکپارچگی دانش جویان را توانمند می‌کند، بحث می‌کند. برای اکثر دانش جویان ادغام نظریه با عمل، طراحی و ارائه محتوا باید یکپارچگی را تسهیل و تقویت کند. پذیرفته شده است که ادغام دوره چالش برانگیز است، به طوری که اغلب به منابع اضافی و مذاکره در مورد ساختارهای سازمانی ویژه شاگردان نیاز دارد. شیمی تجزیه و شیمی دارویی از ویژگی‌های اصلی اکثر دوره‌های کارشناسی داروسازی هستند، اما ادغام با عمل بالینی نیازمند نوآوری و خلاقیت از نظر تدریس است. با توجه به تجربه به دست آمده از ارزیابی دوره ما، ارتباط کامل شیمی تجزیه و علوم پزشکی با داروسازان امروزه همیشه مورد قدردانی قرار نمی‌گیرد، زیرا بسیاری با این عناصر دوره مبارزه می‌کنند. این مشاهداتی است که توسط سایرین در بخش آموزش داروسازی نیز صورت گرفته است. با این حال، دانش و مهارت‌های توسعه دارو، تجزیه و تحلیل دارو، نحوه عملکرد مولکولی، تجزیه و تحلیل داده‌ها و غیره تأثیر قابل توجهی بر تصمیم‌گیری بالینی دارند. درک بنیادی شیمی دارو، داروسازان را قادر می‌سازد تا منطق پشت تصمیم‌گیری درمانی و نظارت را درک کنند و یکی از کمک‌های منحصر به فرد داروسازان به تیم مراقبت‌های بهداشتی چند رشته‌ای است. روش‌های نوینی برای آموزش شیمی دارویی به دانش جویان داروسازی مورد نیاز است. در مطالعه‌ای توسط Jessonet و همکارانش در سال ۲۰۰۶، دانش جویان ابراز کردند که مطالب «بالینی» را نسبت به علوم بنیادی در دوره، به ویژه آن‌هایی که در سال‌های اولیه تحصیل خود بودند، ترجیح می‌دهند؛

سخنرانی‌های پیش کارگاهی در مورد اهمیت داروهای قلبی عروقی، گیرنده‌های آدرنرژیک (ساختار و شیمی) و سنتز و خواص BB ها ارائه شد. دانش‌جویان همچنین تکنیک‌های تحلیلی و اینکه چگونه می‌توان از آن‌ها برای روشن کردن ساختار شیمیایی مولکول‌ها استفاده کرد را مطالعه کرده بودند. موارد مرتبط با این کار، طیف‌سنجی تشدید مغناطیسی هسته‌ای (NMR)، طیف‌سنجی جرمی (MS)، و طیف‌سنجی فرسرخ (IR) بودند. این تکنیک‌ها معمولاً در داروسازی به عنوان بخشی از آموزش شیمی پوشش داده می‌شوند. دانش‌جویان به یکی از سه کارگاه یک ساعته اختصاص داده شدند. به آن‌ها توصیه شد که یادداشت‌های سخنرانی کلاس‌های قبلی را به کارگاه بیاورند و در صورت امکان یک دستگاه لپ‌تاپ یا تبلت همراه داشته باشند.

در کارگاه، دانش‌جویان به گروه‌های کوچک‌تر (۴ یا ۵ نفر) تقسیم شدند. دو نفر از اعضای هیات علمی با سوابق مختلف (داروسازی و شیمی) کارگاه را تسهیل کردند. در ابتدای کارگاه، پیشینه ارتباط شیمی با داروسازی توسط هر دو کارمند همراه با نتایج یادگیری مورد نظر، که به شرح زیر بود، بیان شد:

- ارتباط شیمی دارویی با داروسازی را درک کنید.
 - استفاده از دانش شیمی در سناریوهای بالینی.
 - تمایز بین BB مختلف بر اساس فارماکولوژی شیمی و تجزیه و تحلیل دارویی آن‌ها.
 - ادغام شیمی دارویی و تجزیه با داده‌های بالینی.
- از دانشجویان خواسته شد تا سه مطالعه موردی (دو مورد بر اساس موارد بالینی منتشر شده و یک مورد نظری) را بررسی کرده و بحث کنند. آن‌ها باید تظاهرات بالینی بیمار و طیف‌های تحلیلی (IR، MS، NMR) را تجزیه و تحلیل کرده و BB صحیح را در هر سناریو شناسایی می‌کردند. از آن‌ها خواسته شد تا با استفاده از اطلاعات ارائه شده

با این حال، دانش‌جویان در سال چهارم گزارش دادند که آنها ارتباط علم را با عمل درک می‌کنند. بنابراین، به نظر می‌رسد که این موضوع به جای گنجاندن علم در دوره، مربوط به ارتباط درک شده علم و نحوه تدریس آن است. همانطور که نقش داروسازان همچنان در حال تکامل است، مهم است که اصول زیربنای این حرفه حفظ شود و علم و عمل به جای دو عامل متمایز، مکمل در نظر گرفته شوند. هدف این کار طراحی، ارائه و ارزیابی مطالعات موردی جدید متمرکز بر ادغام شیمی تجزیه و دارویی با عمل داروسازی است. در این مقاله یک نمونه مطالعه موردی از ادغام شیمی و عمل داروسازی ارائه شده است.

روش‌ها

مطالعات موردی به عنوان روشی برای یکپارچگی انتخاب شدند، زیرا آن‌ها استفاده از مهارت‌های تفکر درجه بالاتر را که بر اساس طبقه‌بندی بلوم، بر حل مسئله، کاربرد و تجزیه و تحلیل دانش و همچنین ارتباطات تمرکز دارند، تشویق می‌کنند. در مقایسه با سخنرانی‌های آموزشی سنتی، که تمایل بیشتری به ارائه محتوا (یعنی سطوح پایین‌تر یادگیری) دارند، مطالعات موردی رویکردی ساختار یافته برای تقویت یادگیری فعال ارائه می‌دهد. علاوه بر این مطالعات موردی کار گروهی و همکاری را برای مهارت‌های رهبری مهم مورد نیاز متخصصان آینده مراقبت‌های بهداشتی تقویت می‌کند. دانشجویان سال دوم کارشناسی و کارشناسی ارشد علوم داروسازی (علوم دارویی و بیوتکنولوژی دارویی) در دانشکده داروسازی (۹۲ دانش‌جو کارشناسی ارشد و ۲۴ دانش‌جو کارشناسی) به عنوان بخشی از نمونه آماری "مواد دارویی" برای شرکت در کارگاه آموزشی غیر اجباری "بتا بلاکر (BB)" دعوت شدند.

ردیابی نمونه NMR در شکل c^2 ارائه شده است. با توجه به اینکه فارماکولوژی BB و ساختار آن‌ها ارتباط نزدیکی با هم دارند، داده‌های بالینی و اطلاعات طیف سنجی می‌توانند اطلاعاتی در مورد ماهیت ترکیب ارائه دهند. بر این اساس، این داده‌ها با هم ترکیب شده و در قالب یک مطالعه موردی در اختیار دانش‌جویان قرار گرفته تا از روی آن ماهیت BB را در هر مورد مشخص کنند. این موضوع این مطالعات موردی را بدیع می‌کند زیرا سه عنصر یکپارچه وجود دارد، یعنی داده‌های تحلیلی (NMR، MS، IR)، ساختارهای شیمیایی دارو و داده‌های بالینی.

ارزیابی کارگاهی

پس از کارگاه، با دانش‌جویان از طریق ایمیل تماس گرفته شد و از آن‌ها دعوت شد تا پرسشنامه ارزیابی ناشناس ساخته شده در SurveyMonkey را تکمیل کنند. این نظرسنجی شامل پنج بخش ارزیابی بود.

- ارزش درک شده از کارگاه
- پتانسیل کارگاه برای برانگیختن علاقه به موضوع
- مناسب بودن مطالعات موردی
- لذت بردن از کلاس
- یک پاسخ "نظرات اضافی" با پایان باز.

پاسخ‌ها برای شناسایی نقاط قوت و بازمینه‌های بهبود با تسهیل بالقوه کارگاه‌های آتی تجزیه و تحلیل شدند. در ادامه آخرین کارگاه، راه‌حل‌های هر سه مورد در بستر یادگیری مجازی دانش‌جویی بارگذاری شد.

نتایج

از بین دانش‌جویان ۹۷ نفر (۸۳/۶۲٪) در کارگاه‌های غیر اجباری شرکت کردند. برای ارزیابی ارزش درک شده دانش‌جویان از کارگاه، از همه دانش‌جویان دعوت شد تا یک نظرسنجی کوتاه را تکمیل کنند که ۶۸ دانشجو (۶۹٪) به آن پاسخ دادند.

بالینی و تجزیه و به علاوه تشریح اینکه چگونه شیمی دارو منجر به پیشرفت برخی از ویژگی‌های بالینی و تحلیلی شده است، منطقی برای پاسخ خود ارائه دهند. هر دو تسهیل‌کننده (اعضای هیئت علمی) در طول کارگاه بین گروه‌ها حرکت کردند و دیدگاه "شیمی" و "عمل داروسازی" را برای سناریوها ارائه کردند.

شکل ۱ یک نمای کلی از کارگاه و خلاصه‌ای از مطالعات موردی را ارائه می‌دهد. جزئیات بیشتر کارگاه، از جمله اطلاعات ارائه شده به دانش‌جویان و راه‌حل‌های مطالعات موردی، در اطلاعات پشتیبانی ارائه شده است.

دلیل استفاده از بتا بلاکرها

BB‌ها دارای ساختار شیمیایی کلی هستند که در شکل a^2 نشان داده شده است. از زمان کشف اولیه آن‌ها توسط جیمز بلک در سال ۱۹۶۰، سه نسل مختلف BB توسعه یافته است. شکل b^2 نمونه‌ای نماینده از هر نسل و ویژگی‌های ساختاری اصلی آن را نشان می‌دهد. هر کدام دارای مجموعه‌ای متمایز از فعالیت‌های دارویی، از جمله انتخاب‌پذیری برای گیرنده‌های آدرنرژیک β_1 / β_2 است.

به این ترتیب اثر بالینی دارو به راحتی با ساختار شیمیایی آن مرتبط است. ویژگی‌های ساختاری نشان‌دهنده توسط نسل‌های مختلف BB را می‌توان به راحتی در طی آنالیز NMR یا MS شناسایی کرد و این تکنیک‌ها را قادر ساخته تا بین BB‌های مختلف تمایز قائل شوند.

از نظر منابع مورد نیاز برای کارگاه، دو نفر از کارکنان برای توسعه محتوای مطالعات موردی ملاقات کردند که یکی مسئولیت جنبه بالینی و دیگری جنبه تجزیه و دارویی را بر عهده گرفت. شخص دوم مسئول تولید طیف‌های NMR بود که با استفاده از یک مولد NMR آنلاین تولید می‌شدند. هر کارگاه به دو کارمند تمام وقت نیاز داشت، اما از آنجایی که هیچ ارزیابی خلاصه‌ای مرتبط با این کارگاه وجود نداشت، منابع بیشتری مورد نیاز نبود.

بحث

مطالعات موردی مبتنی بر بیمار به طور گسترده در آموزش داروسازی استفاده می‌شود، اغلب برای ایجاد یک سناریوی "زندگی واقعی" که دانش آموزان می‌توانند با آن شناسایی کنند و بنابراین می‌توانند برای ایجاد زمینه یادگیری خود، به ویژه برای جنبه‌های بالینی استفاده کنند از آنجایی که دانشجویان گاهی اوقات ارتباط شیمی دارویی و تجزیه را با نقش‌های آینده خود به عنوان متخصصان مراقبت‌های بهداشتی تشخیص نمی‌دهند، مطالعات موردی در این نمونه برای تسهیل ادغام عناصر مختلف دوره انتخاب شدند. بر اساس ارزیابی دانشجویان و گزارش‌های تأملی اعضای کارکنان، کارگاه با استقبال مثبت روبرو شد. یافته‌های پرسشنامه ارزشیابی تأیید می‌کند که نتایج یادگیری مورد انتظار با دانشجویانی مواجه شده است که افزایش قدرت‌های از ارتباط شیمی دارویی و تجزیه با عملکرد بالینی را گزارش کرده‌اند. دانشجویان پس از پایان کارگاه، خود را در شیمی دارویی مطمئن‌تر می‌دانستند و علاقه بیشتری به حوزه موضوعی داشتند. این نتیجه‌گیری به خوبی با تحقیقات منتشر شده قبلی تحت پوشش قرار گرفت.

هیچ اطلاعات قابل شناسایی جمع‌آوری نشد. داده‌های کمی از پرسشنامه با استفاده از مقیاس لیکرت ۵ نمره‌ای، مقیاس رتبه‌بندی ترتیبی و سوالات چند گزینه‌ای جمع‌آوری شد. پاسخ به سوال پایانی پاسخ باز با استفاده از تحلیل موضوعی مورد بررسی قرار گرفت. به طور کلی، دانش‌جویان با برخی از یافته‌های کلیدی ارائه شده در شکل ۳، نسبت به کارگاه بسیار مثبت بودند. بیش از ۹۵ درصد از پاسخ‌دهندگان موافق یا کاملاً موافق بودند که این کارگاه به آن‌ها کمک کرد تا علم و عمل دارویی را ادغام کنند. اکثر دانشجویان (۹۷٪) موافق یا کاملاً موافق بودند که این مطالعات موردی به آن‌ها کمک کرد تا آنچه را که قبلاً در سخنرانی‌ها آموزش داده شده بود به کار گیرند. از نظر مناسب بودن مطالعات موردی، ۶۸ درصد از پاسخ‌دهندگان خواهان مطالعات موردی بیشتری بودند. پاسخ‌های رتبه‌بندی لذت نشان می‌دهد که دانش‌جویان از کلاس با میانگین «لذت» ۸ در مقیاس ۱-۱۰ (از ۶۸ نفر) لذت بردند. در بخش پاسخ باز پرسشنامه از دانش‌جویان خواسته شد که نظرات بیشتری در مورد کارگاه ارائه دهند. سه مضمون اصلی از پاسخ‌ها پدیدار شد که با اظهارات پشتیبان در شکل ۳C خلاصه شده است. پس از کارگاه، هر دو تسهیل‌کننده (اعضا هیئت علمی) تجربه خود را منعکس و راجب آن بحث کردند. هر دو به توانایی بحث در مورد موارد با دانش‌جویان در گروه‌های کوچک اهمیت دادند. آنها همچنین خاطرنشان کردند که دانش‌جویان نسبت به سخنرانی‌ها بسیار مطمئن‌تر و مایل به اشتراک گذاشتن نظرات، پاسخ‌ها و افکار با همسالان خود در محیط کارگاه بودند. این امر باعث تحریک بیشتر بحث و تعامل در میان گروه شد. آن‌ها هر دو توافق کردند که یک جلسه با مدت کمی طولانی‌تر می‌توانست برای برخی از دانش‌جویان برای ارائه بازخورد گسترده‌تر مفید باشد.

تحقیقاتی که نشان می‌داد ارائه محتوای شیمی از طریق مطالعات موردی باعث برانگیختن علاقه در مخاطبان و بهبود درک موضوعات است. مطالعات موردی شرح داده شده در این مقاله منحصر به فرد بودند، با این حال، به این دلیل که آنها به استفاده از دانش و درک شیمی دارو، اثر درمانی، و شیمی تجزیه نیاز داشتند. این نکته برای برانگیختن علاقه دانشجویان داروسازی به موضوع بسیار مهم است. همانطور که قبلاً ذکر شد، تازگی این کار ادغام تجزیه و تحلیل شیمیایی با جنبه های بالینی است. چندین مطالعه موردی وجود دارد که همبستگی بین ساختار دارو و اثر درمانی را توصیف می‌کند. با این حال، مطالعات موردی حاضر اطلاعات شیمیایی را در قالب طیف‌های مختلف IR، MS، NMR به جای صرفاً ساختار شیمیایی، شامل می‌شود. به این ترتیب، درجه دیگری از پیچیدگی اضافه شد زیرا دانش جو باید بتواند BBها را نه تنها با توجه به کاربرد بالینی بلکه با توجه به ساختار شیمیایی و ویژگی های طیف سنجی آنها شناسایی کند. مشاهداتی که توسط تسهیلگران انجام شد، اما در پرسشنامه ارزشیابی گنجانده نشد، این بود که تعامل دانشجو-کارکن و دانشجو-دانشجو بسیار بیشتر از آنچه در یک سخنرانی معمولی رخ می‌دهد بود. ریچارد و رادلو (۲۰۱۴) برخی از مزایای افزایش تعامل دانشجو و کارکنان از جمله بهبود رضایت دانشجو و کاهش نرخ فرسایش و همچنین ارائه بینش بیشتری به کارکنان در مورد تجربه یادگیری دانشجو

را گزارش می‌کنند. در این کارگاه‌ها، کارکنان تعامل را برای ارائه بازخورد شخصی‌تر به دانشان مفید دانستند. افزایش تعامل بین دانشجویان همچنین با مزایای بسیاری از جمله افزایش لذت، توسعه مهارت های ارتباطی، مهارت های کار تیمی، تمرین بازتابی و بهبود عملکرد تحصیلی و غیره همراه است. در سال های گذشته، از زمان اختصاص داده شده برای این کارگاه‌ها برای یک جلسه خلاصه آموزشی استفاده می‌شد که کمترین تعامل را در مقایسه با کارگاه موردی داشت. بازخورد دانشجو بسیار مثبت بود و دانشجویان نشان می‌دادند که کارگاه را لذت بخش می‌دانستند. همانطور که توسط Frenzel و همکاران بحث شده است. (۲۰۰۹)، سطوح بالاتر لذت دانشجویی، مهارت‌های حل مسئله و انگیزه را افزایش می‌دهد و تاب‌آوری را ارتقا می‌دهد. این مهارت‌ها و ویژگی‌ها برای یادگیری مادام‌العمر مهم هستند و بنابراین برای داروسازان آینده مفید هستند. لذت دانشجویان ممکن است به طور مثبت تحت تأثیر اشتیاق معلمان قرار گرفته باشد. اشتیاق برای دو عنصر شیمی و تمرین وجود داشت و ارائه دادن همزمان دو نفر از کارکنان در این امر تأثیر گذار بود. در حالی که منابع بیشتر، فشرده تر از یک جلسه آموزشی سنتی می‌باشد، تسهیل این موضوع توسط دو کارمند سودمند بود. یکی از محدودیت‌های اصلی مطالعه این بود که ارزیابی جمعی وجود نداشت و در نتیجه روشی عینی برای ارزیابی اینکه آیا کارگاه یادگیری دانشجو را افزایش می‌دهد دسترس نیست. از آنجایی که این اولین بار بود که کارگاه ارائه شد، تصمیم بر این شد که ارزیابی رسمی صورت نگیرد. معیارهای ذهنی ثبت شده در پرسشنامه ارزشیابی با دانشجو روشنتر بود و نشان می‌داد که نتایج یادگیری برآورده شده است و آنها درک بیشتری داشتند. نویسندگان این را به عنوان یک فرصت یادگیری اضافی برای دانشجویان و روشی جایگزین برای استفاده از محتوایی که قبلاً در سخنرانی‌ها تدریس شده بود، پیشنهاد کردند

حضور اجباری در برنامه‌های دانشگاه زمینه‌ای است که مکرراً با استدلال موافق و مخالف همراه است. با این حال، حضور در سخنرانی اختیاری است. از آنجایی که این کارگاه به عنوان جایگزینی برای یک سخنرانی طراحی شده است، هیچ بحث حرفه‌ای یا ایمنی بیمار به عنوان دستورالعملی برای حضور وجود ندارد. با وجود این، بیش از ۸۰ درصد از دانشجویان در آن شرکت کردند. این کارگاه به وضوح نشان می‌دهد که اگر فعالیت‌های آموزشی به شکلی دانشجو محور و جذاب انجام شود، همیشه الزام برای حضور ضروری نیست. این کارگاه‌ها قبل از همه‌گیری کووید-۱۹ به صورت حضوری برگزار شد. در طول همه‌گیری COVID-19، زمانی که آموزش حضوری امکان‌پذیر نبود، کارگاه‌ها از طریق تیم‌های مایکروسافت ارائه می‌شد. در حالی که امکان تسهیل کارگاه‌ها از راه دور با استفاده از اتاق‌های استراحت وجود داشت، نویسندگان و دانشجویان هر دو از بازگشت به زندگی استقبال می‌کردند. ارائه‌ی حضوری این کارگاه‌ها از آنجایی که پیمایش بین گروه‌ها بسیار آسان‌تر است، دانشجویان می‌توانند سؤالات موردی بیشتری بپرسند، و بازخورد غیرکلامی دانشجو که حاکی از مشکل در درک است، با سهولت بیشتری توسط تسهیل‌گران شناسایی می‌شود.

این کارگاه برای ارزیابی یادگیری طراحی نشده، بلکه برای تسهیل آن طراحی شده است. با این حال، نویسندگان اذعان دارند که از نظر آموزشی مفید خواهد بود به شرطی که اندازه‌گیری‌های عینی یادگیری دانشجویان در نتیجه شرکت در کارگاه وجود داشته باشد. در مرحله طراحی کارگاه، نویسندگان تصمیم گرفتند که حضور در کارگاه اجباری نباشد. این موضوع از این جهت سودمند بود که دانشجویانی که شرکت می‌کردند انگیزه انجام این کار را داشتند و احتمال بیشتری داشت که در فعالیت تعاملی شرکت کنند. مشخص شد که حضور در کلاس با عملکرد دانشجویان همبستگی مثبت دارد. میزان غیبت در کارگاه علیرغم اینکه حضور اجباری نبود، بسیار پایین بود. چندین دلیل بالقوه برای این وجود دارد. از آنجایی که کارگاه ماهیت تعاملی داشت، دانشجویان ممکن است این فرصت را به عنوان فرصتی برای پرسیدن سؤالاتی که در مورد مطالب داشتند، شناسایی کرده باشند. سخنرانی‌ها اغلب توسط دانشجویان «خسته‌کننده» تلقی می‌شوند و این امر بر حضور افراد تأثیر می‌گذارد. برنامه ریزی کلاس‌ها به عنوان "کارگاه" به دانشجویان نشان داد که تعامل و یادگیری مبتنی بر فعالیت وجود خواهد داشت. کارگاه‌ها در پایان مجموعه سخنرانی‌ها بودند، بنابراین دانشجویان در صورتی که برخی از سخنرانی‌های قبلی را از دست داده بودند، احتمالاً از کارگاه به عنوان یک جلسه تجدیدنظر یا «تصاویر» استفاده می‌کردند. علاوه بر این، از آنجایی که کارگاه‌ها در سه روز جداگانه برگزار شدند، استقبال مثبت از گروه اول احتمالاً بر دیگرانی که برای جلسات بعدی برنامه ریزی شده‌اند تأثیر گذاشته است.

نتیجه

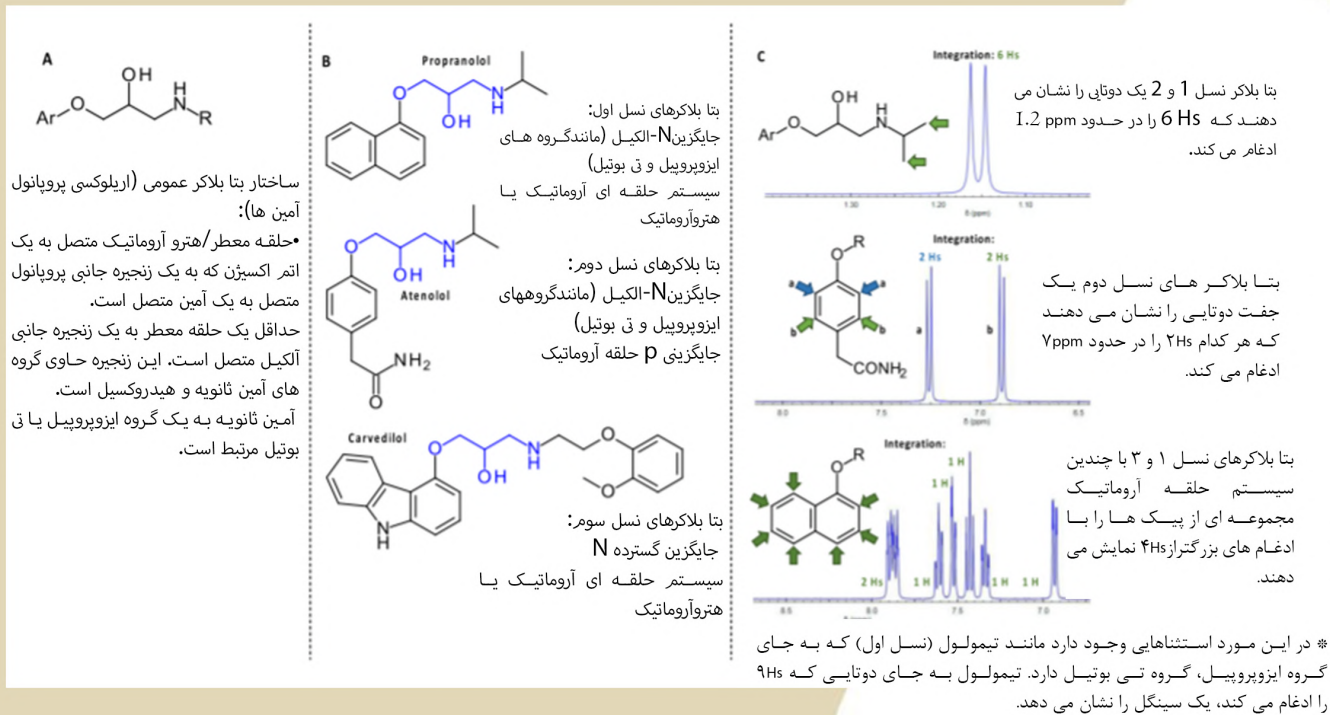
از آنجایی که آموزش داروسازی برای رفع نیازهای این حرفه پیشرفت می کند، مهم است که آموزش شیمی دارویی و تجزیه، بیمار محور باشد و در رابطه با جنبه های بالینی آشکارتر دوره انتزاعی نباشد. کار ارائه شده در این مقاله باید به کسانی که این عناصر دوره MPharm را طراحی و ارائه می کنند و همچنین به کسانی که شیمی تجزیه و دارویی کاربردی را آموزش می دهند، کمک کند.

دانش آموزان با انتخاب ساختارهای شیمیایی بتا بلاکر نسل اول، دوم و سوم ارائه شدند. سناریوهای بالینی را مرور کنید و محتمل ترین بتا باکر (ها) را از لیست ارائه شده شناسایی کنید. برای توضیح پاسخ خود از ساختار شیمیایی استفاده کنید.

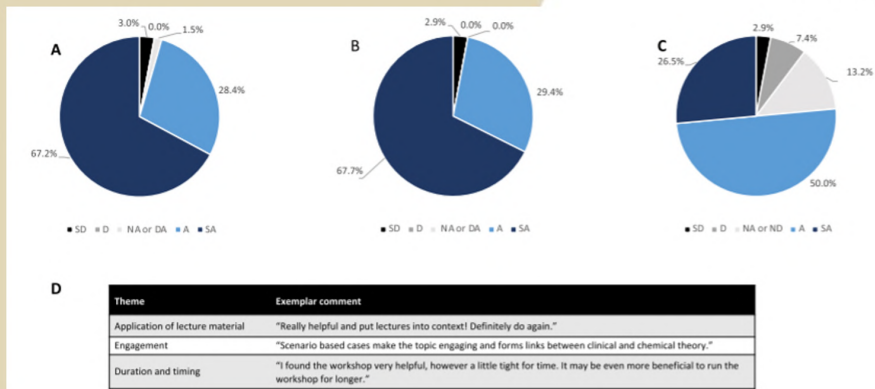
سناریو ۱. بخش اورژانس بیمارستان	سناریو ۲. داروساز آزمایش های بالینی	سناریو ۳. بررسی جامعه بیمار داروخانه
زن ۱۸ ساله مشکوک به اوردوز. ناشناخته چه بلاک کننده ای مصرف کرده است. ارائه علائم: تشنج ژتالیزه چندگانه (apx هر کدام ۱ دقیقه) خواب آلودگی شدید ضربان قلب: ۴۶ ضربه در دقیقه فشار خون ۵۶/۸۳ میلی متر جیوه دما: ۳۵.۵ درجه سانتیگراد اندام های سرد کاهش تعداد تنفس	به عنوان بخشی از آموزش شما، وظیفه نظارت بر سه گروه از داوطلبان بیمار، مشاهده عوارض جانبی، تجزیه و تحلیل نتایج خون آنها و تعیین اینکه کدام بلوکر B را برای ۴ هفته گذشته مصرف کرده اند به شما محول شده است.	بیمار مرد با عوارض جانبی در دوز درمانی مراجعه می کند. عوارض جانبی عمدتاً مربوط به CNS است.

پاسخ ها را با استفاده از طیف سنجی جرمی، طیف NMR و IR ارائه شده تایید کنید

شکل ۱. نمای کلی نموداری ساختار کارگاه با جزئیات سه مطالعه موردی بتا بلاکر



شکل ۲. (الف) ساختار شیمیایی عمومی BB ها با گروه های عاملی کلیدی برجسته شده است. (ب) ساختارهای شیمیایی BB های نسل اول، دوم و سوم نمونه با گروه های عاملی کلیدی برجسته شده است. (ج) ردیابی NMR نمونه برای BB (بتا بلاکر) های نسل اول، دوم و سوم با توضیح متناظر از گروه های عملکردی که منجر به ردیابی می شوند.



شکل ۳. یافته های کلیدی از پرسشنامه ارزیابی پس از کارگاه. نمودار دایره ای پاسخ های دقیق به سوالات زیر را نشان می دهد:

A: این کارگاه به من کمک کرد تا علم و عمل داروسازی را ادغام کنم. B: این کارگاه به من کمک کرد تا ارتباط علم و عمل را درک کنم.

C: پس از تکمیل این کارگاه، من به شیمی دارویی اطمینان بیشتری دارم.

(که در آن SD: کاملاً مخالفم؛ D: مخالفم؛ NA یا DA: نه موافق و نه مخالف؛ A: موافق و SA: کاملاً موافقم.)

دسترسی به مقاله:



ویژگی های غیر معمول ساختار های کریستالی برخی از ترکیبات ساده مس^۱

توصیف شوند که یکی از یون های آنها در محل های چهاروجهی و یا هشت وجهی قرار دارد. در این مقاله، ترکیبات مس با ساختار های غیرمعمول و ویژگی های عجیب مورد بررسی قرار میگیرد. ساختار های مورد بررسی در اینجا در قالب مشتقات پر شده ساختار های فشرده^۲ (cp) توصیف شده اند.

لایه های پوشاننده^۳ (P) شامل موقعیت های A, B و C برای اتم ها در ساختار فشرده مکعبی^۴ (ccp) و موقعیت های A و B برای اتم ها در ساختار فشرده شش ضلعی^۵ (hcp) هستند. میان دو لایه مجاور P، دو لایه موقعیت های چهاروجهی^۶ (T) و یک لایه موقعیت های هشت وجهی^۷ (O) در یک دنباله به صورت PTOTP قرار دارند. نمایش ها و نماد های استفاده شده در اینجا (پیش تر) توضیح داده شده و مورد استفاده قرار گرفته اند. چند وجهی های مورد استفاده برای ۱۲ همسایه^۸ یک اتم با موقعیت های T و O برای ccp (یک هشت وجهی مکعبی) و برای hcp (یک دوازده وجهی لوزی و یا یک هشت وجهی مکعبی مزدوج) ویژگی های مهمی را در مورد ساختار کریستال هایی با موقعیت های T یا O و یا T و O اشغال شده به ما نشان می دهند. در این پژوهش^۹ ترکیب مس در سلول های واحد و در یک هشت وجهی مکعبی (برای ccp) یا در یک هشت وجهی مکعبی مزدوج (برای hcp) برای نشان دادن راحت تر ویژگی های غیرمعمول شان، نشان داده شده و مورد بررسی قرار گرفته اند. هشت وجهی مکعبی یک جسم ارشمیدسی و یک چند وجهی شبه منتظم می باشد.

سلول واحد، اطلاعات مهم و اساسی کریستالوگرافی را در اختیار ما قرار میدهد، اما تصویر و دید مناسبی را از چند وجهی و الگوهای کلی به ما نمی دهد و برای این منظور، واحدهای بسط داده شده مورد نیاز هستند.



آرش کاظم پور
کارشناسی شیمی کاربردی
دانشگاه شهید بهشتی

تعداد کمی از ساختار های بسیار متداول برای ترکیبات معدنی ساده یافت شده است. ساختار های متداول برای ترکیباتی با فرمول MX ؛ برای کاتیون های کوچک تر، هالیت (NaCl)، اسفالریت (ZnS)، و ورتزیت (ZnS) و برای کاتیون های بزرگتر ساختار CsCl هستند. هالیت، CsCl و اسفالریت، مکعبی هستند و ورتزیت شش ضلعی است. ساختار مکعبی فلوئوریت (CaF_2)، برای ترکیبات یونی MX_2 متداول است و ساختار آنتی فلوئوریت، ساختار متداول ترکیبات یونی M_2X می باشد. و همینطور ساختار چهاروجهی روتیل (TiO_2) برای کاتیون های کوچک مشاهده می شود. برخی از ترکیبات کوالانسی با فرمول MX_2 ساختار های لایه لایه دارند؛ برای مثال، $CdCl_2$ (اتم های Cl در ساختار های مکعبی فشرده به همراه اتم های Cd در لایه های هشت وجهی به صورت یکی در میان قرار دارند.) و CdI_2 (اتم های I در ساختار های شش ضلعی فشرده به همراه اتم های Cd در لایه های هشت وجهی به صورت یکی در میان قرار دارند). این ساختار های متداول حاوی اتم ها یا یون هایی ساده می باشند که هر کدام یک نقش را به عهده دارند. تمام این ساختار ها می توانند به عنوان ساختار های فشرده ای

۵. hexagonal close-packed

۶. tetrahedral

۷. octahedral

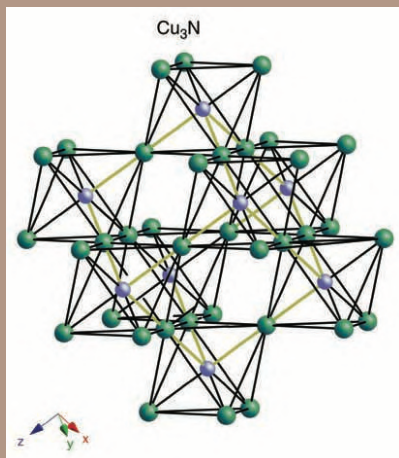
۱. Bodie Douglas

۲. close-packed

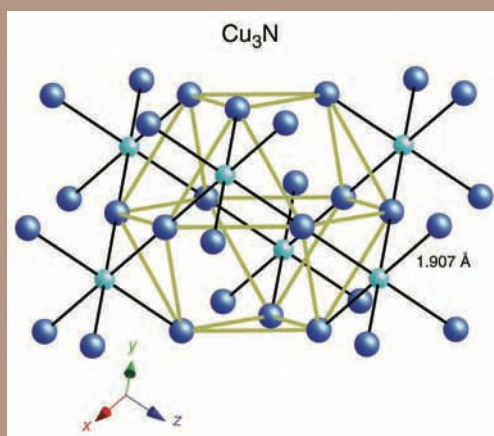
۳. Packing

۴. cubic close-packed

سلول با قطر داخلی آن به صورت عمودی برای نشان دادن لایه‌های cp اتم Cu جهت داده شده است. نمایشی از لایه‌های Cu (که نمایش داده نشده است) نشان می‌دهد که هر لایه یک چینش شش ضلعی از اتم‌های Cu دارد، به صورتی که هیچ اتم Cu بی در مرکز شش ضلعی‌ها قرار ندارد و این چینش با یک لایه cp که به اندازه $\frac{3}{4}$ پر شده است، مطابقت دارد.



تصویر ۱. سلول مکعبی Cu_3N (خطوط رنگی) با اتم‌های Cu اضافی (گوی‌های تیره‌تر و بزرگ‌تر) برای کامل کردن هشت‌وجهی‌ها نشان داده شده است.



تصویر ۲. هشت‌وجهی مکعبی Cu_3N (خطوط رنگی) با ۱۲ اتم Cu به همراه اتم‌های N (گوی‌های کوچک‌تر و روشن‌تر) در هشت‌وجهی‌های خارج از هشت‌وجهی مکعبی، تشکیل شده است.

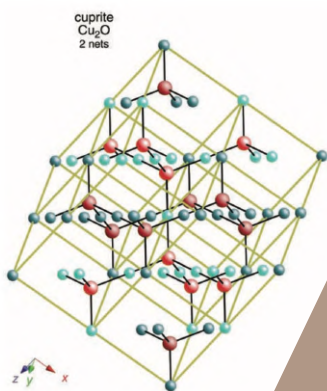
هشت‌وجهی مکعبی یا هشت‌وجهی مکعبی مزوج (گاهی برای نشان دادن چندوجهی‌های تمام اتم‌ها بسط داده می‌شوند) واحد کوچکی برای نشان دادن ساختار می‌باشد. نرم افزار CrystalMaker دارای ساختارهای کریستالی بسیاری می‌باشد و Y.Matsushita از دانشگاه توکیو، هزاران ساختار دیگر را نیز به آن اضافه کرده است. بیشتر ساختارها، به صورت سلول واحد در نرم‌افزار نشان داده شده‌اند. سلول‌ها می‌توانند بسط پیدا کنند و اتم‌ها می‌توانند حذف شوند. تصاویر و اشکال نیز می‌توانند به هر شیوه ای جهت داده و نمایش داده شوند. همچنین طول پیوندها و زاویه‌ها با یک کلیک قابل نمایش می‌باشند. در این مقاله، سلول‌های واحد، بسط داده و جهت داده شده اند تا لایه‌های cp و الگوهای هندسی مشاهده شوند.

مس (I) نیتريد، Cu_3N

ساختار مس (I) نیتريد مکعبی است (O_h^1)، $(a_0 = 3.814 \text{ \AA}, Pm3m)$. ساختار این ترکیب از این جهت غیر معمول است که هر اتم N در مرکز یک هشت‌وجهی ساخته شده از اتم‌های Cu قرار دارد؛ که این ساختار باعث می‌شود عدد کوئوردیناسیون اتم کوچک نیتروژن در NCu_6 ، ۶ باشد. و اتم‌های اتم‌های Cu با به اشتراک گذاری راس‌ها در هشت‌وجهی‌ها قرار می‌گیرند. همانگونه که در تصویر ۱ دیده می‌شود؛ اتم‌های N یک سلول مکعبی ساده را با قرار گرفتن اتم‌های Cu در گوشه‌ها تشکیل می‌دهند.

کوپریت ، Cu_2O

ساختار مس (I) اکسید (کوپریت) مکعبی می‌باشد ($a_0 = 4.27 \text{ \AA}$ ، $\text{Pn}3m$ ، O_h^4) . کوپریت یکی از کانی‌های اولیه مورد مطالعه توسط W. H. و W. I. Bragg (پدر و پسر) بوده است. چینش واحدها مانند بتا-کریستوبالیت (SiO_2) است اما در اینجا دو شبکه مستقل از چهاروجهی‌های متشکل از OCu_4 ، رئوس خود را بدون اینکه اتصالی بین آنها باشد، به اشتراک می‌گذارند. این دو شبکه با رنگ‌هایی متفاوت در تصویر ۳ مشخص شده‌اند. ساختار Cu_2O ، ساختاری مطابق با دو شبکه در هم فرورونده بتا-کریستوبالیت و یا یخ II است. این ویژگی، با وجود نادر بودن برای ساختارهای ساده معدنی، در چند مولکول با ساختار مشابه مانند $\text{Zn}(\text{CN})_2$ ، $\text{Cd}(\text{CN})_2$ ، Pb_2O ، Ag_2O مشاهده شده است.



تصویر ۳. هشت سلول مکعبی Cu_2O ، دو شبکه مستقل را نشان می‌دهند که با رنگ‌های متفاوت نشان داده شده‌اند.

اتم‌های Cu در Cu_2O در یک چینش ccp قرار داشته و اتم‌های اکسیژن در موقعیت‌های T قرار دارند. در اینجا دو لایه T، میان لایه‌های P قرار دارند و $1/4$ از این موقعیت‌ها در هر لایه، توسط اکسیژن اشغال شده است. بنابراین نمایه کلی به صورت $3.3\text{PT}_{1/4}\text{T}_{1/4}$ است (۳.۳ برای ۹ لایه P و T تکرار شونده).

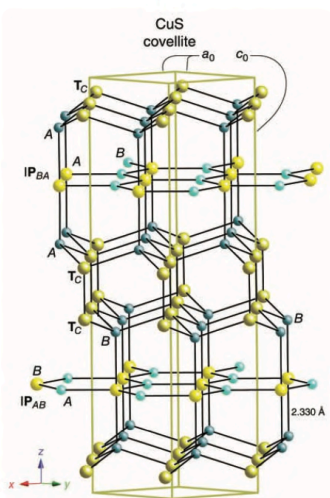
مکان‌های اتم‌های هر لایه Cu با موقعیت‌های A، B و C که از یک ساختار مکعبی انتظار می‌رفت، مطابقت دارد. همانطور که از موقعیت‌های O انتظار می‌رود، لایه‌های اتم‌های N، دقیقاً در وسط لایه‌های P قرار گرفته‌اند. مرکز یک هشت‌وجهی، وسط دو وجه مثلثی مقابل هم قرار دارد. این موقعیت‌های O برای Cu_3N به اندازه $1/4$ با N پر شده‌اند. به علاوه در اینجا ۳ لایه P پر شده به اندازه $3/4$ توسط Cu، که تکرار شونده می‌باشد (ABC)، و مجموعاً ۶ لایه (۲.۳، P و O) تکرار شونده وجود دارد؛ که به صورت کلی به ما نمایه $3.2\text{P}_{3/4}\text{O}_{1/4}$ را می‌دهد.

دوازده اتم Cu در ۳ لایه Cu_3N ، یک هشت‌وجهی مکعبی، بدون یک اتم Cu در مرکز را تشکیل می‌دهند (تصویر ۲) از آنجا که لایه‌های P، $3/4$ پر هستند. موقعیت‌های هشت‌وجهی در وجوه مربعی هشت‌وجهی مکعبی، خالی هستند، زیرا اتم مسی در مرکز وجود ندارد تا این هشت‌وجهی‌ها را کامل کند. همانطور که نشان داده شده است؛ موقعیت‌های هشت‌وجهی اشغال شده توسط N، روی وجوه مثلثی هشت‌وجهی مکعبی قرار دارند. ReO_3 ساختاری مشابه با Cu_3N دارد، اما عدد کوئوردیناسیون ۶ برای اتم‌های بزرگتر Re متداول است. پروسکایت، CaTiO_3 یا BaTiO_3 ، چینش هشت‌وجهی‌های TiO_6 یکسانی را با تصویر ۱ و ۲ دارد، اما یون‌های M^{2+} در مرکز سلول و هشت‌وجهی مکعبی قرار دارند. اتم‌های Ca یا Ba، لایه‌های P را کامل کرده و نمایه کلی $3.2\text{P}_{1/4}\text{Ca}_{3/4}\text{O}_{1/4}\text{Ti}_{1/4}$ را برای این ماده به ما می‌دهند. یون‌های Ti^{4+} تنها موقعیت‌های O با ۶ همسایه اکسید را اشغال می‌کنند؛ مانند آنهایی که خارج از هشت‌وجهی مکعبی تصویر ۲ قرار دارند.

شبکه دیگر متناظر با این شبکه، به صورتی جهت داده شده است که اتم‌های Cu در سطوح زیرین چهاروجهی‌های OCu_4 ، در لایه‌های P ای قرار گرفته اند که $\frac{1}{4}$ آن‌ها توسط شبکه اول پر شده است. اتم‌های Cu واقع در قله شبکه دوم، نیز در لایه P قرار می‌گیرند که $\frac{3}{4}$ آن توسط شبکه اول پوشیده شده است. این الگو تمام لایه‌های P را به صورت کامل پر کرده و لایه‌های T واقع شده در میان لایه‌های P را نیز به اندازه $\frac{1}{4}$ پر می‌کند.

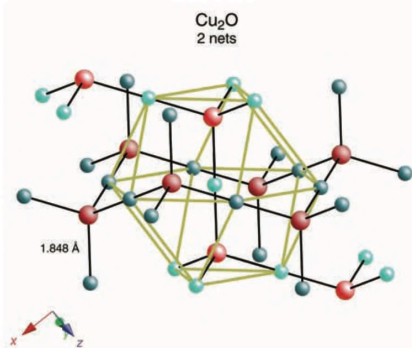
کولیت، CuS

CuS (کولیت) یک سنگ معدن مهم مس می‌باشد. فرمول CuS به این اشاره دارد که این ترکیب مس(II) سولفید است و انتظار می‌رود از Cu^{2+} و S^{2-} تشکیل شده باشد؛ اما ساختار و شیمی این ترکیب، بسیار پیچیده تر است. مس در این ترکیب به صورت مس (I) و مس (II) و گوگرد در این ترکیب به صورت S^{2-} و S_2^{2-} مشاهده می‌شود. سلول واحد CuS شش ضلعی است و دارای ۶ مولکول در هر سلول می‌باشد $c_0 = a_0 = 3.78813 \text{ \AA}$ ، $P6_3/mmc$ ، D_{6h}^4 (16.33307 \AA). دو نقش هر عنصر را در تصویر ۵ مشاهده می‌کنیم.



تصویر ۵. شش ضلعی CuS، دو نقش را برای Cu و S نشان می‌دهد. اتم‌های Cu گوی‌های کوچکتر هستند. اتم‌های Cu و S در لایه‌های ۶ وجهی، رنگ‌های روشن‌تری دارند.

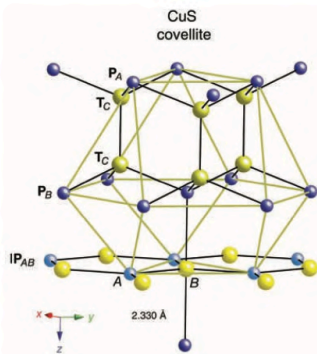
این نمایه و ساختار بر اساس یک ساختار ccp بوده و اولین ۳ در نمایه، نشان‌دهنده این است که ساختار دارای ۳ لایه P (ABC) تکرار شونده می‌باشد. سلول می‌تواند به این صورت نمایش داده شود: اتم‌های اکسیژن در موقعیت‌های مختلف یک مکعب مرکز پر به همراه ۴ اتم Cu در یک چینش چهاروجهی در اطراف اکسیژن مرکزی، به صورتی که هر اتم مس با یکی از اکسیژن‌های گوشه‌ها نیز پیوند داشته باشد. هشت وجهی مکعبی اتم‌های Cu به همراه یک اتم مس در مرکز (که برای یک لایه P پر مورد نیاز است) در تصویر ۴ نشان داده شده است. دو چهاروجهی Cu_4O در تعامل با اتم مس مرکزی در درون هشت وجهی مکعبی نمایش داده شده‌اند. و همینطور مقداری از فضای بیرون برای نشان دادن الگوی دو شبکه نمایش داده شده است.



تصویر ۴. برخی از اتم‌های خارج از هشت وجهی مکعبی Cu_2O (خطوط رنگی) به منظور شفاف سازی و نشان دادن بهتر دو شبکه مشخص شده با رنگ‌های متفاوت، نشان داده شده‌اند.

نمایه کلی برای ساختار بتا-کریستوبالیت (SiO_2) به صورت $3.4P_{3/4}T_{1/4}P_{1/4}T_{1/4}$ می‌باشد. یکی از لایه‌های پوشاننده به اندازه $\frac{3}{4}$ توسط اتم‌های اکسیژن پر شده است و در سطوح زیرین چهاروجهی‌های SiO_4 قرار دارد. لایه پوشاننده دیگر به اندازه $\frac{1}{4}$ با اتم‌های اکسیژن پر شده است و در قله‌های SiO_4 قرار دارد. جهت فشردگی ساختارهای مکعبی، در راستای قطر داخلی آنها می‌باشد. ساختار Cu_2O دارای یک شبکه مشابه با کریستوبالیت است که در آن اتم‌های Cu در لایه‌های P قرار دارند.

نزدیک‌ترین لایه‌های Cu قرار دارد. هر اتم Cu از لایه‌های Cu-S، با ۳ اتم S از همان لایه پیوند دارد و در مرکز دو منشور مثلثی تشکیل شده به وسیله ۶ اتم Cu و ۶ اتم S از لایه‌های نزدیک Cu و S قرار دارد (تصویر ۵). نمایه کلی برای CuS به صورت $2.5IP_{Cu,SP}CuTSTSP_{Cu}$ می‌باشد (همه لایه‌ها پر هستند). عدد ۲ در نمایه نشان می‌دهد که ساختار بر پایه یک ساختار hcp یا یک چینش اتم‌های Cu در لایه‌های P در موقعیت‌های A و B می‌باشد. این توالی بعد از ۱۰ (۲.۵) لایه تکرار می‌شود؛ $IP_{AB}P_B T_C T_C P_A IP_{BA} P_A T_C T_C P_B$.



تصویر ۶. هشت‌وجهی مکعبی مزوج با خطوط رنگی برای کوولیت (CuS) نشان داده شده است. دو چندوجهی تشکیل شده توسط Cu در اطراف S که هر دو نقش S را نشان می‌دهند.

همه موقعیت‌های اتم‌های S در موقعیت‌های چهاروجهی، در موقعیت‌های C قرار دارند و یون‌های S_2^{2-} را تشکیل می‌دهند. لایه‌های پوشاننده مضاعف Cu-S (IP) شامل اتم‌های Cu و S در موقعیت‌های A و B یا B و A هستند. نقش‌های دوگانه Cu و S در هشت‌وجهی مکعبی مزوج برای ۱۲ اتم Cu در اطراف یک اتم Cu مرکزی برای hcp، در تصویر ۶ مشخص است. بخش پایینی چندوجهی، قسمتی از لایه مضاعف می‌باشد. یون‌های S_2^{2-} از وجوه مربعی بالایی بیرون می‌زنند و این اتم‌های S در مرکزهای چهاروجهی‌های $(Cu_3S)S$ قرار دارند. ما یک چهار وجهی CuS_4 را برای اتم Cu مرکزی مشاهده می‌کنیم.

اتم‌های گوگرد در جفت لایه‌های مجاور هم قرار گرفته‌اند و یون‌های S_2^{2-} را تشکیل می‌دهند؛ همچنین این اتم‌ها در لایه‌های تشکیل شده از شش ضلعی‌های متشکل از Cu و S قرار دارند. این لایه‌های Cu-S، لایه‌هایی مضاعف محسوب می‌شوند. در این ساختار، لایه‌های اتم‌های Cu نیز وجود دارند. در تصویر ۵، اتم‌های S در S_2^{2-} تیره‌تر از اتم‌های S در لایه‌های Cu-S هستند و در میانه سلول، به آسانی قابل شناسایی می‌باشند. این تصویر یک نمای گوشه‌ای از لایه‌های S، Cu و Cu-S را نشان می‌دهد. این ساختار می‌تواند با در نظر گرفتن یون‌های S_2^{2-} به عنوان واحدهای مرکزی لایه‌های cp توصیف شود. در اینجا ما هر اتم را به صورت تنها در نظر می‌گیریم. هر اتم S درون لایه S، در درون یک چهاروجهی تشکیل شده از سه اتم Cu از لایه مجاور و یک اتم S از لایه مجاور قرار دارد. ما لایه‌های Cu را به عنوان لایه‌های پوشاننده cp، یعنی لایه‌های P در نظر گرفته و اتم‌های S از لایه‌های S در موقعیت‌های چهاروجهی را، به عنوان عناصر تشکیل‌دهنده لایه T در نظر می‌گیریم. لایه پایینی Cu-S در تصویر ۵، یک لایه مضاعف است که در آن اتم‌های Cu در موقعیت‌های A و اتم‌های S در موقعیت‌های B قرار دارند. در لایه مضاعف بالایی صفحه‌ای، اتم‌های Cu در موقعیت‌های B و اتم‌های S در موقعیت‌های A قرار دارند. این لایه‌های مضاعف به صورت IP_{AB} و IP_{BA} نشان داده می‌شوند.

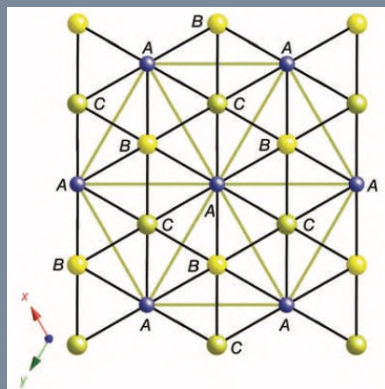
اتم‌های Cu در لایه‌های Cu و اتم‌های S در لایه‌های S (هریک) با چهار اتم در یک چینش چهار وجهی پیوند دارند (تصویر ۵ و ۶). هر اتم S از لایه‌های Cu-S (در قسمت پایین تصویر ۶) در یک چینش دو هرمی با قاعده مثلثی با ۳ اتم Cu در همان لایه و ۱ اتم Cu از هر کدام از

یک لایه پوشاننده مضاعف با اتم‌هایی در دو موقعیت (در اینجا A و B) ممکن است با ساختار فشرده، در تضاد به نظر برسد. گرافیت، دارای شبکه‌هایی از شش‌ضلعی‌های اتم‌های کربن، بدون اتمی در مرکز می‌باشد و موقعیت‌های اتم‌های کربن در شش‌ضلعی‌های مسطح، مطابق با موقعیت‌های A و B برای یک لایه cp هستند. تصویر ۷-ب نمایی از لایه مضاعف Cu-S با اتم‌های Cu در موقعیت‌های A و اتم‌های S در موقعیت‌های B می‌باشد. برای لایه مضاعف CuS و گرافیت، موقعیت‌های C خالی هستند. این تصویر با جایگزینی اتم‌های کربن به جای Cu و S، با شش‌ضلعی‌های موجود در ساختار یک لایه از گرافیت مطابقت دارد.

تعریف کردن اتم‌های Cu در لایه مضاعف به عنوان اتم‌های قرار گرفته در موقعیت‌های A و B و تعریف قرار گرفتن در موقعیت C برای یون‌های S_2^{2-} به صورت بسیار خوبی با چینش موقعیت‌های ایده‌آل cp در تصویر ۷-الف تطبیق و همخوانی دارد. هیچ اعوجاج و تغییر شکلی وجود ندارد. این تصاویر ایده‌آل شده نیستند و جایگاه اتم‌ها به وسیله جهت‌دهی دوباره و انتخاب قسمت‌های مختلف ساختار کریستالی CuS در برنامه CrystalMaker به دست آمده‌اند. گرافیت و ساختارهای بسیار دیگری، دارای لایه‌های مضاعف می‌باشند.

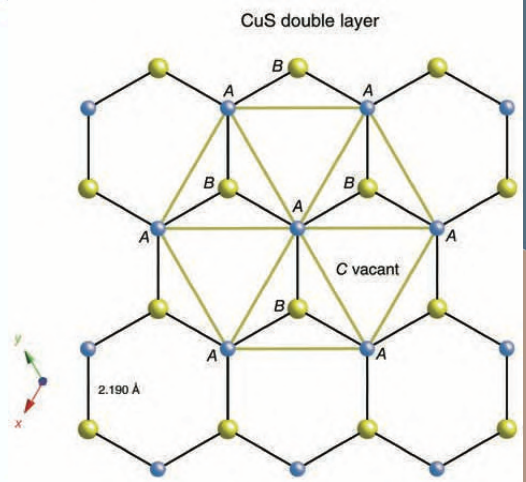
برای یک ساختار ccp اتم‌ها در لایه‌های P، O و T، دارای موقعیت‌های A، B و C هستند. توالی کلی برای همه لایه‌ها به صورت $P_A T_B O_C T_A P_B T_C O_A T_B P_C T_A O_B T_C$ می‌باشد. برای یک ساختار hcp موقعیت‌های معمول و نمایه کلی به صورت $P_A T_B O_C T_A P_B T_A O_C T_B$ است. پیوندهای محوری چهاروجهی‌های لایه اول در T در ccp یا hcp به اتم‌های P_B متصل می‌شوند و برای لایه T بعدی، پیوندهای محوری با اتم‌های P_A برقرار می‌شوند. ساختار CuS منحصر به فرد است، زیرا همه اتم‌های S واقع در میان لایه‌های مضاعف Cu-S با ۳ اتم Cu در لایه‌های P_A یا P_B پیوند برقرار می‌کنند؛

تصویر ۷-الف، نمایی از بالا را از لایه مضاعف پایینی، که در آن اتم‌های Cu در موقعیت‌های A قرار دارند و همینطور دو لایه Cu و دو لایه S واقع در مرکز تصویر ۵ را نشان می‌دهد. اتم‌های Cu در لایه‌های P در موقعیت‌های A و B توسط اتم‌های Cu و S از لایه مضاعف Cu-S پوشانده شده‌اند. این نحوه قرارگیری، در تصویر ۵ قابل مشاهده است. فاصله‌ها در همه این لایه‌ها یکسان می‌باشد. تعریف کردن لایه‌های Cu-S به عنوان لایه‌های مضاعف، بر اساس واقعیت است؛ در این لایه‌ها، اتم‌های Cu و S در همان موقعیت‌های A و B قرار دارند که ۲ لایه P از اتم‌های Cu در آنها قرار دارند. اتم‌های یک لایه پر و کامل cp، شش‌ضلعی‌هایی را با اتم‌هایی در مرکزهای نشان داده شده در تصویر ۷-الف برای موقعیت‌های A تشکیل می‌دهند. اتم‌های لایه‌های cp در موقعیت‌های B (اتم‌های روشن تر S) در مرکز ۳ اتم A قرار گرفته و مثلث‌های غیر مجاور شش ضلعی نشان داده شده برای موقعیت‌های A را می‌سازند. اتم‌های لایه‌های cp در موقعیت‌های C (اتم‌های S تیره‌تر) در مرکز ۳ اتم دیگر قرار گرفته و مثلث‌های غیرمجاور دیگر همان شش‌ضلعی را تشکیل می‌دهند. تنها اتم‌های S در یون‌های S_2^{2-} در میان لایه‌های Cu در موقعیت‌های C قرار دارند.



۷-الف) نمایی از ۵ لایه نیمه پایین سلول در تصویر ۵

کالکوسیت با دمای بالا، در هر سلول خود حاوی دو مولکول می‌باشد (D_{6h}^4 ، $P6_3/mmc$ ، $a_0 = 3.959 \text{ \AA}$ ، $c_0 = 6.784 \text{ \AA}$). دو نقش مختلف برای Cu (تصویر ۸) وجود دارد اما در مقابل آن S تنها یک نقش را داراست. این تصویر (تصویر ۸) مربوط به کالکوسیت ایده‌آل می‌باشد. ساختار واقعی کالکوسیت، نامنظم است و در آن اتم‌های Cu محوری، یکی از سه موقعیت اطراف موقعیت‌های ایده‌آل نشان داده شده در شکل را اشغال می‌کنند. اتم‌های Cu_1 در صفحات شش ضلعی تشکیل شده توسط ۳ اتم Cu و ۳ اتم S (همانند CuS) قرار دارند. اتم‌های Cu_2 نسبت به اتم‌های S محوری هستند و واحدهای دو هرمی با قاعده مثلثی SCu_5 را تشکیل می‌دهند. لایه‌های cp مضاعف Cu-S در ساختار Cu_2S حاوی اتم‌های Cu_1 در موقعیت‌های C در واحدهای CuS_3 و اتم‌های S در موقعیت‌های A یا B در لایه‌های متناوب Cu-S به صورت AC یا BC قرار دارند. اتم‌های Cu_2 محوری، در موقعیت‌های چهار وجهی و در A و B لایه‌های T می‌باشند. نمایی از همه لایه‌ها (در اینجا نشان داده نشده) در امتداد محور c، هم راستایی بسیار خوب همه اتم‌ها در موقعیت‌های A، B و C را تنها با اتم‌های Cu_1 در لایه‌های مضاعف موقعیت‌های C نشان می‌دهد.

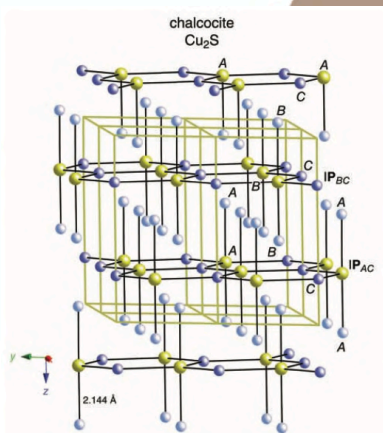


۷-ب) نمایی از یک لایه Cu-S در کولیت با دمای بالا، نمایانگر موقعیت‌های cp

اما پیوند محوری با S‌های واقع در لایه‌های مجاور S برقرار می‌شود و یون S^{2-} را تشکیل می‌دهد. توالی CuS به صورت $P_A^{Cu}T_C^S P_B^{Cu}$ می‌باشد. جایگاه یک موقعیت T با موقعیت اتم‌هایی که اساس چهار وجهی را تشکیل می‌دهند، متفاوت است. معمولاً مکان این موقعیت با توجه به اتم محوری لایه پوشاننده بعدی یعنی P_A یا P_B تعیین می‌شود. برای CuS از آنجا که اتم‌های S هر دو لایه T متصل هستند، این موقعیت باید C باشد که نسبت به A و B متفاوت است. این موضوع با استفاده از تصویر ۷-الف و ۷-ب نشان داده و اثبات شده است.

کالکوسیت، Cu_2S

کالکوسیت، Cu_2S ، در دمای کمتر از $103^\circ C$ به صورت کالکوسیت در دمای پایین، و در دمای بین $103^\circ C$ و $403^\circ C$ به صورت کالکوسیت در دمای بالا با چینش شش ضلعی وجود دارد. کالکوسیت در دمای پایین، در سال ۱۹۴۴ به شکل بلور اورتورمبیک و در سال ۱۹۸۱ به شکل بلور مونوکلینیک گزارش شده است.



تصویر ۸. چهار سلول شش ضلعی کالکوسیت در دمای بالا (Cu_2S)، دو نقش Cu (گوی‌های کوچک تر) را نشان می‌دهند. اتم‌های Cu محوری، رنگ روشن تری دارند.

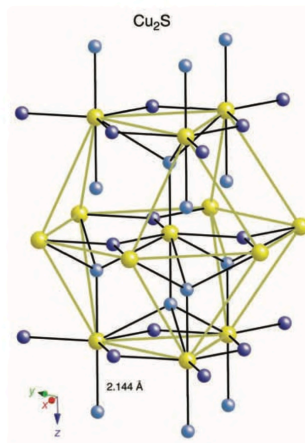
نمایه کلی این ترکیب به صورت $2.3IP_{Cu}^S AT_{1/2}^{Cu} B_{1/2}^{Cu} A$ با ۶ (۲.۳) لایه تکرار شونده می‌باشد. بسیار غیر معمول است که در یک ساختار hcp تمام موقعیت‌های T پر شوند؛ زیرا موقعیت‌های T بالا و پایین لایه P، در موقعیت‌های یکسان هستند و بسیار نزدیک به هم قرار دارند. برای Cu_2S این موقعیت‌ها نیمه پر می‌باشند و برای CuS ، بین اتم‌های S پیوند برقرار شده است.

حالت مونوکلینیک کالکوسیت، دارای رسانایی الکتریکی پایینی می‌باشد، اما کالکوسیت شش‌ضلعی، که اینجا مورد بررسی قرار گرفته‌است، دارای رسانایی الکتریکی بالایی در صفحات عمود بر محور C می‌باشد. رسانایی بالا، با نیمه پر بودن موقعیت‌های محوری توسط Cu همخوانی دارد، اگرچه این موضوع تنها از نظر نامنظم بودن این موقعیت‌ها مورد بحث و بررسی قرار گرفته‌است.

خلاصه

Cu_3N دارای ساختار ساده‌ای می‌باشد که شامل لایه‌های cp اتم‌های Cu که به اندازه $\frac{3}{4}$ پر شده‌اند و همچنین هشت وجهی‌های عجیب و غیر معمول NCu_6 برای اتم‌های کوچک N است. ساختار Cu_2O از دو شبکه مستقل از OCu_4 ‌های چهاروجهی و متصل شده تشکیل شده‌است که در تصاویر مختلف با رنگ‌هایی متفاوت نشان داده شده‌اند. ساختار CuS ، دو نقش برای هر یک از عناصر Cu و S دارد. دو محیط هر یون، در حالت‌های سلول واحد بسط داده شده و هشت‌وجهی مکعبی، مشخص و واضح هستند. فاصله‌گذاری موقعیت‌ها برای همه لایه‌های cp از جمله لایه‌های مضاعف در CuS ، در تصاویر یکسان و برابر می‌باشد. ساختار Cu_2S ، تنها دو نقش برای Cu و تنها یک نقش برای S دارد. برای همه ساختارها، سلول واحد بسط داده شده و هشت وجهی مکعبی یا هشت وجهی مکعبی مزوج پر شده، برای کمک به دید و تجسم نشان داده شده‌است و خواننده می‌تواند فایده‌های هر کدام را ببیند.

تصویر ۹ هشت‌وجهی مکعبی مزوج را برای ۱۲ اتم S در همسایگی اتم S مرکز یک ساختار hcp نشان می‌دهد. در میان صفحات شش‌ضلعی‌های Cu_3S_3 ، دو لایه T از اتم‌های Cu_2 وجود دارد. پیوندها به ۴ موقعیت چهاروجهی در نیمه پایین و ۱ موقعیت چهاروجهی در نیمه بالای تصویر نشان داده شده‌اند. نقش چهاروجهی اتم‌های Cu_2 در سلول واحد (تصویر ۸) واضح نیست و بیشتر از آن نیز نشان داده نشده‌است.



تصویر ۹. هشت وجهی مکعبی مزوج (خطوط رنگی) برای کالکوسیت در دمای بالا، ساختارهای چهار وجهی CuS_4 ، واحدهای مسطح مثلثی CuS_3 و دو هرمی‌های مثلث القاعده SCu_5 را نشان می‌دهد. اتم‌های Cu خارج از هشت‌وجهی مکعبی مزوج، دو هرمی‌های مثلث القاعده را برای اتم‌های که در وجه‌های بالایی و پایینی تکمیل می‌کنند.

در لایه‌های مضاعف، به تعداد مساوی اتم‌های Cu و S وجود دارد و همینطور برای هر اتم S دو موقعیت اتم Cu محوری موجود است. اگر همه موقعیت‌های محوری اشغال شده بودند، فرمول ماده، Cu_3S می‌بود. موقعیت‌های محوری، نامنظم هستند، اما در موقعیت‌های مرکزی یا ایده‌آل شده نشان داده شده‌اند و به نظر به میزان مساوی اشغال شده‌اند؛ اما استوکیومتری واکنش به اشغال بودن تنها نیمی از هر لایه T نیاز دارد.

دسترسی به مقاله:



شیمی قانونی: کشف اثر انگشت پنهان ۱

برهمکنش‌های بین مولکولی غیر کووالانسی نیز استفاده شود.



فاطمه نوپوش

کارشناسی شیمی محض
دانشگاه شهید بهشتی

مقدمه

استفاده از شیمی برای حل جرائم یا همان شیمی قانونی، موضوعی پر طرفدار در محیط‌های آموزشی مقدماتی و پیشرفته است. علاقه انسان به یک فرایند شیمیایی با احتمال اینکه رویدادی جنایی در حال بررسی است افزایش می‌یابد. برای مثال شیمی نقش قابل توجهی در چند صحنه از برنامه‌های تلویزیونی بررسی صحنه جنایت ایفا می‌کند. جاذبه حل جنایات به وسیله شیمی از چشم مربیان شیمی نیز پنهان نمی‌ماند. دروس شیمی قانونی شامل اثر انگشت، برای هر دوره آموزشی تولید شده است. ساختن اثر انگشت با جوهر برای دوره دبستان می‌تواند اجرا شود. حتی کشف اثر انگشت پنهان به وسیله پاشیدن ذرات غبار، برای سنین ابتدایی فعالیت سرگرم کننده (و کثیف کننده) است. چسب قطره ای به صورت تجاری در دسترس است و از این جهت برای هر کسی که بخواهد با قابلیت آشکارکنندگی اثر انگشت آزمایش انجام دهد قابل استفاده می‌باشد. در دوره دبیرستان آزمایش‌های کشف اثر انگشت پنهان احتمال دارد بخشی از برنامه آموزشی شیمی قانونی باشد. چندین کتاب درسی و گزارش آزمایشگاه برای این دوره در دسترس اند. در طول سال‌ها این مجله چندین مقاله را به چاپ رسانده که در آن‌ها

چکیده:

آشکارسازی اثر انگشت پنهان معمولاً شامل استفاده از مواد شیمیایی می‌شود که بین بقایای اثر انگشت و سطحی که اثر روی آن گذاشته شده تضاد ایجاد می‌کند. روش‌های ظاهر سازی بر پایه مواد شیمیایی را می‌توان به دو دسته اصلی تقسیم کرد: تکنیک‌هایی که با باقی مانده اثر انگشت واکنش می‌دهند و آنهایی که به وسیله نیروهای بین مولکولی به بقایای اثر انگشت می‌چسبند. انبوهی از روش‌های تجربی موثر در آشکارسازی اثر انگشت توسعه یافته اند اما در اغلب اوقات شیمی آن‌ها به درستی درک نشده است. این مقاله به طور خلاصه منطق شیمیایی بسیاری از تکنیک‌های تصویر سازی اثر انگشت که امروزه مورد استفاده قرار می‌گیرند را توصیف می‌کند. این ماده درسی برای دوره شیمی قانونی یا دوره مقدماتی شیمی با هدف معرفی ارتباط شیمی در اجرای قانون مناسب است، همچنین می‌تواند در دوره درسی شیمی آلی یا بیوشیمی هنگام بحث در باب

شما هر روز و به طور ناخواسته صدها اثر نهفته روی سطوحی که لمس می‌کنید به جا می‌گذارید. بسیاری از این اثرات می‌توانند با روش‌های تخصصی نمایان شوند. استفاده از اثر انگشت در تحقیقات جنایی بیش از صد سال است که ثبت و مستند شده است. اگر اثر انگشت پنهان شما در یک صحنه جرم کشف شد، به این معناست که شما در مقطعی از زمان در صحنه جرم حاضر بوده‌اید. اگر اثر انگشت شما روی یک اسلحه پیدا شد، یعنی اسلحه زمانی توسط شما بدست گرفته شده است. به طور خلاصه، اثر انگشت شواهد فیزیکی جرم را به مجرم مرتبط می‌کند. حتی در عصر آنالیز دی ان ای اهمیت اثر انگشت همچنان ادامه دارد. چرا که آنها می‌توانند به سرعت و به ارزانی کشف شوند تا از مطابقت دی ان ای‌های همان فرد جلوگیری شود. اثر انگشت‌ها معمولاً در زمان دستگیری در اکثر جرایم گرفته می‌شوند، در حالی که گرفتن دی ان ای در بسیاری از حوزه‌های قضایی نیازمند دستور دادگاه می‌باشد.

دیتابیس‌های گسترده و قابل جست و جوی اثر انگشت توسط مراجع قانونی نگهداری می‌شوند. علاوه بر این اثر انگشت افراد می‌تواند افرادی با دی ان ای یکسان را از هم مشخص کند. روش‌های شیمیایی که برای آشکار سازی اثر انگشت استفاده می‌شوند می‌توانند به دو دسته تکنیک‌های شامل واکنش‌های شیمیایی و تکنیک‌های براساس نیروهای بین مولکولی و ایجاد چسبندگی تقسیم شوند. یک تکنیک خوب، تضادی بین اثر انگشت و سطحی که اثر به آن چسبیده است ایجاد می‌کند. یک روش بهینه باید ارزان، با حساسیت بالا، قابل اطمینان و برای اجرا ساده باشد. در بهترین حالت روشی پایدار هم هست، اگرچه اثر انگشت مشخص شده،

ترکیب شیمیایی اثرات انگشت پنهان و روش‌های آشکارسازی آن‌ها بحث شده است. اگرچه بحث‌ها در مورد واکنش‌ها و برهمکنش‌های شیمیایی که این فرآیندها را می‌سازند، هنگام ارائه تکنیک‌های کشف اثر انگشت در محیط دانشگاهی، اغلب نا کارآمد می‌باشند.

تاریخچه

در انتهای انگشت شما لایه‌ای از گوشت به نام لایه کفی یا ولار وجود دارد که به شما اجازه می‌دهد سطوح را بدون لیز خوردن در دست بگیرید. لایه‌های پوست در بر گیرنده لایه کفی الگوی مشخصی را می‌سازند که برای هر شخص منحصر به فرد است: یک اثر انگشت.

یک اثر یا الگوی مشخص به خودی خود در برگیرنده اطلاعات شخصی نظیر نژاد، جنسیت یا سن نیست اما به دلیل منحصر به فردی خاصی که دارد می‌تواند استفاده شود تا با منشا آن مطابقت داده شود. اهمیت اثر انگشت به عنوان نشانه هویتی از زمان‌های قدیم، زمانی که از اثر انگشت به عنوان مهر استفاده می‌شد شناخته شده بود. اگر شما روی سطح صاف اثری درست کنید یا ماده رنگی را از لایه کفی خود به روی سطحی منتقل کنید اثر به سرعت برای چشم غیر مسلح قابل درک خواهد بود.

اثر انگشت پنهان زمانی به وجود می‌آید که شما سطحی را لمس کنید و لایه نازکی از بقایای شیمیایی شفاف را از لایه کفی با طرح خاص پوست خود به جا بگذارید. در حقیقت هر بار سطحی را لمس می‌کنید یا می‌گیرید احتمالاً اثر انگشت نهفته گذاشته می‌شود. روش‌های مختلفی برای ایجاد یک تضاد رنگی بین بقایای مرتبط با اثر انگشت نهفته به طرز شگفت‌انگیزی فراوان و مقاوم اند.

ممکن است منابع درونی آسانتر قابل پیش بینی باشند اما همچنان پیچیده اند. آنچه ما عرق و چربی بدن می‌نامیم، از چهار غده متفاوت خارج می‌شوند: غدد عرقی اکرین، آپوکرین، آپو اکرین و غدد چربی یا سبوم. هر غده، ترشحاتی با ترکیبات شیمیایی یکسان اما با تفاوت اندک ترشح می‌کنند. به طور کلی غدد اکرین عرق معمولی را ترشح می‌کنند، محلولی آبی نظیر الکترولیت ها و مواد آبدوست نظیر اوره. سه غده دیگر موادی با ساختار چربی و موم مانند وچربی دوست مانند اسکوالن و کلسترول را ترشح می‌کنند. تحقیقات بسیاری بر روی ترکیبات اثر انگشت نهان، عرق و «روغن بدن» انجام شده است. بر اساس گزارش مقاله‌ای، ما به طور میانگین 241 پیک در CG-MS (کروماتوگرافی گازی و طیف سنجی جرمی) برای عرق ثبت کرده ایم.

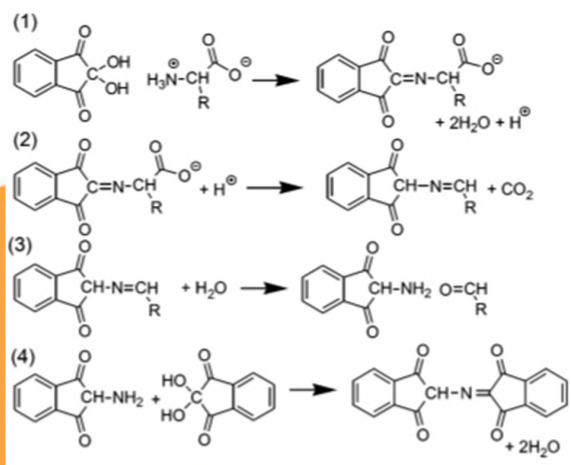
ترکیبات اصلی که در طبقه بندی تمام مواد شیمیایی یافت می‌شوند را می‌توان در این ترکیبات یافت. الکل، فنول، آلدهید کتون، استر، هیدروکربن، آمین، آمید، آمینو اسید کربوکسیلیک اسید. ترکیبات درونی متداول در چربی بدن که می‌توانند توسط CG-MS تشخیص داده شوند شامل اسکوالن ها، کلسترول، اسید های چرب نظیر استریک اسید هستند. هر چند مقداری از ترکیبات مانند نمک های فلزی آلی و معدنی موجود در این ترکیبات توسط این روش نمی‌توانند به آسانی شناسایی شوند. بر اساس موفقیت هیدرین ها و ترکیبات مرتبط به عنوان عوامل آشکار کننده، آمینواسیدها از ترکیبات رایج اثر انگشت هستند. هر چند این ترکیبات توسط CG-MS به راحتی و بدون مشتق سازی قابل شناسایی نخواهند بود. تحقیقات متعددی برای جمع آوری اطلاعات از ترشحات پوستی فرد انجام شده است در حقیقت ترکیب مشخصی از ترکیبات شیمیایی ممکن است برای یک فرد به اندازه اثر انگشت شخصی سازی شده و منحصر به فرد باشند.

می‌تواند توسط عکاسی محفوظ بماند. برخی روش ها برای اثر انگشت غیر مخرب هستند، بنابراین می‌توان روش های گوناگونی را به طور پی در پی برای تحلیل اثر به کار برد. تفاوت سطوح با یکدیگر و شرایطی که می‌تواند سبب ماندگاری این برخورد شود، منجر به ایجاد مشکلاتی می‌شوند. علاوه بر این عوامل، مقادیر محتوای به جا مانده از اثر انگشت می‌تواند در شرایط مختلف کاملا متفاوت باشد.

ترکیب شیمیایی بقایای اثر انگشت

فهم ترکیب شیمیایی اثر انگشت برای مطالعه روش هایی که مواد شیمیایی دیگر با اثر انگشت واکنش نشان می‌دهند حیاتی است. دو طبقه بندی کلی مرتبط با منشا بقایای اثر انگشت وجود دارد. ترکیبات شیمیایی باید منشا درونی یا بیرونی داشته باشند. هر چیزی را که لمس می‌کنید ممکن است مقداری اثرات شیمیایی را به لایه کفی شما منتقل کند که در نهایت در اثر انگشت پنهان شما ظاهر شوند. روغن خوراکی از دوناتی که هنگام صبحانه خورده اید احتمالا تا زمانی که دست خود را بشویید در اثر انگشت شما خواهد بود. پس از آن بقایای صابونی که با آن دست های خود را شسته اید ممکن است ترکیب شیمیایی اثر انگشت شما را تشکیل دهد. در حقیقت بقایایی از ترکیبات موجود در محصولات بهداشتی شخصی به طور گسترده در اثرات انگشت پنهان یافت می‌شوند.

از آنجا که این اثر می‌تواند با گذشت زمان محو شود بهتر است از آن تصویربرداری شود. گزارش شده که اثر انگشت های رنگ آمیزی شده با نین هیدرین به راحتی می‌توانند تحت اثر تکنیک های پیشرفته دیگر نیز قرار بگیرند.



شکل ۱. مکانیسم های ممکن برای آشکار سازی آمینو اسید موجود در بقایا توسط نین هیدرین ها

موفقیت نین هیدرین به عنوان یک تکنیک آشکار کننده اثر انگشت پنهان به وسیله واکنش شیمیایی با آمین های نوع یک حاضر در آمینو اسید های بقایای اثر انگشت، سبب گسترش این تکنیک شده است. شناساگر های متعددی توسعه یافتند تا به شیوه نین هیدرین برای تولید ماده رنگی یا فلوروسنت در حضور آمین های نوع یک واکنش دهند. دانسیل کلراید یک شناساگر شناخته شده است که برای اصلاح و تغییر آمینو اسید ها برای آسان تر کردن شناسایی در فلوروسنت و UV-vis هنگام شست و شوی ستون های HPLC استفاده می شود. لاسون (یک رنگ طبیعی) ماده فلوروسنت دیگری است که می‌تواند استفاده شود تا برای واکنش با آمینو اسید های اثر انگشت باقی

فرد باشند. حتی ممکن است تحلیل شیمیایی کامل بقایای اثر انگشت نشان دهد آیا یک فرد به طور منظم مواد شیمیایی خاصی را بلع و استنشاق می‌کرده یا نه. علاوه بر آن دور از ذهن نیست که ترکیبات اثر انگشت پنهان در طول عمر انسان تغییر کند.

واکنش های شیمیایی در کشف اثر انگشت پنهان

واکنش های آمینو اسید های آزاد: نین هیدرین و مشابه هایش

همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده کشف اثر انگشت پنهان با نین هیدرین توسط سری واکنش های شیمیایی بسیار قابل قبول و منطقی اتفاق می افتد. ماده شیمیایی که به عنوان نین هیدرین (۲،۲-دی هیدروکسی اندان-۱،۳-دیون) شناخته می‌شود برای نخستین بار در سال ۱۹۱۰ توسط روهمان^۲ معرفی شد. اعتبار واکنش اثر انگشت پنهان با نین هیدرین در سال ۱۹۵۵ در یک سند ثبت اختراع بریتانیایی به اورن و فون هفستن^۳ اعطا شد. نین هیدرین غالباً روش انتخابی در آشکار سازی اثر انگشت پنهان روی کاغذ است. معمولاً نین هیدرین با حلال های فرار مانند اتانول مخلوط شده و روی کاغذ اسپری می‌شود ممکن است کاغذ در اون حرارت داده شود تا واکنش نین هیدرین با بقایای آمینو اسید سرعت بگیرد. نتیجه اثری آبی یا بنفش رنگ است. برای تولید یک کروموفور نین هیدرین ابتدا باید با آمین نوع یک از یک آمینو اسید تغلیظ شود تا یک ایمین تشکیل شود. ایمین بدست آمده در حضور آب می‌تواند دیکربوکسیله (کربوکسیلیک زدایی) و هیدرولیز شود تا یک آمین اولیه که میتواند با مولکول نین هیدرین واکنش دهد تا دیکتوهیدریندیلیدین کتوهیدریند آمین یا همان "بنفش روهمان" را آنچنان که در شکل نمایش داده شده، تشکیل دهد.

این معرف جدید در سال ۱۹۹۰ در یک مقاله در مجله شیمی به جای یک مجله پزشکی قانونی به چاپ رسید که نشان دهنده وجه اشتراک قابل توجهی بین شیمی پایه و کاربرد های این علم در پزشکی قانونی می باشد.

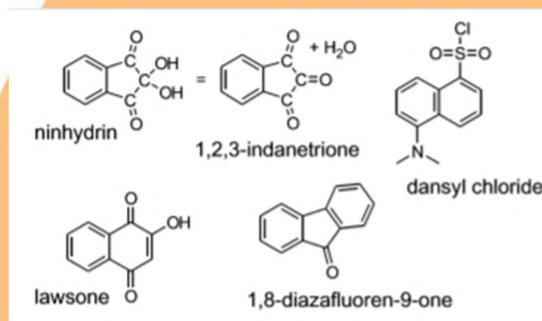
نقره نیترات

استفاده از نقره نیترات برای کشف اثر انگشت توسط مراجع قانونی در دهه ۱۹۳۰ به کار گرفته شد. این تکنیک برای اولین بار در ایالات متحده برای حل آدم ربایی ویلیام هم جونیور رئیس کمپانی آجوسازی هم، در سال ۱۹۳۳ مورد استفاده قرار گرفت. به سادگی محلول آبی نقره نیترات روی کاغذ یا مقوا اسپری می شود. این کاغذ در حالی که در معرض نور فرابنفش یا خورشید است، خشک می شود. جزئیات برآمدگی های اثر انگشت به صورت تصویر تاریک ظاهر می شوند. اولین واکنش رسوب گذاری نقره کلرید است، هنگامی که یون نقره با یون کلرید درون بقایای اثر انگشت واکنش می دهد. زیر نور فرابنفش نقره کلرید به نقره ی فلزی و گاز کلر تبدیل می شود. کاهش نقره کلرید به صورت شیمیایی با غوطه ور کردن جسم در حمام فرمالدهید و سدیم هیدروکسید نیز انجام می شود.

ظاهر کننده فیزیکی

روش آشکار سازی ظاهر کننده فیزیکی ریشه در پیشرفت در زمینه فیلم عکاسی دارد. محلول ظاهر سازی فیزیکی به نسبت پیچیده است چرا که حاوی سه یون فلزی متفاوت مس، آهن (II)، آهن (III) می باشد. از یک طرف، یون های نقره به روشی مشابه آنچه در قسمت نقره نیترات دیدیم به اثر انگشت متصل می شوند. یون های نقره متصل به اثر انگشت به وسیله آهن (II) به نقره فلزی کاهش

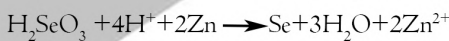
مانده بکار رود. لاسون در عصاره گیاه حنا که به عنوان رنگ کننده پوست مورد استفاده قرار می گیرد، یافت می شود. شناساگر هایی نظیر دانسیل کلراید و لاسون محصولات افزایشی فعالی را تشکیل می دهند که می توانند بسیار آسانتر از نین هیدرین تشخیص داده شوند و از پس زمینه تمایز یابند.



شکل ۲. ساختار نین هیدرین و ترکیبات مرتبط

جایگزین مدرن نین هیدرین DFO می باشد که طبق گزارشات، با ماده فلوروسنتی که تولید می کند، حساس تر از نین هیدرین نیز هست. پس از اینکه دو مولکول DFO با آمینو اسید واکنش می دهند (شکل ۲) بسیار شبیه ترکیب مزدوج «بنفش روهمان» می باشد که رنگ قرمز یا صورتی خواهد داشت. این ماده همچنین در حدود ۷۴۰ نانومتر برانگیختگی و تابش فلوروسنت سبز-زرد در حدود ۵۴۰ نانومتر نشان می دهد. علاوه بر بهبود حساسیت، مزیت اثر فلوروسنت در این است که اثر آن به آسانی از زمینه های رنگی و چاپی قابل تشخیص خواهد بود.

بر اساس معادله زیر تشکیل می شود و رسوب می کند. یون مس و سلنیوم هر دور در حضور روی کاهش می یابند. روکش های گلوله برنجی نیکل اندود شده و کارتریج های آلومینیوم نیز با این روش سازگارند.



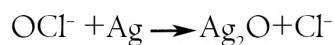
واکنش های شیمیایی و چسبندگی فیزیکی: سیانواکریلات استر

روش بخار کردن سیانواکریلات استر برای اثر انگشت توسط بخش شناسایی جنایی آژانس ملی پلیس ژاپن در سال ۱۹۷۸ کشف و به سرعت در تمام دنیا به کار گرفته شد.

هنگامی که بقایای اثر انگشت که برای مدت کوتاهی در معرض بخارات سیانواکریلات استر قرار می گیرند، سفت شده و تبدیل به اثر انگشت مایل به قهوه ای می شوند. سه نوع استر وجود دارد که به طور گسترده ای در بازار عرضه می شوند: متیل، اتیل و n-بوتیل سیانو اکریلات. چسب قطره ای به خودی خود برای اولین بار توسط دکتر هری کوور^۴ در سال ۱۹۴۲ زمانی که در آزمایشگاه های تحقیقاتی کداک بر روی پلاستیک های شفاف برای دوربین اسلحه کار می کرد، معرفی شد. کوور نهایتاً در سال ۱۹۵۹ متوجه شد سیانواکریلات یک چسبنده ی مفید است. رشد زنجیره ای پلیمر سیانو اکریلات همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده با آنیون لاکتات مورد مطالعه قرار گرفته است. افزایش در جرم ۴۵ میکرو لیتر از محلول هنگامی که در معرض بخارات چسب قطره ای قرار گرفته بود در طول زمان اندازه گیری شد. افزایش PH باعث افزایش انباشت جرم چسب قطره ای می شود.

۴. Harry coover

می یابند و طی یک واکنش ساده اکسایش/کاهش آهن (III) تولید می کند. حضور آهن (II) و سیترات در این روش محلول را به وسیله ته نشین کردن و تشکیل خود به خودی فلز نقره در واکنش یون نقره با آهن تثبیت می کنند. در روش جایگزین محلول ظهور فیزیکی تشکیل نانو ذرات نقره را تسهیل می کند که در ابتدا به دلیل وجود آنیون های آلی بار منفی بسیار زیادی دارند. این نانو ذرات به سوی ذرات با بار مثبت در اثر انگشت جذب می شود. وجود یک سورفکتانت کاتیونی مانند n-دودسیل آمین استات رسوب نقره روی سطح اثر انگشت را بیشتر ته نشین می کند. در نهایت این پروسه رسوب انتخابی فلز نقره روی بقایای اثر انگشت (نه روی سطحی که روی آن اثر گذاشته) را تسهیل می کند. براساس گزارشات این روش برای سطوح متخلخل به خوبی عمل میکند. در حضور سفید کننده (آنیون هیپوکلریت) اثر انگشت به دلیل شکل گیری اکسید نقره پررنگ تر می شود.



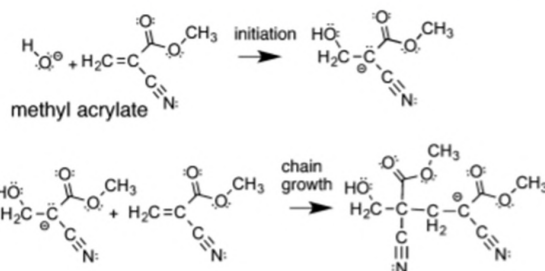
کاربرد ظاهرکننده فیزیکی برای شی چاپ شده به طور معمول شامل چند مرحله است که طی آن اثر در یک سینی فرآوری می شود.

GunBlue

از محلول آماده ای به نام Gun Blue solution برای کشف اثر انگشت روی روکش برنجی گلوله تفنگ استفاده می شود. ظاهراً این روش برای نخستین بار در آزمایشگاه های پزشکی قانونی در سال ۱۹۹۵ استفاده شده است. محلول Gun Blue یک مخلوطی آبی شامل اسید سلنیوس و مس سولفات است که گلوله در آن خیسانده می شود. زمانی که محلول در تماس با گلوله قرار می گیرد مس و سلنیوم روی سطح فلز به جز در مناطقی که اثرات چرب اثر انگشت روی آن حضور دارد

رنگ آمیزی به سادگی و با قرار دادن اثر انگشت پنهان در معرض بخارات ید در یک محفظه ی مهر و موم شده انجام می‌شود. بهترین روش برای آشکار سازی اثر انگشت روی کاغذ یا مقوا استفاده از روش آشکار سازی به وسیله ی بخارات ید است. با در نظر گرفتن این که این تکنیک، تکنیکی ثبت شده است ولی به این معنا نیست که شیمی آن نیز به خوبی درک شده است. مواد آشکار شده با ید معمولاً زرد/قهوه ای یک دست دارند. رنگ آمیزی معمولاً پس از خارج شدن صفحه TLC یا اثر انگشت از محفظه ید به سرعت محو می‌شود. این مشاهدات حاکی از این است که احتمالاً ید عنصری با برهمکنش های غیر کووالانسی نظیر برهمکنش واندروالس به ترکیبات شیمیایی خاصی می‌چسبد. در حقیقت ناپایداری این روش یک مزیت به حساب می آید چرا که همان اثر انگشت می تواند به وسیله ی دو روش مختلف پردازش و بررسی شود. یک عکس ممکن است بهترین روش حفظ اثر باشد. اسپری نشاسته نیز ممکن است راهی برای تقویت و حفظ لکه ی ید باشد. ید برهمکنش منحصر به فردی با نشاسته دارد که آن را به رنگ آبی تیره در می آورد. بر اساس مطالعات دقیق انجام شده رنگ آبی تیره به دلیل به دام افتادن یون ید درون ساختار مارپیچ آمیلوز به وجود می آید. روتنیوم تترا اکسید (RuO₄ یا RTX) اکسید معدنی معروفی است که به بقایای اثر انگشت می چسبد. تعداد زیادی از مقالات علمی استفاده مستقیم یا با استفاده از بخارات آن به عنوان روش آشکار سازی اثر انگشت معرفی کرده اند. RuO₄ در جای خود میتواند با مخلوط کردن محلول آب با RuCl₃ و (NH₄)₂Ce(NO₃)₆ تولید شود. تترا اکسید های حاصل شده در آب غیر محلول است و خارج میشود. RuO₄ می تواند همچنین در یک حلال هیدروکربنی هالوژن دار استفاده شود. بر اساس شواهد گزارش شده RuO₄ به بقایای چرب اثر انگشت میچسبد تا در حضور آن ها به روتنیوم

از سوی دیگر مطالعه ای دیگر بیان می‌کند که توده های چسب قطره ای حین بخار کردن تشکیل می شوند و متعاقباً جذب بقایای چرب اثر انگشت ها می شوند. این مقاله در نتیجه یک پروژه دوره کارشناسی نوشته شد که در آن نویسندگان سری واکنش هایی که در آن میل به ترکیب بخار چسب که با مواد مختلف اندازه گیری شده بود را شرح داده بودند. زنجیره های طویل اسید های چرب به خودی خود بخارات سیانواکریلاترا جذب می کنند. در حقیقت هر چه زنجیره هیدروکربن طولانی تر باشد رسوب چسب سریعتر اتفاق می افتد. این دو مقاله به دقت تئوری های رقیب برای توصیف شیمی بخار چسب برای کشف اثر انگشت را شرح می دهد.



شکل ۳. مکانیسم پیشنهادی برای آغاز و رشد زنجیره متیل سیانو اکریلات آنیونی

چسبندگی فیزیکی در کشف اثر انگشت پنهان

چسبندگی فیزیکی: مواد معدنی

یکی از قدیمی ترین و در دسترس ترین راه های کشف اثر انگشت پنهان استفاده از روش بخارات ید است. در طول سالها بخارات ید و مشتقات آن به طور گسترده ای برای آشکار سازی حضور ترکیبات آلی روی صفحات TLC استفاده شده است.

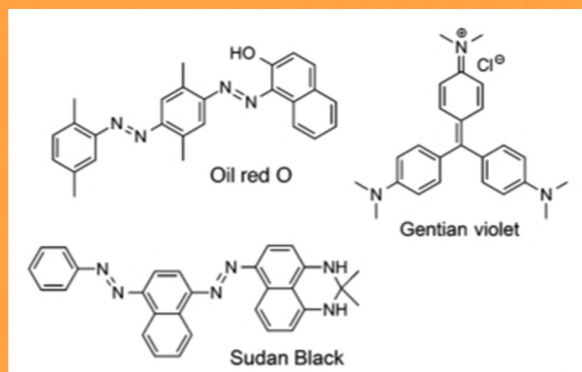
قرمز روغنی O فقط یکی از چندین رنگ های محلول در چربی است که در آشکارسازی اثر انگشت یافت می شود. سیاه سودان یکی دیگر از رنگ لیزوکروم معروفی است که به طور ویژه در چاپ روی کاغذ های مومی و سطوح خیس استفاده می شود. سیاه سودان یکی از اعضای خانواده رنگینه های ازوئیک سودان است. این رنگ معمولا در الکل حل می شود و با فرو بردن جسم در محلول استفاده می شود. رنگ روی سطوح انگشت نگاری نشده شسته می شود و اثر انگشت پنهان را آشکار می کند. چندین رنگ فلئورسنت استفاده می شوند تا مستقیما به بقایای اثر انگشت بچسبند و آثار باقی مانده از اثر انگشت مشخص شده با ذرات غبار یا بخارات چسب را به وضوح و آشکارا نشان دهد. همه این رنگ ها در دسته بندی رنگ های لیزوکروم قرار می گیرند. در کل، این رنگها به وسیله نیروهای غیر کووالانسی به سطوح چربی دوست می چسبند. مزیت بزرگ استفاده از رنگ های فلئورسنت این است که می توانند جزئیات به خصوص و منتخب ما را واضح تر و آشکار تر نشان دهد. رنگ های رودامین به طور معمولاً برای کاربرد های بیوتکنولوژی مانند میکروسکوپی فلئورسانس، فلوسیتومتری، همبستگی فلئورسانس و بررسی های ایمنی مرتبط با آنزیم استفاده می شود. اشکالات رنگ های فلئورسنت این است که که منابع نوری مخصوصی نیاز است تا فلئوروفور ها (رنگ سازها) را برانگیخته کند و یا از تابش های فلئورسنت عکس بگیرد.

رودامین 6G طول موج برانگیختگی ۵۲۶ و طول موج تابشی ۵۵۵ نانومتر را دارد. انواع مختلفی از منابع نوری جایگزین (ALS) توسط فروشندگان پزشکی قانونی به فروش می رسد. این منابع می توانند به کوچکی یک چراغ قوه ی کوچک یا به بزرگی یک جاروبرقی صنعتی

دی اکسید سیاه رنگ بدل شود. مکانیسم شیمیایی این تبدیل هنوز مشخص نیست.

چسبندگی فیزیکی: رنگ ها

به تازگی یک رنگ چربی دوست به نام قرمز روغنی O همانطور که در تصویر ۴ مشاهده می شود، توجه بسیاری را به عنوان ترکیب مناسب برای آشکار کردن اثر انگشت در سطوح چالشی برانگیز جلب کرده است. الکساندر بودوان در مقاله ای تحت عنوان «ژورنال شناسایی پزشکی قانونی» پیشنهاد داده است که رنگ قرمز روغنی O جایگزین خوبی برای یون نقره در روش ظهور فیزیکی برای آشکار سازی اثرات چربی روی سطوح متخلخل و مرطوب مانند کاغذ و مقوا می باشد. این شواهد با ارائه ی حداقل چهار مقاله ی دیگر از همان نویسندگان در ارتباط با خواص این رنگ ها گزارش شده است. برای سال ها این لیزوکروم (رنگ محلول در چربی) مشخص در رنگ آمیزی های زیستی استفاده شده است. این روش شامل حل کردن قرمز روغنی O در محلول متانول بازی شده با سدیم هیدروکسید است. بعد از شکل گیری لکه رنگ، PH سطح به وسیله ی بافر تا سطح خنثی تنظیم می شود. این کشف تقریباً تازه نشان می دهد در جنبه ی علم و هنر آشکار سازی اثر انگشت پنهان زمینه ی خوبی برای پیشرفت تحقیقات و اکتشاف وجود دارد. همچنین این روش به ارتباط جالبی بین رنگ های زیستی و تجزیه و تحلیل اثر انگشت اشاره دارد.



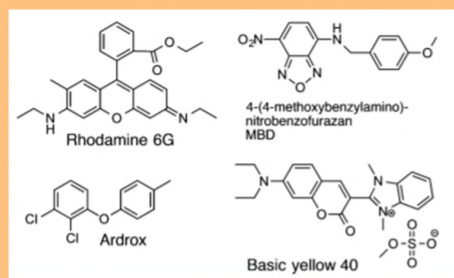
شکل ۴. ساختار شیمیایی رنگ های آلی

می‌مانند تا روی سطوح دیگر. این واقعیت که بنفش getion یا کریستال ویوله ممکن است اثر انگشت روی قسمت چسبناک نوار چسب را رنگ کند احتمالاً به دلیل برهمکنش بین رنگ و DNA سلول های پوست است. در زیست شناسی از محلول کریستال ویوله استفاده می‌شود تا همزمان سلول های خاصی مانند باکتری ها را تثبیت و رنگ آمیزی کند. استفاده از کریستال ویوله بسیار آسان است. فقط کافی است نوار چسب را برای ۳۰ ثانیه در حمام محلول آبی کریستال ویوله فرو ببرید، سپس رنگ اضافی را زیر جریان آب بشویید.

چسبندگی فیزیکی: پودر ها

تنها معیاری که برای پودر های آشکار کننده اثر انگشت پنهان وجود دارد این است که فقط کافیت تا به اثر انگشت بچسبد نه به سطح اطراف آن. تعدادی از پودر های اثر انگشت به صورت تجاری به فروش می‌رسند اما حتی مواد نسبتاً معمولی مانند پودر تالک و گرد زغال چوب اثر انگشت پنهان را آشکار خواهد کرد. یک آزمایش اثر انگشت منتشر شده در اینترنت که در آن پودر نوک مداد دانش آموزان را به عنوان پودر آشکار کننده اثر انگشت پیشنهاد می‌کند. به طور غافلگیر کننده‌ای آثار باقی مانده از اثر انگشت تشکیل شده از لیپید های اولیه مانند اسکوالن، اسید های چرب و کلسترول به بسیاری از مواد می‌چسبند. چندین دانشمند پیشرو در زمینه اثر انگشت مانند فورژه در فرانسه، سانچز از آمریکای جنوبی، هایندل از آلمان، رایس از رومانی و وستیچ از آرژانتین الگوی خطوط را در اواخر سده ۱۸۰۰ با استفاده از ترکیبات مختلف پودر های مختلف به مطالعه در این زمینه پرداختند. مخترع سیستم طبقه بندی اثر انگشت سرداواردریچارد هنری (۱۹۳۰-۱۸۵۰) از پودر هایی بر پایه جیوه و گرافیت استفاده می‌کرد. پودر های اثر انگشت بسته به

باشد. رنگ فلوروسنت دیگری که به طور معمول مورد استفاده پزشکی قانونی قرار می‌گیرد، قرمز پایه ۲۸، زرد پایه ۴۰، آردروکس و ۴-(۴-متوکسی بنزیل آمینو)-۷-نیترو بنزو فوران (MBD) نمایش داده در شکل ۵ است. مخلوط مشخصی از این رنگ ها به صورت تجاری در دسترس است: RAM (رودامین 6G، MDB و آردروکس) و RAY (قرمز پایه ۲۸، زرد پایه ۴۰ و آردروکس).



شکل ۵. ساختار شیمیایی رنگ های فلوروسنت

چندین روش برای آشکار سازی اثر انگشت بر روی سطح چسبندۀ نوار چسب وجود دارد. نوار چسب نقش مهمی را در بعضی جرایم مانند آدم ربایی ایفا می‌کند. تقریباً غیر ممکن است که نوار چسب با دستکش ننگه داشته شود، بنابراین به دشواری می‌توان بدون به جا گذاشتن اثر انگشت روی سطح چسبندۀ نوار چیزی را چسب زد. در برخورد با نوار چسب بسیار محتمل است که ترکیب متفاوتی از بقایای اثر انگشت را روی سطوح صاف به جا بگذارد. این مورد به صورت رسمی ثبت نشده است اما سلول های بافت پوششی پوست احتمالاً بیشتر روی

نوار چسب باقی می‌مانند

نگاری چسبنده خانگی تولید کرد. این روش انگشت نگاری پدیده مهیجی است. یک ماده لزج و تیره بر روی نوار ریخته می‌شود و بعد از شست و شو اثر انگشت را نمایان می‌کند.

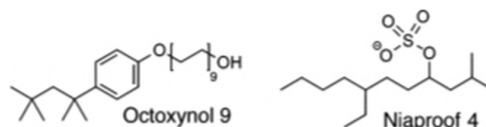
چسبندگی فیزیکی: ریز ذرات شناساگر

ذرات ریز شناساگر برای تشخیص اثرات موجود در سطوح خیس استفاده می‌شوند. شناساگر از سوسپانسیون ذرات ریز مولیبدنیوم دی سولفید در یک محلول سورفکتانت ساخته شده است این موضوع که بقایای اثر انگشت حتی زمانی که در زیر آب هستند دست نخورده باقی می‌مانند مدرک دیگری است که نشان می‌دهد ترکیب اصلی این بقایا لیپید های نامحلول در آب است. ذرات به بقایای روغنی اثر انگشت می‌چسبند. در کنار مولیبدنیوم دی سولفید مواد دیگری نیز می‌توانند مورد استفاده قرار بگیرند مانند تیتانیوم دی اکسید، زینک اکسید، مگنتیت (Fe_3O_4)، گرافیت یا زینک کربنات. این روش مرطوب تقریباً جایگزین پودر های اثر انگشت است. این موضوع هنوز روشن نیست که آیا عملکرد پاک کننده (detergent) در پخش سوسپانسیون روی سطح است یا مولکول های پاک کننده با بقایای اثر انگشت واکنش می‌دهند تا برهمکنش بین ذرات و مواد ضد آب را بیشتر کند. شناساگر روی جسم اسپری می‌شود و مواد اضافی باقی مانده می‌توانند به آرامی شسته و پاک شوند. همانطور که در شکل ۶ نمایش داده شده یکی از شناساگر ها 4 niaproof است که سورفکتانت آنیونی با گروه آلکیل سولفات است. در یک مطالعه فرمولاسیون ۱۱ ریز ذره با تغییر دادن ذرات، ترکیب سورفکتانت، غلظت و افزایش کولین کلراید و PH کشف شد. هر چند مولیبدنیوم دی سولفات به طور مداوم بهترین تمثیل را ارائه می‌دهد، به نظر نمی‌رسد سایر عوامل تاثیر خاصی بر نتیجه داشته باشند.

به ویژگی های ظاهری شان می‌توانند به دسته های معمولی، فلزی، فوتولومینسانس تقسیم بندی شوند. پودر های عادی شامل رزین پلیمری که به دقت جدا شده به همراه رنگ است. اکسید های فلزی مثل اکسید آهن پایه پودر های فلزی را تشکیل می‌دهند. پودر های فلزورسنت و فسفرسنت معمولاً از پودر هایی با پایه آلی تشکیل شده اند که از موادی مانند مواد طبیعی نظیر فلس ماهی آسیاب شده بدست می‌آید. اخیراً ماده فلزورسنت طبیعی کار کامین به عنوان پودر آشکار ساز اثر انگشت پیشنهاد شده است. با توجه به اهمیت ثبت اثر انگشت پنهان روی سطح چسبنده نوار چسب ذکر شد، چندین روش برای آشکار کردن آن ها وجود دارد. بسیار شبیه انگشت نگاری با روش غبار پاشی یک سری از پودر هایی که یک سمت مرطوب و چسبنده دارند در دسترس اند. به طور کلی این مواد پودر های خشکی هستند که ذرات آن در یک محلول آبی با سورفکتانت آنیونی معلق شده اند. مانند پودر های غبار پاشی نیرویی که دانه های پودر را به اثر انگشت متصل می‌کند برهمکنشی غیر کووالانسی است. اگرچه نقشی که شوینده بازی می‌کند مشخص نیست، سورفکتانت ممکن است به سادگی به عنوان عامل مرطوب کننده عمل کند و این امکان را فراهم کند تا پودر بتواند در سرتاسر نوار چسب پخش شود.

از سویی دیگر سورفکتانت می‌تواند برهمکنش بین پودر و آثار چرب باقی مانده اثر انگشت را تسهیل کند. قسمت چسبناک پودر معمولاً بر پایه تیتانیوم دی اکسید همراه با مقادیر ناچیزی از آلومینیوم و سیلیکون است. یک محلول سورفکتانت معروف که در پودر های چسبنده تجاری استفاده می‌شود Photo-Flo200 است که محلول آبی آن از پروپیلن گلیکول، p-tert-اکتیل فنوکسی پلی اتوکسی اتیل الکل (اکتوکسینول ۹ در شکل ۶) تشکیل شده است. یک مقاله معروف اظهار دارد با تعلیق پودر های انگشت

اثر بخشی VMD روی پارچه های کتان، نابلون، پلی استر و پلی کتان مورد مطالعه قرار گرفته است. این روش در همه این شرایط دشوار برای انگشت نگاری کارایی دارد و پتانسیل استفاده روی سطوح نرم مانند پلی اتیلن را نیز داراست.



شکل ۶. ساختار شیمیایی سورفکتانت ها

برهمکنش های آنتی بادی-آنتی ژن: روش های بر پایه ایمنی سنجی

پیشرفت جدیدی در زمینه انگشت نگاری تصویر سازی اثر انگشت را با هدف قرار دادن مواد شیمیایی خاصی در اثر انگشت ترکیب می کند. این روش با اتصال آنتی بادی ها به نانوذرات طلا که به متابولیت های دارویی مانند کاتینین، مرفین، بنزوئیل کگونین، Δ⁹-تتراهیدروکانابینول، و 2-اتیلیدن-5، I-دی متیل-3،3-دی فنیل پیرولیدین انجام می شود. آنتی بادی های نوع ۲ که با شناساگر فلئورسنت نشانه گذاری شده اند تنها اثرات شامل مواد هدف گذاری شده را آشکار می کنند.

نتیجه گیری

نقش شیمی در استفاده قانونی از اثر انگشت، فراهم کردن روش هایی است که اثر انگشت پنهان را آشکار کند تا امکان مقایسه این اثرات با نمونه اصلی فراهم شود. زمینه آنالیز اثر انگشت به وسیله تحقیقات تجربی گسترش یافته است. در بسیاری از موارد روش های انگشت نگاری توسط مراجع قانونی و بدون درک روشنی از چرایی و یا چگونگی کارکرد آن ها توسعه یافته است. علم شیمی از روی کنجکاوی روشنفرانه با هدف

چسبندگی فیزیکی: رسوب فلز در خلا

رسوب فلز در خلا یا (VMD) روشی است که با وجود قیمت تقریباً بالایش به محبوبیت زیادی دست پیدا کرده است. برهمکنش بین بخارات فلز و اثر انگشت به صورت تصادفی در سال ۱۹۶۴ توسط یک محقق بریتانیایی کشف شد. در ابتدا نمونه ای از فلز طلا در یک محفظه حاوی جسمی که می خواهد انگشت نگاری شود تبخیر می شود. طلا تمامی سطح اثر انگشت را می پوشاند و ذرات طلائی که روی اثر انگشت قرار گرفته اند به آن می چسبند. تفاوت در تراکم نانوذرات طلا بسته به اینکه به شیار اثر انگشت متصل شوند یا به فرورفتگی های آن، نشان داده می شوند.

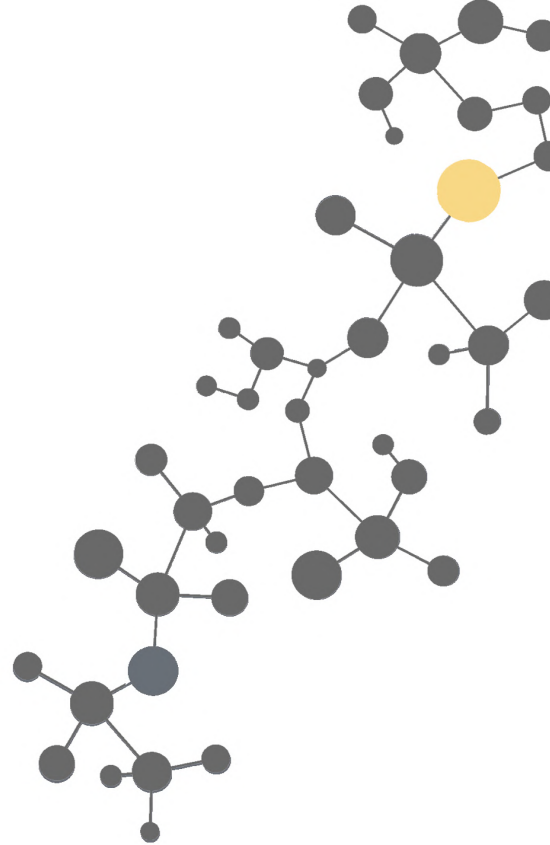
رسوب دادن طلا با تبخیر فلز روی در همان شرایط متعاقباً انجام می شود. فلز روی به طلاهایی که جذب برآمدگی های انگشت نشده اند متصل می شود و اثر انگشت را تا جایی که بتوان از آن تصویر برداری کرد تقویت می کند. زمینه اثر توسط روی رنگ آمیزی می شود و می توانیم اثر انگشت را مشاهده کنیم. سطوح نرم مانند پلی اتیلن را نیز داراست.

دسترسی به مقاله:



توسعه روش‌ها به بررسی این تکنیک‌ها پرداخته است. چالش مدرسین، محققین و دانشجویان علم شیمی توسعه درک شیمی نهفته در فرایند انگشت نگاری می‌باشد.

بنابراین لازم است تا ترکیب شیمیایی بقایای اثر انگشت نیز فهمیده شود. فراهم کردن روش شیمیایی منطقی برای این پرسش که چرا برخی روش‌ها عملی‌اند و یا اینکه باید عملی باشند، بدون فهم روشن از ترکیب واقعی اثر انگشت پنهان که می‌تواند بسیار متغیر نیز باشد بسیار دشوار است. در نمونه نین هیدرین تقریباً روشن است که آمینو اسید موجود در اثر انگشت مسئول آشکار سازی است. روش‌های آشکار سازی مبتنی بر چسبندگی فیزیکی به ندرت با اشاره به ترکیبات یا دسته‌ای از مواد خاص موجود در اثر انگشت مورد بررسی قرار گرفته‌اند. بقایای اثر انگشت به سادگی موادی چرب پنداشته می‌شوند. در مطالعات بخار سیانواکریلات تلاش‌هایی صورت گرفته است که به شناسایی ماده یا موادی که با بخار سیانواکریلات واکنش می‌دهند یا به آن می‌چسبند منجر می‌شود. این تلاش‌ها می‌توانند الگویی برای روش‌های دیگر باشد.



تمامی مقوق این نشریه اعم از مطالب منتشر شده و قالب و گرافیک محفوظ است و متعلق به انجمن علمی-دانشجویی علوم شیمی و نفت دانشگاه شهید بهشتی می‌باشد

   @beheshtichemist

 SSAOC.SBU@gmail.com

